

**PLIEGO DE
CONDICIONES
TÉCNICAS
GENERALES
2024 ■**

**ACTUALIZACIÓN DE LOS ARTÍCULOS
RELATIVOS A PAVIMENTACIÓN,
ESTRUCTURAS, INSTALACIONES
ESPECIALES Y SEÑALIZACIÓN**

**PARTE 4: CONDICIONES QUE DEBEN
CUMPLIR LAS OBRAS DE
URBANIZACIÓN**

Capítulos 40-47

INDICE DEL COMPENDIO 2024 DE LA PARTE 4 DEL PLIEGO DE CONDICIONES TÉCNICAS GENERALES APLICABLE A LA REDACCIÓN DE PROYECTOS Y EJECUCIÓN DE LAS OBRAS MUNICIPALES, CON LA ACTUALIZACIÓN DE LOS ARTÍCULOS RELATIVOS A PAVIMENTACIÓN, ESTRUCTURAS, INSTALACIONES ESPECIALES Y SEÑALIZACIÓN

PARTE 4ª. CONDICIONES QUE DEBEN CUMPLIR LAS OBRAS DE URBANIZACIÓN

| | |
|--|------------|
| CAPÍTULO 40.- PAVIMENTACIÓN | 8 |
| Sección 1.ª | 8 |
| ACTUACIONES PREVIAS | 8 |
| ARTÍCULO 40.11.- LEVANTADOS Y DEMOLICIONES DE FIRMES..... | 8 |
| ARTÍCULO 40.12.- FRESADO DE PAVIMENTO EXISTENTE..... | 11 |
| Sección 2.ª | 16 |
| EXPLANACIONES | 16 |
| ARTÍCULO 40.21.- ESCARIFICACIÓN Y COMPACTACIÓN DEL TERRENO..... | 16 |
| ARTÍCULO 40.22.- EXPLANADA MEJORADA..... | 18 |
| Sección 3.ª | 21 |
| BASES Y SUBBASES | 21 |
| ARTÍCULO 40.31.- SUBBASES DE ARENA DE MIGA..... | 21 |
| ARTÍCULO 40.32.- ZAHORRAS..... | 28 |
| ARTÍCULO 40.33.- ZAHORRAS CON ÁRIDOS RECICLADOS DE RCD..... | 41 |
| ARTÍCULO 40.34.- SUELOS ESTABILIZADOS “IN SITU” CON CAL O CEMENTO..... | 45 |
| ARTÍCULO 40.35.- MATERIALES TRATADOS CON CEMENTO (SUELO-CEMENTO, GRAVACIMIENTO Y HORMIGÓN MAGRO COMPACTADO)..... | 67 |
| ARTÍCULO 40.36.- BASES DE HORMIGÓN MAGRO VIBRADO..... | 87 |
| ARTÍCULO 40.37.- BASES Y PAVIMENTOS DE HORMIGÓN PERMEABLE..... | 101 |
| Sección 4ª | 115 |
| RIEGOS | 115 |
| ARTÍCULO 40.41.- RIEGOS DE IMPRIMACIÓN..... | 115 |
| ARTÍCULO 40.42.- RIEGOS DE ADHERENCIA..... | 120 |
| ARTÍCULO 40.43.- RIEGOS ASFÁLTICOS DE CURADO..... | 124 |
| Sección 5.ª | 129 |
| PAVIMENTOS DE HORMIGÓN | 129 |
| ARTÍCULO 40.51.- PAVIMENTOS DE HORMIGÓN..... | 129 |
| ARTÍCULO 40.52.- ACABADOS DE PAVIMENTOS DE HORMIGÓN..... | 161 |
| Sección 6.ª | 174 |
| MEZCLAS BITUMINOSAS | 174 |
| ARTÍCULO 40.61.- MEZCLAS BITUMINOSAS ABIERTAS EN FRÍO..... | 174 |
| ARTÍCULO 40.62.- MEZCLAS BITUMINOSAS TEMPLADAS TIPO HORMIGÓN BITUMINOSO..... | 196 |
| ARTÍCULO 40.63.- MEZCLAS BITUMINOSAS EN CALIENTE Y SEMICALIENTE TIPO HORMIGÓN BITUMINOSO..... | 224 |
| ARTÍCULO 40.64.- RECICLADO EN CALIENTE Y SEMICALIENTE EN CENTRAL DE CAPAS BITUMINOSAS..... | 254 |



| | |
|---|------------|
| ARTÍCULO 40.65.- MEZCLAS BITUMINOSAS EN CALIENTE Y SEMICALIENTE PARA CAPAS DE RODADURA: MEZCLAS DRENANTES, DISCONTINUAS MUY DELGADAS, ULTRAFINAS Y SMA | 266 |
| ARTÍCULO 40.66.- MEZCLAS BITUMINOSAS PERCOLADAS..... | 297 |
| ARTÍCULO 40.67. MEZCLAS BITUMINOSAS IMPRESAS | 305 |
| Sección 7ª | 310 |
| TRATAMIENTOS SUPERFICIALES | 310 |
| ARTÍCULO 40.71.- RETEXTURADO. HIDRODESABASTE, GRANALLADO Y MICROFRESADO..... | 310 |
| ARTÍCULO 40.72.- MICROAGLOMERADOS EN FRÍO | 317 |
| ARTÍCULO 40.73.- PAVIMENTO CON RESINAS..... | 334 |
| Sección 8ª | 346 |
| ADOQUINADOS | 346 |
| ARTÍCULO 40.81.- ADOQUINADOS SOBRE ÁRIDO | 346 |
| ARTÍCULO 40.82 – ADOQUINADOS SOBRE MORTERO..... | 354 |
| Sección 9.ª | 361 |
| ACERAS..... | 361 |
| ARTÍCULO 40.91.- ENCINTADOS DE BORDILLOS..... | 361 |
| ARTÍCULO 40.92.- ACERAS DE BALDOSAS..... | 365 |
| ARTÍCULO 40.93.- ENLOSADOS SOBRE ARIDO..... | 370 |
| ARTÍCULO 40.94.- ENLOSADOS SOBRE MORTERO | 376 |
| CAPÍTULO 41.-ESTRUCTURAS | 382 |
| Sección 1.ª | 382 |
| OBRAS DE PASO..... | 382 |
| ARTÍCULO 41.10.- GENERALIDADES..... | 382 |
| ARTÍCULO 41.11.- APOYOS ESTRUCTURALES | 384 |
| ARTÍCULO 41.12.- SISTEMAS DE IMPERMEABILIZACIÓN..... | 388 |
| ARTÍCULO 41.13.- JUNTAS DE DILATACIÓN DE TABLERO..... | 395 |
| ARTÍCULO 41.14.- PROTECCIÓN DEL METAL MEDIANTE SISTEMA DE PINTURA | 398 |
| ARTÍCULO 41.15.- SISTEMAS DE CONTENCIÓN Y BARANDILLAS..... | 401 |
| ARTÍCULO 41.16.- SISTEMA DE DRENAJE..... | 404 |
| ARTÍCULO 41.17.- TRANSICIONES | 406 |
| ARTÍCULO 41.18.- REVESTIMIENTOS | 408 |
| ARTÍCULO 41.19.- CONDICIONES PARA LA RECEPCIÓN DE LAS OBRAS | 409 |
| CAPÍTULO 42.- ALCANTARILLADO | 410 |
| Sección 1ª | 410 |
| ALCANTARILLADO | 410 |
| ARTÍCULO 42.10.- GENERALIDADES (PCTG99)..... | 410 |
| ARTÍCULO 42.11. ALCANTARILLADO TUBULAR (PCTG99) | 414 |
| ARTÍCULO 42.12.- ALCANTARILLADO VISITABLE (PCTG99) | 425 |
| ARTÍCULO 42.13.- ELEMENTOS COMPLEMENTARIOS DE LA RED DE SANEAMIENTO (PCTG99)..... | 429 |
| CAPÍTULO 43.- ALUMBRADO EXTERIOR..... | 437 |
| Sección 1.ª | 437 |
| NORMAS GENERALES PARA LA REDACCIÓN DE PROYECTOS DE ALUMBRADO EXTERIOR | 437 |
| ARTÍCULO 43.10.- DISPOSICIONES GENERALES (PCTG10)..... | 437 |
| Sección 2.ª | 450 |



| | |
|---|------------|
| ACOMETIDAS Y CENTROS DE MANDO | 450 |
| ARTÍCULO 43.20.- ACOMETIDA ELÉCTRICA (PCTG10) | 450 |
| ARTÍCULO 43.21.- CENTROS DE MANDO (PCTG10)..... | 451 |
| Sección 3ª | 453 |
| REDES DE DISTRIBUCIÓN..... | 453 |
| ARTÍCULO 43.30.- GENERALIDADES (PCTG10)..... | 453 |
| ARTÍCULO 43.31.- REDES AÉREAS (PCTG10) | 454 |
| ARTÍCULO 43.32.- REDES SOBRE FACHADA (PCTG10)..... | 457 |
| ARTÍCULO 43.33.- REDES SUBTERRÁNEAS (PCTG10)..... | 458 |
| Sección 4ª | 463 |
| SOPORTES DE PUNTOS DE LUZ | 463 |
| ARTÍCULO 43.40.- CIMENTACIONES Y PERNOS DE ANCLAJE (PCTG10) | 463 |
| ARTÍCULO 43.41.- BÁCULOS Y COLUMNAS (PCTG10) | 464 |
| ARTÍCULO 43.42.- CANDELABROS Y PALOMILLAS. MODELOS VILLA, CALATRAVA, FERNANDO VII, BAILÉN, MONUMENTAL, RIBERA Y CLÁSICO (PCTG10) | 466 |
| ARTÍCULO 43.43.- BRAZOS MURALES PARA LUMINARIAS Y GLOBOS (PCTG10) | 471 |
| ARTÍCULO 43.44.- CRUCETAS RECTAS (PCTG10)..... | 472 |
| ARTÍCULO 43.45.- PINTADO DE BÁCULOS, COLUMNAS, CANDELABROS, PALOMILLAS, BRAZOS MURALES Y CRUCETAS RECTAS (PCTG10) | 473 |
| ARTÍCULO 43.46.- CAJAS DE CONEXIÓN Y PROTECCIÓN (PCTG10)..... | 480 |
| Sección 5ª | 482 |
| LUMINARIAS..... | 482 |
| ARTÍCULO 43.50.- LUMINARIAS CERRADAS PARA LÁMPARAS DE DESCARGA, EN BÁCULOS, COLUMNAS Y FACHADAS (PCTG10) | 482 |
| ARTÍCULO 43.51.- LUMINARIAS CERRADAS PARA LÁMPARAS DE DESCARGA EN TÚNELES (PCTG10) | 487 |
| ARTÍCULO 43.52.- FAROL MODELO VILLA (PCTG10)..... | 492 |
| ARTÍCULO 43.53.- FAROL MODELO FERNANDO VII (PCTG10)..... | 494 |
| ARTÍCULO 43.54.- LUMINARIAS ESFÉRICAS PARA LÁMPARAS DE DESCARGA (PCTG10)..... | 496 |
| Sección 6.ª | 498 |
| LÁMPARAS Y EQUIPOS AUXILIARES..... | 498 |
| ARTÍCULO 43.60.- LÁMPARAS (PCTG10)..... | 498 |
| ARTÍCULO 43.61.- BALASTOS PARA LÁMPARAS DE VAPOR DE SODIO DE ALTA PRESIÓN (PCTG10) | 500 |
| ARTÍCULO 43.62.- CONDENSADORES (PCTG10) | 501 |
| Sección 7ª | 502 |
| ALUMBRADO ORNAMENTAL, FUENTES PÚBLICAS, PASARELAS Y PASOS INFERIORES DE PEATONES | 502 |
| ARTÍCULO 43.70.- ALUMBRADO ORNAMENTAL O DECORATIVO Y FUENTES PÚBLICAS (PCTG10)..... | 502 |
| ARTÍCULO 43.71.- PASARELAS Y PASOS INFERIORES PEATONALES (PCTG10) | 507 |
| Sección 8.ª | 508 |
| CONTROL DE CALIDAD Y PRUEBAS DE RECEPCIÓN DE LAS INSTALACIONES DE ALUMBRADO EXTERIOR..... | 508 |
| ARTÍCULO 43.80.- GENERALIDADES (PCTG10)..... | 508 |
| ARTÍCULO 43.81.- RECEPCIÓN DE ELEMENTOS HOMOLOGADOS (PCTG10) | 509 |
| ARTÍCULO 43.82.- CONTROL DE RUTINA (PCTG10) | 514 |
| ARTÍCULO 43.83.- PRUEBAS DE RECEPCIÓN DE LAS INSTALACIONES DE ALUMBRADO EXTERIOR (PCTG10) . | 515 |

| | |
|---|------------|
| CAPÍTULO 44.- INSTALACIONES ESPECIALES..... | 517 |
| Sección 1.ª | 517 |
| APARCAMIENTOS SUBTERRÁNEOS..... | 517 |
| ARTÍCULO 44.11.- INSTALACIONES EN APARCAMIENTOS SUBTERRÁNEOS(<i>PCTG99</i>) | 517 |
| Sección 2.ª | 528 |
| TÚNELES | 528 |
| ARTÍCULO 44.20.- GENERALIDADES..... | 528 |
| ARTÍCULO 44.21.- NORMATIVA TÉCNICA | 529 |
| ARTÍCULO 44.22.- INSTALACIONES EN TÚNELES..... | 531 |
| ARTÍCULO 44.23.- PRUEBAS DE RECEPCIÓN..... | 573 |
| Sección 3.ª | 575 |
| GALERÍAS DE SERVICIO..... | 575 |
| ARTÍCULO 44.30.- GENERALIDADES..... | 575 |
| ARTÍCULO 44.31.- DEFINICIONES. | 576 |
| ARTÍCULO 44.32.- NORMATIVA TÉCNICA. | 577 |
| ARTÍCULO 44.33.- INSTALACIONES EN GALERÍAS DE SERVICIO. | 579 |
| Sección 4.ª | 594 |
| FUENTES ORNAMENTALES | 594 |
| ARTÍCULO 44.40.- GENERALIDADES..... | 594 |
| ARTÍCULO 44.41.- NORMATIVA TÉCNICA | 595 |
| ARTÍCULO 44.42.- INSTALACIONES EN FUENTES ORNAMENTALES | 596 |
| CAPÍTULO 45.- GALERÍAS DE SERVICIO..... | 604 |
| ARTÍCULO 45.11.- GALERÍAS DE SERVICIOS (<i>PCTG99</i>) | 604 |
| CAPÍTULO 46.- JARDINERÍA, RIEGOS E HIDRANTES..... | 611 |
| Sección 1.ª | 611 |
| ELEMENTOS VEGETALES..... | 611 |
| ARTÍCULO 46.11.- MANTO DE TIERRA VEGETAL FERTILIZADA (<i>PCTG99</i>)..... | 611 |
| ARTÍCULO 46.12.- ELEMENTOS VEGETALES (<i>PCTG99</i>) | 616 |
| ARTÍCULO 46.13.- APERTURA DE HOYOS (<i>PCTG99</i>) | 624 |
| ARTÍCULO 46.14.- SIEMBRAS (<i>PCTG99</i>) | 626 |
| ARTÍCULO 46.15.- PLANTACIONES Y TRASPLANTES (<i>PCTG99</i>) | 634 |
| Sección 2.ª | 648 |
| SISTEMAS DE RIEGO E HIDRANTES | 648 |
| ARTÍCULO 46.21.- RED DE RIEGO E HIDRANTES (<i>PCTG99</i>) | 648 |
| ARTÍCULO 46.22.- ELEMENTOS PARA RIEGO DE PARQUES Y JARDINES (<i>PCTG99</i>) | 660 |
| Sección 3.ª | 666 |
| NORMATIVA TÉCNICA..... | 666 |
| ARTÍCULO 46.31.- NORMATIVA TÉCNICA DE REFERENCIA (<i>PCTG99</i>)..... | 666 |
| CAPÍTULO 47.- SEÑALIZACIÓN Y BALIZAMIENTO VIARIO..... | 667 |
| ARTÍCULO 47.11.- SEÑALES VERTICALES..... | 667 |
| ARTÍCULO 47.12.- SEÑALIZACIÓN DE FUNCIONAMIENTO AUTOMÁTICO (<i>PCTG99</i>)..... | 672 |
| ARTÍCULO 47.13.- SEÑALIZACIÓN HORIZONTAL: EJECUCIÓN DE MARCAS VIALES..... | 679 |
| ARTÍCULO 47.14.- HITOS DE BALIZAMIENTO..... | 705 |



| | |
|--|------------|
| ARTÍCULO 47.15.- ELEMENTOS PARA TEMPLADO DE TRÁFICO | 707 |
| ARTÍCULO 47.16.- VALLAS DE DELIMITACIÓN PROVISIONAL PARA ACTOS PÚBLICOS | 710 |
| CAPÍTULO 48.- MOBILIARIO URBANO..... | 719 |
| ARTÍCULO 48.00 – GENERALIDADES (PCTG99) | 719 |
| Sección 1ª..... | 721 |
| CONDICIONES GENERALES DE LOS ELEMENTOS DE MOBILIARIO URBANO Y SUS MATERIALES | 721 |
| ARTÍCULO 48.11. - CONDICIONES DE LOS MATERIALES (PCTG99)..... | 721 |
| ARTÍCULO 48.12 - OTRAS CONDICIONES (PCTG99) | 722 |
| Sección 2ª..... | 723 |
| CONDICIONES ESPECÍFICAS DE LOS ELEMENTOS DE MOBILIARIO URBANO | 723 |
| ARTÍCULO 48.21. - BANCOS PÚBLICOS (PCTG99) | 723 |
| ARTÍCULO 48.22. – PROTECCIÓN DE COMPONENTES METÁLICOS MEDIANTE PINTURA (PCTG99) | 726 |
| Sección 3ª..... | 728 |
| CONTROL DE CALIDAD Y PRUEBAS DE RECEPCIÓN DE LOS ELEMENTOS DE MOBILIARIO URBANO. | 728 |
| ARTÍCULO 48.31.- GENERALIDADES (PCTG99)..... | 728 |
| ARTÍCULO 48.32.- RECEPCIÓN DE ELEMENTOS HOMOLOGADOS (PCTG99) | 729 |
| CAPÍTULO 49.- NORMALIZACIÓN Y HOMOLOGACIÓN DE ELEMENTOS PARA OBRAS DE URBANIZACIÓN..... | 732 |
| ARTÍCULO 49.11.- ELEMENTOS NORMALIZADOS (PCTG99)..... | 732 |
| ARTÍCULO 49.12.- ELEMENTOS HOMOLOGADOS (PCTG99) | 733 |

CAPÍTULO 40.- PAVIMENTACIÓN

Sección 1.^a

ACTUACIONES PREVIAS

ARTÍCULO 40.11.- LEVANTADOS Y DEMOLICIONES DE FIRMES

1.- DEFINICIÓN

01.- Será de aplicación el artículo 30.00 del presente pliego en lo no especificado por este artículo.

02.- Se separarán las unidades de obra de demolición por cada tipo de capa del firme.

03.- Dentro de la demolición de firmes de calzada de cualquier tipo, se entenderá que está incluido el levantado y demolición de las bandas de hormigón, sumideros y otras obras de fábrica complementarias de tipo superficial. En la demolición de firmes de acera de cualquier tipo, se entenderá que está incluida la correspondiente a bordillos exteriores e interiores de cualquier dimensión, caces, canalillos, arquetas y demás obras de fábrica complementarias.

04.- La ejecución de esta unidad incluye las siguientes operaciones:

- La demolición del firme de aceras o calzadas, bordillos delimitadores, rigolas u otros elementos que se encuentren en el emplazamiento en el que se va a realizar la obra y sea necesario retirar.
- Limpieza y retirada de escombros a pie de carga.
- La posterior carga para su transporte y descarga.

2.- EQUIPOS

01.- Las demoliciones se realizarán en general con medios mecánicos, salvo en los casos que se prevea causar daños a instalaciones, o en las proximidades de fachadas o escaparates, cimentaciones de muros existentes, u otra circunstancia que lo requiera, que se realizarán a mano o con compresor hidráulico.

02.- Se considera que existe demolición con excavadora mecánica (retroexcavadora, bulldozer, etc.) cuando se emplee tal procedimiento de trabajo y la dimensión menor afectada sea superior a 30 cm, estando situado el elemento a demoler a nivel del terreno o bajo el mismo.

03.- Se considera que existe demolición con martillo hidráulico acoplado a tractor mecánico, cuando se emplee este procedimiento de trabajo con la autorización de la Dirección de la Obra.

04.- Entre los equipos anteriores se incluye corte con disco de diamante que sea necesario.

3.- EJECUCIÓN

01.- La demolición deberá ajustarse a la forma, superficie, anchura, profundidad, etc., que las unidades de obra requieran y que, en todo caso, se fije por la Dirección de las Obras.

02.- La empresa Contratista será responsable de la adopción de todas las medidas de seguridad y del cumplimiento de las disposiciones vigentes al efectuar las operaciones de demolición, así como de evitar que se produzcan daños, molestias o perjuicios a las construcciones, bienes o personas próximas y del entorno.

03.- Previo al comienzo de las operaciones de demolición, la empresa Contratista, a partir de los planos y datos que disponga o en el reconocimiento propio efectuado, replanteará sobre el terreno los servicios e instalaciones afectadas, efectuando para ello todas las catas manuales necesarias a su costa, considerando la mejor forma de realizar los trabajos sin dañarlos.

04.- Se protegerán los elementos de servicio público que puedan ser afectados por la demolición, incluyendo tapas de pozos y arquetas, sumideros, árboles, farolas y otros elementos del mobiliario urbano.

05.- Se evitará la formación de polvo regando ligeramente la zona de trabajo.

06.- Todos los trabajos se realizarán de forma que produzcan la menor molestia posible a los vecinos de la zona. No se realizarán trabajos de demolición fuera del intervalo entre las 08:00 a 22:00 horas, a no ser que exista autorización expresa del servicio municipal competente.

07.- Las operaciones se efectuarán con las precauciones necesarias para lograr unas condiciones de seguridad suficientes y evitar daños en las construcciones próximas a las zonas a demoler.

08.- Durante las demoliciones, si aparecen grietas en los edificios cercanos, se colocarán testigos a fin de observar los posibles efectos de la demolición y efectuar su apuntalamiento o consolidación si fuera preciso.

09.- La reposición de elementos deteriorados durante estas operaciones correrá a cuenta de la empresa Contratista.

10.- Al finalizar la jornada de trabajo no deberán quedar productos de demoliciones de la obra en estado inestable o peligroso, o que supongan una barrera u obstáculos a peatones y vehículos.

11.- La zona donde se almacenen los productos derivados de las demoliciones deberá estar perfectamente acotada y señalizada.

4.- MEDICIÓN Y ABONO

01.- Se determinará la medición de demolición por diferencia entre los datos iniciales antes de comenzar la demolición y los datos finales, inmediatamente después de finalizar la misma.

02.- El precio podrá incluir la rotura, carga, transporte y descarga a gestor de residuos o almacén municipal de aquellos aprovechables, recorte de juntas, limpieza y operaciones complementarias.

03.- Las demoliciones se abonarán por metros cuadrados de la capa, o metros cúbicos de firme sobre perfil, realmente demolidos en obra y retirados de su emplazamiento.

04.- El levantamiento de bordillo únicamente será de abono independiente cuando deba recuperarse, siendo necesario en tal caso que se limpien totalmente y se acopien en forma adecuada en el lugar que indique la Dirección de las Obras. En tal caso, el bordillo se medirá y abonará por metros. No se contará la superficie de los elementos recuperados en lo que se abone como demolido.

05.- El levantamiento de adoquines, será de abono independiente cuando deba recuperarse, siendo necesario en tal caso que se limpie totalmente y se acopie en forma adecuada en el lugar que indique la Dirección de las Obras. En tal caso, se medirá y abonará por metros, no contándose su superficie en lo que se abone como demolido.

06.- El abono de la unidad de extracción de sumidero, únicamente se realizará cuando corresponda a una operación aislada e independiente, y sin estar, por lo tanto, incluida en una demolición de mayor amplitud.

07.- No serán objeto de abono independiente los trabajos necesarios para salvar las arquetas y tapas de los servicios existentes que haya que mantener, ni los cortes en el pavimento.

ARTÍCULO 40.12.- FRESADO DE PAVIMENTO EXISTENTE

1.- DEFINICIÓN

01.- Se define como fresado a la eliminación de la parte superficial del firme existente mediante fresadora, para dejar la nueva superficie a una determinada cota.

02.- La ejecución del fresado incluye las siguientes operaciones:

- Preparación de la superficie a fresar.
- Replanteo de la superficie a fresar.
- Fresado hasta la cota deseada.
- Retirada de los residuos y limpieza de la nueva superficie.
- Cuantos trabajos auxiliares sean necesarios para su completa ejecución.

2.- EQUIPO NECESARIO PARA LA EJECUCIÓN DE LAS OBRAS

01.- Se estará, en todo caso, a lo dispuesto en la legislación vigente en materia ambiental, de seguridad y salud y de transporte de residuos de construcción en lo referente a los equipos empleados en la ejecución de las obras.

02.- No se podrá utilizar en la ejecución del fresado ningún equipo que no haya sido previamente aprobado por la Dirección de las Obras.

03.- El equipo de fresado dispondrá de máquinas fresadoras autopropulsadas de carga frontal en el número que señale el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares, en adelante PPTP o, en su defecto, que apruebe la Dirección de las Obras. El equipo deberá ser capaz de fresar el firme existente en la profundidad y anchura especificadas, produciendo una superficie homogénea. Las fresadoras estarán provistas de sistemas electrónicos y de nivelación automáticos para controlar su alineación, detectar variaciones en el nivel de la superficie de la capa de rodadura y ajustar automáticamente la cabeza de corte.

04.- Las fresadoras serán autopropulsadas y contarán con un rotor horizontal de fresado con un ancho mínimo de 0,9 m y de preferencia del ancho del carril. En cualquier caso, el ancho de fresado estará de acuerdo con lo que señale a este respecto el PPTP. Sus dimensiones serán tales que no obstruyan la operación de los carriles adyacentes al fresado.

05.- Los útiles de corte montados en el rotor deberán estar en buen estado. Habrá una cantidad de útiles tal que produzcan un patrón de corte con espaciamiento no mayor de 12 mm, con capacidad para fresar la capa de mezcla bituminosa al menos hasta 5 cm de profundidad y en cualquier caso en el espesor que señale el PPTP.

06.- Las fresadoras estarán provistas de un sistema de enfriamiento mediante agua. También tendrán una cinta elevadora para cargar el material fresado directamente al equipo de transporte.

07.- En aquellas zonas en las que se necesite minimizar la afección a viandantes y vecinos, de acuerdo con el PPTP o en su defecto la Dirección de las Obras, será preceptivo que las fresadoras dispongan dentro de la carcasa que contiene la cabeza cortadora de un sistema de

eliminación de polvo y vapor de agua por vacío o similar. En el resto de los casos deberán tener implementado, al menos, un sistema de pulverización o riego con agua.

08.- Se dispondrá de un camión cisterna para el suministro de agua a la fresadora, con capacidad suficiente para minimizar las paradas del equipo.

09.- Los residuos del fresado se trasladarán mediante la cinta elevadora a camiones que los retirarán de la Obra. Los camiones deberán siempre estar provistos de una lona o cobertor adecuado.

10.- El equipo de barrido y limpieza estará formado por barredoras mecánicas de cepillo, que preferiblemente irán dotadas de equipos de aspiración. Este equipo deberá permitir una retirada efectiva de los residuos generados, evitando su dispersión hacia carriles, aceras cunetas o zonas adyacentes.

11.- En lugares de difícil accesibilidad podrán emplearse escobas de mano, siempre que sea aprobado por la Dirección de las Obras. Para la limpieza final se empleará un sistema de soplado mediante aire comprimido.

3.- EJECUCIÓN DE LAS OBRAS

3.1.- General

01.- La empresa Contratista será responsable de la adopción de todas las medidas de seguridad y del cumplimiento de las disposiciones vigentes al efectuar las operaciones de fresado, así como de evitar que se produzcan daños, molestias o perjuicios a las construcciones, bienes o personas próximas y del entorno.

02.- La empresa Contratista deberá tomar las precauciones necesarias para evitar la contaminación del aire, suelo y aguas superficiales o subterráneas, conforme a la legislación vigente. En aquellas obras en las que se den condiciones especiales de afección a vecinos o viandantes el PPTP, o en su defecto la Dirección de las Obras, requerirá un estudio medioambiental y un plan medioambiental que contemplen necesariamente las contaminaciones acústicas y del aire y que incluyan medidas para la detección y eliminación de emisiones sonoras y partículas PM10.

03.- La empresa Contratista deberá presentar un plan de señalización de obra que deberá ser aprobado por la Dirección de las Obras.

04.- En tramos en servicio, el fresado se efectuará en los horarios que menos afecten al tráfico. Los horarios de trabajo serán los establecidos en el PPTP o los señalados por la Dirección de Obra.

05.- El fresado se realizará de tal forma que no se dañen las rigolas, caces, canalillos, arquetas, o cualquier otro elemento situado en la zona a fresar o en sus proximidades. Cuando el PPTP o la Dirección de las Obras indiquen que el fresado no se realice sobre los elementos de señalización horizontal, la distancia entre el límite del fresado y las marcas viales, delineadores u otros elementos, no será menor de 8 cm.

3.2.- Trabajos previos

01.- Antes de iniciar los trabajos, la empresa Contratista instalará las señales y los dispositivos de seguridad que se requieran conforme a la legislación vigente.

02.- Sobre la superficie a fresar, se delimitarán los tramos de actuación ajustándose a la forma, superficie, anchura, profundidad, etc., que indique el PPTP o apruebe la Dirección de las Obras. La delimitación de la superficie a fresar se realizará mediante marcas de pintura u otro sistema similar sobre el propio pavimento, de forma que no den lugar a error. Se delimitarán también las zonas próximas en las proximidades de tapas o registros que deben eliminarse manualmente antes de la operación de fresado.

3.3.- Fresado de la superficie

01.- Una vez comprobada la superficie de actuación, se procederá al fresado. Las fresadoras realizarán las pasadas que sean necesarias, en función de su potencia y ancho de fresado, hasta llegar a la cota requerida en toda la superficie indicada.

02.- A menos que el PPTP o la Dirección de Obra indiquen otra cosa, el fresado se hará siempre paralelamente al eje de la vía, iniciando y terminando los trabajos en juntas de trabajo normales a dicho eje. Se cuidará que los bordes longitudinales queden perfectamente verticales.

03.- Si al final de la jornada, quedan desniveles mayores de 3 cm, se realizará una transición hasta llegar al nivel original de la superficie de rodadura, en una longitud mínima de 5 m, a menos que el PPTP o la Dirección de las Obras indiquen otro valor. Estas transiciones se eliminarán al comenzar una nueva jornada.

04.- Si durante la ejecución del fresado se apreciaran defectos en la superficie acabada, la Dirección de las Obras podrá imponer la paralización de los trabajos. La reanudación de los mismos se producirá una vez localizadas y corregidas las causas de los defectos aparecidos.

3.4.- Limpieza

01.- La superficie fresada deberá quedar perfectamente limpia y seca. Para ello se procederá a su barrido e, inmediatamente antes de la extensión del riego de adherencia, al soplado mediante aire a presión.

3.5.- Retirada del material fresado

01.- El transporte de todos los materiales obtenidos en el fresado es responsabilidad exclusiva de la empresa Contratista, que lo deberá realizar de forma tal que no contamine y se ajuste a la legislación vigente en esta materia.

02.- Los residuos del fresado se cargarán y transportarán a las instalaciones de un gestor autorizado de residuos. La empresa Contratista deberá declarar y justificar documentalmente el destino del material fresado.

03.- Los camiones que retiren el material deberán tener la caja protegida por lonas o cobertores que impidan la contaminación del entorno o la pérdida de partículas durante el transporte.

4.- TRAMO DE PRUEBA

01.- Antes de iniciarse el fresado podrá ser exigida por el PPTP o la Dirección de las Obras la realización del correspondiente tramo de prueba, que se ejecutará empleando los mismos medios que vaya a utilizar luego la empresa Contratista para la realización de las obras.

02.- En el tramo de pruebas se comprobará el funcionamiento de los equipos necesarios para la ejecución de las obras y, especialmente, la forma de actuación del equipo de fresado y su cumplimiento de las especificaciones de este Artículo.

03.- El PPTP, o en su defecto la Dirección de las Obras, fijará la longitud del tramo de prueba, que no será inferior a 50 m. La Dirección de las Obras determinará si es aceptable su realización como parte integrante de la unidad de obra definitiva.

04.- La Dirección de las Obras, en vista de los resultados obtenidos decidirá si son aceptables o no los equipos propuestos por la empresa Contratista. En el primer caso, definirá su forma específica de actuación. En el segundo caso, la empresa Contratista deberá proponer nuevos equipos, o incorporar equipos suplementarios.

05.- No se podrá proceder a la ejecución del fresado sin que la Dirección de las Obras haya autorizado el inicio en las condiciones aceptadas después del tramo de prueba.

5.- ESPECIFICACIONES DE LA UNIDAD TERMINADA

01.- La superficie acabada no deberá diferir de la teórica en más de 10 mm. En perfiles transversales cada 20 m, se comprobará la anchura fresada, que en ningún caso deberá ser inferior a la teórica deducida de la sección-tipo de los Planos de Proyecto.

02.- Tras el fresado, deberá mantenerse la inclinación transversal original de la plataforma, salvo que el Proyecto o la Dirección de las Obras prevea lo contrario.

03.- La profundidad del ranurado creado mediante el fresado (distancia vertical entre crestas y valles creados sobre la superficie) deberá ser inferior a 5 mm y la separación máxima entre fondos de ranura de 12 mm.

04.- Las superficies fresadas presentarán, a juicio de la Dirección de Obra, una textura y acabado uniformes.

6.- LIMITACIONES DE LA EJECUCIÓN

01.- Salvo autorización expresa de la Dirección de las Obras, no se permitirá la ejecución del fresado cuando se produzcan precipitaciones atmosféricas que puedan lixiviar los materiales fresados a los terrenos circundantes.

7.- CONTROL DE CALIDAD

01.- Se considerará como "lote", que se aceptará o rechazará en bloque, al menor que resulte de aplicar de los criterios siguientes:

- Cien metros de calzada.
- La fracción fresada diariamente.

02.- Se inspeccionará la superficie fresada para determinar si permanecen restos de capa de espesor inferior a 1 cm en caso de que se deberá proceder a su eliminación mediante nuevo fresado.

03.- Se comprobará la uniformidad de la textura y que las marcas dejadas por los útiles de fresado cumplen las especificaciones de este pliego.

04.- Antes de que se aplique el riego de adherencia a la superficie se comprobará su estado de limpieza, exigiendo su barrido si se aprecia presencia de polvo o partículas que puedan afectar la adherencia entre capas.

8.- CRITERIOS DE ACEPTACIÓN O RECHAZO

01.- Los criterios de aceptación o rechazo de la unidad terminada se aplicarán sobre cada uno de los lotes definidos.

02.- Las superficies fresadas deben presentar, a juicio de la Dirección de Obras, una textura y acabado uniformes. La superficie de la capa de rodadura estará limpia y los residuos producto del fresado, habrán sido retirados.

03.- La cota final de la superficie fresada no diferirá de la teórica en más de 0,5 cm.

9.- MEDICIÓN Y ABONO

01.- Esta unidad de obra se medirá por metros cuadrados por centímetro realmente ejecutados y medidos en obra. Dicha superficie se obtendrá multiplicando las anchuras de las secciones tipo por la longitud realmente ejecutada.

02.- En su abono se considera incluida la limpieza, la carga, la señalización correspondiente, así como cuantas operaciones y medios materiales y humanos sean necesarios para la correcta ejecución de la unidad de obra.

Sección 2.^a

EXPLANACIONES

ARTÍCULO 40.21.- ESCARIFICACIÓN Y COMPACTACIÓN DEL TERRENO

1.- DEFINICIÓN

01.- Consiste, en la disgregación de la superficie del terreno y su posterior compactación a efectos de homogeneizar la superficie de apoyo, confiriéndole las características prefijadas de acuerdo con su situación en la obra.

2.- REFERENCIA NORMATIVA

01.- Artículo 302 "Escarificación y compactación" del PG-3 aprobado por la Orden FOM/1382/02.

3.- EJECUCIÓN

01.- La operación se llevará a cabo de forma que sea mínimo el tiempo que medie entre el desbroce, o en su caso excavación, y el comienzo de éstas.

02.- Se estará, en todo caso, a lo dispuesto en la legislación vigente en materia medioambiental, de seguridad y salud, y de almacenamiento y transporte de productos de construcción.

3.1.- **Escarificación.**

01.- La escarificación se llevará a cabo en las zonas y con las profundidades que estipulen el Proyecto o el Dirección de las Obras, no debiendo en ningún caso afectar esta operación a una profundidad menor de 15 cm, ni mayor de 50 cm. En este último caso sería preceptiva la retirada del material y su posterior colocación por tongadas siendo aplicable el articulado correspondiente a movimiento de tierras.

02.- Deberán señalarse y tratarse específicamente aquellas zonas en que la operación pueda interferir con obras subyacentes de drenaje o refuerzo del terreno.

3.2.- **Compactación.**

01.-La compactación de los materiales escarificados se realizará con arreglo a lo especificado en el artículo 32.31 "Terraplenes" de este Pliego. La densidad será igual a la exigible en la zona de obra de que se trate.

02.- Deberán señalarse y tratarse específicamente las zonas que correspondan a la parte superior de obras subyacentes de drenaje o refuerzo del terreno adoptándose además las medidas de protección, frente a la posible contaminación del material granular por las tierras de cimiento de terraplén, que prevea el Proyecto o, en su defecto, señale la Dirección de las Obras.

4.- MEDICIÓN Y ABONO

01.- La escarificación, y su correspondiente compactación, no serán objeto de abono independiente, considerándose incluidas en la ejecución de la capa inmediata superior de la obra, salvo especificación en contra del PPTP.

02.- En este último caso se abonará por metros cuadrados ejecutados según planos y medidos sobre el terreno. El PPTP podrá definir varios precios en caso de preverse zonas con tratamientos diferentes

ARTÍCULO 40.22.- EXPLANADA MEJORADA

1.- DEFINICIÓN

01.- La explanada mejorada es el conjunto de suelos o materiales de aportación o el resultado de la estabilización de los existentes, que se encuentran en la parte superior de las obras de tierras (terreno de apoyo), directamente bajo el firme, y cuya función es mejorar y homogeneizar la capacidad de soporte de las obras de tierra, facilitar las labores de construcción, proteger los suelos de la acción del agua mediante impermeabilización o evacuación, y obtener las superficies geométricas precisas. El plano de explanada es la superficie superior de la explanada mejorada, sobre la que se apoya el firme.

2.- REFERENCIA NORMATIVA

01.- Norma 6.1 IC “Secciones de Firme” del Ministerio de Fomento.

02.- Artículo 340 “Terminación y refino de la explanada” del PG-3.

3.- MATERIALES

01.- En las obras de urbanización se emplearán los suelos y materiales previstos en la Normalización de Elementos Constructivos para Obras de Urbanización del Ayuntamiento de Madrid.

02.- En la formación de la Explanada Mejorada se podrán utilizar suelos o estabilizaciones de los mismos con las características que se recogen en el cuadro 40.23.1.

CUADRO 40.23.1.- MATERIALES PARA EXPLANADA MEJORADA

| SÍMBOLO | MATERIAL | CARACTERÍSTICAS | PRESCRIPCIONES COMPLEMENTARIAS |
|--|--|--|--------------------------------|
| 0 | Suelo tolerable | Según prescripciones del art. 32.31 de este Pliego | $CBR^{(1)(2)} \geq 3$ |
| 1 | Suelo adecuado | | $CBR^{(1)(2)} \geq 5$ |
| 2 | Suelo Seleccionado | | $CBR^{(1)(2)} \geq 10$ |
| 3 | Suelo Seleccionado | | $CBR^{(1)} \geq 20$ |
| S-EST1 | Suelo Estabilizado In Situ Tipo S-EST1 | Según prescripciones del art. 40.31 de este Pliego | --- |
| S-EST2 | Suelo Estabilizado In Situ Tipo S-EST2 | | |
| S-EST3 | Suelo Estabilizado In Situ Tipo S-EST3 | | |
| <p>⁽¹⁾ A efectos de determinación del CBR de los suelos para la Explanada Mejorada. Se compactarán las probetas con el 98% de la densidad Proctor Modificado.</p> <p>⁽²⁾ En la capa superior de las empleadas para la formación de la explanada, el suelo adecuado definido como tipo 1 deberá tener, en las condiciones de puesta en obra, un CBR = 6 y el suelo seleccionado definido como tipo 2 un CBR = 12. Asimismo, se exigirán esos valores mínimos de CBR cuando, respectivamente, se forme una explanada de categoría E1 sobre suelos tipo 1, o una explanada de categoría E2 sobre suelos tipo 2.</p> | | | |

03.- Se podrán utilizar como Suelos Seleccionados los áridos reciclados de RCD (Residuo de Construcción y Demolición) siempre que cumplan las especificaciones que figuran en el art. 32.31 de este Pliego.

04.- Los suelos de la Explanada Mejorada se compactarán en obra con una densidad igual o superior a la utilizada para su caracterización.

05.- En la Normalización de Elementos Constructivos para Obras de Urbanización del Ayuntamiento de Madrid se definen las soluciones posibles de Explanada Mejorada en función de su categoría y del tipo de terreno de apoyo, sin perjuicio de que, además, se deban cumplir los valores mínimos exigidos para el módulo de compresibilidad en el ensayo de carga con placa. La elección de una solución determinada dependerá en cada caso de los materiales disponibles para su formación, del coste global de la solución y de los condicionantes medioambientales.

4.- EJECUCION

01.- La ejecución de la explanada mejorada se hará de acuerdo con el artículo 32.31 de este Pliego.

02.- El espesor total de los materiales incluidos dentro de las secciones de Explanada Mejorada se dividirá en tongadas de espesor comprendido entre 15 y 30 cm.

03.- Cuando la explanada mejorada se construya con suelos, sin estabilizar, las obras de terminación y refino de la explanada se ejecutarán con posterioridad a la explanación y construcción de drenes y obras de fábrica que impidan o dificulten su realización. La

terminación y refino de la explanada se realizará inmediatamente antes de iniciar la construcción del firme, pavimentación u otras obras de superestructura.

04.- En este caso de construcción con suelos, cuando haya de procederse a un recrecido de espesor inferior a 1/2 de la tongada compactada, se procederá previamente a un escarificado de todo el espesor de la misma, con objeto de asegurar la trabazón entre el recrecido y su asiento.

05.- La capa de coronación de la explanada tendrá como mínimo el espesor indicado en el Proyecto, no siendo admisible en ningún punto de la misma, espesores inferiores.

06.- No se extenderá ninguna capa del firme sobre la explanada sin que se comprueben las condiciones de calidad y características geométricas de ésta.

07.- Una vez terminada la explanada, deberá conservarse con sus características y condiciones hasta la colocación de la primera capa de firme o hasta la recepción de las obras cuando no se dispongan otras capas sobre ella. Las cunetas deberán estar en todo momento limpias y en perfecto estado de funcionamiento.

08.- Se estará, en todo caso, a lo dispuesto en la legislación vigente en materia medioambiental, de seguridad y salud, y de almacenamiento y transporte de productos de construcción.

5.- CONTROL DE CALIDAD

01.- En la explanada se dispondrán estacas de refino a lo largo del eje y en ambos bordes de la misma, con una distancia entre perfiles transversales no superior a 20 m, y niveladas con precisión milimétrica con arreglo a los planos. Entre estacas, los puntos de la superficie de explanación no estarán, en ningún punto más de 3 cm por encima ni por debajo de la superficie teórica definida por las estacas.

02.- La superficie acabada no deberá variar en más de 15 mm, cuando se compruebe con la regla de 3 m, estática según NLT-334 aplicada tanto paralela como normalmente al eje de la carretera. Tampoco podrá haber zonas capaces de retener agua.

03.- Las irregularidades que excedan de las tolerancias antedichas serán corregidas por la empresa Contratista a su cargo, de acuerdo con lo que señala este Pliego.

04.- El resto de características de la explanada mejorada se controlará acuerdo con el artículo 32.31 de este Pliego.

6.- MEDICION Y ABONO

01.- La medición y abono se hará de acuerdo con la unidad correspondiente de la obra de tierras, excavación, terraplén, relleno todo-uno, pedraplén, o de estabilización de suelos según sea el caso.

02.- La terminación y refino de la explanada se considerará incluida en la unidad de obra.

Sección 3.^a

BASES Y SUBBASES

ARTÍCULO 40.31.- SUBBASES DE ARENA DE MIGA

1.- DEFINICIÓN

01.- Se define como subbase de arena de miga la capa de arena de miga situada entre la base del firme y la explanada.

02.- La ejecución de las subbases de arena de miga incluye las siguientes operaciones:

- Estudio del material y obtención de la fórmula de trabajo.
- Preparación de la superficie que vaya a recibir la arena de miga.
- Preparación del material, si procede, y transporte al lugar de empleo.
- Extensión, humectación, si procede, y compactación de la arena de miga.

2.- REFERENCIA NORMATIVA

01.- No hay Normativa Técnica de referencia.

3.- MATERIALES

01.- Lo dispuesto en este artículo se entenderá sin perjuicio de lo establecido en el Reglamento 305/2011 de 9 de marzo de 2011, del Parlamento Europeo y del Consejo, por el que se establecen las condiciones armonizadas para la comercialización de productos de construcción. Para los productos con marcado CE, el fabricante asumirá la responsabilidad sobre la conformidad de los mismos con las prestaciones declaradas, de acuerdo con el artículo 11 del mencionado Reglamento. Los productos que tengan el marcado CE deberán ir acompañados, además de dicho marcado, de la Declaración de Prestaciones, y de las instrucciones e información de seguridad del producto. Por su parte, el Contratista deberá verificar que los valores declarados en los documentos que acompañan al marcado CE permitan deducir el cumplimiento de las especificaciones contempladas en el Proyecto o, en su defecto, en este Pliego, debiendo adoptar, en el caso de que existan indicios de incumplimiento de las especificaciones declaradas, todas aquellas medidas que considere oportunas para garantizar la idoneidad del producto suministrado a la obra.

02.- Los materiales serán arenas arcillosas o limosas localizables en el área de Madrid y cumplirán las especificaciones exigidas para los suelos seleccionados definidos en el artículo 32.31 "Terraplenes" de este Pliego y tendrán un índice CBR ≥ 10 (UNE-EN 13286-47).

4.- EQUIPO NECESARIO PARA LA EJECUCION DE LAS OBRAS.

01.- Se estará, en todo caso, a lo dispuesto en la legislación vigente en materia ambiental, de seguridad y salud y de transporte en lo referente a los equipos empleados en la ejecución de las obras.

02.- No se podrá utilizar en la ejecución de la subbase de arena de miga ningún equipo que no haya sido previamente aprobado por la Dirección de las Obras, después de la ejecución del tramo de prueba.

4.1.- Elementos de transporte

01.- La arena de miga se transportará al lugar de empleo en camiones de caja abierta, lisa y estanca, perfectamente limpia. Deberán disponer de lonas o cobertores adecuados para protegerla durante su transporte. Por seguridad de la circulación vial será inexcusable el empleo de cobertores para el transporte por carreteras en servicio.

4.2.- Equipo de extensión

01.- En calzadas de nueva construcción con categoría de tráfico pesado, y cuando la obra tenga una superficie superior a los 70.000 m², para la puesta en obra de la arena de miga se utilizarán extendedoras automotrices, que estarán dotadas de los dispositivos necesarios para extender el material con la configuración deseada y proporcionarle un mínimo de compactación, así como de sistemas automáticos de nivelación y que serán capaces de extender la zahorra sin crear zonas segregadas.

02.- En el resto de los casos el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares, o en su defecto la Dirección de las Obras, deberá fijar y aprobar los equipos de extensión de la arena de miga.

03.- Las anchuras mínima y máxima de extensión se fijarán en el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares o, en su defecto, por la Dirección de las Obras. Si al equipo de extensión pudieran acoplarse piezas para aumentar su anchura, éstas deberán quedar alineadas con las existentes en la extendedora.

4.3.- Equipo de compactación

01.- La composición del equipo de compactación se determinará en el tramo de prueba, y deberá estar compuesto como mínimo por 1 compactador vibratorio de rodillos metálicos.

02.- La Dirección de las Obras aprobará el equipo de compactación que se vaya a emplear, su composición y las características de cada uno de sus elementos, que serán los necesarios para conseguir una compacidad adecuada y homogénea de la arena de miga en todo su espesor, sin producir roturas del material granular ni arrollamientos.

03.- En los lugares inaccesibles para los equipos de compactación convencionales, se emplearán otros de tamaño y diseño adecuados para la labor que se pretenda realizar, los cuales deberán ser autorizados por la Dirección de las Obras.

5.- EJECUCIÓN DE LAS OBRAS

5.1.- Preparación de la superficie existente

01.- La arena de miga no se extenderá hasta que se haya comprobado que la superficie sobre la que ha de asentarse tiene la densidad debida y las rasantes indicadas en los Planos con las tolerancias establecidas.

02.- Si en dicha superficie existen irregularidades que excedan de las mencionadas tolerancias, se corregirán, de acuerdo con lo que se prescribe en la unidad de obra correspondiente en este Pliego.

5.2.- Extensión de la arena de miga

01.- Una vez comprobada la superficie de asiento de la tongada, se procederá a la extensión de ésta en tongadas de espesor no superior a 30 cm. Los materiales serán extendidos, tomando las precauciones necesarias para evitar su segregación o contaminación

02.- Después de extendida la tongada se procederá, si es preciso, a su humectación. El contenido óptimo de humedad se determinará en obra, a la vista de la maquinaria disponible y de los resultados que se obtengan de los ensayos realizados.

03.- En el caso de que sea preciso añadir agua, esta operación se efectuará de forma que la humectación de los materiales sea uniforme. En los casos en que la humedad natural del material sea excesiva, se tomarán las medidas adecuadas, para conseguir la compactación prevista, pudiéndose proceder a la desecación por oreo, o a la adición y mezcla de materiales secos o sustancias apropiadas.

04.- Todas las operaciones de aportación de agua deberán tener lugar antes de iniciar la compactación. Después, la única admisible será la destinada a lograr, en superficie, la humedad necesaria para la ejecución de la tongada siguiente.

5.3.- Compactación de la arena de miga

01.- Conseguida la humectación más conveniente, se procederá a la compactación de la tongada; la cual se continuará hasta alcanzar una densidad no inferior a la especificada.

02.- Las zonas que, por su reducida extensión, su pendiente o su proximidad a obras de fábricas o servicios, no permitan el empleo del equipo que normalmente se estuviera utilizando, se compactarán con los medios adecuados para el caso, de forma que las densidades que se alcancen no sean inferiores a las obtenidas en el resto de la subbase.

04.- No se extenderá ninguna tongada en tanto no haya sido realizada la nivelación y comprobación del grado de compactación de la precedente.

6.- TRAMO DE PRUEBA

01.- Antes de iniciarse la puesta en obra de la arena de miga será preceptiva la realización de un tramo de prueba, para comprobar la fórmula de trabajo, la forma de actuación de los equipos de extensión y de compactación, y especialmente el plan de compactación. El tramo de prueba se realizará sobre una capa de apoyo similar en capacidad de soporte y espesor al resto de la obra.

02.- Durante la ejecución del tramo de prueba se analizará la correspondencia, en su caso, entre los métodos de control de la humedad y densidad in situ, establecidos en el Pliego de Prescripciones Técnicas, y otros métodos rápidos de control, así como entre el método de control de la capacidad de soporte mediante ensayo de carga con placa (UNE 103808) y otros métodos alternativos de mayor rendimiento.

03.- El Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares, o en su defecto la Dirección de las Obras, fijará la longitud del tramo de prueba, que no será en ningún caso inferior a 100 m. La

Dirección de las Obras determinará si es aceptable su realización como parte integrante de la unidad de obra definitiva.

04.- A la vista de los resultados obtenidos, la Dirección de las Obras definirá si son aceptables o no los equipos propuestos por la empresa Contratista:

- En el primer caso, definirá su forma específica de actuación.
- En el segundo caso, la empresa Contratista deberá proponer nuevos equipos o incorporar equipos suplementarios.

05.- No se podrá proceder a la ejecución sin que la Dirección de las Obras haya autorizado el inicio en las condiciones aceptadas después del tramo de prueba.

7.- ESPECIFICACIONES DE LA UNIDAD TERMINADA

7.1.- Densidad

01.- La compactación de la arena de miga deberá alcanzar una densidad no inferior a la indicada en el cuadro 40.31.1 respecto al Proctor de referencia.

CUADRO 40.31.1. DENSIDADES DE COMPACTACIÓN

| Ubicación | Próctor de referencia | Densidad de la tongada |
|-----------|------------------------------|------------------------|
| Aceras | Modificado UNE-EN 13286-2 | 93 % |
| Calzada | Modificado UNE-EN 13286-2 | 97 % |

7.2.- Capacidad de soporte

01.- El valor del módulo de compresibilidad en el segundo ciclo de carga del ensayo de carga con placa (Ev2), según la UNE 1030808, será superior al menor valor de los siguientes:

Los especificados en el cuadro 40.31.2, establecida según las categorías de tráfico.

CUADRO 40.31.2 - VALOR MÍNIMO DEL MÓDULO Ev2 (MPa)

| CATEGORÍA DE EXPLANADA | CATEGORIA DE TRAFICO | | | |
|------------------------|----------------------|---------------|----------------|------------------|
| | Tráfico pesado | Tráfico medio | Tráfico ligero | Arcenes y Aceras |
| E2 | 100 | 100 | 100 | 80 |
| E1 | | 100 | 80 | 80 |

El valor exigido a la superficie sobre la que se apoya la capa de zahorra multiplicado por 1,3, cuando se trate de zahorras sobre coronación de explanadas.

02.- Además de lo anterior, en calzadas el valor de la relación de módulos Ev2/Ev1 será inferior a 2,2.

7.3.- Rasante, espesor y anchura

01.- Dispuestos los sistemas de comprobación aprobados por la Dirección de las Obras, la rasante de la superficie terminada no deberá superar a la teórica en ningún punto ni quedar por debajo de ella en más de 15 mm en calzadas con categoría de tráfico medio, ni en más de 1/5 del espesor previsto en los Planos para la subbase en el resto de los casos. El Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares o la Dirección de las Obras podrán modificar los límites anteriores.

02.- En todos los semiperfiles se comprobará la anchura de la capa extendida, que en ningún caso deberá ser inferior a la establecida en los Planos de secciones tipo. Asimismo, el espesor de la capa no deberá ser inferior en ningún punto al previsto para ella en los Planos de secciones tipo; en caso contrario se procederá según el apartado 11.3.

8.- LIMITACIONES DE LA EJECUCIÓN

01.- Las capas de arena de miga se ejecutarán cuando la temperatura ambiente, a la sombra, sea superior a los 2° C, debiendo suspenderse los trabajos cuando la temperatura descienda por debajo de dicho límite.

02.- No se podrán ejecutar cuando las condiciones meteorológicas hubieran producido alteraciones en la humedad del material, tales que se superasen las tolerancias especificadas en el apartado 6.1.

03.- Sobre las capas en ejecución se prohibirá la acción de todo tipo de tráfico hasta que no se haya completado su compactación. Si ello no es factible, el tráfico que necesariamente tenga que pasar sobre ellas se distribuirá de forma que no se concentren huellas de rodadas en la superficie. La empresa Contratista será responsable de los daños originados por esta causa, debiendo proceder a la reparación de los mismos con arreglo a las indicaciones de la Dirección de las Obras.

9.- CONTROL DE CALIDAD

01.- Las materias objeto de control serán las siguientes:

- Materiales.
- Comprobación de la superficie de asiento.
- Ejecución.
- Geometría.

9.1.- Control de los materiales

01.- Tiene por objeto comprobar que la arena de miga a utilizar cumple lo establecido en este Pliego, no sólo en el lugar de origen, sino también en el propio lugar de empleo.

02.- Se tomarán muestras del material para efectuar, por cada 750 m³ o fracción, los siguientes ensayos:

- 1 caracterización completa según el artículo 32.31 "Terraplenes" de este Pliego
- 1 CBR según la norma UNE-EN 13286-47.
- Humedad natural, según la UNE-EN 1097-5.

03.- Los resultados de los ensayos de los materiales, en su lugar de procedencia o de empleo, serán siempre valores que cumplan las limitaciones establecidas en este artículo.

9.2.- Comprobación de la superficie de asiento

01.- Tiene por objeto comprobar que la superficie de asiento de la subbase tiene la densidad debida y las rasantes establecidas en los Planos con las tolerancias admitidas.

02.- No se considerará control suficiente el efectuado durante la ejecución de esta superficie si posteriormente ha habido circulación de vehículos pesados o lluvias intensas y, en general, si se aprecian anomalías a juicio de la Dirección de las Obras.

03.- Los procedimientos de control podrán ser los siguientes:

- Inspección visual.
- Observación del efecto del paso de un camión cargado sobre la superficie.
- Repetición de los ensayos de densidad, establecidos para la unidad correspondiente a la superficie de asiento, en las zonas en que se presuma descompactación.
- Comprobación de la geometría superficial, principalmente del perfil transversal.
- Eliminación de los depósitos de arrastres observados.

04.- En el caso de que se efectúen ensayos, serán aplicados los mismos criterios de interpretación exigidos a la unidad que constituye la capa de asiento.

9.3.- Control de la ejecución

01.- Tiene por objeto comprobar que la extensión y compactación de las tongadas cumple las condiciones establecidas.

02.- Se controlará el espesor, anchura y pendiente transversal de las tongadas.

03.- Cuando la temperatura ambiente descienda del límite marcado anteriormente, se suspenderán los trabajos.

04.- Se vigilará que no se produzca segregación o contaminación del material durante la ejecución.

05.- Para el control de la compactación se formarán lotes de 2.500 m² de tongada o fracción, en cada uno de los cuales se realizarán 5 ensayos de densidad y humedad "in situ" por el método de la arena según la UNE 103503y 5 ensayos de humedad según la UNE-EN ISO 17892-1:2015 distribuidos de forma aleatoria en la superficie definida como lote.

06.- Las densidades secas obtenidas en la capa compactada deberán ser iguales o mayores que las especificadas en cada uno de los puntos ensayados. No obstante, dentro de una muestra, se admitirán resultados individuales de hasta un 2% menores que los exigidos, siempre que la media aritmética del conjunto de la muestra resulte igual o mayor que el valor fijado en el Pliego.

07.- Asimismo, por cada lote se podrá realizar, si lo indica el PPTP, o así lo determina la Dirección de las Obras, un ensayo de carga con placa, según la UNE 1030808.

08.- Se llevará a cabo una determinación de la densidad in-situ y humedad natural en el lugar en que se realice el ensayo de carga con placa; así como proceder, cuando corresponda por frecuencia de control, a tomar muestras en dicha zona para granulometría y Próctor de referencia.

09.- Los resultados de los ensayos de determinación de humedad tendrán carácter indicativo y no constituirán por sí solos base de aceptación o rechazo.

10.- Si durante el proceso de compactación aparecen blandones localizados, se corregirán antes de que se inicie la toma de densidades.

11.- La humedad óptima del ensayo Próctor de referencia se considerará como dato orientativo, debiendo corregirse en obra de acuerdo con la energía de compactación del equipo de apisonado utilizado y a la vista de los resultados de los ensayos de humedad densidad.

12.- Para la realización de los ensayos de humedad y densidad podrán utilizarse métodos in situ, tales como los aparatos con isótopos radiactivos, picnómetros de aire, botella con carburo de calcio, etc., siempre que mediante ensayos previos se haya logrado establecer una correspondencia razonable, a juicio de la Dirección de las Obras, entre estos métodos y los especificados en el Pliego.

9.4.- Control geométrico.

01.- Tiene por objeto la comprobación geométrica de la superficie terminada de subbase en relación con los Planos y el PPTP.

02.- Se comprobarán las cotas de replanteo del eje, con miras cada 20 m más los puntos singulares (tangentes de curvas horizontales y verticales, puntos de transición de peralte, etc.), colocando estacas niveladas hasta milímetros. En esos mismos puntos se comprobará la anchura y pendiente transversal, colocando estacas en los bordes del perfil transversal.

03.- Desde los puntos de replanteo se comprobará si aparecen desigualdades de anchura, de rasante o de pendiente transversal y se aplicará la regla de 3 m donde se sospechen variaciones superiores a las tolerables.

04.- Se aceptarán las secciones que cumplan las condiciones geométricas exigidas.

05.- Las irregularidades que excedan de las tolerancias admitidas deberán ser corregidas por la empresa Contratista a su cargo. Para ello, se escarificará en una profundidad mínima de diez centímetros (10 cm), se añadirá o retirará el material necesario de las mismas características y se volverá a refinar y comprobar.

06.- Una vez compactada la zona objeto de reparación deberán repetirse en ella los ensayos de densidad, así como su comprobación geométrica.

07.- Deberá extremarse la medición con regla de 3 m en las zonas en que coincida una pendiente longitudinal inferior al 2% con una pendiente transversal inferior al 2% (zonas de transición de peralte), para comprobar que no quedan concavidades donde puedan depositarse arrastres en caso de lluvia.

10.- MEDICIÓN Y ABONO

01.- Las subbases de arena de miga se medirán y abonarán por m³ ejecutados según plano y medidos sobre los perfiles. No serán de abono las creces laterales, ni las consecuentes de la aplicación de la compensación de una merma de espesores en las capas subyacentes.

ARTÍCULO 40.32.- ZAHORRAS

1.- DEFINICIÓN

01.- Se define como zahorra el material granular de granulometría continua utilizado como capa de firme.

02.- La ejecución de las capas de firme con zahorra incluye las siguientes operaciones:

- Estudio del material y obtención de la fórmula de trabajo.
- Preparación de la superficie que vaya a recibir la zahorra.
- Preparación del material, si procede, y transporte al lugar de empleo.
- Extensión, humectación, si procede, y compactación de la zahorra.

2.- REFERENCIA NORMATIVA

01.- Artículo 510 Zahorras del PG-3.

3.- MATERIALES

01.- Lo dispuesto en este artículo se entenderá sin perjuicio de lo establecido en el Reglamento 305/2011 de 9 de marzo de 2011, del Parlamento Europeo y del Consejo, por el que se establecen las condiciones armonizadas para la comercialización de productos de construcción. Para los productos con marcado CE, el fabricante asumirá la responsabilidad sobre la conformidad de los mismos con las prestaciones declaradas, de acuerdo con el artículo 11 del mencionado Reglamento. Los productos que tengan el marcado CE deberán ir acompañados, además de dicho marcado, de la Declaración de Prestaciones, y de las instrucciones e información de seguridad del producto. Por su parte, el Contratista deberá verificar que los valores declarados en los documentos que acompañan al marcado CE permitan deducir el cumplimiento de las especificaciones contempladas en el Proyecto o, en su defecto, en este Pliego, debiendo adoptar, en el caso de que existan indicios de incumplimiento de las especificaciones declaradas, todas aquellas medidas que considere oportunas para garantizar la idoneidad del producto suministrado a la obra.

02.- Si la zahorra utiliza en su totalidad o como parte de ella áridos reciclados de residuos de construcción y demolición estos deberán cumplir, adicionalmente, las especificaciones del artículo 40.33 de este Pliego.

03.- Se estará además a lo dispuesto en la legislación vigente en materia ambiental, de seguridad y salud y de almacenamiento y transporte de productos de construcción, de residuos de construcción y demolición y de suelos contaminados.

3.1.- Características generales

01.- Los materiales para la zahorra procederán de la trituración, total o parcial, de piedra de cantera o de grava natural.

02.- Para las categorías de tráfico medio y ligero se podrán utilizar materiales granulares reciclados, subproductos y productos inertes de desecho, en cumplimiento del Acuerdo de Consejo de Ministros de 6 de noviembre de 2015, por el que se aprueba el Plan Estatal

Marco de Gestión de Residuos 2016-2022, siempre que cumplan las prescripciones técnicas exigidas en este artículo y en el 40.23, y se declare el origen de los materiales, tal como se establece en la legislación comunitaria sobre estas materias.

03.- El Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares, o en su defecto la Dirección de las Obras, podrá fijar especificaciones adicionales cuando se vayan a emplear materiales cuya naturaleza o procedencia así lo requiriese.

04.- Los materiales para las capas de zahorra no serán susceptibles de ningún tipo de meteorización o de alteración física o química apreciable bajo las condiciones más desfavorables que, presumiblemente, puedan darse en el lugar de empleo. Tampoco podrán dar origen, con el agua, a disoluciones que puedan causar daños a estructuras o a otras capas del firme, o contaminar el suelo o corrientes de agua.

05.- El Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares deberá fijar los ensayos para determinar la inalterabilidad del material granular. Los materiales estarán exentos de terrones de arcilla, marga, materia orgánica, o cualquier otra que pueda afectar a la durabilidad de la capa.

06.- Si se considera conveniente, para caracterizar los componentes que puedan ser lixiviados y que puedan significar un riesgo potencial para el medio ambiente o para los elementos de construcción situados en sus proximidades se empleará la NLT-326/00.

3.2.- Árido grueso

01.- Se define como árido grueso a la parte del árido total retenida por el tamiz 4 mm (UNE-EN 933-2).

02.-El árido grueso deberá cumplir lo fijado en el Cuadro 40.22-1 para las características de contenido de finos, forma, proporción de partículas total o parcialmente trituradas, resistencia a la fragmentación, valor de sulfato de magnesio y contenido total de azufre.

3.3.- Árido fino

01.- Se define como árido fino a la parte del árido total cernida por el tamiz 4 mm (UNE-EN 933-2).

02.-El árido fino deberá cumplir lo fijado en el Cuadro 40.22-1 para las características de calidad de los finos y contenido total de azufre.

03.- El material será "no plástico", según las UNE 103103 y UNE 103104.

CUADRO 40.32-1 - ÁRIDOS PARA ZAHORRAS

| CARACTERÍSTICA | NORMA ENSAYO UNE-EN | CATEGORÍA DE TRÁFICO PESADO | | |
|---|---------------------|-----------------------------|------------------|------------------|
| | | Pesado | Medio | Ligero |
| REQUISITOS GEOMÉTRICOS | | | | |
| Equivalente de arena (sobre el 0/4 mm) | 933-8 | SE ₄₀ | SE ₃₅ | SE ₃₀ |
| Calidad de los finos (sobre el 0/0,125 mm) ¹ | 933-9 | MB _F <10 g/kg | | |

CUADRO 40.32-1 - ÁRIDOS PARA ZAHORRAS

| CARACTERÍSTICA | NORMA ENSAYO UNE-EN | CATEGORÍA DE TRÁFICO PESADO | | |
|--|---------------------|-----------------------------|-------------------|-------------------|
| | | Pesado | Medio | Ligero |
| Contenido de finos (del árido grueso) ¹ | 933-1 | f ₁ | | |
| Forma | 933-3 | Fl ₂₀ | Fl ₃₀ | Fl ₃₅ |
| REQUISITOS FÍSICOS | | | | |
| Proporción de partículas parcial y totalmente trituradas | 933-5 | C _{100/0} | C _{70/0} | C _{50/1} |
| Resistencia a la fragmentación ² | 1097-2 | LA ₃₀ | | LA ₃₅ |
| REQUISITOS QUÍMICOS | | | | |
| Contenido total de azufre ³ | 1744-1 | S ₁ | | |
| DURABILIDAD | | | | |
| Valor de sulfato de magnesio | 1367-2 | MS ₁₈ | | |

NOTAS

- ¹ Se aplicará esta prescripción cuando no se cumplan las correspondientes del equivalente de arena, pero si las de la categoría inferior (SE₃₅ y SE₃₀ respectivamente).
- ² La resistencia a la fragmentación de cualquier selección de partículas (siempre que supongan un porcentaje superior al 5% en peso de la fracción total) debe cumplir la categoría especificada.
- ³ Si la zahorra está en contacto con materiales tratados con cemento el contenido será inferior al 0,5%. Si hubiese pirrotita, el contenido total de azufre no podría superar el 0,4% en ningún caso.

4.- TIPO Y COMPOSICIÓN DEL MATERIAL.

01.- La granulometría del material, según la UNE-EN 933-1, deberá estar comprendida dentro de alguno de los husos fijados en el cuadro 40.32.2.

CUADRO 40.32.2 - HUSOS GRANULOMÉTRICOS DE LAS ZAHORRAS. CERNIDO ACUMULADO (% en masa)

| TIPO DE ZAHORRA (*) | ABERTURA DE LOS TAMICES UNE-EN 933-2 (mm) | | | | | | | | | |
|---------------------|---|--------|--------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | 40 | 32 | 20 | 12,5 | 8 | 4 | 2 | 0,500 | 0,250 | 0,063 |
| ZA 0/32 | 100 | 88-100 | 65-90 | 52-76 | 40-63 | 26-45 | 15-32 | 7-21 | 4-16 | 0-9 |
| ZA 0/20 | - | 100 | 75-100 | 60-86 | 45-73 | 31-54 | 20-40 | 9-24 | 5-18 | 0-9 |
| ZAD 0/20 | - | 100 | 65-100 | 47-78 | 30-58 | 14-37 | 0-15 | 0-6 | 0-4 | 0-2 |

(*) La designación del tipo de zahorra se hace en función del tamaño máximo nominal, que se define como la abertura del primer tamiz que retiene más de un diez por ciento en masa.

02.- En todos los casos, el cernido por el tamiz 0,063 mm de la UNE-EN 932-2 será menor que los dos tercios del cernido por el tamiz 0,250 mm de la UNE-EN 932-2.

5.- EQUIPO NECESARIO PARA LA EJECUCIÓN DE LAS OBRAS.

01.- Se estará, en todo caso, a lo dispuesto en la legislación vigente en materia ambiental, de seguridad y salud y de transporte en lo referente a los equipos empleados en la ejecución de las obras.

02.- No se podrá utilizar en la ejecución de las zahorras ningún equipo que no haya sido previamente aprobado por la Dirección de las Obras, después de la ejecución del tramo de prueba.

5.1.- Central de fabricación de la zahorra

01.- La fabricación de la zahorra para su empleo en firmes de calzadas con categoría de tráfico pesado o medio se realizará necesariamente en centrales de mezcla. El Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares fijará el tipo y la producción horaria mínima de la central.

02.- La instalación deberá permitir fabricar un material de acuerdo con las especificaciones de este artículo. Se deberá asegurar la completa homogeneización y humectación del material dentro de las tolerancias fijadas.

5.2.- Elementos de transporte

01.- La zahorra se transportará al lugar de empleo en camiones de caja abierta, lisa y estanca, perfectamente limpia. Deberán disponer de lonas o cobertores adecuados para protegerla durante su transporte. Por seguridad de la circulación vial será inexcusable el empleo de cobertores para el transporte por carreteras en servicio.

02.- Los medios de transporte deberán estar adaptados, en todo momento, al ritmo de ejecución de la obra teniendo en cuenta la capacidad de producción de la central de fabricación y del equipo de extensión y la distancia entre ésta y la zona de extensión.

5.3.- Equipo de extensión

01.- En calzadas de nueva construcción con categoría de tráfico pesado, y cuando la obra tenga una superficie superior a los 70.000 m², para la puesta en obra de las zahorras se utilizarán extendedoras automotrices, que estarán dotadas de los dispositivos necesarios para extender el material con la configuración deseada y proporcionarle un mínimo de compactación, así como de sistemas automáticos de nivelación y que serán capaces de extender la zahorra sin crear zonas segregadas.

02.- En el resto de los casos el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares, o en su defecto la Dirección de las Obras, deberá fijar y aprobar los equipos de extensión de las zahorras.

05.- Las anchuras mínima y máxima de extensión se fijarán en el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares o, en su defecto, por la Dirección de las Obras. Si al equipo de extensión pudieran acoplarse piezas para aumentar su anchura, éstas deberán quedar alineadas con las existentes en la extendedora.

5.4.- Equipo de compactación

01.- La composición del equipo de compactación se determinará en el tramo de prueba, y deberá estar compuesto como mínimo por 1 compactador vibratorio de rodillos metálicos.

02.- La Dirección de las Obras aprobará el equipo de compactación que se vaya a emplear, su composición y las características de cada uno de sus elementos, que serán los necesarios para conseguir una compacidad adecuada y homogénea de la zahorra en todo su espesor, sin producir roturas del material granular ni arrollamientos.

03.- En los lugares inaccesibles para los equipos de compactación convencionales, se emplearán otros de tamaño y diseño adecuados para la labor que se pretenda realizar, los cuales deberán ser autorizados por la Dirección de las Obras.

6.- EJECUCIÓN DE LAS OBRAS

6.1.- Estudio del material y obtención de la fórmula de trabajo

01.- La producción del material no se iniciará hasta que se haya aprobado por la Dirección de las Obras la correspondiente fórmula de trabajo, establecida a partir de los resultados del control de procedencia del material.

02.- Dicha fórmula señalará:

- En su caso, la identificación y proporción (en seco) de cada fracción en la alimentación.
- La granulometría de la zahorra por los tamices establecidos en la definición del huso granulométrico.
- La humedad de compactación.
- La densidad mínima a alcanzar.

03.- Si la marcha de las obras lo aconseja la Dirección de las Obras podrá exigir la modificación de la fórmula de trabajo. En todo caso se estudiará y aprobará una nueva si varía la procedencia de los componentes o si, durante la producción, se rebasaran las tolerancias granulométricas establecidas en el cuadro 40.32.3.

CUADRO 40.32.3 - TOLERANCIAS ADMISIBLES RESPECTO DE LA FÓRMULA DE TRABAJO.

| CARACTERÍSTICA | | UNIDAD | CATEGORÍA DE TRÁFICO | |
|--------------------------------------|----------|-------------------------|----------------------|--------------------------|
| | | | Tráfico pesado | Resto de casos y arcenes |
| Cernido por los tamices UNE-EN 933-2 | > 4 mm | % sobre la masa total | ±6 | ±8 |
| | ≤ 4 mm | | ±4 | ±6 |
| | 0,063 mm | | ±1,5 | ±2 |
| Humedad de compactación | | % respecto de la óptima | ±1 | - 1,5 / + 1 |

6.2.- Preparación de la superficie que va a recibir la zahorra

01.- La capa de zahorra no se extenderá hasta que se haya comprobado que la superficie sobre la que haya de asentarse tenga las condiciones de calidad y forma previstas, con las tolerancias establecidas.

02.- Se comprobarán la regularidad, la capacidad de soporte y el estado de la superficie sobre la que se vaya a extender la zahorra. El Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares, o en su defecto la Dirección de las Obras, indicará las medidas encaminadas a restablecer una regularidad superficial aceptable y, en su caso, a reparar las zonas deficientes.

6.3.- Fabricación y preparación del material

01.- Cuando las zahorras se fabriquen en central la adición del agua de compactación se realizará también en central, salvo que el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares permita expresamente la humectación in situ.

02.- En los demás casos, antes de extender una tongada se procederá, si fuera necesario, a su homogeneización y humectación. Se podrán utilizar para ello la humectación previa en central u otros procedimientos sancionados por la práctica que garanticen, a juicio de la Dirección de las Obras, las características previstas del material previamente aceptado, así como su uniformidad.

03.- En el momento de iniciar la fabricación, las fracciones del árido estarán acopiadas en cantidad suficiente para permitir a la central un trabajo sin interrupciones. El Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares o, en su defecto, la Dirección de las Obras fijará el volumen mínimo de acopios exigibles en función de las características de la obra y del volumen de zahorra que se vaya a fabricar.

6.4.- Extensión de la zahorra

01.- Una vez aceptada la superficie de asiento se procederá a la extensión de la zahorra, en tongadas de espesor no superior a 30 cm, tomando las precauciones necesarias para evitar segregaciones y contaminaciones.

02.- Todas las operaciones de aportación de agua deberán tener lugar antes de iniciar la compactación. Después, la única admisible será la destinada a lograr, en superficie, la humedad necesaria para la ejecución de la tongada siguiente.

6.5.- Compactación de la zahorra

01.- Conseguida la humedad más conveniente, que deberá cumplir lo especificado en el apartado 6.1, se procederá a la compactación de la tongada, que se continuará hasta alcanzar la densidad especificada en el apartado 8.1. La compactación se realizará según el plan aprobado por la Dirección de las Obras en función de los resultados del tramo de prueba.

02.- Las zonas que, por su reducida extensión, pendiente o proximidad a obras de paso o de desagüe, muros o estructuras, no permitan el empleo del equipo que normalmente se esté utilizando, se compactarán con medios adecuados, de forma que las densidades que se alcancen no resulten inferiores, en ningún caso, a las exigidas a la zahorra en el resto de la tongada.

6.6.- Protección superficial

01.- Si sobre la capa de zahorra se fuese a colocar una capa bituminosa se deberá coordinar la ejecución del riego de imprimación sobre la capa de zahorra y la posterior puesta en obra de la capa bituminosa, de manera que se consiga la protección de la capa terminada, así como que el riego de imprimación no pierda su efectividad como elemento de unión, de acuerdo con lo especificado en el artículo 40.41 de este pliego.

02.- Se procurará evitar la acción de todo tipo de tráfico sobre la capa ejecutada. Si esto no fuera posible, se extenderá un árvido de cobertura sobre el riego de imprimación y se procurará una distribución uniforme del tráfico de obra en toda la anchura de la traza, conforme a lo indicado en el artículo 40.41 de este pliego. Dicha protección se barrerá antes de ejecutar otra unidad de obra sobre las zahorras. La empresa Contratista será responsable de los daños originados, debiendo proceder a su reparación con arreglo a las instrucciones la Dirección de las Obras.

7.- TRAMO DE PRUEBA

01.- Antes de iniciarse la puesta en obra de la zahorra será preceptiva la realización de un tramo de prueba, para comprobar la fórmula de trabajo, la forma de actuación de los equipos de extensión y de compactación, y especialmente el plan de compactación. El tramo de prueba se realizará sobre una capa de apoyo similar en capacidad de soporte y espesor al resto de la obra.

02.- Durante la ejecución del tramo de prueba se analizará la correspondencia, en su caso, entre los métodos de control de la humedad y densidad in situ, establecidos en el Pliego de Prescripciones Técnicas, y otros métodos rápidos de control, así como entre el método de control de la capacidad de soporte mediante ensayo de carga con placa (UNE 103808) y otros métodos alternativos de mayor rendimiento.

03.- El Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares, o en su defecto la Dirección de las Obras, fijará la longitud del tramo de prueba, que no será en ningún caso inferior a 100 m. La Dirección de las Obras determinará si es aceptable su realización como parte integrante de la unidad de obra definitiva.

04.- A la vista de los resultados obtenidos, la Dirección de las Obras definirá:

- Si es aceptable o no la fórmula de trabajo:
 - En el primer caso se podrá iniciar la ejecución de la zahorra.
 - En el segundo, deberá proponer las actuaciones a seguir (estudio de una nueva fórmula, corrección parcial de la ensayada, modificación en los sistemas de puesta en obra, corrección de la humedad de compactación, etc.).
- Si son aceptables o no los equipos propuestos por el Contratista:
 - En el primer caso, definirá su forma específica de actuación.
 - En el segundo caso, la empresa Contratista deberá proponer nuevos equipos o incorporar equipos suplementarios.

05.- No se podrá proceder a la producción sin que la Dirección de las Obras haya autorizado el inicio en las condiciones aceptadas después del tramo de prueba.

8.- ESPECIFICACIONES DE LA UNIDAD TERMINADA

8.1.- Densidad

01.- Para las categorías de tráfico pesado y medio, la compactación de la zahorra deberá alcanzar una densidad no inferior a la que corresponda al 100% de la máxima de referencia, obtenida en el ensayo Proctor modificado, según la UNE-EN 13286-2.

02.- Cuando la zahorra se vaya a emplear en calzadas con categoría de tráfico ligero o en arcenes, se podrá admitir una densidad no inferior al 98% de la máxima de referencia obtenida en el ensayo Proctor modificado, según la UNE-EN 13286-2.

8.2.- Capacidad de soporte

01.- El valor del módulo de compresibilidad en el segundo ciclo de carga del ensayo de carga con placa (Ev2), según la UNE 1030808, será superior al menor valor de los siguientes:

- Los especificados en el cuadro 40.32.4, establecida según las categorías de tráfico.

CUADRO 40.32.4 - VALOR MÍNIMO DEL MÓDULO Ev2 (MPa)

| CATEGORÍA DE EXPLANADA | CATEGORIA DE TRAFICO | | | |
|------------------------|----------------------|---------------|----------------|---------|
| | Tráfico pesado | Tráfico medio | Tráfico ligero | Arcenes |
| E3 | 200 | 180 | 120 | 100 |
| E2 | | 150 | 100 | 80 |
| E1 | | 100 | 80 | 80 |

- El valor exigido a la superficie sobre la que se apoya la capa de zahorra multiplicado por 1,3, cuando se trate de zahorras sobre coronación de explanadas.

02.- Además de lo anterior, el valor de la relación de módulos Ev2/Ev1 será inferior a 2,2.

8.3.- Rasante, espesor y anchura

01.- Dispuestos los sistemas de comprobación aprobados por la Dirección de las Obras, la rasante de la superficie terminada no deberá superar a la teórica en ningún punto ni quedar por debajo de ella en más de 15 mm en calzadas con categoría de tráfico pesado o medio, ni en más de 20 mm en el resto de los casos. El Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares o la Dirección de las Obras podrán modificar los límites anteriores.

02.- En todos los semiperfiles se comprobará la anchura de la capa extendida, que en ningún caso deberá ser inferior a la establecida en los Planos de secciones tipo. Asimismo, el espesor de la capa no deberá ser inferior en ningún punto al previsto para ella en los Planos de secciones tipo; en caso contrario se procederá según el apartado 11.3.

8.4.- Regularidad superficial

01.- Si así lo exigiese el Proyecto o la Dirección de las Obras, el Índice de Regularidad Internacional (IRI), según la NLT-330, de la superficie de la capa de zahorra deberá cumplir lo fijado en el cuadro 40.32.5, en función del espesor total de las capas que se vayan a extender sobre ella.

CUADRO 40.32.5 - INDICE DE REGULARIDAD INTERNACIONAL (IRI) (dm/hm)

| PORCENTAJE DE HECTOMETROS | ESPESOR TOTAL DE LAS CAPAS SUPERIORES (cm) | | |
|---------------------------|--|---------------|-------------|
| | $e \geq 20$ | $10 < e < 20$ | $e \leq 10$ |
| 50 | < 3,0 | < 2,5 | < 2,5 |
| 80 | < 4,0 | < 3,5 | < 3,5 |
| 100 | < 5,0 | < 4,5 | < 4,0 |

02.- Se comprobará que no existen zonas que retengan agua sobre la superficie, las cuales, si existieran, deberán corregirse por la empresa Contratista a su cargo.

9.- LIMITACIONES DE LA EJECUCION

01.- Las zahorras se podrán poner en obra siempre que las condiciones meteorológicas no hubieran producido alteraciones en la humedad del material, tales que se superasen las tolerancias especificadas en el apartado 6.1.

02.- Sobre las capas recién ejecutadas se procurará evitar la acción de todo tipo de tráfico. Si esto no fuera posible, se estará a lo indicado en el Apartado 6.6 de este Artículo.

10.- CONTROL DE CALIDAD

10.1.- Control de procedencia del material

01.- Los áridos, naturales, artificiales o procedentes del reciclado, deberán disponer del marcado CE, según el Anejo ZA de la norma UNE-EN 13242, con un sistema de evaluación de la conformidad 2+, salvo en el caso de los áridos fabricados en el propio lugar de construcción para su incorporación en la correspondiente obra (artículo 5.b del Reglamento 305/2011).

02.- En el caso de áridos con marcado CE, el control de procedencia se podrá llevar a cabo mediante la verificación documental de que los valores declarados en los documentos que acompañan a dicho marcado permiten deducir el cumplimiento de las especificaciones establecidas en este Pliego.

03.- Independientemente de la aceptación de la veracidad de las propiedades referidas en el marcado CE, si se detectara alguna anomalía durante el transporte, almacenamiento o manipulación de los productos, la Dirección de las Obras, en el uso de sus atribuciones, podrá disponer en cualquier momento, la realización de comprobaciones y ensayos sobre los materiales suministrados a la obra. En este caso se seguirán los criterios que se indican a continuación.

04.- En el caso de los áridos fabricados en el propio lugar de construcción para su incorporación en la correspondiente obra, de cada procedencia y para cualquier volumen de producción previsto se tomarán muestras (UNE-EN 932-1), y para cada una de ellas se determinará:

- Granulometría por tamizado, según la UNE-EN 933-1.
- Límite líquido e índice de plasticidad, según las UNE 103103y UNE 103104, respectivamente.
- Coeficiente de Los Ángeles, según la UNE-EN 1097-2.
- Equivalente de arena (SE4), según la UNE-EN 933-8y, en su caso, azul de metileno (MBF), según la UNE-EN 933-9.
- Índice de lajas, según la UNE-EN 933-3.
- Partículas trituradas, según la UNE-EN 933-5.
- Humedad natural, según la UNE-EN 1097-5.
- Contenido ponderal en azufre total (norma UNE-EN 1744-1).
- Contenido de finos del árido grueso (norma UNE-EN 933-1).

05.- Estos ensayos se repetirán durante el suministro siempre que se produzca un cambio de procedencia, no pudiéndose utilizar el material hasta contar con los resultados de ensayo y la aprobación de la Dirección de las Obras.

10.2.- Control de ejecución

10.2.1 Fabricación

01.- La comprobación de las siguientes propiedades podrá llevarse a cabo mediante la verificación documental de los valores declarados en los documentos que acompañan al marcado CE. Si, no obstante, la Dirección de las Obras quisiera verificar la calidad de los materiales se podrán realizar los ensayos de control de identificación y caracterización que se mencionan en este epígrafe. En el caso de zahorras fabricadas en central se llevará a cabo la toma de muestras a la salida del mezclador. En los demás casos se podrá llevar a cabo la toma de muestras en los acopios.

02.- Se examinará la descarga al acopio o en el tajo, desechando los materiales que, a simple vista, presenten restos de tierra vegetal, materia orgánica o tamaños superiores al máximo aceptado en la fórmula de trabajo. Se acopiarán aparte aquéllos que presenten alguna anomalía de aspecto, tal como distinta coloración, segregación, lajas, plasticidad, etc., hasta la decisión de su aceptación o rechazo.

03.- En su caso, se vigilará la altura de los acopios, el estado de sus separadores y de sus accesos.

04.- En el caso de las zahorras preparadas en central se llevará a cabo la toma de muestras a la salida del mezclador. En los demás casos se podrá llevar a cabo la toma de muestras en los acopios.

05.- Para el control de fabricación se realizarán los siguientes ensayos:

- Por cada 1.000 m³ de material producido, o cada día si se fabricase menos material, sobre un mínimo de 2 muestras, una por la mañana y otra por la tarde:
 - Equivalente de arena (SE4), según la UNE-EN 933-8 y, en su caso, azul de metileno (MBF), según la UNE-EN 933-9.
 - Granulometría por tamizado, según la UNE-EN 933-1:1998/A1.
 - Humedad natural, según la UNE-EN 1097-5.
- Por cada 5.000 m³ de material producido, o 1 vez a la semana si se fabricase menos material:
 - Límite líquido e índice de plasticidad, según las UNE 103103y UNE 103104, respectivamente.
 - Proctor modificado, según la UNE 103501.
 - Índice de lajas, según la UNE-EN 933-3 (.
 - Partículas trituradas, según la UNE-EN 933-5.
- Por cada 20.000 m³ de material producido, o 1 vez al mes si se fabricase menos material:
 - Coeficiente de Los Ángeles, según la UNE-EN 1097-2.

05.- La Dirección de las Obras podrá reducir la frecuencia de los ensayos a la mitad si considerase que los materiales son suficientemente homogéneos, o si en el control de recepción de la unidad terminada (apartado 10.3) se hubieran aprobado 10) lotes consecutivos.

10.2.2 Puesta en obra

01.- Antes de verter la zahorra, se comprobará su aspecto en cada elemento de transporte y se rechazarán todos los materiales segregados.

02.- Se comprobarán frecuentemente:

- El espesor extendido, mediante un punzón graduado u otro procedimiento aprobado por la Dirección de las Obras.
- La humedad de la zahorra en el momento de la compactación, mediante un procedimiento aprobado por la Dirección de las Obras.
- La composición y forma de actuación del equipo de puesta en obra y compactación, verificando:
 - Que el número y tipo de compactadores es el aprobado.
 - El lastre y la masa total de los compactadores.
 - La presión de inflado en los compactadores de neumáticos.
 - La frecuencia y la amplitud en los compactadores vibratorios.
 - El número de pasadas de cada compactador.

10.3.- Control de recepción de la unidad terminada

01.- Se considerará como lote, que se aceptará o rechazará en bloque, al menor que resulte de aplicar los 3 criterios siguientes a 1 sola tongada de zahorra:

- Una longitud de 500 m de calzada.
- Una superficie de 3.500 m² de calzada.
- La fracción construida diariamente.

02.- La realización de los ensayos in situ y la toma de muestras se hará en puntos previamente seleccionados mediante muestreo aleatorio, tanto en sentido longitudinal como transversal; de tal forma que haya al menos una toma o ensayo por cada hectómetro.

03.- Si durante la construcción se observaran defectos localizados, tales como blandones, se corregirán antes de iniciar el muestreo.

04.- Se realizarán determinaciones de humedad y de densidad en emplazamientos aleatorios, con una frecuencia mínima de 7 por cada lote. En el caso de usarse sonda nuclear (norma UNE 103900) u otros métodos rápidos de control, éstos habrán sido convenientemente calibrados en la realización del tramo de prueba. En los mismos puntos donde se realice el control de la densidad se determinará el espesor de la capa de zahorra.

05.- Se realizará 1 ensayo de carga con placa, según la UNE 103808, sobre cada lote. Se llevará a cabo una determinación de humedad natural en el mismo lugar en que se realice el ensayo de carga con placa.

06.- Se comparará la rasante de la superficie terminada con la teórica establecida en los Planos del Proyecto, en el eje, quiebros de peralte si existieran, y bordes de perfiles transversales cuya separación no exceda de la mitad de la distancia entre los perfiles del Proyecto. En todos los semiperfiles se comprobará la anchura de la capa.

07.- En su caso, se controlará la regularidad superficial del lote a partir de las 24 h de su ejecución y siempre antes de la extensión de la siguiente capa, mediante la determinación del índice de regularidad internacional (IRI), según la NLT-330/98, que deberá cumplir lo especificado en el apartado 8.4.

11.- CRITERIOS DE ACEPTACIÓN O RECHAZO DEL LOTE

11.1.- Densidad

01.- La densidad media obtenida no será inferior a la especificada en el apartado 8.1; no más de 2 individuos de la muestra podrán arrojar resultados de hasta 2 puntos porcentuales por debajo de la densidad especificada. De no alcanzarse los resultados exigidos, el lote se recompactará hasta conseguir la densidad especificada.

02.- Los ensayos de determinación de humedad tendrán carácter indicativo y no constituirán, por sí solos, base de aceptación o rechazo.

11.2.- Capacidad de soporte

01.- El módulo de compresibilidad Ev2 y la relación de módulos Ev2/Ev1, obtenidos en el ensayo de carga con placa, no deberán ser inferiores a los especificados en el apartado 8.2. De no alcanzarse los resultados exigidos, el lote se recompactará hasta conseguir los módulos especificados.

11.3.- Espesor

01.- El espesor medio obtenido no deberá ser inferior al previsto en los Planos de secciones tipo; no más de 2 individuos de la muestra podrán presentar resultados individuales que bajen del especificado en un 10%.

02.- Si el espesor medio obtenido en la capa fuera inferior al especificado se procederá de la siguiente manera:

- Si el espesor medio obtenido en la capa fuera inferior al 85% del especificado, se escarificará la capa en una profundidad mínima de 15 cm, se añadirá el material necesario de las mismas características y se volverá a compactar y refinar la capa por cuenta la empresa Contratista.
- Si el espesor medio obtenido en la capa fuera superior al 85% del especificado y no existieran problemas de encharcamiento, se podrá admitir siempre que se compense la merma de espesor con el espesor adicional correspondiente en la capa superior por cuenta del Contratista.

11.4.- Rasante

01.- Las diferencias de cota entre la superficie obtenida y la teórica establecida en los Planos del Proyecto no excederán de las tolerancias especificadas en el apartado 8.3, ni existirán zonas que retengan agua.

02.- Cuando la tolerancia sea rebasada por defecto y no existan problemas de encharcamiento, la Dirección de las Obras podrá aceptar la superficie siempre que la capa superior a ella compense la merma con el espesor adicional necesario sin incremento de coste para el Ayuntamiento.

03.- Cuando la tolerancia sea rebasada por exceso, éste se corregirá por cuenta de la empresa Contratista, siempre que esto no suponga una reducción del espesor de la capa por debajo del valor especificado en los Planos.

11.5.- Regularidad superficial

01.- En su caso, si los resultados de la regularidad superficial de la capa terminada exceden los límites establecidos, se procederá de la siguiente manera:

- Si es en más del 10% de la longitud del tramo controlado se escarificará la capa en una profundidad mínima de 15 cm y se volverá a compactar y refinar por cuenta la empresa Contratista.
- Si es en menos de un 10% de la longitud del tramo controlado se aplicará una penalización económica del 10%).

12.- MEDICION Y ABONO

01.- La zorra se abonará por m³ medidos sobre los planos de Proyecto. No serán de abono las creces laterales, ni las consecuentes de la aplicación de la compensación de una merma de espesores en las capas subyacentes.

ARTÍCULO 40.33.- ZAHORRAS CON ÁRIDOS RECICLADOS DE RCD

1.- DEFINICIÓN

01.- Árido reciclado de Residuos de Construcción y Demolición (RCD) es el resultante del tratamiento de material inorgánico previamente utilizado en la construcción.

02.- Se definen como árido reciclado de hormigón (AR-H), árido reciclado mixto (AR-M) y árido reciclado asfáltico (AR-A), aquellos en los que los componentes de los áridos gruesos (partículas retenidas por el tamiz de 4 mm UNE), determinados estos según las UNE-EN 13242 y UNE-EN 933-11, cumplen con los límites establecidos en el Cuadro 40.33.1.

CUADRO 40.33.1 CATEGORÍA DE LOS COMPONENTES DE LA FRACCIÓN GRUESA

| Tipo de árido | Componentes (UNE-EN 13242) | | | | | |
|---------------|----------------------------|--------------------|-------|-------|-------------------------|-------------------|
| | Rc | Rc + Ru +Rg | Rb | Ra | FL | X |
| AR-H | ≥ 50% | ≥ 90% ¹ | ≤ 10% | ≤ 10% | ≤ 5 cm ³ /kg | ≤ 1% ² |
| AR-M | - | ≥ 70% ³ | ≤ 30% | ≤ 10% | ≤ 5 cm ³ /kg | ≤ 1% ² |
| AR-A | - | ≤ 30% ³ | ≤ 10% | ≥ 70% | ≤ 5 cm ³ /kg | ≤ 1% ² |

¹Porcentaje de vidrio inferior o igual al 2% ($R_g \leq 2\%$).

²Porcentaje de yeso inferior al 0,8% y contenidos en impropios de madera, papel, cartón o restos orgánicos inferior al 0,8%.

³Porcentaje de vidrio inferior o igual al 5% ($R_g \leq 5\%$).

Donde:

Rc = Hormigón, productos de hormigón, morteros, piezas para fábrica de albañilería de hormigón

Ru = Áridos y piedras naturales y áridos tratados con ligantes hidráulicos

Rg = Vidrio

Rb = Materiales cerámicos de albañilería de arcilla (ladrillos y tejas) o de silicato de calcio, y hormigón celular no flotante

Ra = Materiales bituminosos

FL = Material flotante

X = Impropios: madera no flotante, plásticos y caucho, yeso, metales ferrosos y no ferrosos, suelos y arcillas.

03.- Se define como zahorra con árido reciclado de RCD el material granular de granulometría continua utilizado como capa de firme formado en parte o en su totalidad por áridos reciclados de RCD.

04.- La ejecución de las capas de firme con zahorra con áridos reciclados de RCD incluye las siguientes operaciones:

- Estudio del material y obtención de la fórmula de trabajo.
- Preparación de la superficie que vaya a recibir la zahorra.
- Preparación del material, si procede, y transporte al lugar de empleo.
- Extensión, humectación, si procede, y compactación de la zahorra.

2.- REFERENCIA NORMATIVA

2.1.- Pliego de condiciones básico de referencia.

01.- Artículo 40.32 "Zahorras" de este Pliego.

02.- Anejos 5 y 6 de la Norma para Dimensionamiento de Firmes de la Red de Carreteras del País Vasco.

3.- MATERIALES

01.- Para la categoría de tráfico medio se podrán utilizar como zahorras los áridos AR-H y para tráfico ligero los AR-H, AR-M y AR-A. También se podrán utilizar combinaciones de estos con áridos naturales siempre que el material combinado cumpla las especificaciones del presente artículo y las del correspondiente artículo 40.32 de este Pliego en lo que no sean modificadas por este.

02.- Los áridos reciclados de RCD se habrán sometido a un proceso de separación de componentes no deseados, machaqueo, cribado y eliminación final de contaminantes, de manera que se cumplan las cláusulas del presente artículo. El tratamiento podrá hacerse en centrales fijas o móviles.

03.- Según lo establecido en el Reglamento 305/2011 de 9 de marzo de 2011, del Parlamento Europeo y del Consejo, los áridos reciclados de RCD se deberán suministrar acompañados de la documentación que acredite que disponen del marcado CE según el Anejo ZA de la UNE EN 13242 y que cumplan al menos las condiciones exigidas a un sistema para la certificación de la conformidad 2+.

04.- Además, previamente a la aceptación del árido reciclado de RCD se deberá aportar documento acreditativo de su origen y de que la valorización está autorizada por el órgano ambiental de la Comunidad de Madrid, además de la certificación que acredite, a los solos efectos ambientales, la idoneidad de sus características para el uso propuesto. Se deberá certificar asimismo que los áridos reciclados de RCD proceden de un gestor autorizado, que han sido debidamente tratados y que no se encuentran mezclados con otros contaminantes.

05.- Los áridos reciclados de RCD no serán susceptibles de ningún tipo de meteorización o de alteración físico-química apreciable bajo las condiciones más desfavorables que, presumiblemente, puedan darse en la zona de empleo. La pérdida en el ensayo de sulfato de magnesio según la norma EN 1367-2 no superará el 18% (categoría MS18).

06.- Tampoco podrán dar origen, con el agua, a disoluciones que puedan causar daños estructuras o a otras capas del firme. El contenido total de azufre, determinado según la UNE-EN 1744-1, será igual o inferior al 0,4% donde los materiales estén en contacto con capas tratadas con cemento, y de la categoría S1 en los demás casos.

07.- El árido no contendrá otras materias extrañas no incluidas en la enumeración de impropios de las normas UNE-EN 13242 y UNE-EN 933-11 que puedan afectar a la durabilidad de la capa.

08.- Si el contenido de materia orgánica, determinado según la UNE 103204, es superior al 0,2% se realizará un ensayo de equivalente de arena, que deberá cumplir lo establecido en el artículo 40.22 de este pliego.

09.- La categoría del valor máximo del coeficiente Los Ángeles será la indicada en el artículo 40.22. Se admite la utilización de áridos reciclados que superen en 5 unidades a los valores límite del artículo 40.22 cuando los resultados del ensayo CBR tras inmersión durante 28 días sean iguales o superiores al 150% de los obtenidos a los 4 días, para una compactación de las probetas del 100% de la densidad máxima del Proctor Modificado (UNE-EN 13286-2).

10.- El Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares, o en su defecto la Dirección de las Obras, fijará el volumen mínimo de acopios antes de iniciar las obras. Salvo justificación en contrario dicho volumen no será inferior al correspondiente a un mes de trabajo en centrales fijas, con la producción prevista, ni a dos meses con centrales móviles.

11.- El procedimiento de humectación de la zahorra deberá ser autorizado por la Dirección de las Obras. Dicho procedimiento deberá tener en cuenta las condiciones de absorción de agua del material, mayor que en materiales naturales.

4.- TIPO Y COMPOSICIÓN DEL MATERIAL.

01.- Será de aplicación lo establecido en el Apartado 4 del Artículo 40.32 de este Pliego.

5.- EQUIPO NECESARIO PARA LA EJECUCIÓN DE LAS OBRAS.

01.- Será de aplicación lo establecido en el Apartado 5 del Artículo 40.32 de este Pliego.

6.- EJECUCIÓN DE LAS OBRAS

01.- Será de aplicación lo establecido en el Apartado 6 del Artículo 40.32 de este Pliego.

7.- TRAMO DE PRUEBA.

01.- Será de aplicación lo establecido en el Apartado 7 del Artículo 40.32 de este Pliego.

8.- ESPECIFICACIONES DE LA UNIDAD TERMINADA

01.- Será de aplicación lo establecido en el Apartado 8 del Artículo 40.32 de este Pliego.

9.- LIMITACIONES DE LA EJECUCIÓN

01.- Será de aplicación lo establecido en el Apartado 9 del Artículo 40.32 de este Pliego.

10.- CONTROL DE CALIDAD

01.- Será de aplicación lo establecido en el Apartado 10 del Artículo 40.32 de este Pliego, salvo en lo que a continuación se modifica.

10.1.- Control de procedencia del material

01.- A la lista de ensayos a realizar del Artículo 40.32, se añadirán los siguientes:

- Clasificación de los componentes de los áridos gruesos reciclados según la UNE-EN 933-11.
- Determinación del CBR a 4 y 28 días según la UNE-EN 13286-47.
- Contenido de materia orgánica según la UNE 103204.

02.- En el caso de los áridos fabricados en el propio lugar de construcción para su incorporación en la correspondiente obra, de cada procedencia y para cualquier volumen de producción previsto se tomarán un mínimo de 4 muestras (UNE-EN 932-1) añadiéndose 1 más por cada 2.000 m³ o fracción de exceso sobre 10.000 m³, y para cada una de ellas se determinarán los ensayos señalados en el Artículo 40.32 complementados con los indicados en el párrafo anterior.

10.2.- Control de ejecución

10.2.1 Fabricación

01.- Se seguirá lo indicado en el Artículo 40.22 de este Pliego con la siguiente prescripción adicional:

- Por cada 5.000 m³ de material producido, o una vez a la semana si se fabricase menos material:
 - Clasificación de los componentes de los áridos gruesos reciclados, según la UNE-EN 933-11.
 - Contenido total de azufre, según la UNE-EN 1744-1.

11.- CRITERIOS DE ACEPTACIÓN O RECHAZO

01.- Será de aplicación lo establecido en el Apartado 11 del Artículo 40.32 de este Pliego.

12.- MEDICIÓN Y ABONO

01.- Será de aplicación lo establecido en el Apartado 12 del Artículo 40.32 de este Pliego.

ARTÍCULO 40.34.- SUELOS ESTABILIZADOS “IN SITU” CON CAL O CEMENTO

1.- DEFINICIÓN

01.- Se define como suelo estabilizado in situ la mezcla homogénea y uniforme de un suelo con cal o con cemento o conglomerantes especiales para carreteras (HRB), y eventualmente agua, en la propia traza de la calzada, la cual convenientemente compactada, tiene por objeto disminuir la susceptibilidad al agua del suelo o aumentar su resistencia o capacidad de soporte, para su uso en la formación de explanadas.

02.- La ejecución de un suelo estabilizado in situ incluye las siguientes operaciones:

- Estudio de la mezcla y obtención de la fórmula de trabajo.
- Preparación de la superficie existente.
- Disgregación del suelo.
- Humectación o desecación del suelo.
- Distribución de la cal o del cemento.
- Ejecución de la mezcla.
- Compactación.
- Terminación de la superficie.
- Curado y protección superficial.

03.- Según sus características finales se establecen tres tipos de suelos estabilizados in situ, denominados respectivamente S-EST1, S-EST2 y S-EST3. Los dos primeros se pueden conseguir con cal o con cemento, mientras que el tercer tipo se tiene que realizar necesariamente con cemento.

2.- REFERENCIA NORMATIVA

01.- El presente artículo se ha redactado según se recoge en el artículo 512 del PG-3 aprobado por la Orden FOM/2523/2014.

02.- Los conglomerantes especiales para carreteras (HRB) tendrán su aplicación según la serie de normas UNE-EN 13282 (13282-1 de endurecimiento rápido, 13282-2 de endurecimiento normal y 13282-3 evaluación de la conformidad)

3.- MATERIALES

01.- Lo dispuesto en este artículo se entenderá sin perjuicio de lo establecido en el Reglamento 305/2011 de 9 de marzo de 2011, del Parlamento Europeo y del Consejo, por el que se establecen las condiciones armonizadas para la comercialización de productos de construcción. Para los productos con marcado CE, el fabricante asumirá la responsabilidad sobre la conformidad de los mismos con las prestaciones declaradas, de acuerdo con el artículo 11 del mencionado Reglamento. Los productos que tengan el marcado CE deberán ir acompañados, además de dicho marcado, de la Declaración de Prestaciones, y de las instrucciones e información de seguridad del producto. Por su parte, la empresa Contratista deberá verificar que los valores declarados en los documentos que acompañan al marcado CE permitan deducir el cumplimiento de las especificaciones contempladas en el Proyecto o, en

su defecto, en este Pliego, debiendo adoptar, en el caso de que existan indicios de incumplimiento de las especificaciones declaradas, todas aquellas medidas que considere oportunas para garantizar la idoneidad del producto suministrado a la obra.

02.- Independientemente de lo anterior, se estará además en todo caso a lo dispuesto en la legislación vigente en materia ambiental, de seguridad y salud y de almacenamiento y transporte de productos de la construcción.

3.1.- Cal

01.- Salvo justificación en contrario, para la estabilización de suelos se usarán cales aéreas vivas del tipo CL 90-Q e hidratadas del tipo CL-90-S, conformes a la UNE-EN 459-1.

02.- El Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares, o en su defecto la Dirección de las Obras, podrá fijar la clase de cal según el tipo de suelo que se vaya a estabilizar (CL 80-Q y CL 80-S). Esta cumplirá las prescripciones del artículo 20.11 de este Pliego y las adicionales que establezca, en su caso, el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares.

3.2.- Cemento

01.- El Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares, o en su defecto la Dirección de las Obras, fijará el tipo y la clase resistente del cemento o del conglomerante hidráulico para carreteras a emplear, teniendo en cuenta las recomendaciones de uso indicadas en la vigente Instrucción para la recepción de cementos (RC). Éste cumplirá las prescripciones del artículo 20.13 del Pliego y las adicionales que establezca, en su caso, el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares.

02.- Salvo justificación en contrario, la clase resistente del cemento será la 22,5N o la 32,5N para los cementos especiales tipo ESP-VI-1 y la 32,5N para los cementos comunes. No se emplearán cementos de aluminato de calcio, ni mezclas de cemento con adiciones que no hayan sido realizadas en la fábrica.

03.- Si el contenido de sulfatos solubles (SO₃) en el suelo que se vaya a estabilizar, determinado según la UNE 103201, fuera superior al 0,5% en masa, deberá emplearse un cemento resistente a los sulfatos (SR/SRC) y aislar adecuadamente estas capas de las obras de paso de hormigón.

04.- El Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares fijará el principio de fraguado, según la UNE-EN 196, que, en todo caso, no podrá tener lugar antes de 100 min. No obstante, si la estabilización se realizase con temperatura ambiente superior a 30°C, el principio de fraguado, determinado con dicha norma, pero realizando los ensayos a una temperatura de 40±2°C, no podrá tener lugar antes de 1 h, realizando los ensayos a una temperatura de 40 ±2°C.

3.3.- Suelo

3.3.1.- Características generales

01.- Los materiales que se vayan a estabilizar in situ con cal, con cemento o con conglomerante hidráulico serán suelos de la traza u otros materiales locales que no contengan en ningún caso materia orgánica, sulfatos, sulfuros, fosfatos, nitratos, cloruros u otros

compuestos químicos en cantidades perjudiciales (el fraguado, la resistencia o la estabilidad volumétrica).

02.- Se podrán utilizar materiales reciclados procedentes de fresados de capas de mezcla bituminosa o de demoliciones de hormigón, subproductos y productos inertes de desecho, en cumplimiento del Acuerdo de Consejo de Ministros de 26 de diciembre de 2008, por el que se aprueba el Plan Nacional Integrado de Residuos 2008-2015, siempre que cumplan las prescripciones técnicas exigidas en este artículo, y se declare el origen de los materiales, tal como se establece en la legislación comunitaria sobre estas materias. Para el empleo de estos materiales se exige que las condiciones para su tratamiento y aplicación estén fijadas expresamente en el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares.

3.3.2.- Granulometría

01.- Los suelos que se vayan a estabilizar in situ con cal cumplirán, lo indicado en el cuadro 40.34.1.

CUADRO 40.34.1 – GRANULOMETRÍA DEL SUELO EN LAS ESTABILIZACIONES CON CAL O CON CONGLOMERANTE HIDRÁULICO

| TIPO DE SUELO ESTABILIZADO | CERNIDO ACUMULADO (% en masa) | |
|----------------------------|---|-------|
| | ABERTURA DE LOS TAMICES UNE-EN 933-2 (mm) | |
| | 80 | 0,063 |
| S-EST1 y S-EST2 | 100 | ≥ 15 |

(*) En el caso de conglomerantes hidráulicos este contenido no podrá ser superior al 80%.

02.- Por su parte, los suelos que se vayan a estabilizar in situ con cemento cumplirán, bien en su estado natural o bien tras un tratamiento previo con cal, lo indicado en el cuadro 40.34.2.

CUADRO 40.34.2 – GRANULOMETRÍA DEL SUELO EN LAS ESTABILIZACIONES CON CEMENTO

| TIPO DE SUELO ESTABILIZADO | CERNIDO ACUMULADO (% en masa) | | |
|----------------------------|---|------|-------|
| | ABERTURA DE LOS TAMICES UNE-EN 933-2 (mm) | | |
| | 80 | 2 | 0,063 |
| S-EST1 y S-EST2 | 100 | > 20 | < 50 |
| S-EST3 | | | < 35 |

3.3.3.- Composición química

01.- Los suelos que se vayan a estabilizar in situ con cal o cemento cumplirán lo indicado en el cuadro 40.34.3.

CUADRO 40.34.3 – COMPOSICIÓN QUÍMICA DEL SUELO

| CARACTERÍSTICA | NORMA | TIPO DE SUELO ESTABILIZADO | | |
|--------------------------------------|----------------|----------------------------|--------|--------|
| | | S-EST1 | S-EST2 | S-EST3 |
| MATERIA ORGÁNICA (MO) (% en masa) | UNE 103204 | < 2 | < 1 | |
| Sulfatos solubles (SO ₃) | UNE 103201 (*) | <0,7(**) | | |

| CARACTERISTICA | NORMA | TIPO DE SUELO ESTABILIZADO | | |
|----------------|-------|----------------------------|--------|--------|
| | | S-EST1 | S-EST2 | S-EST3 |
| (% en masa) | | | | |

(*) El contenido de sulfatos solubles se podrá determinar también a través de otros ensayos de mayor precisión como el de difracción por rayos X u otros convenientemente justificados.

(**) La utilización de suelos con sulfatos solubles puede dar lugar a problemas de hinchamiento por la formación de ettringitas y otros compuestos. Por ello, la realización de estabilizaciones de suelos con contenidos de sulfatos solubles $\geq 0,7\%$ en masa, requerirá la realización de un estudio específico, de aptitud de uso, aprobado por la Dirección de la Obra, conforme a lo indicado en 512.3.3.3.

3.3.4.- Plasticidad

01.- Los suelos que se vayan a estabilizar in situ con cal cumplirán lo indicado en el cuadro 40.34.4.

CUADRO 40.34.4 – PLASTICIDAD DEL SUELO EN LAS ESTABILIZACIONES CON CAL

| TIPO DE SUELO ESTABILIZADO | INDICE DE PLASTICIDAD (IP) (UNE 103104) |
|----------------------------|---|
| S-EST1 | ≥ 12 |
| S-EST2 | ≥ 12 y ≤ 40 |

02.- Si el índice de plasticidad fuera superior a 40, el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares, o en su defecto la Dirección de las Obras, podrá ordenar que la mezcla del suelo con la cal se realice en 2 etapas.

03.- Por su parte, los suelos que se vayan a estabilizar in situ con cemento cumplirán lo indicado en el cuadro 40.34.5.

CUADRO 40.34.5 – PLASTICIDAD DEL SUELO EN LAS ESTABILIZACIONES CON CEMENTO

| CARACTERISTICA | NORMA | TIPO DE SUELO ESTABILIZADO | | |
|----------------------------|------------|----------------------------|-------------|--------|
| | | S-EST1 | S-EST2 | S-EST3 |
| LIMITE LIQUIDO (LL) | UNE 103103 | - | $\leq 40^*$ | |
| INDICE DE PLASTICIDAD (IP) | UNE 103104 | $\leq 15^*$ | | |

04.- El Pliego Particular o en su defecto la Dirección de la Obra, podrá autorizar el tratamiento de suelos plásticos con un conglomerante hidráulico para carreteras HRB, que deberá disponer de una declaración específica por parte del fabricante de que dicho conglomerante está preparado para la mejora o estabilización de este tipo de suelos.

CUADRO 40.34.6. – PLASTICIDAD DEL SUELO EN LAS ESTABILIZACIONES CON CONGLOMERANTE HIDRÁULICO ESPECÍFICO PARA SUELOS PLÁSTICOS

| CARACTERÍSTICA | NORMA | TIPO DE SUELO ESTABILIZADO | | |
|----------------|-------|----------------------------|--------|--------|
| | | S-EST1 | S-EST2 | S-EST3 |
| | | | | |

| | | |
|----------------------------|--------------------------|------|
| Límite líquido (LL) | UNE 103103 | ≤ 65 |
| Índice de plasticidad (IP) | UNE 103103 UNE 103104 | ≤ 40 |

05.- Cuando interese utilizar suelos con un índice de plasticidad superior al indicado, el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares, o en su defecto la Dirección de las Obras, podrá ordenar un tratamiento previo con cal, con una dotación mínima del 1% en masa del suelo seco, de manera que el índice de plasticidad satisfaga las exigencias del cuadro 40.34.5. o un conglomerante hidráulico específico que satisfaga el cuadro 40.34.6.

3.4.- Agua

01.- El agua cumplirá las prescripciones del artículo 20.41 “Agua” de este Pliego.

4.- TIPO Y COMPOSICION DEL SUELO ESTABILIZADO

01.- El Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares definirá el tipo y la composición del suelo estabilizado, cuyo contenido, capacidad de soporte y densidad deberán cumplir lo indicado en el cuadro 40.34.7.

CUADRO 40.34.7 – ESPECIFICACIONES DEL SUELO ESTABILIZADO IN SITU

| CARACTERISTICA | UNIDAD | NORMA | TIPO DE SUELO ESTABILIZADO | | |
|---------------------------------|-------------------------|------------|----------------------------|--------|------------|
| | | | S-EST1 | S-EST2 | S-EST3 |
| CONTENIDO DE CONGLOMERANTE | % en masa de suelo seco | | ≥ 2 | ≥ 3 | ≥ 4 |
| INDICE CBR, a 7 días (*) | - | UNE 103502 | ≥ 6 | ≥ 12 | |
| COMPRESION SIMPLE, a 7 días (*) | MPa | NLT-305 | - | - | ≥ 2,0 (**) |
| DENSIDAD (Proctor modificado) | % de la densidad máxima | UNE 103501 | ≥ 95(**) | ≥ 97 | ≥ 98 |

(*) Para la realización de estos ensayos, las probetas se compactarán, según la UNE 13286-51, con la densidad especificada en la fórmula de trabajo.

(**) Para la capa de coronación de la categoría de explanada E1 definida en la Norma 6.1- IC de Secciones de firme, este valor será del 97%.

(***) En los casos en los que deba tenerse en cuenta el efecto de las heladas este valor podrá aumentarse a 2,5 MPa.

02.- El suelo que se vaya a estabilizar no presentará hinchamiento o colapso al efectuar los ensayos (normas UNE 103601 y 103406). En caso contrario, se podrá utilizar siempre que se realicen las siguientes comprobaciones:

- En suelos estabilizados con cal se ha de comprobar que dicho hinchamiento o colapso desaparece en el suelo estabilizado en ensayos realizados a las 24 h de su mezcla con el conglomerante, determinados ambos sobre probetas remoldeadas (ensayo Proctor Modificado, UNE 103501) con las condiciones de humedad y densidad requeridas en la obra. Si a esta edad siguiera teniendo hinchamiento o colapso se repetirán los ensayos tras haber sometido las muestras a un proceso de curado durante 7 d en bolsas de plástico, dentro de cámara húmeda, para evitar la

pérdida de humedad, y en caso de persistir dicho hinchamiento o colapso no se podrá utilizar el material.

- En suelos estabilizados con cemento o con conglomerante hidráulico se ha de comprobar que la expansión volumétrica del suelo estabilizado después de siete días de inmersión en agua (norma UNE-EN 13286-49) es inferior al cinco por ciento.

03.- En el caso de que el suelo original resultara expansivo o colapsable, de acuerdo con los criterios establecidos, deberán realizarse los ensayos indicados de hinchamiento libre (UNE 103601) y de colapso (UNE 103406) sobre el suelo estabilizado, determinados ambos sobre probetas remoldeadas (ensayo Proctor Modificado, norma UNE 103501) con las condiciones de humedad y densidad requeridas en la obra y se comprobará que se cumplen los límites de 0,5% en colapso y 1,5% de hinchamiento libre. Los ensayos se realizarán a las 24 h de su mezcla con el conglomerante.

04.- Si a esta edad siguiera teniendo hinchamiento o colapso superior a los valores indicados se podrá adoptar una de las siguientes medidas:

- Repetir los ensayos tras haber sometido las muestras a un proceso de curado durante siete días en bolsas de plástico, dentro de cámara húmeda, para evitar la pérdida de humedad. En caso de no cumplir los valores de la tabla 512.5 no se podrá utilizar el material.
- Determinar la expansión volumétrica del suelo estabilizado después de siete días de inmersión en agua (UNE EN 13286-49). Si ésta es inferior al cinco por ciento se podrá utilizar el material.

05.- El espesor de capa estabilizada será el adecuado para que, con los medios disponibles, se obtenga en toda ella las características de la estabilización pretendida y el grado de compactación exigido. En general, y salvo especificación en contra del Proyecto o de la Dirección de la Obra, dicho espesor no será inferior a veinticinco centímetros.

06.- En los casos en los que, por las características geológicas de la zona, haya dificultad para disponer de suelos o materiales locales con un contenido de sulfatos solubles (UNE 103201) inferior a 0,7%, se podrá hacer un estudio específico de aptitud de uso, realizando los ensayos y siguiendo los criterios que se indican en este apartado.

07.- El valor de la expansión volumétrica del suelo estabilizado, después de siete días de inmersión en agua (norma UNE EN 13286-49) deberá ser inferior al cinco por ciento.

08.- Si la estabilización del suelo se fuera a llevar a cabo con cemento o con conglomerante hidráulico, se deberá cumplir además que la resistencia a tracción indirecta (UNE EN 13286-42) sea mayor o igual a 0,2 MPa. Este valor de resistencia se deberá determinar sobre una muestra de 3 probetas idénticas a las indicadas para el ensayo de hinchamiento acelerado y sometidas a las mismas condiciones de conservación e inmersión en agua a 40 °C durante 7 días, con la única diferencia de que esta inmersión se hará con las probetas dentro de sus moldes.

09.- Los suelos estabilizados no serán susceptibles de ningún tipo de meteorización o de alteración física o química apreciables bajo las condiciones más desfavorables que, presumiblemente, puedan darse en el lugar de empleo. Tampoco podrán dar origen, con el agua, a disoluciones que puedan causar daños a estructuras o a otras capas del firme, o contaminar los suelos o corrientes de agua. Por ello, en materiales en los que, por su naturaleza, no exista suficiente experiencia sobre su comportamiento, deberá hacerse un estudio especial sobre la aptitud para su empleo y ser aprobado por la Dirección de las Obras.

10.- El Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares, o en su defecto la Dirección de las Obras, deberá fijar los ensayos para determinar la inalterabilidad del material. Si se considera conveniente, para caracterizar los componentes del suelo que puedan ser lixiviados y que puedan significar un riesgo potencial para el medio ambiente o para los elementos de construcción situados en las proximidades, se aplicará la NLT-326.

11.- En el caso de los suelos estabilizados con cal, en la fabricación de las probetas para la realización del ensayo Proctor modificado según la UNE 103501, entre la mezcla del suelo con cal y la compactación deberá transcurrir un tiempo semejante al previsto entre esas mismas operaciones en el proceso de ejecución de las obras.

12.- El suelo estabilizado in situ con cemento deberá tener un plazo de trabajabilidad, de acuerdo con la UNE-EN 13286-45, tal que permita completar la compactación de una franja antes de que haya finalizado dicho plazo en la franja adyacente estabilizada previamente, no pudiendo ser inferior al indicado en el cuadro 40.34.8.

CUADRO 40.34.8 - PLAZO MÍNIMO DE TRABAJABILIDAD (tpm) DEL SUELO ESTABILIZADO IN SITU CON CEMENTO O CON CONGLOMERANTE HIDRÁULICO

| TIPO DE OBRA | t _{pm} (minutos) (UNE-EN 13286-45) |
|------------------|--|
| ANCHURA COMPLETA | 120 |
| POR FRANJAS | 180 |

5.- EQUIPO NECESARIO PARA LA EJECUCION DE LAS OBRAS

01.- Se estará, en todo caso, a lo dispuesto en la legislación vigente en materia ambiental, de seguridad y salud y de transporte en lo referente a los equipos empleados en la ejecución de las obras.

02.- No se podrá utilizar en la ejecución de los suelos estabilizados in situ ningún equipo que no haya sido previamente aprobado por la Dirección de las Obras, después de la ejecución del tramo de prueba.

03.- Para la ejecución de los suelos estabilizados in situ se deberán emplear equipos mecánicos. Éstos podrán ser equipos independientes que realicen por separado las operaciones de disgregación, distribución de la cal o del cemento, humectación, mezcla y compactación, o bien equipos que realicen dos o más de estas operaciones, excepto la compactación, de forma simultánea.

04.- Salvo justificación en contrario, para vías con categoría de tráfico pesado o cuando la superficie a tratar sea superior a los 70.000 m², será preceptivo el empleo de equipos que integren en una sola máquina las operaciones de disgregación, de dosificación y distribución de la cal o del cemento y del agua, y de mezcla.

05.- La mezcla in situ del suelo con cal o con cemento se realizará mediante equipos autopropulsados que permitan una suficiente disgregación de aquél hasta la profundidad establecida en los Planos, si dicha disgregación no hubiera sido previamente obtenida por escarificación, y una mezcla uniforme de ambos materiales en una sola pasada.

06.- En zonas tales que, por su reducida extensión, su pendiente o su proximidad a obras de paso o de drenaje, a muros o estructuras, no permitan el empleo del equipo que normalmente se esté utilizando, se emplearán los medios adecuados a cada caso, de forma que las características obtenidas no difieran de las exigidas en las demás zonas.

07.- Salvo justificación en contrario, el cemento o la cal se dosificarán como lechada. Se podrá dosificar en polvo en obras pequeñas (menos de 70.000 m²) o cuando sea conveniente una reducción de la humedad natural del suelo, siempre que lo autorice expresamente la Dirección de las Obras; en este caso, y siempre que se cumplan los requisitos de la legislación ambiental y de seguridad y salud, se emplearán equipos con dosificación ligada a la velocidad de avance, que podrán consistir en tanques remolcados con tolvas acopladas en la parte posterior con compuerta regulable. Si la descarga del cemento o de la cal sobre el suelo a estabilizar se realizase desde una altura superior a 10 cm, el dispositivo de descarga estará protegido con faldones cuya parte inferior no deberá distar más de 10 cm de la superficie.

08.- Cuando el cemento o la cal se aporten en forma de lechada, el equipo para su fabricación tendrá un mezclador con alimentación volumétrica de agua y dosificación ponderal del conglomerante. El equipo de estabilización deberá estar provisto de un dosificador-distribuidor volumétrico de lechada, con bomba de caudal variable y dispositivo de rociado, así como de control automático programable de dosificación, que permita adecuar las dosificaciones a la fórmula de trabajo correspondiente, según la profundidad y la anchura de la capa que se vaya a estabilizar, y según el avance de la máquina, con las tolerancias fijadas en el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares.

09.- Todos los compactadores deberán ser autopropulsados, tener inversores del sentido de la marcha de acción suave y estar dotados de dispositivos para mantenerlos húmedos en caso necesario. La composición del equipo de compactación se determinará en el tramo de prueba, y deberá estar compuesto como mínimo de 1 compactador vibratorio de rodillo metálico

10.- El compactador vibratorio dispondrá de un rodillo metálico con una carga estática sobre la generatriz no inferior a 300 N/cm y capaz de alcanzar una masa de al menos 15 t con amplitudes y frecuencias de vibración adecuadas. En caso de utilizarse, el compactador de neumáticos será capaz de alcanzar una masa de al menos 35 t y una carga por rueda de 5 t, con una presión de inflado que pueda alcanzar al menos 0,8 MPa.

11.- Los compactadores de rodillos metálicos no presentarán surcos ni irregularidades en ellos. Los compactadores vibratorios tendrán dispositivos automáticos para eliminar la vibración al invertir el sentido de la marcha.

12.- Los compactadores de neumáticos, en caso de emplearse, tendrán ruedas lisas, en número, tamaño y configuración tales que permitan el solape de las huellas de las delanteras con las de las traseras.

13.- La Dirección de las Obras aprobará el equipo de compactación que se vaya a emplear, su composición y las características de cada uno de sus componentes, que serán las necesarias para conseguir una densidad adecuada y homogénea del suelo estabilizado en todo su espesor, sin producir arrollamientos.

14.- En los lugares inaccesibles para los equipos de compactación normales, se emplearán otros de tamaño y diseño adecuados para la labor que se pretenda realizar.

6.- EJECUCIÓN DE LAS OBRAS

6.1.- Estudio de la mezcla y obtención de la fórmula de trabajo

01.- La estabilización de suelos in situ con cal o con cemento no se podrá iniciar en tanto que la Dirección de las Obras no haya aprobado la correspondiente fórmula de trabajo, previo estudio en laboratorio y comprobación en el tramo de prueba, la cual deberá señalar, como mínimo:

- El espesor del suelo estabilizado.
- La dosificación mínima de conglomerante (indicando de la cal su clase de acuerdo con el artículo 20.11 "Cal aérea" de este Pliego y del cemento su tipo y clase resistente de acuerdo con el artículo 20.13 "Cementos" de este Pliego) referida a la masa total de suelo seco y, en su caso, por metro cuadrado de superficie, la cual no deberá ser inferior a la mínima fijada en el cuadro 40.34.7.
- El contenido de humedad, según la UNE 103300, del suelo inmediatamente antes de su mezcla con la cal o con el cemento, y el de la mezcla en el momento de su compactación.
- La compactación a obtener, mediante el valor mínimo de la densidad que deberá cumplir lo fijado en el cuadro 40.34.7 y el apartado 8.1.
- El índice CBR a 7 días o la resistencia a compresión simple a la misma edad, según el tipo de suelo estabilizado, cuyos valores deberán cumplir lo fijado en el cuadro 40.34.7.
- El plazo de trabajabilidad en el caso de las estabilizaciones con cemento, cuyo valor deberá cumplir lo indicado en el cuadro 40.34.8.

02.- Si la marcha de los trabajos lo aconsejase, la Dirección de las Obras podrá modificar la fórmula de trabajo, a la vista de los resultados obtenidos de los ensayos, pero respetando la dosificación mínima, el valor mínimo del índice CBR o de la resistencia a compresión simple en su caso, ambos a 7 días, y las demás especificaciones fijadas en este artículo para la unidad terminada. En todo caso, se estudiará y aprobará otra fórmula de trabajo, de acuerdo con lo indicado en este apartado, cada vez que varíen las características del suelo a estabilizar, o de alguno de los componentes de la estabilización, o si varían las condiciones ambientales.

03.- La tolerancia admisible, respecto a la fórmula de trabajo, del contenido de humedad del suelo estabilizado en el momento de su compactación, será de 2% respecto a la humedad óptima definida en el ensayo Proctor modificado (UNE 103501).

04.- En el caso de suelos inadecuados o marginales susceptibles de hinchamiento o colapso, la humedad de mezcla y compactación más conveniente deberá ser objeto de estudio especial para determinar la humedad de compactación y en la fórmula de trabajo deberá indicarse la expansión volumétrica del suelo estabilizado después de siete días (7d) de inmersión en agua según UNE-EN 13286-49.

6.2.- Preparación de la superficie existente

01.- Si se añade suelo de aportación para corregir las características del existente, se deberán mezclar ambos en todo el espesor de la capa que se vaya a estabilizar, antes de iniciar la distribución de la cal, del cemento o del conglomerante.

02.- Si el suelo que se va a estabilizar fuera en su totalidad de aportación, se deberá comprobar, antes de extenderlo, que la superficie subyacente tenga la densidad exigida y las rasantes indicadas en los Planos, con las tolerancias establecidas en este Pliego. Si en dicha

superficie existieran irregularidades que excedan de las mencionadas tolerancias, se corregirán de acuerdo con las prescripciones de la unidad de obra correspondiente de este Pliego.

03.- Si se añade suelo o material local de aportación para corregir las características del existente, se deberán mezclar ambos en todo el espesor de la capa que se vaya a estabilizar, antes de iniciar la distribución del conglomerante.

6.3.- Disgregación del suelo

01.- Cuando se estabilice el suelo existente en la traza, éste deberá disgregarse en toda la anchura de la capa que se vaya a estabilizar, y hasta la profundidad necesaria para alcanzar, una vez compactada, el espesor de estabilización señalado en los Planos.

02.- El suelo que se vaya a estabilizar deberá disgregarse hasta conseguir una eficacia mínima del 100%, referida al tamiz 25 mm de la UNE-EN 933-2, y del 80% en estabilizaciones para obtener SEST-3 y SEST-2 y del 60% en estabilizaciones SEST-1, referida al tamiz 4 mm de la UNE-EN 933. La eficacia de disgregación se definirá por la relación entre el cernido en obra del material húmedo y el cernido en laboratorio de ese mismo material desecado y desmenuzado, por el tamiz al que se refiere.

03.- El suelo disgregado no deberá presentar en ninguna circunstancia elementos ni grumos de tamaño superior a 80 mm. La disgregación se podrá hacer en una sola etapa, pero en algunos tipos de suelos podrá haber dificultades para alcanzar el grado de disgregación necesario, por exceso o por defecto de humedad, o por un índice de plasticidad elevado. En el primer caso se corregirá el grado de humedad del suelo, según el apartado 6.4.

04.- En los casos de estabilización con cal de suelos con índice de plasticidad elevado, en los que no se consiga la eficacia de disgregación requerida, podrá ser necesario realizar la disgregación, distribución y mezcla de la cal en dos etapas, de manera que la cal añadida en la primera etapa contribuya a hacer el suelo más friable y a conseguir el grado de finura deseado en la mezcla final. Salvo justificación en contrario, en esa primera etapa bastará con que la totalidad de los grumos tengan un tamaño inferior a 50 mm y podrá ser conveniente elevar la humedad del suelo por encima de la óptima de compactación.

05.- Tras la mezcla inicial con cal el material tratado se compactará ligeramente para evitar variaciones de humedad y reducir la carbonatación de la cal y se dejará curar un tiempo mínimo de 24 horas. Este plazo de curado podrá ser aumentado hasta 7 días, a criterio de la Dirección de las Obras, si el índice de plasticidad del suelo, según la UNE 103104, fuera superior a 40. Transcurrido el plazo de este curado inicial se procederá a la realización de la segunda etapa, en la que se llevarán a cabo todas las operaciones de disgregación, corrección de humedad, distribución de cal, mezcla, compactación, terminación y curado final, de manera similar a como se prescriben para las estabilizaciones convencionales realizadas en una sola etapa.

6.4.- Humectación o desecación del suelo

01.- La humedad del suelo deberá ser tal que permita que, con el equipo que se vaya a realizar la estabilización, se consiga el grado de disgregación requerido y su mezcla con la cal o con el cemento sea total y uniforme.

02.- En el caso de ser necesaria la incorporación de agua a la mezcla para alcanzar el valor de humedad fijado por la fórmula de trabajo, deberán tenerse en cuenta las posibles

evaporaciones o precipitaciones que puedan tener lugar durante la ejecución de los trabajos. Dicha incorporación deberá realizarse, preferentemente, por el propio equipo de mezcla.

03.- La Dirección de las Obras podrá autorizar el empleo de un tanque regador independiente; en este caso, el agua deberá agregarse uniformemente disponiéndose los equipos necesarios para asegurar la citada uniformidad e incluso realizando un desmenuzamiento previo del suelo si fuera necesario. Deberá evitarse que el agua escurra por las roderas dejadas por el tanque regador, o se acumule en ellas. Asimismo, no se permitirán paradas del equipo mientras esté regando, con el fin de evitar la formación de zonas con exceso de humedad.

04.- Previa aceptación la Dirección de las Obras, los suelos cohesivos se humedecerán, en su caso, el día anterior al de la ejecución de la mezcla, para que la humedad sea uniforme.

05.- En los casos en que la humedad natural del material sea excesiva, se tomarán las medidas adecuadas para conseguir el grado de disgregación y la compactación previstos, pudiéndose proceder a su desecación por oreo o a la adición y mezcla de materiales secos ; o se podrá realizar, previa autorización de la Dirección de las Obras, una etapa previa de disgregación y mezcla con cal para la corrección del exceso de humedad del suelo, tanto si finalmente se va a estabilizar con cal como si se va a estabilizar con cemento.

6.5.- Distribución de la cal o del cemento

01.- El conglomerante se distribuirán uniformemente mediante equipos mecánicos con la dosificación fijada en la fórmula de trabajo, en forma de lechada y directamente en el mezclador.

02.- Antes de iniciar el proceso en obra se purgarán y pondrán a punto las bombas y los dispersores de agua y de lechada, fuera del lugar de empleo, para garantizar las dotaciones establecidas en la fórmula de trabajo de manera continua y uniforme. En cada parada del equipo se realizará una limpieza de los difusores, y como mínimo 2 veces al día.

03.- La Dirección de las Obras podrá autorizar la distribución en seco en obras pequeñas (menos de 70.000 m²) o cuando sea conveniente por el exceso de humedad natural del suelo.

04.- En el caso de que la dosificación se realice en seco, deberán coordinarse adecuadamente los avances del equipo de dosificación de conglomerante y del de mezcla, no permitiéndose que haya entre ambos un desfase superior a 20 m. La extensión se detendrá cuando la velocidad del viento fuera excesiva, a juicio de la Dirección de las Obras, cuando supere los 10 m/s, o cuando la emisión de polvo afecte a zonas pobladas, ganaderas, o especialmente sensibles. No podrá procederse a la distribución de la cal o del cemento en seco mientras queden concentraciones superficiales de humedad.

05.- Sólo en zonas de reducida extensión, no accesibles a los equipos mecánicos, la Dirección de las Obras podrá autorizar la distribución manual. Para ello, se utilizarán sacos que se colocarán sobre el suelo formando una cuadrícula de lados aproximadamente iguales, correspondientes a la dosificación aprobada. Una vez abiertos los sacos, su contenido será distribuido rápida y uniformemente mediante rastrillos manuales o rastras de púas remolcadas.

06.- En la distribución del conglomerante se tomarán las medidas adecuadas para el cumplimiento de la legislación que, en materia ambiental, de seguridad laboral y de transporte y almacenamiento de materiales, estuviese vigente.

6.6.- Ejecución de la mezcla

01.- Inmediatamente después de la distribución del conglomerante deberá procederse a su mezcla con el suelo. Se deberá obtener una dispersión homogénea, lo que se reconocerá por un color uniforme de la mezcla y la ausencia de grumos. Todo el conglomerante se deberá mezclar con el suelo disgregado antes de haber transcurrido 1 h desde su aplicación.

02.- El equipo de mezcla deberá contar con los dispositivos necesarios para asegurar un amasado homogéneo en toda la anchura y profundidad del tratamiento. Si se detectaran segregaciones, partículas sin mezclar, o diferencias de contenido de cemento, de cal o de agua en partes de la superficie estabilizada, deberá detenerse el proceso y realizar las oportunas correcciones hasta solucionar las deficiencias.

03.- El material estabilizado con cemento no podrá permanecer más de 1/2 h sin que se proceda al inicio de la compactación, la cual deberá finalizar antes de que transcurra el plazo de trabajabilidad.

6.7.- Compactación

01.- En el momento de iniciar la compactación, la mezcla deberá estar disgregada en todo su espesor y su grado de humedad será el correspondiente al de la óptima del ensayo Proctor modificado (UNE 103501), con las tolerancias admitidas en el apartado 6.1.

02.- La compactación se realizará según el plan aprobado por la Dirección de las Obras de acuerdo con los resultados del tramo de prueba. Se compactará en una sola tongada y se continuará hasta alcanzar la densidad especificada en el apartado 8.1.

03.- En el caso de las estabilizaciones con cemento o conglomerante hidráulico, el proceso completo desde la mezcla del cemento con el agua hasta la terminación de la superficie deberá realizarse dentro del plazo de trabajabilidad de la mezcla.

04.- La compactación se realizará de manera continua y uniforme. Si el proceso completo de ejecución, incluida la mezcla, se realiza por franjas, al compactar una de ellas se ampliará la zona de compactación para que incluya, al menos, 15 cm de la anterior. Deberá disponerse en los bordes una contención lateral adecuada. Si la mezcla se realiza con dos máquinas en paralelo con un ligero desfase, se compactarán las dos franjas a la vez.

05.- Los rodillos deberán llevar su rueda motriz del lado más cercano al equipo de mezcla. Los cambios de dirección de los compactadores se realizarán sobre mezcla ya compactada, y los cambios de sentido se efectuarán con suavidad. Los elementos de compactación deberán estar siempre limpios y, si fuera preciso, húmedos.

06.- Durante la compactación, la superficie del suelo estabilizado in situ se conformará mediante su refinado con motoniveladora, eliminando irregularidades, huellas o discontinuidades, para lo cual la Dirección de las Obras podrá aprobar la realización de una ligera escarificación de la superficie y su posterior recompactación previa adición del agua necesaria, que en el caso de estabilizar con cemento deberá tener en cuenta el plazo de trabajabilidad.

6.8.- Terminación de la superficie

01.- Una vez terminada la compactación no se permitirá su recrecimiento.

02.- Si fuera preciso, la Dirección de las Obras podrá autorizar las operaciones de terminación de la superficie para conseguir la rasante y sección definidas en los Planos de Proyecto, eliminando además irregularidades, huellas o discontinuidades. Éstas solamente podrán consistir en una ligera escarificación de la superficie, y su posterior recompactación previa adición del agua necesaria o un refinado con motoniveladora (para el suelo estabilizado con cemento, siempre que esté dentro del periodo de trabajabilidad de la mezcla).

03.- Los materiales procedentes del refinado deberán ser retirados a vertedero según lo dispuesto en la legislación vigente sobre medio ambiente.

6.9.- Ejecución de juntas

01.- Después de haber extendido y compactado una franja, se realizará la siguiente mientras el borde de la primera se encuentre en condiciones de ser compactado; en caso contrario, se ejecutará una junta longitudinal, lo cual debe ser evitado en la medida de lo posible.

02.- Entre las sucesivas pasadas del equipo de estabilización deberá producirse un solape transversal con el fin de evitar la existencia de zonas insuficientemente tratadas o la acumulación de segregaciones. Este solape vendrá impuesto por las anchuras de las máquinas y de la franja a tratar y generalmente estará comprendido entre 15 y 25 cm. La máquina dosificadora-mezcladora deberá evitar la producción de suelo estabilizado con dotaciones distintas de la especificada.

03.- En estabilizaciones con cemento, se dispondrán juntas transversales de trabajo donde el proceso constructivo se interrumpiera más del tiempo de trabajabilidad de la mezcla. Las juntas transversales de trabajo se efectuarán disgregando el material de una zona ya tratada en la longitud suficiente, en general no menos de un diámetro del rotor-fresador, bajando hasta la profundidad especificada sin avanzar, para que pueda regularse con precisión la incorporación de la cal o del cemento en la zona no tratada.

6.10.- Curado y protección superficial

01.- Una vez finalizada la compactación, y siempre dentro de la misma jornada de trabajo, se aplicará un riego de curado, según se especifica en el artículo 40.43 "Riegos de curado" de este Pliego. Hasta la aplicación del riego de curado deberá mantenerse la superficie constantemente húmeda, para lo cual deberá regarse con la debida frecuencia, pero teniendo cuidado para que no se produzcan encharcamientos.

02.- Cuando la capa de suelo estabilizado no constituya la coronación de la explanada, podrá prescindirse del riego de curado siempre que se mantenga la superficie húmeda durante un periodo mínimo de 3 a 7 días a partir de su terminación, y previa autorización de la Dirección de las Obras.

03.- Si se prevé la posibilidad de heladas dentro de un plazo de 7 días a partir de la terminación, el suelo estabilizado deberá protegerse contra aquéllas, siguiendo las instrucciones de la Dirección de las Obras.

04.- En los suelos estabilizados con cemento que constituyan capas de coronación para la formación de explanadas, mientras no se hayan finalizado la compactación, la terminación de la superficie y el curado final del suelo estabilizado in situ con cemento, se prohibirá todo tipo de circulación que no sea imprescindible para dichas operaciones. Una vez ejecutado el riego de curado, no podrán circular sobre él vehículos ligeros en los 3 primeros días, ni vehículos

pesados en los 7 días, salvo que se proteja la superficie con un riego de árido de cobertura y lo autorice expresamente la Dirección de las Obras y estableciendo previamente una protección del riego de curado, mediante la extensión de una capa de árido de cobertura, según lo indicado en el artículo 40.43 "Riegos asfálticos de curado" de este Pliego. Dicha protección, que deberá garantizar la integridad del riego de curado durante un periodo mínimo de 7 días, se barrerá antes de ejecutar otra unidad de obra sobre el suelo estabilizado. Se procurará una distribución uniforme del tráfico de obra en toda la anchura de la traza.

05.- En el caso de las estabilizaciones con cal y si se hubieran empleado para la compactación rodillos cuyo peso individual fuera superior a 25 t, la Dirección de las Obras podrá autorizar la puesta en obra de la siguiente capa de firme inmediatamente después de la terminación de la superficie, prescindiendo del curado final.

06.- En el caso de estabilizaciones con cemento o conglomerante hidráulico, la Dirección de las Obras fijará en función de los tipos, ritmos y programa de trabajo, el plazo para la extensión de la capa superior, que deberá ser el mayor posible, siempre que se impida la circulación del tráfico de obra sobre la capa estabilizada. En ningún caso el plazo de extensión de las capas superiores será inferior a 7 días.

7.- TRAMO DE PRUEBA

01.- Antes de iniciarse la estabilización in situ del suelo con cal o con cemento se exigirá por el PPTP o la Dirección de las Obras la realización de un tramo de prueba para cada tramo homogéneo, que se realizará con el espesor y la fórmula de trabajo prescritos y empleando los mismos medios que vaya a utilizar la empresa Contratista para la ejecución de las obras, para comprobar la fórmula de trabajo y el funcionamiento de los equipos necesarios, especialmente, la forma de actuación del equipo de compactación.

02.- Asimismo, se verificará, mediante toma de muestras, la conformidad del suelo estabilizado con las condiciones especificadas sobre humedad, profundidad de estabilización, granulometría, dosificación y demás requisitos exigidos, así como la homogeneidad de la mezcla.

03.- El Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares o, en su defecto, la Dirección de las Obras fijará la longitud del tramo de prueba, que no podrá ser inferior a 100 m. La Dirección de las Obras determinará si es aceptable su realización como parte integrante de la unidad de obra definitiva.

04.- Asimismo, durante la ejecución del tramo de prueba se analizarán los aspectos siguientes:

- Correlación, en su caso, entre los métodos de control de la dosificación de conglomerante establecidos en los Pliegos de Prescripciones Técnicas y otros métodos rápidos de control.
- Correlación, en su caso, entre los métodos de control de la densidad y la humedad in situ establecidos en los Pliegos de Prescripciones Técnicas y otros métodos rápidos de control.
- Correlación en su caso, entre el método de control del módulo de la capa terminada, según el ensayo de carga vertical de suelos mediante placa estática, (UNE 103808) y otros métodos de mayor rendimiento.
- Se comprobará en la mezcla la precisión de los sistemas de dosificación de la cal, del cemento o del conglomerante empleado, del agua y, en su caso, de las adiciones.

- Se establecerán las relaciones entre orden y número de pasadas de los compactadores y la densidad alcanzada.
- Se medirá el esponjamiento de la capa estabilizada, por diferencia de los espesores antes de la disgregación y después de la compactación.

05.- A la vista de los resultados obtenidos, la Dirección de las Obras definirá:

- Si es aceptable o no la fórmula de trabajo. En el primer caso se podrá iniciar la ejecución de la estabilización; en el segundo, deberá proponer las actuaciones a seguir (estudio de una nueva fórmula, corrección parcial de la ensayada, correcciones en los sistemas de dosificación, etc.).
- Si son aceptables o no los equipos propuestos por la empresa Contratista. En el primer caso, aprobará su forma específica de actuación; en el segundo, la empresa Contratista deberá proponer nuevos equipos o incorporar otros suplementarios.

8.- ESPECIFICACIONES DE LA UNIDAD TERMINADA

8.1.- Resistencia, densidad y capacidad de soporte

01.- La capacidad de soporte o la resistencia y la densidad del suelo estabilizado in situ con cal o con cemento deberán cumplir todo lo especificado en este Artículo y en el Pliego Particular, según el tipo de suelo y la categoría de explanada que se pretenda conseguir.

02.- Adicionalmente, en la capa superior de las empleadas en la formación de las explanadas el valor del módulo de compresibilidad en el segundo ciclo de carga del ensayo de carga con placa (Ev2), según la UNE 103808, será superior al valor especificado en el cuadro 40.34.9. La determinación deberá llevarse a cabo transcurridos entre 14 días y 28 días desde la ejecución.

Además, la relación entre el módulo obtenido en el segundo ciclo del ensayo de carga con placa y el primero ciclo será inferior a 2,2.

CUADRO 40.34.9 - VALOR MINIMO DEL MODULO DE COMPRESIBILIDAD EN EL SEGUNDO CICLO DE CARGA (Ev2) (UNE 103808).

| TIPO DE SUELO ESTABILIZADO | S-EST1 | S-EST2 | S-EST3 |
|----------------------------|--------|--------|--------|
| Ev2 (MPa) | 60 | 120 | 300 |

03.- La Dirección de las Obras podrá autorizar la sustitución del ensayo descrito en la UNE 103808 por otros procedimientos de control siempre que se disponga de correlaciones fiables y contrastadas entre los resultados de ambos ensayos.

8.2.- Terminación, rasante, anchura y espesor

01.- La superficie de la capa estabilizada terminada deberá presentar un aspecto uniforme, exenta de segregaciones y de ondulaciones y con las pendientes adecuadas.

02.- La rasante de la superficie terminada no deberá superar a la teórica en ningún punto, ni quedar por debajo de ella, en más de 30 mm en estabilizaciones in situ de fondos de desmonte y formación de núcleos de terraplén. En los supuestos de estabilizaciones in situ para explanadas, la rasante no podrá quedar por debajo de la teórica en más de 20 mm.

03.- En todos los perfiles transversales cada 20 m se comprobará la anchura de la capa estabilizada, que en ningún caso deberá ser inferior, ni superar en más de 10 cm, a la establecida en los Planos de secciones tipo.

04.- El espesor de la capa no deberá ser inferior en ningún punto al previsto para ella en los Planos de secciones tipo; en caso contrario se procederá según el apartado 11.3.

9.- LIMITACIONES DE LA EJECUCIÓN

01.- Salvo autorización expresa de la Dirección de las Obras, no se permitirá la ejecución de la estabilización in situ:

- Cuando la temperatura ambiente a la sombra sea superior a los 35°C y tienda a subir.
- Cuando la temperatura ambiente a la sombra sea inferior a 5°C y exista previsión de heladas. La Dirección de las Obras podrá bajar este límite, a la vista de los resultados de compactación obtenidos.
- Cuando se produzcan precipitaciones atmosféricas intensas.

02.- En los casos en los que la Dirección de las Obras autorice la extensión del conglomerante en seco, su distribución deberá interrumpirse cuando la fuerza del viento sea excesiva, a juicio de aquél, teniendo siempre en cuenta las medidas necesarias para el cumplimiento de la legislación que, en materia ambiental, de seguridad laboral y de transporte y almacenamiento de materiales, estuviese vigente y respetando las limitaciones indicadas en el apartado 6.5.

03.- En el caso de suelos estabilizados tipo S-EST3, cuando haya riesgo de que se produzcan heladas nocturnas, se adoptarán las medidas oportunas para evitar que la capa resulte afectada, tales como la utilización de cobertores u otras medidas propuestas por la empresa Contratista y aprobadas por la Dirección de las Obras o, en su defecto, la utilización de un cemento con velocidad alta de desarrollo de resistencias iniciales (R) o el aumento de la dosificación de cemento para incrementar la resistencia a 7 días. En su defecto podrán considerarse otras medidas.

10.- CONTROL DE CALIDAD

01.- En el caso de productos que deban tener el marcado CE, según el Reglamento 305/2011, para el control de procedencia de los materiales, se llevará a cabo la verificación de que los valores declarados en los documentos que acompañan al marcado CE cumplen las especificaciones establecidas en este Pliego. Independientemente de la aceptación de la veracidad de las propiedades referidas en el marcado CE, si se detectara alguna anomalía durante el transporte, almacenamiento o manipulación de los productos, la Dirección de las Obras, en el uso de sus atribuciones, podrá disponer en cualquier momento, la realización de comprobaciones y ensayos sobre los materiales suministrados a la obra.

02.- En el caso de productos que no tengan la obligación de disponer de marcado CE por no estar incluidos en normas armonizadas, o corresponder con alguna de las excepciones establecidas en el artículo 5 del Reglamento 305/2011, se deberá llevar a cabo obligatoriamente los ensayos de identificación y caracterización para el control de procedencia que se indican en los epígrafes siguientes.

10.1 Control de procedencia de los materiales

10.1.1.- Cal

01.- Se seguirán las prescripciones del artículo 20.11 "Cal aérea" de este Pliego.

10.1.2.- Cemento

01.- Se seguirán las prescripciones del artículo 20.13 "Cementos" de este Pliego.

10.1.3.- Conglomerante especial

01.- Se seguirán las prescripciones de la serie UNE-EN 13282.

10.1.4.- Suelo

01.- Antes de iniciar la estabilización, se identificará cada tipo de suelo, determinando su aptitud. El reconocimiento se realizará de la forma más representativa posible, mediante sondeos, calicatas u otros métodos de toma de muestras.

02.- De cada tipo de suelo, y sea cual fuere la cantidad que se va a estabilizar, se tomarán como mínimo 4 muestras, añadiéndose 1 más por cada 5.000 m³, o fracción, de exceso sobre 20.000 m³ de suelo.

03.- Sobre cada muestra se realizarán los siguientes ensayos:

- Granulometría por tamizado, según la UNE 103101.
- Límite líquido e índice de plasticidad, según las UNE 103103 y UNE 103104, respectivamente.
- Contenido de materia orgánica, según la UNE 103204.
- Contenido de sulfatos solubles (expresados en SO₃), según la UNE 103201.
- Ensayo de colapso, según la UNE 103406.
- Ensayo de hinchamiento, según la UNE 103601.

04.- La Dirección de las Obras podrá ordenar la repetición de estos ensayos con nuevas muestras, así como la realización de ensayos adicionales. La Dirección de las Obras comprobará, además, la retirada de la eventual montera del suelo y la exclusión de vetas no utilizables.

10.2.- Control de ejecución

01.- El Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares fijará, para cada caso, el método de control, tamaño del lote y el tipo y el número de ensayos a realizar. También se establecerán los métodos rápidos de control que puedan utilizarse y las condiciones básicas de empleo.

02.- La realización de los ensayos in situ y la toma de muestras se realizará en puntos previamente seleccionados mediante muestreo aleatorio, tanto en sentido longitudinal como transversal; de tal forma que haya al menos 1 toma o un ensayo por cada hectómetro.

03.- Se desecharán los suelos que, a simple vista, presenten restos de tierra vegetal, materia orgánica o tamaños superiores al máximo admisible.

04.- Se tomará diariamente un mínimo de 2 muestras del suelo antes de mezclarlo, una por la mañana y otra por la tarde, sobre las que se determinará su humedad natural, según la UNE-EN ISO 17892-1.

05.- Se comprobará la eficacia de disgregación pasando la disgregadora sin mezclar con el conglomerante del orden de 20 m una vez al día. Se considerará que se mantienen los resultados de eficacia de disgregación mientras no cambie el tipo de suelo o el contenido de humedad de forma significativa y se mantenga la velocidad de avance y la velocidad del rotor del equipo de disgregación. La frecuencia de ensayo podría ser disminuida por la Dirección de las Obras si se observa que la eficacia de disgregación es correcta y no cambia de unos días a otros.

06.- Al menos 2 veces al día (mañana y tarde), se controlará el funcionamiento de las boquillas de inyección de la lechada de cal o de cemento. Asimismo, se controlará diariamente el consumo efectivo de cal o de cemento con la información proporcionada por el equipo para el control del volumen de lechada añadido. En el caso de distribución en seco, se comprobará la dotación de cal o de cemento utilizada mediante el pesaje de bandejas metálicas, de silicona u otros dispositivos similares colocados sobre la superficie.

07.- Por cada lote de los definidos en el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares o en el punto 10.3, se tomarán como mínimo 2 amasadas diferentes (mañana y tarde) del suelo recién mezclado con el conglomerante. El número de probetas confeccionadas de cada amasada no será inferior a tres sobre las que se determinará el índice CBR a 7 días, según la UNE 103502, para los suelos S-EST1 y S-EST2 o la resistencia a compresión simple, según la UNE-EN 13286-41, para los suelos S-EST3. En ambos casos, las probetas se confeccionarán según el procedimiento descrito en la UNE-EN 13286-51 con la densidad exigida en obra.

08.- Por cada 10.000 m³ de suelo estabilizado in situ con cal o con cemento o 1 vez a la semana, si se estabilizara una cantidad menor, se realizará un ensayo Proctor modificado de la mezcla, según la UNE 103501.

09.- En el caso de que el suelo original hubiera presentado hinchamiento o colapso en los ensayos mencionados en el apartado 10.1.3, por cada 10.000 m³ de suelo estabilizado in situ con cal o con cemento o 1 vez a la semana, si se estabilizara una cantidad menor, se realizará 1 ensayo de colapso, según la UNE 103406 y 1 ensayo de hinchamiento libre según la UNE 103601 o hinchamiento acelerado según la UNE 13286-49 para verificar que desaparece tras su mezcla. Estos ensayos se realizarán a la edad que fije la Dirección de las Obras a la vista de los resultados de los ensayos descritos en el apartado 4.

10.- La Dirección de las Obras podrá reducir la frecuencia de ensayos a la mitad o menos si considerase que los materiales son suficientemente homogéneos, o si en el control de recepción de la unidad terminada (apartado 10.3) se hubieran aprobado 10 lotes consecutivos.

11.- Se realizarán determinaciones de humedad y de densidad en emplazamientos aleatorios, con una frecuencia mínima de 7 por cada lote de los definidos en el apartado 10.3. En el caso de que se empleen sondas nucleares u otros métodos rápidos de control, éstos habrán sido convenientemente contrastados y calibrados en la realización del tramo de prueba, con los ensayos de determinación de humedad natural, según la UNE-EN ISO 17892-1, y de densidad in situ, según la UNE 103503. Sin perjuicio de lo anterior será preceptivo que la calibración y contraste de estos equipos con los ensayos UNE-EN ISO 17892-1 y UNE 103503 se realice periódicamente durante la ejecución de las obras, en plazos no inferiores a 15 días, ni superiores a 30 días.

12.- En caso de que las densidades obtenidas fuesen inferiores a las especificadas se proseguirá el proceso de compactación hasta alcanzar los valores prescritos, lo que sólo sería posible en el caso de las estabilizaciones con cemento o con otro conglomerante hidráulico si se estuviera dentro del plazo de trabajabilidad.

13.- Durante la ejecución de las obras se comprobará con la frecuencia necesaria, a juicio de la Dirección de las Obras:

- La temperatura y la humedad relativa del aire mediante un termohigrógrafo registrador.
- El espesor estabilizado, mediante la apertura de calicatas u otro procedimiento aprobado por la Dirección de las Obras.
- La humedad del suelo mediante secado en estufa o un procedimiento aprobado por la Dirección de las Obras.
- La composición y forma de actuación del equipo utilizado en la ejecución de la estabilización, verificando:
 - Que el número y el tipo de los equipos sean los aprobados.
 - En su caso, el funcionamiento de los dispositivos de disgregación, humectación, limpieza y protección.
 - El lastre y el peso total de los compactadores.
 - La presión de inflado en los compactadores de neumáticos.
 - La frecuencia y la amplitud en los compactadores vibratorios.
 - El número de pasadas de cada equipo, especialmente de los compactadores.

14.- Se realizará como mínimo 1 control diario de la dotación de emulsión bituminosa empleada para el riego de curado o protección y, en su caso, del árido de cobertura, de acuerdo con lo especificado en el artículo 40.43 "Riegos asfálticos de curado" de este Pliego.

10.3.- Control de recepción de la unidad terminada

01.- Si durante la construcción apareciesen defectos localizados, tales como blandones, se corregirán antes de iniciar el muestreo.

02.- Se considerará como lote de recepción, que se aceptará o rechazará en bloque, al menor que resulte de aplicar los 4 criterios siguientes a 1 sola capa de suelo estabilizado in situ con cal o con cemento salvo que el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares indique otra alternativa:

- Quinientos metros de calzada.
- Tres mil quinientos metros cuadrados de calzada.
- La fracción construida diariamente.
- La fracción construida con el mismo material, de la misma procedencia y con el mismo equipo y procedimiento de ejecución.

03.- Se asignarán a cada lote de recepción las probetas fabricadas durante el control de ejecución que le correspondan. En los puntos donde se realice el control de la compactación, se determinará el espesor de la capa de suelo estabilizado in situ con cal o con cemento.

04.- Se comparará la rasante de la superficie terminada con la teórica establecida en los Planos del Proyecto, en el eje, quiebros de peralte si existieran, y bordes de perfiles

transversales cuya separación no exceda de la mitad de la distancia entre los perfiles del Proyecto. En todos los semiperfiles se comprobará la anchura de la capa.

05.- Cuando se trate de capas superiores de coronación de explanadas y para las categorías de tráfico pesado y medio, siempre que se pueda medir, se exigirá la deflexión patrón máxima (de acuerdo con la Norma 6.3 IC de Rehabilitación de firmes), medida entre los 14 y 28 días, desde su puesta en obra, inferior a los valores recogidos en el cuadro 40.34.10, según el tipo de explanada.

CUADRO 40.34.10 - DEFLEXIÓN PATRÓN MÁXIMA EN CORONACIÓN DE EXPLANADA,
(10-2 mm)

| Categoría de explanada | EX1 | EX2 | EX3 |
|----------------------------|-----|-----|-----|
| Deflexión patrón (10-2 mm) | 250 | 200 | 125 |

11.- CRITERIOS DE ACEPTACIÓN O RECHAZO DEL LOTE

11.1.- Densidad

01.- Por cada lote, la densidad media obtenida no deberá ser inferior a la especificada en el cuadro 40.34.7 y no más de 2 muestras podrán presentar resultados individuales inferiores en 2 puntos porcentuales a la densidad especificada.

02.- Los ensayos de determinación de la humedad tendrán carácter indicativo y no constituirán, por sí solos, base para la aceptación o el rechazo.

03.- En el caso de que la densidad media obtenida fuera inferior al valor especificado en el cuadro 40.34.6, se procederá de la siguiente manera:

- Si la densidad media fuera inferior en 3 puntos porcentuales a la densidad especificada para cada tipo de material en el cuadro 40.34.7, se levantará la capa de suelo estabilizado correspondiente al lote controlado y se repondrá, con un material aceptado por la Dirección de las Obras, por cuenta de la empresa Contratista.
- Si la densidad media obtenida no fuera inferior en 3 puntos porcentuales a la especificada, se aplicará una penalización económica del 10% a la capa de suelo estabilizado correspondiente al lote controlado.

11.2.- Resistencia

01.- Para cada lote, la media de los índices CBR o de la resistencia a compresión simple, según el tipo de suelo estabilizado, no deberá ser inferior al valor especificado en el cuadro 40.34.7, y ningún resultado individual podrá ser inferior a dicho valor en más de un 20 %.

02.- En el caso de que la media de los índices CBR o de la resistencia fuera inferior al valor especificado, se procederá de la siguiente manera:

- Si el resultado obtenido fuera inferior al 90% del valor de referencia especificado, se levantará la capa de suelo estabilizado correspondiente al lote controlado y se repondrá, con un material aceptado por la Dirección de las Obras, por cuenta de la empresa Contratista.

- Si el resultado obtenido no fuera inferior al 90% del valor de referencia especificado, se aplicará una penalización económica del 10% a la capa de suelo estabilizado correspondiente al lote controlado.

11.3.- Espesor

01.- El espesor medio obtenido no deberá ser inferior al especificado en el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares o en los Planos de secciones tipo. No más de 2 individuos de la muestra ensayada del lote presentarán resultados que bajen del especificado en un 10%.

02.- En el caso de que el espesor medio obtenido sea inferior al especificado, se procederá de la siguiente manera:

- Si el espesor medio obtenido fuera inferior al 90 % del especificado, se levantará la capa de suelo estabilizado correspondiente al lote controlado y se repondrá, con un material aceptado por la Dirección de las Obras, por cuenta de la empresa Contratista.
- Si el espesor medio obtenido fuera superior al 90 % del especificado, se podrá admitir siempre que se compense la merma de espesor con el espesor adicional correspondiente en la capa superior por cuenta de la empresa Contratista.

03.- No se permitirá en ningún caso el recrecimiento en capa delgada.

11.4.- Rasante, Cambios volumétricos y regularidad superficial.

01.- Las diferencias de cota entre la superficie obtenida y la teórica establecida en los Planos del Proyecto no excederán de las tolerancias especificadas en el apartado 8.2, ni existirán zonas que retengan agua. Cuando la tolerancia sea rebasada por defecto y no existan problemas de encharcamiento, la Dirección de las Obras podrá aceptar la superficie siempre que la capa superior a ella compense la merma con el espesor adicional necesario, sin incremento de coste para la Administración. Cuando la tolerancia sea rebasada por exceso, este se corregirá por cuenta de la empresa Contratista, siempre que esto no suponga una reducción del espesor de la capa por debajo del valor especificado en los Planos.

02.- No presentarán cambios volumétricos (asientos en los ensayos de colapso o expansión en los ensayos de hinchamiento) a la edad utilizada en los ensayos descritos en este artículo (punto 4 entre otros). En caso contrario, se procederá de la siguiente manera:

- Si éstos fueran iguales o inferiores al 0,5% se aplicará una penalización económica del 20% a la capa de suelo estabilizado.
- Si éstos fueran superiores al 0,5% se demolerá la capa de suelo estabilizado correspondiente al lote controlado y se repondrá, con un material aceptado por el Director de la Obra, por cuenta del Contratista.

Además, en el caso de suelos estabilizados con cemento o con conglomerante hidráulico para carreteras se comprobará su resistencia a tracción indirecta que deberá ser superior a 0,2 MPa.

03.- La regularidad superficial de la capa acabada no excederán de los límites establecidos en este artículo. Si se rebasaran, se procederá de la siguiente manera:

- Si es en menos de un 10% de la longitud del lote se aplicará una penalización económica del 10%.

- Si es igual o superior al 10% de la longitud del lote controlado se corregirán los defectos mediante refino y recompactación por cuenta del Contratista. En el caso de las estabilizaciones con conglomerante hidráulico para carreteras o con cemento, el refino y la recompactación sólo podrá hacerse si se está dentro del periodo de trabajabilidad. Si se hubiera rebasado dicho periodo, se demolerá la capa correspondiente al lote controlado y se repondrá, con un material aceptado por el Director de la Obra, por cuenta del Contratista. El producto resultante de la demolición será tratado como residuo de construcción y demolición, según la legislación ambiental vigente, o empleado como indique el Director de la Obra, a cargo del Contratista.

12.- MEDICIÓN Y ABONO

01.- Tanto la cal como el cemento o el conglomerante empleado en la estabilización in situ de suelos se abonará por toneladas realmente empleadas, obtenidas multiplicando la medición obtenida de suelo estabilizado por la dosificación media deducida del control de dosificación de cada lote.

02.- La ejecución del suelo estabilizado in situ se abonará por metros cúbicos de material estabilizado, los cuales se obtendrán como producto de la superficie realmente estabilizada, medida sobre el terreno, por el espesor medio de estabilización deducido de los ensayos de control. No serán de abono las creces laterales.

03.- La aplicación del ligante bituminoso para el riego de curado, así como el eventual árido de protección superficial, incluida su extensión y apisonado, se abonará por toneladas realmente empleadas en obra.

ARTÍCULO 40.35.- MATERIALES TRATADOS CON CEMENTO (SUELO-CEMENTO, GRAVACIMIENTO Y HORMIGÓN MAGRO COMPACTADO).

1.- DEFINICIÓN

01.- Se define como material tratado con cemento la mezcla homogénea, en las proporciones adecuadas, de material granular, cemento, agua y, eventualmente aditivos, realizada en central, que se compacta con rodillos y se utiliza como capa estructural en firmes.

02.- Dependiendo del material granular utilizado y del contenido de cemento se definen tres tipos de material tratado con cemento denominados, respectivamente, suelo-cemento (SC40 y SC20), gravacemento (GC25 y GC20) y hormigón magro compactado (HMC20).

03.- Su ejecución incluye las siguientes operaciones:

- Estudio de la mezcla y obtención de la fórmula de trabajo.
- Fabricación de la mezcla en central.
- Preparación de la superficie existente, cuando proceda.
- Transporte y extensión de la mezcla.
- Prefisuración (cuando sea necesario).
- Compactación y terminación.
- Curado y protección superficial.

2.- REFERENCIA NORMATIVA

01.- En relación al suelo-cemento y grava-cemento en lo no especificado en este artículo se tomará como referencia el Artículo 513 del PG-3.

3.- MATERIALES

01.- Lo dispuesto en este artículo se entenderá sin perjuicio de lo establecido en el Reglamento 305/2011 de 9 de marzo de 2011, del Parlamento Europeo y del Consejo, por el que se establecen las condiciones armonizadas para la comercialización de productos de construcción. Para los productos con marcado CE, el fabricante asumirá la responsabilidad sobre la conformidad de los mismos con las prestaciones declaradas, de acuerdo con el artículo 11 del mencionado Reglamento. Los productos que tengan el marcado CE deberán ir acompañados, además de dicho marcado, de la Declaración de Prestaciones, y de las instrucciones e información de seguridad del producto. Por su parte, la empresa Contratista deberá verificar que los valores declarados en los documentos que acompañan al marcado CE permitan deducir el cumplimiento de las especificaciones contempladas en el Proyecto o, en su defecto, en este Pliego, debiendo adoptar, en el caso de que existan indicios de incumplimiento de las especificaciones declaradas, todas aquellas medidas que considere oportunas para garantizar la idoneidad del producto suministrado a la obra.

02.- Independientemente de lo anterior, se estará además en todo caso a lo dispuesto en la legislación vigente en materia ambiental, de seguridad y salud y de almacenamiento y transporte de productos de construcción.

3.1.- Cemento

01.- El Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares o, en su defecto, la Dirección de las Obras fijará el tipo y la clase resistente del cemento. Éste cumplirá las prescripciones del artículo 20.13 “Cementos” de este Pliego y las adicionales que establezca, en su caso, el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares.

02.- Salvo justificación en contrario, la clase resistente del cemento será la 32,5N. La Dirección de las Obras podrá autorizar en épocas frías el empleo de un cemento de clase resistente 42,5N. No se emplearán cementos de aluminato de calcio, ni mezclas de cemento con adiciones que no hayan sido realizadas en fábrica de cemento.

03.- Si el contenido ponderal de sulfatos solubles (SO₃) en los materiales granulares que se vayan a utilizar, determinado según la UNE 103201, fuera superior al 0,5% en masa, deberá emplearse un cemento resistente a los sulfatos y aislar adecuadamente estas capas del firme de las obras de hormigón.

04.- El Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares fijará el principio de fraguado, según la UNE-EN 196-3:2005+A1, que, en todo caso, no podrá tener lugar antes de las 2 h. No obstante, si la extensión se realizase con temperatura ambiente superior a 30°C, el principio de fraguado, determinado con dicha norma, pero realizando los ensayos a una temperatura de 40 ± 2°C, no podrá tener lugar antes de 1 h.

3.2.- Materiales granulares

3.2.1.- Características generales

01.- El material granular que se vaya a utilizar en el suelocemento será un suelo granular o material de origen natural, rodado o triturado, o una mezcla de ambos.

02.- El material granular estará exento de terrones de arcilla, materia vegetal, margas u otras materias extrañas que puedan afectar a la durabilidad de la capa.

03.- En la gravacemento y en el hormigón magro compactado se utilizará un árido natural procedente de la trituración de piedra de cantera o de gravera. El árido se suministrará, al menos, en 2 fracciones granulométricas diferenciadas.

04.- Se contemplará la posibilidad de usar materiales reciclados procedentes de subproductos y productos inertes de desecho, fundamentalmente demoliciones de hormigón, de acuerdo al Plan Estatal Marco de Gestión de Residuos 2016-2022, siempre que cumplan las prescripciones técnicas exigidas en este artículo, y se declare el origen de los materiales, tal como se establece en la legislación comunitaria sobre estas materias. Para el empleo de estos materiales se exigirá que las condiciones para su tratamiento y aplicación estén fijadas expresamente en el PPTP del proyecto.

05.- El material granular del suelocemento o el árido de la gravacemento o el hormigón magro compactado no serán susceptibles de ningún tipo de meteorización o de alteración física o química apreciable bajo las condiciones más desfavorables que, presumiblemente, puedan darse en el lugar de empleo.

06.- Se deberá garantizar tanto la durabilidad a largo plazo, como que no originen, con el agua, disoluciones que provoquen daños a estructuras u otras capas del firme, o contaminar el suelo o corrientes de agua. Por ello, en materiales en los que, por su naturaleza, no exista

suficiente experiencia sobre su comportamiento, deberá hacerse un estudio especial sobre su aptitud para ser empleado, que deberá ser aprobado por la Dirección de las Obras.

3.2.2.- Composición química

01.- El contenido ponderal en azufre total (expresado en S) y de sulfatos solubles en ácido (SO₃), del árido de la gravacemento y del hormigón magro compactado (UNE-EN 1744-1) no será superior al 1% ni a 0,8%, respectivamente.

02.- Si en la descripción petrográfica (UNE-EN 932-3) se apreciara presencia de pirrotina en el árido para la gravacemento o el hormigón magro compactado, el contenido ponderal en azufre total (S) deberá limitarse a 0,4%.

03.- Los materiales granulares no deberán presentar materia orgánica en cantidades perjudiciales, por lo que dicha proporción en el material granular para suelocemento no deberá ser superior al 1% (UNE 103204).

04.- Si en el árido para gravacemento u hormigón magro compactado se detectara la presencia de sustancias orgánicas, de acuerdo con el apartado 15.1 de la UNE-EN 1744-1, se determinará su efecto sobre el tiempo de fraguado y la resistencia a compresión, de conformidad con el apartado 15.3 de esa norma. El mortero preparado con estos áridos deberá cumplir simultáneamente que:

- El aumento de tiempo de fraguado de las muestras de ensayo de mortero sea inferior a 120 min.
- La disminución de resistencia a la compresión de las muestras de ensayo de mortero a los 28 días sea inferior al 20%.

05.- El material granular del suelocemento o el árido de la gravacemento u hormigón magro compactado no presentarán reactividad potencial con los álcalis del cemento. Con materiales sobre los que no exista suficiente experiencia en su comportamiento en mezclas con cemento y que por su naturaleza petrográfica puedan tener constitutivos reactivos con los álcalis, el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares, o la Dirección de las Obras, podrá exigir que se lleve a cabo un estudio específico sobre la reactividad potencial de los áridos, que definirá su aptitud de uso, siguiendo los criterios establecidos a estos efectos en la vigente Instrucción de Hormigón Estructural.

3.2.3.- Plasticidad

01.- El límite líquido del material granular del suelocemento, según la UNE 103103, deberá ser inferior a 30), y su índice de plasticidad, según la UNE 103104, deberá ser inferior a 12.

02.- El árido fino para capas de gravacemento u hormigón magro compactado, con categoría de tráfico pesado o medio, será no plástico. En los restantes casos se cumplirán las condiciones siguientes:

- Límite líquido inferior a 25, según la UNE 103103.
- Índice de plasticidad inferior a 6, según la UNE 103104.

3.2.4.- Características específicas del árido para gravacemento y el hormigón magro compactado.

3.2.4.1.- Árido grueso

01.- Se define como árido grueso a la parte del árido total retenida en el tamiz 4 mm de la UNE-EN 933-2.

02.- El árido grueso cumplirá las especificaciones recogidas en el cuadro 40.35.1 para la proporción mínima de partículas trituradas, índice de lajas y coeficiente Los Ángeles.

03.- En las categorías de tráfico medio, cuando se utilicen en capas de calzada materiales reciclados procedentes de capas de mezclas bituminosas, pavimentos de hormigón, materiales tratados con cemento o de demoliciones de hormigones, el valor del coeficiente de los Ángeles (LA) deberá ser inferior a 35.

3.2.4.2.- Árido fino

01.- Se define como árido fino a la parte del árido total que pasa por el tamiz 4 mm de la UNE-EN 933-2.

02.- El árido fino cumplirá las especificaciones recogidas en el cuadro 40.35.1 para el equivalente de arena y, en su caso, el azul de metileno.

CUADRO 40.35.1 – ÁRIDOS PARA GRAVACIMIENTO Y HORMIGÓN MAGRO COMPACTADO

| CARACTERÍSTICA | NORMA ENSAYO UNE-EN | CATEGORÍA DE TRÁFICO PESADO | | |
|--|---------------------|-----------------------------|--------------------|--------------------|
| | | Pesado | Medio | Ligero |
| REQUISITOS GEOMÉTRICOS | | | | |
| Equivalente de arena (sobre el 0/4 mm) | 933-8 | SE ₄₀ | SE ₃₅ | SE ₃₀ |
| Calidad de los finos (sobre el 0/0,125 mm) ¹ | 933-9 | MB _F <10 g/kg | | |
| Forma | 933-3 | IL ₂₀ | IL ₂₅ | IL ₃₅ |
| REQUISITOS FÍSICOS | | | | |
| Proporción de partículas parcial y totalmente trituradas | 933-5 | C _{70/10} | C _{50/10} | C _{30/30} |
| Resistencia a la fragmentación ² | 1097-2 | LA ₃₀ | | LA ₃₅ |
| DURABILIDAD | | | | |
| Valor de sulfato de magnesio | 1367-2 | MS ₁₈ | | |

NOTAS

¹ Valor de azul de metileno (MB_F). Se aplicará esta prescripción cuando no se cumplan las correspondientes del equivalente de arena, pero sí las de la categoría inferior (SE₃₅ y SE₃₀ respectivamente).

² La resistencia a la fragmentación de cualquier selección de partículas (siempre que supongan un porcentaje superior al 5% en peso de la fracción total) debe cumplir la categoría especificada.

3.3.- Agua

01.- El agua cumplirá las prescripciones del artículo 20.41 "Agua" de este Pliego.

3.4.- Aditivos

01.- El Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares fijará los aditivos que puedan utilizarse para obtener la trabajabilidad adecuada o mejorar las características de la mezcla, los cuales deberán ser especificados en la fórmula de trabajo y aprobados por la Dirección de las Obras. Este podrá autorizar el empleo de un retardador de fraguado para ampliar el plazo de trabajabilidad del material, según las condiciones meteorológicas, así como establecer el método que se vaya a emplear para su incorporación y las especificaciones que debe cumplir dicho aditivo y las propiedades de la mezcla tras su incorporación.

02.- El empleo de retardadores de fraguado será obligatorio cuando la temperatura ambiente durante la extensión de la mezcla supere los 30 °C, salvo que la Dirección de las Obras ordene lo contrario.

03.- Únicamente se autorizará el uso de los aditivos cuyas características, y especialmente su comportamiento y los efectos sobre la mezcla al emplearlos en las proporciones previstas, vengan garantizados por el fabricante, siendo obligatorio realizar ensayos previos para comprobar que cumplen su función con los materiales y dosificaciones previstos en la fórmula de trabajo.

4.- TIPO Y COMPOSICIÓN DE LA MEZCLA

01.- El Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares definirá el tipo y composición del suelocemento, gravacemento u hormigón magro compactado, cuya granulometría, contenido de cemento y resistencia a compresión simple deberán cumplir lo indicado en este apartado.

02.- La granulometría del material granular empleado en la fabricación del suelocemento deberá ajustarse a uno de los husos definidos en el cuadro 40.35.2. El tipo SC20 sólo se podrá emplear en vías con categoría de tráfico ligero y en arceles.

CUADRO 40.35.2. - HUSOS GRANULOMÉTRICOS DEL MATERIAL GRANULAR DEL SUELOCEMENTO

| TIPO DE SC | CERNIDO PONDERAL ACUMULADO (% en masa) ABERTURA DE LOS TAMICES UNE-EN 933-2:1996/1M:1999 (mm) | | | | | | | | | |
|------------|--|--------|--------|--------|--------|--------|--------|-------|-------|-------|
| | 50 | 40 | 32 | 20 | 12,5 | 8 | 4 | 2 | 0,500 | 0,063 |
| SC40 | 100 | 80-100 | 75-100 | 62-100 | 53-100 | 45-89 | 30-65 | 20-52 | 5-37 | 2-20 |
| SC20 | - | - | 100 | 92-100 | 76-100 | 63-100 | 48-100 | 36-94 | 18-65 | 2-35 |

03.- La granulometría de los áridos empleados en la fabricación de la gravacemento y hormigón magro compactado deberá ajustarse a uno de los husos definidos en el cuadro 40.35.3. El tipo GC32 sólo se podrá emplear en vías con categoría de tráfico ligero y en arceles, en sustitución del suelocemento SC40.

CUADRO 40.35.3 - HUSOS GRANULOMÉTRICOS DEL ÁRIDO DE LA GRAVACIMIENTO Y HORMIGÓN MAGRO COMPACTADO

| TIPO DE GC y HMC | CERNIDO PONDERAL ACUMULADO (% en masa) ABERTURA DE LOS TAMICES UNE-EN 933-2 (mm) | | | | | | | | |
|-------------------|---|--------|--------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | 40 | 32 | 20 | 12,5 | 8 | 4 | 2 | 0,500 | 0,063 |
| GC32 | 100 | 88-100 | 67-91 | 52-77 | 38-63 | 25-48 | 16-37 | 6-21 | 1-7 |
| GC20 HMC2 0 | - | 100 | 80-100 | 62-84 | 44-68 | 28-51 | 19-39 | 7-22 | 1-7 |
| | - | 100 | 90-100 | 70-90 | 58-85 | 40-60 | 30-50 | 13-33 | 2-9 |

04.- El contenido mínimo de cemento de los materiales tratados con cemento no será inferior al que se define en el cuadro 40.35.4, respecto del total del material granular en seco. En cualquier caso, serán tales que permitan la consecución de las resistencias indicadas en el cuadro 40.35.5.

CUADRO 40.35.4 - CONTENIDO MÍNIMO DE CEMENTO, (%)

| MATERIAL | % MÍNIMO DE CEMENTO |
|---------------------------|---------------------|
| HORMIGÓN MAGRO COMPACTADO | 6,0 |
| GRAVACIMIENTO | 3,5 |
| SUELOCIMENTO | 3,0 |

CUADRO 40.35.5 - RESISTENCIA MEDIA (*) A COMPRESIÓN SEGÚN LA UNE-EN 13286-41, (MPa)

| MATERIAL | ZONA | RESISTENCIA MEDIA MÍNIMA | | RESISTENCIA MEDIA MÁXIMA (**) | |
|---------------------------|--------------------|--------------------------|------|-------------------------------|------|
| | | 7d | 28d | 7d | 28d |
| HORMIGÓN MAGRO COMPACTADO | Calzada y Arcenes | - | 10,0 | - | 15,0 |
| GRAVACIMIENTO | Calzada y Arcenes | 4,5 | - | 7,0 | - |
| SUELOCIMENTO | Calzadas y arcenes | 2,5 | - | 4,5 | - |

(*) Por resistencia media se entiende la media aritmética de los resultados obtenidos al menos sobre tres (3) probetas de la misma amasada, definida de acuerdo a lo indicado en el apartado 10.2.1.

(**) La resistencia media máxima se podrá superar siempre que se lleve a cabo la prefisuración de la capa tratada con cemento a distancias no superiores a las especificadas en este Pliego. La prefisuración se podrá sustituir por cortes del material endurecido antes de las 24 h posteriores a su extendido y compactación.

Las probetas se compactarán según la UNE-EN 13286-51, con la energía que proporcione la densidad mínima requerida en el apartado 8.1 y nunca con una energía mayor.

En el caso de emplearse cementos para usos especiales (ESP VI-1) estos valores se disminuirán en un quince por ciento (15%).

05.- El plazo de trabajabilidad de una mezcla con cemento se determinará a la temperatura máxima esperada durante la puesta en obra de acuerdo con la UNE-EN 13286-45, no pudiendo ser inferior al indicado en el cuadro 40.35.6. En el supuesto de la puesta en obra por franjas, el material resultante deberá tener un plazo de trabajabilidad tal que permita completar la compactación de cada una de ellas antes de que haya finalizado dicho plazo en la franja adyacente ejecutada previamente.

CUADRO 40.35.6 - PLAZO MÍNIMO DE TRABAJABILIDAD (tpm)

| TIPO DE EJECUCION | t _{pm} (minutos) |
|-------------------|---------------------------|
| ANCHURA COMPLETA | 180 |
| POR FRANJAS | 240 |

5.- EQUIPO NECESARIO PARA LA EJECUCIÓN DE LAS OBRAS

01.- Se estará, en todo caso, a lo dispuesto en la legislación vigente en materia ambiental, de seguridad y salud y de transporte en lo referente a los equipos empleados en la ejecución de las obras.

02.- No se podrá utilizar en la ejecución de los materiales tratados con cemento ningún equipo que no haya sido previamente aprobado por la Dirección de las Obras, después de la ejecución del tramo de prueba.

5.1 Central de fabricación

01.- Se podrán utilizar centrales de mezcla continua o discontinua.

02.- La instalación deberá permitir fabricar un material de acuerdo con la fórmula de trabajo aceptada y las especificaciones de este artículo. Se deberá asegurar la completa homogeneización del material dentro de las tolerancias fijadas.

03.- El Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares señalará la producción horaria mínima de la central.

5.2.- Elementos de transporte

01.- La mezcla se transportará al lugar de empleo en camiones de caja abierta, lisa y estanca, perfectamente limpia. Deberán disponer de lonas o cobertores adecuados para proteger la mezcla durante su transporte. Por seguridad de la circulación vial será inexcusable el empleo de cobertores para el transporte por carreteras en servicio.

02.- En el caso de utilizarse extendedoras como equipos de extensión, la altura y forma de los camiones será tal que, durante el vertido en la extendedora, el camión sólo toque a aquélla a través de los rodillos previstos al efecto.

03.- Los medios de transporte deberán estar adaptados, en todo momento, al ritmo de ejecución de la obra teniendo en cuenta la capacidad de producción de la central y del equipo de extensión y la distancia entre la central y el tajo de extensión.

5.3.- Equipo de extensión

01.- En vías con categoría de tráfico pesado y medio, incluidos los arcenes, se utilizarán extendedoras automotrices, que estarán dotadas de los dispositivos necesarios para extender el material con la configuración deseada, así como de dispositivos automáticos de nivelación y de precompactación.

02.- En el caso de utilizarse extendedoras que no estén provistas de una tolva para la descarga del material desde los camiones, ésta deberá realizarse a través de dispositivos de preextensión (carretones o similares) que garanticen un reparto adecuado del material delante del equipo de extensión.

03.- Las anchuras mínima y máxima de extensión se fijarán en el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares o, en su defecto, por la Dirección de las Obras. Si al equipo de extensión pudieran acoplarse piezas para aumentar su anchura, éstas deberán quedar perfectamente alineadas con las existentes en la extendedora.

5.4.- Equipo de compactación

01.- Todos los compactadores deberán ser autopropulsados, tener inversores del sentido de la marcha de acción suave y estar dotados de dispositivos para mantenerlos húmedos, en caso necesario. La composición del equipo de compactación se determinará en el tramo de prueba, y deberá estar compuesto como mínimo por 1 compactador vibratorio de rodillos metálicos. En cualquier caso, si la superficie no queda suficientemente cerrada, a Juicio de la Dirección de las Obras, se requerirá el empleo de 1 compactador de neumáticos.

02.- La Dirección de las Obras aprobará el equipo de compactación que se vaya a emplear, su composición y las características de cada uno de sus componentes, que serán las necesarias para conseguir una compacidad adecuada y homogénea de la mezcla con cemento en todo su espesor, sin producir roturas del material granular, o del árido, ni arrollamientos o deformaciones.

03.- En los lugares inaccesibles para los equipos de compactación normales, se emplearán otros de tamaño y diseño adecuados para la labor que se pretende realizar. Se utilizarán placas o rodillos vibrantes de características apropiadas para lograr resultados análogos a los obtenidos con el equipo de compactación aprobado. Se debe comprobar expresamente que queden adecuadamente compactadas las zonas adyacentes a arquetas, pozos de registro u otros elementos que suelen coexistir en el entorno urbano.

5.5.- Equipo para la ejecución de la junta longitudinal y las transversales en fresco

01.- Para la ejecución de la junta longitudinal y las transversales en fresco se utilizarán equipos automotrices que efectúen en cada pasada un surco recto que penetre al menos 2/3 del espesor de la capa y que al mismo tiempo introduzca en él un producto adecuado para impedir que la junta se cierre de nuevo. Este producto podrá consistir en una emulsión bituminosa de rotura rápida, láminas continuas de plástico flexible u otros sistemas que además de impedir que se cierre de nuevo la junta durante la compactación, permitan la transmisión de cargas entre los dos lados de la junta.

02.- La Dirección de las Obras podrá autorizar en obras pequeñas (menos de 70.000 m²) o de tráfico ligero, la utilización de equipos no automotrices, siempre que se alcancen los requisitos establecidos en el párrafo anterior.

03.- Siempre que el Director de Obra lo autorice, para la formación de las juntas se podrá recurrir también al serrado a posteriori, antes de las 24 h, del material endurecido, con una profundidad de corte no inferior a 1/3 del espesor de la capa. En este caso no será necesaria la introducción de ningún producto en la junta.

6.- EJECUCIÓN DE LAS OBRAS

6.1. Estudio de la mezcla y obtención de la fórmula de trabajo

01.- La producción de un material tratado con cemento no se podrá iniciar en tanto que la Dirección de las Obras no haya aprobado la correspondiente fórmula de trabajo, estudiada en el laboratorio y verificada en la central de fabricación y en el tramo de prueba, la cual deberá señalar, como mínimo:

- La identificación y proporción (en seco) del material granular o de cada fracción de árido en la alimentación (en masa).
- La granulometría del material granular o, en su caso, del árido combinado, por los tamices establecidos en la definición del huso granulométrico dada en el apartado 4.
- La dosificación en masa o en volumen, según corresponda, de cemento, de agua y, eventualmente, de aditivos.
- La densidad máxima y la humedad óptima del Proctor modificado, según la UNE-EN 13286-2.
- La densidad mínima a alcanzar.
- El plazo de trabajabilidad de la mezcla.

02.- Si la marcha de las obras lo aconseja, la Dirección de las Obras podrá corregir la fórmula de trabajo, justificándolo debidamente mediante un nuevo estudio y los ensayos oportunos. En todo caso se estudiará y aprobará una nueva fórmula de trabajo si varía la procedencia de alguno de los componentes de la mezcla.

03.- Las tolerancias admisibles respecto a la fórmula de trabajo serán las indicadas en el cuadro 40.35.7, teniendo en cuenta que en ningún caso los valores podrán sobrepasar los límites establecidos en el correspondiente huso granulométrico adoptado.

CUADRO 40.35.7 - TOLERANCIAS ADMISIBLES RESPECTO DE LA FÓRMULA DE TRABAJO (*)

| CARACTERÍSTICA | | UNIDAD | TOLERANCIA |
|--------------------------------------|--------------------------------|------------------------------------|-------------|
| Cernido tamices UNE-EN 933-2 | Tamaño máximo | % sobre la masa total del material | 0 |
| | > 4 mm | | ±6 |
| | ≤ 4 mm | | ±3 |
| | 0,063 mm (incluido el cemento) | | ±1,5 |
| Cemento | | | ±0,3 |
| Humedad de compactación (agua total) | | % respecto de la óptima | -1,0 / +0,5 |

(*) En el suelocemento únicamente se exigen las relativas al cemento y a la humedad de compactación.

6.2.- Preparación de la superficie existente

01.- Se comprobarán la regularidad superficial y el estado de la superficie sobre la que se vaya a extender el material tratado con cemento. El Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares o, en su defecto, la Dirección de las Obras indicará las medidas necesarias para obtener una regularidad superficial aceptable y, en su caso, para reparar las zonas dañadas.

02.- En época seca y calurosa, y siempre que sea previsible una pérdida de humedad del material extendido, la Dirección de las Obras podrá ordenar que la superficie de apoyo se riegue ligeramente inmediatamente antes de la extensión, de forma que ésta quede húmeda pero no encharcada, eliminándose las acumulaciones de agua en superficie que hubieran podido formarse.

6.3.- Fabricación de la mezcla

01.- En el momento de iniciar la fabricación de la mezcla el material granular o las fracciones del árido estarán acopiados en cantidad suficiente para permitir a la central un trabajo sin interrupciones. El Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares o, en su defecto, el Director de las Obras fijará el volumen mínimo de acopios exigibles en función de las características de la obra y del volumen de mezcla que se vaya a fabricar.

02.- En el caso de obras con tráfico ligero o con una superficie de calzada inferior a 70.000 m² estará acopiado al menos el 50% del volumen. En obras con categoría de tráfico pesado y medio o con una superficie de calzada superior a 70.000 m² el volumen mínimo a exigir en el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares se determinará en función de las características de la obra, con el margen de seguridad necesario, no siendo nunca inferior al correspondiente al 30% del total.

03.- La operación de mezcla se realizará mediante dispositivos capaces de asegurar la completa homogeneización de los componentes. La Dirección de las Obras fijará, a partir de los ensayos iniciales, el tiempo mínimo de amasado.

6.4.- Transporte de la mezcla

01.- En el transporte de los materiales tratados con cemento se tomarán las debidas precauciones para reducir al mínimo la segregación y las variaciones de humedad. Se cubrirá siempre la mezcla con lonas o cobertores adecuados.

6.5.- Vertido y extensión de la mezcla

01.- El vertido y la extensión se realizarán tomando las precauciones necesarias para evitar segregaciones y contaminaciones. El espesor de la tongada antes de compactar deberá ser tal que, con la compactación, se obtenga el espesor previsto en los Planos con las tolerancias establecidas en este artículo, teniendo en cuenta que, en ningún caso, se permitirá el recrecimiento de espesor en capas delgadas una vez iniciada la compactación.

02.- El Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares, o en su defecto la Dirección de las Obras, fijará la anchura de extensión. La anchura será tal que se realice el menor número de juntas posibles y se consiga la mayor continuidad de la extensión, teniendo en cuenta la anchura de la sección, el eventual mantenimiento de la circulación, las características del equipo de extensión y la producción de la central.

03.- Únicamente se permitirá la colocación de la mezcla por semianchos contiguos cuando pueda garantizarse que la compactación y terminación de la franja extendida en segundo lugar se haya finalizado antes de haber transcurrido el plazo de trabajabilidad de la primera, a

no ser que la Dirección de las Obras autorice la ejecución de una junta de construcción longitudinal.

6.6.- Prefisuración

01.- Se llevará a cabo una prefisuración longitudinal cuando en obras con categoría de tráfico pesado o con una superficie de calzada superior a 70.000 m² la anchura de la capa extendida sea superior a 4 m, o, en el resto, cuando la anchura extendida sea superior a 5 m.

02.- Antes de iniciar la compactación de la capa, o tras una primera pasada del rodillo, se realizarán en ella juntas transversales en fresco. El Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares o, en su defecto, la Dirección de las Obras establecerá la distancia a la que deben realizarse las juntas transversales en fresco, dependiendo de la categoría de tráfico pesado, de la zona climática y del espesor de las capas que se dispongan por encima. Salvo justificación en contrario, la separación entre juntas estará comprendida entre 2 y 4 m.

03.- Se empleará el equipo y el método de ejecución aprobados y fijados por la Dirección de las Obras, después de la realización del tramo de prueba.

6.7.- Compactación y terminación

01.- La compactación se realizará según el plan aprobado por la Dirección de las Obras, de acuerdo con los resultados del tramo de prueba. Se compactará mientras la mezcla esté dentro de su plazo de trabajabilidad, hasta alcanzar la densidad especificada en el apartado 8.1.

02.- La compactación se realizará de manera continua y sistemática. Si la extensión del material se realiza por franjas, al compactar una de ellas se ampliará la zona de compactación para que incluya, al menos, 15 cm de la anterior.

03.- En todo momento, y especialmente en tiempo seco y caluroso, o con fuerte viento, deberá mantenerse húmeda la superficie mediante un riego con agua finamente pulverizada.

04.- En una sección transversal cualquiera, la compactación de una franja deberá quedar terminada antes de que haya transcurrido el plazo de trabajabilidad de la adyacente ejecutada previamente.

05.- Una vez terminada la compactación de la capa, no se permitirá su recrecimiento. Sin embargo, y siempre dentro del plazo de trabajabilidad de la mezcla, la Dirección de las Obras podrá autorizar un reperfilado de las zonas que rebasen la superficie teórica, recompactando posteriormente la zona corregida.

6.8.- Ejecución de juntas de trabajo

01.- Se dispondrán juntas de trabajo transversales cuando el proceso constructivo se interrumpa más tiempo que el plazo de trabajabilidad y siempre al final de cada jornada.

02.- Si se trabaja por fracciones de la anchura total se dispondrán juntas de trabajo longitudinales siempre que no sea posible compactar el material de una franja dentro del plazo máximo de trabajabilidad del material de la franja adyacente puesto en obra con anterioridad, lo cual debe ser evitado en la medida de lo posible.

03.- Las juntas de trabajo se realizarán de forma que su borde quede perfectamente perpendicular a la superficie, aplicando a dicho borde el tratamiento que ordene la Dirección de las Obras.

6.9.- Curado y protección superficial

01.- Una vez terminada la capa se procederá a la aplicación de un riego con una emulsión bituminosa, del tipo y en la cantidad que figuren en el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares o que, en su defecto, señale la Dirección de las Obras, de acuerdo con lo indicado en el artículo 40.43 "Riegos de curado" de este Pliego.

02.- Esta operación se efectuará inmediatamente después de acabada la compactación, y en ningún caso después de transcurrir 3 h desde la terminación, manteniéndose hasta entonces la superficie en estado húmedo.

03.- Se prohibirá la circulación de todo tipo de vehículos sobre las capas recién ejecutadas, al menos durante los 3 días siguientes a su terminación, y durante 7 días a los vehículos pesados.

04.- En el caso de que se vaya a circular por encima de la capa de material tratado con cemento antes de la ejecución de la capa superior, deberá protegerse el riego de curado extendiendo un árido de cobertura, que cumplirá lo especificado en el artículo 40.43 "Riegos de curado" de este Pliego. Tras su extensión se procederá al apisonado con un compactador de neumáticos y, previamente a la apertura al tráfico, se barrerá para eliminar el árido sobrante.

05.- La Dirección de las Obras fijará, dependiendo de los tipos, ritmos y programas de trabajo, el plazo para la extensión de la capa superior, que deberá ser el máximo posible. En ningún caso será inferior a 7 días.

7.- TRAMO DE PRUEBA

01.- Si así lo dispone el PPTP o la Dirección de las Obras, antes de iniciarse la puesta en obra de los materiales tratados con cemento se realizará el correspondiente tramo de prueba. La capa se ejecutará con el espesor previsto y la fórmula de trabajo estudiada y empleando los mismos medios que se vayan a utilizar luego por la empresa Contratista para la realización de las obras, para comprobar la fórmula de trabajo, los equipos necesarios para la ejecución de las obras y, especialmente, la forma de actuación del equipo de compactación. Asimismo, se verificará, mediante toma de muestras, la conformidad del material con las condiciones especificadas sobre humedad, espesor de la capa, granulometría, contenido de cemento y demás requisitos exigidos.

02.- Durante la ejecución del tramo de prueba se analizará la correspondencia, en su caso, entre los métodos de control de la humedad y densidad in situ, establecidos en el Pliego de Prescripciones Técnicas, y otros métodos rápidos de control.

03.- El Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares, o en su defecto la Dirección de las Obras, fijará la longitud del tramo de prueba, que no será inferior a 100 m. La Dirección de las Obras determinará si es aceptable su realización como parte integrante de la unidad de obra definitiva.

04.- A la vista de los resultados obtenidos, la Dirección de las Obras definirá:

- Si es aceptable o no la fórmula de trabajo; en el primer caso se podrá iniciar la fabricación del material tratado con cemento. En el segundo, deberá proponer las actuaciones a seguir (estudio de una nueva fórmula, corrección parcial de la ensayada, correcciones en la central de fabricación y en los sistemas de extensión, etc.).
- Si son aceptables o no los equipos propuestos por la empresa Contratista; en el primer caso, aprobará su forma específica de actuación. En el segundo, la empresa Contratista deberá proponer nuevos equipos o incorporar otros suplementarios.

8.- ESPECIFICACIONES DE LA UNIDAD TERMINADA

8.1.- Densidad

01.- El Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares fijará la densidad de la capa tras el proceso de compactación, la cual no deberá ser inferior al 98% de la densidad máxima Proctor modificado, según la UNE-EN 13286-2, definida en la fórmula de trabajo.

8.2.- Resistencia mecánica

01.- La resistencia a compresión simple a 7 o 28 días, según la UNE-EN 13286-41, deberá estar comprendida entre los límites especificados en el apartado 4.

8.3.- Terminación, rasante, anchura y espesor

01.- La superficie de la capa terminada deberá presentar una textura uniforme, exenta de segregaciones y ondulaciones, y con las pendientes adecuadas. La rasante no deberá superar a la teórica en ningún punto, ni quedar por debajo de ella en más de 15 mm. El Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares, o la Dirección de las Obras, podrán modificar el límite anterior.

02.- En todos los semiperfiles se comprobará la anchura de la capa extendida, que en ningún caso deberá ser inferior, ni superior, en más de 10 cm a la establecida en los Planos de secciones tipo.

03.- El espesor de la capa no deberá ser inferior en ningún punto al previsto para ella en los Planos de secciones tipo.

8.4.- Regularidad superficial

01.- En caso de que el Proyecto o la Dirección de las Obras requiriesen la medida del Índice de Regularidad Internacional (IRI), de la capa terminada se deberá realizar según la NLT-330, y deberá cumplir lo fijado en el cuadro 40.35.8, en función de su posición relativa bajo las capas de mezclas bituminosas y de la categoría de tráfico.

CUADRO 40.35.8. - ÍNDICE DE REGULARIDAD INTERNACIONAL (IRI) (dm/hm)

| PORCENTAJE DE HECTOMETROS | CATEGORIA DE TRAFICO Y POSICION RELATIVA DE LA CAPA | | |
|---------------------------|---|----------------------------------|--------------------------|
| | Tráfico pesado y medio | | Tráfico ligero y arcenes |
| | 1ª CAPA BAJO MEZCLAS BITUMINOSAS | 2ª CAPA BAJO MEZCLAS BITUMINOSAS | |
| 50 | < 2,5* | < 3,0* | < 3,0* |
| 80 | < 3,0* | < 3,5* | < 3,5* |
| 100 | < 3,5* | < 4,0 | < 4,0 |

* En caso de capas prefisuradas estos valores podrán aumentarse en 0,5 dm/hm

9.- LIMITACIONES DE LA EJECUCIÓN

01.- Salvo autorización expresa de la Dirección de las Obras, no se permitirá la ejecución de materiales tratados con cemento:

- Cuando la temperatura ambiente a la sombra sea superior a los 35°C.
- Cuando la temperatura ambiente a la sombra sea inferior a 5°C y exista previsión de heladas. La Dirección de las obras podrá bajar este límite a la vista de los resultados de compactación y consecución de resistencias en obra.
- Cuando se produzcan precipitaciones atmosféricas intensas.

10.- CONTROL DE CALIDAD

01.- El Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares fijará, para cada caso, el método de control, el tamaño del lote y el tipo y el número de ensayos a realizar. También se establecerán los métodos rápidos de control que pueden utilizarse y las condiciones básicas de empleo.

02.- La realización de los ensayos in situ y la toma de muestras se realizará en puntos previamente seleccionados mediante muestreo aleatorio, tanto en sentido longitudinal como transversal, de tal forma que haya al menos una toma o ensayo por cada hectómetro.

10.1.- Control de procedencia de los materiales

10.1.1.- General

01.- En el caso de productos que deban tener el marcado CE, según el Reglamento 305/2011, para el control de procedencia de los materiales, se llevará a cabo la verificación de que los valores declarados en los documentos que acompañan al marcado CE cumplen las especificaciones establecidas en este Pliego. Independientemente de la aceptación de la veracidad de las propiedades referidas en el marcado CE, si se detectara alguna anomalía durante el transporte, almacenamiento o manipulación de los productos, la Dirección de las Obras, en el uso de sus atribuciones, podrá disponer en cualquier momento, la realización de comprobaciones y ensayos sobre los materiales suministrados a la obra.

02.- En el caso de productos que no tengan la obligación de disponer de marcado CE por no estar incluidos en normas armonizadas, o corresponder con alguna de las excepciones establecidas en el artículo 5 del Reglamento 305/2011, se deberá llevar a cabo

obligatoriamente los ensayos de identificación y caracterización para el control de procedencia que se indican en los epígrafes siguientes.

10.1.2.- *Cemento*

01.- Se seguirán las prescripciones del artículo 20.13 "Cementos" de este Pliego.

10.1.3.- *Materiales granulares*

01.- De cada procedencia del material granular para la fabricación de suelocemento y para cualquier volumen de producción previsto, se tomarán 4 muestras, según la UNE-EN 932-1, y de cada una de ellas se determinará:

- El límite líquido y el índice de plasticidad, según las UNE 103103 y UNE 103104, respectivamente.
- El contenido de materia orgánica, según la UNE 103204.
- El contenido ponderal de compuestos totales de azufre y sulfatos solubles en ácido, según la UNE-EN 1744-1.
- La granulometría del material granular, según la UNE-EN 933-1.
- Descripción petrográfica según UNE-EN 932-3 para detectar la reactividad potencial con los álcalis del cemento, en el caso de no contar con experiencia previa en el uso del material de esa procedencia.

02.-De cada procedencia del árido para la gravacemento, u hormigón magro compactado y para cualquier volumen de producción previsto, se tomarán 4 muestras, según la UNE-EN 932-1, y de cada una de ellas se determinará:

- El coeficiente de Los Ángeles del árido grueso, según la UNE-EN 1097-2.
- Índice de lajas, según la UNE-EN 933-3.
- Proporción de partículas trituradas del árido grueso, según la UNE-EN 933-5.
- El contenido ponderal de compuestos totales de azufre y sulfatos solubles en ácido, según la UNE-EN 1744-1.
- La granulometría de cada fracción, según la UNE-EN 933-1.
- Descripción petrográfica según UNE-EN 932-3 para detectar la reactividad potencial con los álcalis del cemento, en el caso de no contar con experiencia previa en el uso del material de esa procedencia.
- Equivalente de arena del árido fino, según la UNE-EN 933-8, y, en su caso, de azul de metileno, según la UNE-EN 933-9.
- Límite líquido y el índice de plasticidad del árido fino, según las UNE 103103 y UNE 103104, respectivamente.

03.-El Director de las Obras podrá ordenar la realización de los siguientes ensayos adicionales:

- Proporción de terrones de arcilla del árido grueso y del árido fino, según la UNE 7133.

10.2.- **Control de ejecución.**

10.2.1.- *Fabricación*

01.- Se examinará la descarga al acopio o la alimentación de la central de fabricación, desechando los materiales granulares que, a simple vista, presenten restos de tierra vegetal, materia orgánica o tamaños superiores al máximo aprobado en la fórmula de trabajo. Se acopiarán aparte los que presenten alguna anomalía de aspecto, tales como distinta coloración, segregación, plasticidad, etc., hasta la decisión de su aceptación o rechazo.

02.- Se vigilará la altura de los acopios y el estado de sus elementos separadores, así como el correcto vertido del material desde los acopios para evitar su segregación.

03.- Con el material granular del suelocemento o con cada fracción granulométrica del árido de la gravacemento u hormigón magro compactado que se produzca o reciba, se realizarán los siguientes ensayos:

- Por cada 1.000 m³ de materiales granulares o cada día si se emplea menos material, sobre un mínimo de 2 muestras, una por la mañana y otra por la tarde:
 - Granulometría por tamizado, según la UNE-EN 933-1, para cada fracción del árido de la gravacemento u hormigón magro compactado.
 - Límite líquido e índice de plasticidad, según las UNE 103103 y UNE 103104, respectivamente, con el material granular del suelocemento.
 - Equivalente de arena del árido fino de la gravacemento u hormigón magro compactado, según la UNE-EN 933-8, y, en su caso, azul de metileno, según la UNE-EN 933-9.
- Por cada 5.000 m³ de áridos de la gravacemento u hormigón magro compactado o 1 vez a la semana si se emplea menos material:
 - Límite líquido e índice de plasticidad del árido fino, según las UNE 103103 y UNE 103104, respectivamente.
- Por cada 5.000 m³ de áridos del suelocemento o 1 vez a la semana si se emplea menos material:
 - Contenido de materia orgánica, según la UNE 103204, del material granular.
- Al menos 1 vez al mes o siempre que se cambie de procedencia:
 - Contenido ponderal de compuestos totales de azufre y sulfatos solubles en ácido, según la UNE-EN 1744-1, del material granular.
 - Coeficiente de Los Ángeles del árido grueso de la gravacemento u hormigón magro compactado según la UNE-EN 1097-2:1999.
 - Proporción de terrones de arcilla del árido grueso y del árido fino de la gravacemento u hormigón magro compactado, según la UNE 7133.
 - El índice de lajas del árido grueso, según la UNE-EN 933-3.
 - Proporción de partículas trituradas del árido grueso, según la UNE-EN 933-5:1999/A1:2005.

04.- Asimismo se tomará un mínimo de 2 veces al día (mañana y tarde), según la UNE-EN 932-1, al menos 1 muestra representativa de la mezcla de componentes en seco, y se determinará su granulometría, según la UNE-EN 933-1.

05.- En las instalaciones de fabricación con mezclador de funcionamiento continuo se calibrará diariamente el flujo de la cinta suministradora de materiales en seco, deteniéndola cargada, recogiendo y pesando el material existente en una longitud elegida. Al menos 1 vez cada 15 días se verificará, en su caso, la precisión de las básculas de dosificación, mediante un conjunto adecuado de pesas patrón.

06.- A la salida del mezclador se controlará el aspecto de la mezcla en cada elemento de transporte, rechazándose todas las mezclas segregadas y aquellas cuya envuelta no sea homogénea.

07.- Al menos 1 vez por lote se determinará la humedad del material tratado, según la UNE 103300, y en todo caso se llevará a cabo este control 2 veces al día, una por la mañana y otra por la tarde. Asimismo, se llevará un control del consumo medio de cemento.

08.- Se tomarán muestras a la descarga del mezclador con las que se fabricarán probetas para la comprobación de su resistencia a compresión. El Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares, o en su defecto la Dirección de las Obras, fijará el número de amasadas diferentes que se deben controlar, así como el número de probetas por amasada que haya que fabricar.

09.- En general se controlarán por cada lote como mínimo 2 amasadas diferentes. El número de probetas confeccionadas de cada amasada no será inferior a 3.

10.- En el caso de centrales discontinuas se considerará como amasada cada una de las descargas de la mezcladora, mientras que en centrales continuas será el producto resultante de 3 descargas seguidas de la mezcladora.

11.- Para la fabricación y conservación de las probetas se utilizará el método indicado en la UNE-EN 13286-51, si bien las probetas deberán compactarse hasta alcanzar una densidad seca no superior a la mínima exigida en el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares. Dichas probetas se ensayarán a resistencia a compresión simple, según la UNE-EN 13286-41, a la edad de 7 días o 28 días, según el tipo de material.

10.2.2.- Puesta en obra.

10.2.2.1.- Vertido y extensión

01.- Antes de verter la mezcla, se comprobará su homogeneidad, rechazándose todo el material seco o segregado.

02.- Se comprobará continuamente el espesor extendido mediante un punzón graduado u otro procedimiento aprobado por la Dirección de las Obras, teniendo en cuenta la disminución que sufrirá al compactarse el material.

10.2.2.2.- Compactación

01.- Se comprobará la composición y forma de actuación del equipo de compactación, verificando:

- Que el número y el tipo de compactadores son los aprobados.
- El funcionamiento de los dispositivos de humectación y de limpieza.
- El lastre y la masa total de los compactadores y, en su caso, la presión de inflado de las ruedas de los compactadores de neumáticos.
- La frecuencia y la amplitud de los compactadores vibratorios.
- El número de pasadas de cada compactador.

02.- Se efectuarán mediciones de la densidad y de la humedad en emplazamientos aleatorios, con una frecuencia mínima de 7 medidas por cada lote definido en el apartado 10.3. Para la realización de estos ensayos se podrán utilizar métodos rápidos no destructivos, siempre que,

mediante ensayos previos, se haya determinado una correspondencia razonable entre estos métodos y los definidos en la UNE 103503. Sin perjuicio de lo anterior, será preceptivo que la calibración y contraste de estos equipos con los ensayos UNE 103300 y UNE 103503 se realice periódicamente durante la ejecución de las obras, en plazos no inferiores a 14 días ni superiores a 28 días.

10.2.2.3.- Curado y protección superficial

01.- Se controlará que la superficie de la capa permanezca constantemente húmeda hasta la extensión del producto de curado, pero sin que se produzcan encharcamientos.

02.- Se realizará 1 control diario, como mínimo, de la dotación de emulsión bituminosa empleada en el riego de curado, y, en su caso, del árido de cobertura, de acuerdo con lo especificado en el artículo 40.43 "Riegos de curado" de este Pliego.

10.3.- Control de recepción de la unidad terminada

01.- Se considerará como lote, que se aceptará o rechazará en bloque, al menor que resulte de aplicar los tres criterios siguientes:

- Quinientos metros de calzada.
- Tres mil quinientos metros cuadrados de calzada.
- La fracción construida diariamente.

02.- El espesor de la capa se comprobará mediante la extracción de testigos cilíndricos en emplazamientos aleatorios, en número no inferior al establecido por el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares o, en su defecto, por la Dirección de las Obras. El número mínimo de testigos por lote será de 3, aumentándose hasta 6 si el espesor de alguno de los 3 primeros fuera inferior al prescrito. Los orificios producidos se rellenarán con material de la misma calidad que el utilizado en el resto de la capa, el cual será correctamente enrasado y compactado.

03.- La regularidad superficial de la capa ejecutada se comprobará, en su caso, mediante el Índice de Regularidad Internacional (IRI), según la NLT-330, que deberá cumplir lo especificado en el apartado 8.4.

04.- Se comparará la rasante de la superficie terminada con la teórica establecida en los Planos del Proyecto, en el eje, quiebros de peralte si existieran, y bordes de perfiles transversales cuya separación no exceda de la mitad de la distancia entre los perfiles del Proyecto. En todos los semiperfiles se comprobará que la superficie extendida y compactada presenta un aspecto uniforme, así como una ausencia de segregaciones. Se verificará también la anchura de la capa.

11.- CRITERIOS DE ACEPTACIÓN O RECHAZO

11.1.- Densidad

01.- Las densidades medias obtenidas in situ en el lote no deberán ser inferiores a las especificadas en el apartado 8.1; no más de 2 individuos de la muestra podrán arrojar resultados de hasta 2 puntos porcentuales por debajo de la densidad exigida. En los puntos que no cumplan lo anterior se realizarán ensayos de resistencia mecánica sobre testigos aplicándose los criterios establecidos en el apartado 11.2.

11.2.- Resistencia mecánica

01.- La resistencia media de un lote a una determinada edad, se determinará como media de las resistencias de las probetas fabricadas de acuerdo con lo indicado en el apartado 10.2.1. Si la resistencia media de las probetas del lote a los 7 días o, en su caso, a los 28 días, fuera superior a la mínima de las referenciadas, se aceptará el lote.

02.- Si la resistencia media fuera inferior a la mínima exigida, pero no a su 90%, el Contratista podrá elegir entre aceptar las sanciones previstas en el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares o solicitar la realización de ensayos de información. Si fuera inferior al 90% de la mínima exigida a la empresa Contratista podrá elegir entre demoler el lote o esperar a los resultados de los ensayos de resistencia sobre testigos.

03.- Los ensayos de información para la evaluación de la resistencia mecánica del lote no conforme se realizarán, en su caso, comparando los resultados de ensayos a compresión simple de testigos extraídos de ese lote con los de extraídos de un lote aceptado. Éste deberá estar lo más próximo posible y con unas condiciones de puesta en obra similares a las del lote no conforme.

04.- El Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares fijará el número de testigos a extraer en cada uno de los lotes (aceptado y no conforme), que en ningún caso deberá ser inferior a 4. La edad de rotura de los testigos, que será la misma para ambos lotes, será fijada por la Dirección de las Obras.

06.- El valor medio de los resultados de los testigos del lote no conforme se comprobará con el valor medio de los extraídos en el lote aceptado:

- Si no fuera inferior, el lote se podrá aceptar.
- Si fuera inferior a él, pero no a su 90%, se aplicará al lote las sanciones previstas en el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares.
- Si fuera inferior a su 90% pero no a su 80%, la Dirección de las Obras podrá aplicar las sanciones previstas por el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares o bien ordenar la demolición del lote y su reconstrucción, por cuenta del Contratista.
- Si fuera inferior a su 80%, se demolerá el lote y se reconstruirá, por cuenta del Contratista.

07.- Si no se cumple alguna de las condiciones indicadas se rechazará el lote, que será demolido, y su producto trasladado a vertedero o empleado como indique la Dirección de las Obras.

11.3.- Espesor

01.- El espesor medio obtenido no deberá ser inferior al especificado en el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares o en los Planos de secciones tipo. No más de 2 individuos de la muestra ensayada del lote presentarán resultados que bajen del especificado en un 10%).

02.- Si el espesor medio obtenido fuera inferior al 85% del especificado, se demolerá la capa correspondiente al lote controlado y se repondrá, por cuenta de la empresa Contratista. Si el espesor medio obtenido fuera superior al 85% del especificado, se compensará la diferencia con un espesor adicional equivalente de la capa superior aplicado en toda la anchura de la sección tipo, por cuenta del Contratista.

03.- No se permitirá en ningún caso el recrecimiento en capa delgada.

11.4.- Rasante

01.- Las diferencias de cota entre la superficie obtenida y la teórica establecida en los Planos del Proyecto no excederán de las tolerancias especificadas, ni existirán zonas que retengan agua. Cuando la tolerancia sea rebasada por defecto y no existan problemas de encharcamiento, la Dirección de las Obras podrá aceptar la superficie siempre que la capa superior a ella compense la merma con el espesor adicional necesario sin incremento de coste para la Administración. Cuando la tolerancia sea rebasada por exceso, se corregirá mediante fresado por cuenta de la empresa Contratista, siempre que no suponga una reducción del espesor de la capa por debajo del valor especificado en los Planos.

11.5.- Regularidad superficial

01.- Los resultados de la medida de la regularidad superficial de la capa acabada no excederán, en su caso, de los límites establecidos en el apartado 8.4. Si se sobrepasaran dichos límites, se procederá de la siguiente manera:

- Si es en más del 10% de la longitud del tramo controlado, se corregirán los defectos mediante fresado por cuenta del Contratista, teniendo en cuenta todo lo especificado en el apartado 11.3.
- Si es en menos de un 10% de la longitud del tramo controlado, se aplicará una penalización económica del 10%.

12.- MEDICIÓN Y ABONO

01.- La preparación de la superficie existente se considerará incluida en la unidad de obra correspondiente a la construcción de la capa subyacente y, por tanto, no habrá lugar a su abono por separado. Sin embargo, cuando dicha construcción no se haya realizado bajo el mismo contrato, la preparación de la superficie existente se abonará por metros cuadrados, medidos en el terreno.

02.- El cemento se abonará por toneladas realmente empleadas en obra, medidas por pesada directa en báscula debidamente contrastada.

03.- La ejecución de los materiales tratados con cemento, incluida la ejecución de juntas en fresco, se abonará por metros cúbicos realmente fabricados y puestos en obra, medidos en los Planos de secciones tipo. El abono del árido y del agua empleados en la mezcla con cemento se considerará incluido en el de la ejecución.

04.- El Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares podrá fijar un único abono de la gravacemento o del suelocemento, en el que se incluyan todas las operaciones y todos los componentes, incluso el cemento.

05.- La aplicación del ligante bituminoso para el riego curado se abonará por toneladas realmente empleadas en obra, medidas antes de su empleo. El árido de cobertura superficial, incluida su extensión y apisonado, se abonará por toneladas realmente empleadas en obra.

ARTÍCULO 40.36.- BASES DE HORMIGÓN MAGRO VIBRADO

1.- DEFINICIÓN

01.- Se define como base de hormigón magro vibrado la mezcla homogénea de áridos, cemento, agua y aditivos, empleada en capas de base de firmes urbanos, que se pone en obra con una consistencia tal que requiere el empleo de vibradores internos para su compactación. Las bases de hormigón magro que se prescriben en este artículo no se utilizan en firmes rígidos.

02.- La ejecución de las bases de hormigón magro vibrado incluye las siguientes operaciones:

- Estudio y obtención de la fórmula de trabajo.
- Preparación de la superficie de asiento.
- Fabricación de la mezcla.
- Transporte de la mezcla.
- Colocación de elementos de guía y acondicionamiento de los caminos de rodadura para los equipos de puesta en obra de la base de hormigón.
- Puesta en obra de la base de hormigón.
- Protección y curado de la base de hormigón en estado fresco.

2.- REFERENCIA NORMATIVA

01.- Artículo 551 "Hormigón magro vibrado" del PG-3.

3.- MATERIALES

01.- Lo dispuesto en este artículo se entenderá sin perjuicio de lo establecido en el Reglamento 305/2011 de 9 de marzo de 2011, del Parlamento Europeo y del Consejo, por el que se establecen las condiciones armonizadas para la comercialización de productos de construcción. Para los productos con marcado CE, el fabricante asumirá la responsabilidad sobre la conformidad de los mismos con las prestaciones declaradas, de acuerdo con el artículo 11 del mencionado Reglamento. Los productos que tengan el marcado CE deberán ir acompañados, además de dicho marcado, de la Declaración de Prestaciones, y de las instrucciones e información de seguridad del producto. Por su parte, la empresa Contratista deberá verificar que los valores declarados en los documentos que acompañan al marcado CE permitan deducir el cumplimiento de las especificaciones contempladas en el Proyecto o, en su defecto, en este Pliego, debiendo adoptar, en el caso de que existan indicios de incumplimiento de las especificaciones declaradas, todas aquellas medidas que considere oportunas para garantizar la idoneidad del producto suministrado a la obra.

02.- Se estará además en todo caso, a lo dispuesto en la legislación vigente en materia ambiental, de seguridad y salud, de producción, almacenamiento, gestión y transporte de productos de la construcción, de residuos de construcción y demolición, y de suelos contaminados.

03.- Para todas las especificaciones no incluidas en este artículo, la base de hormigón y sus componentes cumplirán las condiciones fijadas en el artículo 20.51 "hormigones" y el artículo

35.11 “Obras de hormigón en masa o armado” de este Pliego, y las adicionales que establezca, en su caso, el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares (en adelante PPTP), o en su defecto, la Dirección de las Obras.

04.- La clase resistente del cemento a emplear será, salvo justificación en contrario, la 32,5N o la 42,5N. La Dirección de las Obras podrá autorizar el empleo de un cemento de clase resistente superior en épocas frías o en las circunstancias que así lo requieran.

05.- No se emplearán cementos de aluminato de calcio, ni mezcla de cemento con adiciones que no hayan sido realizadas en fábrica.

06.- El PPTP fijará el principio de fraguado, según UNE-EN 196-3, que, en todo caso, no podrá tener lugar antes de los 100 minutos.

07.- El agua cumplirá las prescripciones del artículo 20.41 “Agua” de este Pliego.

08.- Se contemplará la posibilidad de usar materiales reciclados procedentes de fresados de capas de mezcla bituminosa o de demoliciones de hormigón, subproductos y productos inertes de desecho, de acuerdo al Plan Estatal Marco de Gestión de Residuos 2016-2022, siempre que cumplan las prescripciones técnicas exigidas en este artículo, y se declare el origen de los materiales, tal como se establece en la legislación comunitaria sobre estas materias. Para el empleo de estos materiales se exige que las condiciones para su tratamiento y aplicación estén fijadas expresamente en el PPTP.

09.- El árido grueso que se utilice para la fabricación de la base de hormigón de los firmes de calzadas tendrán un coeficiente de desgaste de Los Ángeles, según la UNE-EN 933-2, inferior a 30. Si se utilizan áridos reciclados de hormigón, y lo autoriza el PPTP o la Dirección de las Obras, este límite se podrá elevar a 40. Su tamaño máximo no será superior a 40 mm.

10.- El árido fino será una arena natural rodada o de machaqueo, con un equivalente de arena (Anexo A de la norma UNE-EN 933-8), no inferior a setenta ($SE4 \geq 70$). La curva granulométrica del árido fino (UNE-EN 933-1) estará comprendida dentro de los límites que se señalan en el Cuadro 40.36.1.

CUADRO 40.36.1 - HUSO GRANULOMÉTRICO DEL ÁRIDO FINO

| CERNIDO ACUMULADO (% en masa) | | | | | | |
|---|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| ABERTURA DE LOS TAMICES UNE-EN 933-2 mm | | | | | | |
| 4 | 2 | 1 | 0,500 | 0,250 | 0,125 | 0,063 |
| 81-100 | 58-85 | 39-68 | 21-46 | 7-22 | 1-8 | 0-6 |

11.- Los productos aditivos de la base de hormigón deberán cumplir las prescripciones de la sección 2ª del Capítulo 20 “Aditivos” de este Pliego. Los aditivos utilizados deberán llevar obligatoriamente el marcado CE y la correspondiente información que debe acompañarle, así como disponer del certificado de control de producción en fábrica expedido por un organismo notificado y de la declaración de conformidad CE elaborada por el propio fabricante, todo ello conforme a lo establecido en el Anejo ZA de la norma armonizada UNE-EN 934-2.

12.- Los productos filmógenos de curado deberán cumplir las prescripciones del artículo 29.31 “Productos filmógenos de curado” de este Pliego.

4.- TIPO Y COMPOSICIÓN DE LA BASE DE HORMIGÓN MAGRO VIBRADO

01.- La resistencia media a compresión simple a los 28 días será la especificada en el proyecto. En el caso de bases de hormigón en calzada con pavimento de mezcla bituminosa dicha resistencia no será inferior a 10 MPa ni superior a 15 MPa. En el resto de casos dicha resistencia no será inferior a 15 MPa.

02.- La resistencia a compresión simple se obtendrá en probetas cilíndricas, de 15 cm de diámetro y 30 cm de altura, fabricadas y conservadas según la UNE-EN 12390-2 y ensayadas según la UNE 12390-3.

03.- Para un uso general en el que la base se coloque a mano, la consistencia de la mezcla será blanda, con asiento en el cono de Abrams comprendido entre 6 y 9 cm según la UNE-EN 12350-2, siendo de consistencia seca o plástica (entre 0 y 5 cm según la UNE-EN 12350-2) cuando se disponga con equipos de extendido autopropulsados.

04.- La masa unitaria del total de partículas cernidas por el tamiz 0,125 mm de la UNE-EN 933-2, incluyendo el cemento, no será inferior a 225 kg/m³ de la masa de la mezcla.

05.- La dosificación de cemento no será inferior a 150 kg/m³ de la masa total fresca y la relación ponderal de agua/cemento no será superior a 1,15.

06.- La proporción de aire ocluido en la base de hormigón fresca vertida en obra, según la UNE-EN 12350-7, no será superior al 6%, en volumen. El empleo de un aditivo inclusor de aire puede ser necesario en el caso de puesta en obra mediante el empleo de extendedoras de encofrados deslizantes.

5.- EQUIPO NECESARIO PARA LA EJECUCIÓN DE LAS OBRAS

5.1.- Generalidades

01.- Para todas las especificaciones no incluidas en este artículo, la fabricación, transporte, puesta en obra y curado de la base de hormigón cumplirá las condiciones fijadas en el artículo 35.11 "Obras de hormigón en masa o armado" de este Pliego.

02.- No se podrá utilizar en la ejecución ningún equipo que no haya sido previamente empleado en el tramo de prueba y aprobado por la Dirección de las Obras.

03.- Se estará, en todo caso, a lo dispuesto en la legislación vigente en materia ambiental, de seguridad y salud y de transporte en lo referente a los equipos empleados en la ejecución de las obras.

5.2.- Central de fabricación y elementos de transporte

01.- La central de fabricación deberá poder dosificar la base de hormigón de acuerdo con los requisitos y tolerancias de este Pliego, a juicio de la Dirección de las Obras.

02.- La central de fabricación y el equipo de transporte deberán dimensionarse para garantizar un suministro continuo.

5.3.- Equipos de puesta en obra

5.3.1.- Equipos de transporte

01.- El transporte de la base de hormigón podrá realizarse en camiones hormigonera o, en el caso de hormigones de consistencia seca o plástica, en camiones bañera de caja abierta, lisa y estanca. En este último caso, los camiones deberán ir siempre provistos de una lona o cobertor adecuado para proteger la mezcla durante su transporte.

02.- Deberán disponerse los equipos necesarios para la limpieza de los elementos de transporte antes de recibir una nueva carga de base de hormigón.

5.3.2.- Pavimentadoras de encofrados deslizantes

01.- Si la puesta en obra se realizara mediante una pavimentadora de encofrados deslizantes, ésta deberá ser capaz de extender, vibrar y enrasar uniformemente la base de hormigón en estado fresco. La Dirección de las Obras podrá exigir un equipo para el reparto previo de la mezcla en toda la anchura de pavimentación.

02.- La pavimentadora deberá estar equipada con un sistema de guiado por cable, debiendo actuar los servomecanismos correctores apenas las desviaciones de la pavimentadora rebasen 3 mm en alzado, o 10 mm en planta.

03.- La longitud de la maestra enrasadora deberá ser suficiente para que no se aprecien ondulaciones en la superficie de la base de hormigón extendida.

04.- Una vez alcanzado su régimen de funcionamiento, la velocidad de avance del equipo de extensión deberá ser uniforme en el tiempo durante el cual esté trabajando, no pudiendo ser inferior a la aprobada por la Dirección de las Obras ni superior a 1 m/min. Se evitarán, en la medida de lo posible, las paradas continuas de la pavimentadora, a fin de evitar defectos de regularidad superficial.

5.3.3.- Equipos manuales

01.- La Dirección de las Obras podrá autorizar la extensión y compactación de la base de hormigón por medios manuales. En este caso, para enrasar la mezcla se utilizará una regla vibrante ligera.

02.- Si el PPTP admitiera el fratasado manual o si la Dirección de las Obras lo autorizara, en los lugares en que por su forma o por su ubicación no sea posible el empleo de máquinas la superficie de la base de hormigón se alisará y nivelará con fratases de una longitud no inferior a 4 m y una anchura no inferior a 10 cm rigidizados con costillas y dotados de un mango suficientemente largo para ser manejados desde zonas adyacentes a la de extensión.

5.4.- Pulverizador de agua o del producto de curado

01.- Si se utilizan pulverizadores de agua, emulsión o de productos de curado podrán ser manuales o automatizados.

6.- EJECUCIÓN

6.1.- Estudio y obtención de la fórmula de trabajo

01.- Para la obtención de la fórmula de trabajo se cumplirán las condiciones fijadas en el artículo 35.11 "Obras de hormigón en masa o armado" de este Pliego salvo para hormigones de base porosos.

6.2.- Preparación de la superficie de asiento

01.- Se comprobará el grado de compactación, la regularidad superficial y el estado de la superficie sobre la que vaya a extenderse la base de hormigón. El PPTP, o en su defecto la Dirección de las Obras, deberá indicar las medidas necesarias para obtener dicha regularidad superficial y, en su caso como subsanar las deficiencias.

02.- Se prohibirá circular sobre la superficie preparada, salvo al personal y equipos que sean imprescindibles para la ejecución de la capa. En este caso, se tomarán todas las precauciones que exigiera la Dirección de las Obras, cuya autorización será preceptiva.

03.- En época seca y calurosa, y siempre que sea previsible una pérdida de humedad de la base de hormigón, la Dirección de las Obras podrá exigir que la superficie de apoyo se riegue ligeramente con agua, inmediatamente antes de la extensión, de forma que ésta quede húmeda, pero no encharcada, eliminándose las acumulaciones que hubieran podido formarse.

6.3.- Fabricación y transporte de la base de hormigón

01.- Para la fabricación y el transporte de la base de hormigón se cumplirán las condiciones fijadas en el artículo 20.51 "hormigones" y el 35.11 "Obras de hormigón en masa o armado" de este Pliego.

6.4.- Elementos de guía y acondicionamiento de los caminos de rodadura para pavimentadoras de encofrados deslizantes

01.- La distancia entre piquetes que sostengan el cable de guía de las pavimentadoras de encofrados deslizantes no podrá ser superior a 10 m; dicha distancia se reducirá a 5 m en curvas de radio inferior a 500 m y en acuerdos verticales de parámetro inferior a 2.000 m. Se tensorá el cable de forma que su flecha entre dos piquetes consecutivos no sea superior a 1 mm.

02.- Donde se extienda una franja junto a otra existente, se podrá usar ésta como guía de las máquinas. En este caso, deberá haber alcanzado una edad mínima de 3 días y se protegerá la superficie de la acción de las orugas interponiendo bandas de goma, chapas metálicas u otros materiales adecuados, a una distancia conveniente del borde. Si se observaran daños estructurales o superficiales en los caminos de rodadura, se suspenderá el extendido, reanudándolo cuando aquél hubiera adquirido la resistencia necesaria, o adoptando precauciones suficientes para que no se vuelvan a producir dichos daños.

03.- Los caminos de rodadura de las orugas estarán suficientemente compactados para permitir su paso sin deformaciones, y se mantendrán limpios. No deberán presentar irregularidades superiores a 15 mm.

6.5.- Puesta en obra

01.- La extensión de la base de hormigón se realizará tomando las precauciones necesarias para evitar segregaciones y contaminaciones, de forma tal que después de la compactación se

obtenga la rasante y sección definidas en los planos, con las tolerancias establecidas en las presentes prescripciones.

02.- Si el transporte se hace con camión hormigonera no se permitirá el vuelco directo del hormigón sobre la explanada, salvo que así se indique en el PPTP.

03.- No se permitirá la colocación por semianchos adyacentes con más de 1 hora de diferencia entre los instantes de sus respectivas extensiones, a no ser que la Dirección de las Obras autorice la ejecución de una junta longitudinal. Cuando el ancho de la calzada lo permita se trabajará extendiendo todo el ancho de la misma, sin juntas de trabajo longitudinales.

04.- La base de hormigón magro se vibrará con los medios adecuados, que han de ser expresamente aprobados por la Dirección de las Obras.

05.- Se prohíbe toda adición de agua a las masas a su llegada al tajo.

6.5.1 Equipos manuales

01.- Si la extensión y la compactación de la base de hormigón magro se hace por medios manuales, se mantendrá siempre un volumen suficiente de mezcla delante de la regla vibrante, y se continuará compactando hasta que se haya conseguido la forma prevista y la lechada fluya ligeramente a la superficie.

02.- Los encofrados deberán permanecer colocados al menos 8 horas. El curado de la base de hormigón en las superficies expuestas deberá comenzar inmediatamente después.

6.5.2 Pavimentadoras de encofrados deslizantes

01.- La descarga y la extensión previa de la base de hormigón en toda la anchura de pavimentación se realizarán de modo suficientemente uniforme para no desequilibrar el avance de la máquina; esta precaución se deberá extremar al extender en rampa.

02.- Se cuidará que delante de la maestra enrasadora se mantenga en todo momento, y en toda la anchura de la pavimentación, un volumen suficiente de base de hormigón fresca en forma de cordón de unos 10 cm como máximo de altura; delante de los fratases de acabado se mantendrá un cordón continuo de mortero fresco, de la menor altura posible.

03.- Se dispondrán pasarelas móviles con objeto de facilitar la circulación del personal y evitar daños a la base de hormigón fresca. Los tajos de extendido deberán tener todos sus accesos correctamente señalizados y acondicionados para proteger la capa recién construida.

04.- La velocidad de la máquina en caso de emplearse extendedora de encofrados deslizantes, no debe exceder de un metro/minuto (1 m/min) evitando las paradas para reducir así cualquier irregularidad superficial.

05.- El empleo de un aditivo inclusor de aire suele ser necesario en el caso de puesta en obra mediante extendedoras de encofrados deslizantes, a fin de evitar la caída de los bordes. En todo caso, se cumplirán los valores máximos señalados en el apartado 4 del presente artículo.

6.6.- Ejecución de juntas

01.- En caso de que la Dirección de las Obras autorizase la ejecución de una junta longitudinal, se prestará la mayor atención y cuidado a que la base de hormigón que se coloque a lo largo de esta junta sea homogénea y quede perfectamente compactada.

02.- Se dispondrán juntas transversales al final de la jornada, o donde se hubiera producido, por cualquier causa, una interrupción en el extendido que hiciera temer un comienzo de fraguado, según el apartado 8.1. Su borde deberá quedar perpendicular a la superficie, debiendo recortarse la base de hormigón si fuera necesario.

03.- La Dirección de las Obras podrá ordenar el corte de juntas en las bases de hormigón bajo mezclas bituminosas o adoquines sobre mortero, durante los primeros días de edad con objeto de minimizar la reflexión de grietas en el pavimento. Dicho corte se llevará a cabo mediante cortadora radial, y alcanzará como mínimo una profundidad de 1/3 del espesor de la base. La distancia entre juntas estará comprendida entre 3 y 4 m. La Dirección de las Obras podrá aprobar otro método alternativo para la creación de juntas de contracción, conforme a lo indicado en el párrafo 06 del apartado 1 del artículo 35.21 "Juntas de contracción y dilatación" de este Pliego.

6.7.- Terminación

01.- Se prohibirá el riego con agua o la extensión de mortero sobre la superficie de la base de hormigón fresca para facilitar su acabado. Donde fuera necesario aportar material para corregir una zona baja, se empleará hormigón aún no extendido. En todo caso, antes de que comience a fraguar el material, se dará a su superficie un acabado homogéneo, con la textura adecuada según determine la Dirección de las Obras.

6.8.- Protección y curado

6.8.1.- Generalidades

01.- Durante el primer período de endurecimiento, se protegerá la base de hormigón contra el lavado por lluvia, contra la desecación rápida, especialmente en condiciones de baja humedad relativa del aire, fuerte insolación o viento, y contra enfriamientos bruscos o congelación.

02.- Si el PPTP, o en su defecto la Dirección de las Obras, lo exige, se colocará sobre las máquinas de puesta en obra un tren de tejadillos bajos de color claro, cerrados y móviles, que cubran una longitud de capa de al menos 50 m. Alternativamente, la Dirección de las Obras podrá autorizar la utilización de una lámina de plástico o un producto de curado resistente a la lluvia.

03.- Durante un período que, salvo autorización expresa de la Dirección de las Obras, no será inferior a 3 días a partir de la puesta en obra de la base de hormigón, estará prohibido todo tipo de circulación sobre la capa recién ejecutada, con excepción de la imprescindible para comprobar la regularidad superficial.

6.8.2.- Curado

01.- Si la capa de base de hormigón magro vibrado se curase por humedad, se cubrirá su superficie con arpilleras, geotextiles u otros materiales análogos de alto poder de retención de humedad, que se mantendrán saturados durante el período de curado. Dichos materiales no deberán estar impregnados ni contaminados por sustancias perjudiciales para la base de hormigón.

02.- Si el curado se lleva a cabo mediante la adición directa de agua sobre la superficie de la base de hormigón, sin la interposición de ningún material que cubra dicha superficie, se deberá realizar la humectación de la misma a lo largo del día, tantas veces como sea necesario para evitar la desecación superficial. El procedimiento se alargará los días que fije la Dirección de las Obras. Mientras que la superficie de la base de hormigón no se cubra con el pavimento, se mantendrá húmeda durante el periodo de curado (mínimo 3 días) adoptando las precauciones necesarias para que en ninguna circunstancia se deteriore la superficie.

03.- Si la base de hormigón magro se curara con un producto filmógeno se aplicará apenas hubieran concluido las operaciones de acabado y deberán someterse a curado todas las superficies expuestas de la losa, incluidos sus bordes, apenas queden libres. El producto de curado se aplicará en toda la superficie de la base de hormigón por medios mecánicos que aseguren una pulverización del producto en un rocío fino de forma continua y uniforme, con la dotación aprobada por la Dirección de las Obras, que no podrá ser inferior a 200 g/m².

6.9.- Protección térmica

01.- Durante el periodo de curado, la base de hormigón deberá protegerse contra la acción de la helada o de un enfriamiento rápido. En el caso de que se tema una posible helada, se protegerá con una membrana de plástico lastrada contra el viento y aprobada por la Dirección de las Obras, hasta el día siguiente a su puesta en obra.

02.- Si fuera probable el enfriamiento brusco de una base de hormigón sometida a elevadas temperaturas diurnas, como en caso de lluvia después de un soleamiento intenso o de un descenso de la temperatura ambiente en más de 15 °C entre el día y la noche, se deberá proteger la capa en la forma indicada en el párrafo anterior.

7.- TRAMO DE PRUEBA

01.- Cuando lo indique el PPTP o la Dirección de las Obras, adoptada una fórmula de trabajo, se procederá a la realización de un tramo de prueba con el mismo equipo, velocidad de extendido y espesor que se vayan a utilizar en la obra.

02.- La longitud del tramo de prueba definida en el PPTP deberá ser, como mínimo, 100 m. La Dirección de las Obras determinará si fuera aceptable su realización como parte integrante de la obra de construcción.

03.- En el tramo de prueba se comprobará que:

- Los medios de vibración serán capaces de densificar adecuadamente la base de hormigón en todo su espesor.
- Se podrán cumplir las prescripciones de terminación y de regularidad superficial.
- El proceso de protección y de curado será adecuado.
- La resistencia de la base de hormigón cumple con la exigida en proyecto, mediante la fabricación y rotura de probetas.

04.- Si la ejecución no fuese satisfactoria, se procederá a la realización de otro tramo de prueba, introduciendo las oportunas variaciones en los equipos o métodos de puesta en obra. No se podrá proceder a la construcción de la capa en tanto que no haya sido aprobado un tramo de prueba por la Dirección de las Obras.

05.- El curado del tramo de prueba se prolongará durante el período prescrito en el PPTP, y, a los 26 días de su puesta en obra, se extraerán de él 6 testigos cilíndricos, según la UNE-EN 12504-1; situados en emplazamientos aleatorios que disten entre sí un mínimo de 7 m en sentido longitudinal, y separados más de 50 cm de cualquier junta o borde. Estos testigos se ensayarán a compresión simple, según la UNE 12390-3, a 28 días de edad, después de haber sido conservados durante las 48 h anteriores al ensayo en las condiciones previstas en la UNE-EN 12504-1. El valor medio de los resultados de estos ensayos servirá de base para su comparación con los resultados de los ensayos de control, a los que se refiere el apartado 11.1.2.

8.- ESPECIFICACIONES DE LA UNIDAD TERMINADA

8.1.- Resistencia

01.- La resistencia media a compresión simple a 28 días cumplirá lo indicado en el apartado 4 de este artículo.

8.2.- Alineación, rasante, espesor y anchura

01.- Las desviaciones en planta, respecto a la alineación teórica, no deberán ser superiores a 4 cm con longitudes de referencia de 3 m y la superficie de la capa deberá tener las pendientes indicadas en los Planos.

02.- La rasante de la superficie acabada no deberá quedar por debajo de la teórica, en más de 10 mm, ni rebasar a ésta en ningún punto; el espesor de la capa no podrá ser inferior, en ningún punto, al previsto en los Planos de secciones tipo. En todos los perfiles se comprobará la anchura extendida, que en ningún caso podrá ser inferior a la teórica deducida de la sección tipo de los Planos.

8.3.- Regularidad superficial

01.- El PPTP o la Dirección de las Obras podrán requerir que el Índice de Regularidad Internacional (IRI) en calzadas, según la NLT-330, no supere los valores indicados en el cuadro 40.36.2.

CUADRO 40.36.2 - ÍNDICE DE REGULARIDAD INTERNACIONAL (IRI)

| PORCENTAJE DE HECTOMETROS | IRI (dm/hm) |
|---------------------------|-------------|
| 50 | < 2,0 |
| 80 | < 2,5 |
| 100 | < 3,0 |

9.- LIMITACIONES DE LA EJECUCIÓN

9.1.- Generalidades

01.- Se interrumpirá el extendido cuando llueva con una intensidad que pudiera, a juicio de la Dirección de las Obras, dañar a la base de hormigón fresca.

02.- Igualmente, se interrumpirá el hormigonado si la temperatura ambiente supera los 35°C (salvo que se actúe sobre la temperatura de la masa del hormigón), o si la velocidad del viento es excesiva, de manera que no pueda evitarse la aparición de fisuras de retracción plástica inicial, que suelen aparecer justo después del extendido del hormigón.

03.- La descarga de la mezcla, transportada en camiones sin elementos de agitación, deberá realizarse antes de que haya transcurrido un período máximo de 45 min, a partir de la introducción del cemento y de los áridos en el mezclador. La Dirección de las Obras podrá aumentar este plazo si se utilizan retardadores de fraguado, o disminuirlo si las condiciones atmosféricas originan un rápido endurecimiento del material.

04.- No deberá transcurrir más de 1 h entre la fabricación de la base de hormigón y su puesta en obra. La Dirección de las Obras podrá aumentar este plazo hasta un máximo de 2 h, si se emplean cementos cuyo principio de fraguado no tenga lugar antes de 2 h 30 min, si se adoptan precauciones para retrasar el fraguado del material o si las condiciones de humedad y temperatura son favorables. En ningún caso se colocarán en obra amasadas que acusen un principio de fraguado, o que presenten segregación o desecación.

05.- Salvo que se instale una iluminación suficiente, a juicio de la Dirección de las Obras, el extendido de la capa se detendrá con la antelación suficiente para que el acabado se pueda concluir con luz natural.

06.- Si se interrumpe la puesta en obra por más de 1/2 h, se cubrirá el frente de extendido de forma que se impida la evaporación del agua. Si el plazo de interrupción fuera superior al máximo admitido entre la fabricación y la puesta en obra de la base de hormigón, se dispondrá una junta de trabajo, de acuerdo con lo establecido en el apartado 6.6.

9.2.- Limitaciones en tiempo caluroso

01.- En tiempo caluroso se extremarán las precauciones, de acuerdo con las indicaciones de la Dirección de las Obras, a fin de evitar desecaciones superficiales y fisuraciones.

02.- Apenas la temperatura ambiente rebase los 35 °C, se controlará constantemente la temperatura de la masa de hormigón de la base, la cual no deberá rebasar en ningún momento los 40 °C. La Dirección de las Obras podrá ordenar la adopción de precauciones suplementarias a fin de que el material que se fabrique no supere dicho límite.

9.3.- Limitaciones en tiempo frío

01.- La temperatura de la masa de hormigón de la base, durante su puesta en obra no será inferior a 5 °C y se prohibirá la puesta en obra sobre una superficie cuya temperatura sea inferior a 0°C.

02.- En general, se suspenderá la puesta en obra siempre que se prevea que, dentro de las 48 h siguientes, pueda descender la temperatura ambiente por debajo de los 0 °C. En los casos que, por absoluta necesidad, se realice la puesta en obra en tiempo con previsión de heladas, se adoptarán las medidas necesarias para garantizar que, durante el fraguado y primer endurecimiento del hormigón de la base, no se producirán deterioros en el mismo, ni mermas permanentes apreciables de las características resistentes del material.

03.- Si, a juicio de la Dirección de las Obras, hubiese riesgo de que la temperatura ambiente llegase a bajar de 0°C durante las primeras 24 h de endurecimiento del hormigón de la base,

la empresa Contratista deberá proponer precauciones complementarias, las cuales deberán ser aprobadas por la Dirección de las Obras.

9.4.- Apertura a la circulación

01.- El paso de personas y de equipos para la comprobación de la regularidad superficial podrá autorizarse cuando hubiera transcurrido el plazo necesario para que no se produzcan desperfectos superficiales, y se hubiera secado el producto filmógeno de curado, si se emplea este método.

02.- El tráfico de obra no podrá circular antes de 7 días desde la ejecución de la capa. La Dirección de las Obras podrá autorizar una reducción de este plazo, siempre que la base de hormigón hubiera alcanzado una resistencia a compresión de, al menos, el 80% de la exigida a 28 días.

10.- CONTROL DE CALIDAD

10.1.- Control de los materiales.

01.- Se seguirán las prescripciones del artículo 35.11 "Obras de hormigón en masa o armado" de este pliego.

10.2.- Control de ejecución.

10.2.1.- Fabricación

01.- Se seguirán las prescripciones del artículo 35.11 "Obras de hormigón en masa o armado" de este pliego.

10.2.2.- Puesta en obra

01.- Se medirán la temperatura y la humedad relativa del ambiente mediante un termohigrógrafo registrador, para tener en cuenta las limitaciones del apartado 9.

02.- Al menos 2 veces al día, una por la mañana y otra por la tarde, así como siempre que varíe el aspecto de la base de hormigón, se medirá su consistencia. Si el resultado obtenido rebasa los límites establecidos respecto de la fórmula de trabajo, se rechazará la amasada.

03.- Se comprobará frecuentemente el espesor extendido mediante un punzón graduado u otro procedimiento aprobado por la Dirección de las Obras, así como la forma de actuación del equipo de puesta en obra, verificando la frecuencia y amplitud de los vibradores.

10.2.3.- Control de recepción de la unidad terminada

01.- Se considerará como lote, que se aceptará o rechazará en bloque, al menor que resulte de aplicar los 3 criterios siguientes a la capa de base de hormigón:

- 500 metros de calzada.
- 3.500 m² de calzada.
- La fracción construida diariamente.

02.- El espesor de la capa y la homogeneidad de la base de hormigón se comprobarán mediante extracción de testigos cilíndricos en emplazamientos aleatorios, con la frecuencia fijada en el PPTP, o que, en su defecto, señale la Dirección de las Obras. El número mínimo de puntos a controlar por cada lote será de 2, que se ampliarán a 5 si el espesor de alguno de los dos primeros resultara ser inferior al prescrito o su aspecto indicara una compactación inadecuada. Los agujeros producidos se rellenarán con mezcla hidráulica de la misma calidad que la utilizada en el resto de la capa, el cual será correctamente enrasado y compactado. La Dirección de las Obras determinará si los testigos han de romperse a compresión simple en la forma indicada en el apartado 7, pudiendo servir como ensayos de información, según el apartado 11.1.2.

03.- Las probetas fabricadas con el material de la base de hormigón, conservadas en las condiciones previstas en la UNE-EN 12390-1, se ensayarán a compresión simple a 28 días, según la UNE-EN 12390-3. La Dirección de las Obras podrá ordenar la realización de ensayos complementarios a 7 días.

04.- En todos los semiperfiles se comprobará que la superficie extendida presenta un aspecto uniforme, así como la ausencia de defectos superficiales importantes, tales como segregaciones o modificación de la terminación.

05.- En su caso, se controlará la regularidad superficial del lote a partir de las 24 h de su ejecución y siempre antes de la extensión de la siguiente capa mediante la determinación del índice de regularidad internacional (IRI), según la NLT-330, que deberá cumplir lo especificado en el apartado 8.4.

11.- CRITERIOS DE ACEPTACIÓN O RECHAZO

11.1.- Resistencia mecánica.

11.1.1.- Ensayos de control

01.- La resistencia media de un lote a una determinada edad se determinará como media de las resistencias de las probetas fabricadas de acuerdo con lo indicado en el apartado 10.2.3.

02.- A partir de la resistencia media a compresión simple a 28 días para cada lote se aplicarán los siguientes criterios:

- Si la resistencia media no fuera inferior a la exigida, y no más de un individuo de la muestra fuese inferior a la misma, se aceptará el lote.
- Si fuera inferior a ella, pero no a su 90%, la empresa Contratista podrá elegir entre aceptar las sanciones previstas en el PPTP, o solicitar la realización de ensayos de información. Dichas sanciones no podrán ser inferiores a la aplicación de una penalización al precio unitario del lote, cuya cuantía sea igual al doble de la merma de resistencia, expresadas ambas en proporción.
- Si la resistencia media fuera inferior al 90% de la exigida, se realizarán ensayos de información.

11.1.2.- Ensayos de información

01.- Transcurridos 26 días de su puesta en obra, se extraerán del lote 6 testigos cilíndricos, según la UNE-EN 12504-1, situados en emplazamientos aleatorios que disten entre sí un mínimo de siete metros 7 m en sentido longitudinal, y separados más de 50 cm de cualquier junta o borde. Estos testigos se ensayarán a compresión simple, según la UNE 12390 a la

edad de 28 días, después de haber sido conservados durante las 48 h anteriores al ensayo en las condiciones previstas en la UNE 12504-1.

02.- El valor medio de los resultados de estos ensayos se comparará con el valor medio de los resultados del tramo de prueba o, si lo autorizase la Dirección de las Obras, con los obtenidos en un lote aceptado cuya situación e historial lo hicieran comparable con el lote sometido a ensayos de información:

- Si no fuera inferior, el lote se considerará aceptado.
- Si fuera inferior a él, pero no a su 90%, se aplicarán al lote las sanciones previstas en el PPTP.
- Si fuera inferior a su 90%, pero no a su 80%, la Dirección de las Obras podrá aplicar las sanciones previstas en el PPTP, o bien ordenar la demolición del lote y su reconstrucción, por cuenta de la empresa Contratista.
- Si fuera inferior a su 80% se demolerá el lote y se reconstruirá, por cuenta de la empresa Contratista.

03.- Las sanciones referidas no podrán ser inferiores a la aplicación de una penalización al precio unitario del lote, cuya cuantía sea igual al doble de la merma de resistencia, expresadas ambas en proporción.

11.2.- **Espesor**

01.- El espesor medio obtenido no deberá ser inferior al especificado en el PPTP o en los Planos de secciones tipo del Proyecto. No más de 2 individuos de la muestra ensayada podrán presentar resultados individuales que bajen del especificado en más de un 5%.

02.- Si el espesor medio obtenido fuera inferior al 90% del especificado, se levantará la capa correspondiente al lote controlado y se repondrá, por cuenta de la empresa Contratista.

03.- Si el espesor medio obtenido fuera inferior al especificado pero superior al 90% de éste, se compensará la diferencia con un espesor adicional equivalente de la capa superior aplicado en toda la anchura de la sección tipo, por cuenta de la empresa Contratista y se aplicarán las sanciones por defecto de espesor especificadas en el artículo 35.11 "Obras de hormigón en masa y armado" de este Pliego.

11.3.- **Rasante**

01.- Las diferencias de cota entre la superficie obtenida y la teórica establecida en los Planos del Proyecto no excederán de las tolerancias especificadas, ni existirán zonas que retengan agua. Cuando la tolerancia sea rebasada por defecto y no existan problemas de encharcamiento, la Dirección de las Obras podrá aceptar la superficie siempre que la capa superior a ella compense la merma con el espesor adicional necesario sin incremento de coste para la Propiedad. Cuando la tolerancia sea rebasada por exceso, se corregirá el exceso mediante fresado por cuenta de la empresa Contratista siempre que no suponga una reducción del espesor de la capa por debajo del valor especificado en los Planos y que la superficie disponga de un acabado semejante al conjunto de la obra.

11.4.- **Regularidad superficial**

01.- En su caso, en los tramos donde los resultados de la regularidad superficial excedan de los límites especificados en el apartado 8.3, se procederá de la siguiente manera:

- Si los resultados de la regularidad superficial de la capa acabada exceden los límites establecidos en el apartado 8.3 en menos del 10% de la longitud del tramo controlado, se corregirán los defectos de regularidad superficial mediante fresado, siempre que no suponga una reducción del espesor de la capa por debajo del valor especificado en los Planos y que la superficie disponga de un acabado semejante al conjunto de la obra. Se procederá a la corrección de los defectos por cuenta de la empresa Contratista o bien a la demolición y retirada a vertedero.
- Si los resultados de la regularidad superficial de la capa acabada exceden los límites establecidos en el apartado 8.3 en más del 10% de la longitud del tramo controlado, se demolerá el lote y se retirará a vertedero por cuenta de la empresa Contratista.

12.- MEDICIÓN Y ABONO

01.- Las mediciones se realizarán sobre planos, e incluirán el tramo de prueba satisfactorio.

02.- La capa de base de hormigón completamente terminada, incluso la preparación de la superficie de apoyo, se abonará por metros cúbicos, medidos sobre planos. Se descontarán las sanciones impuestas por resistencia insuficiente de la base de hormigón o por falta de espesor de la capa. Salvo que el Cuadro de Precios y el PPTP prevean explícitamente lo contrario, se considerarán incluidos el abono de todo tipo de aditivos.

03.- Para el abono de los aditivos aparte del abono de la capa de base de hormigón, será necesario que se haya previsto en el Cuadro de Precios y en el PPTP y, además, que su empleo haya sido autorizado por la Dirección de las Obras. En este caso, los aditivos se abonarán por kilogramos utilizados.

ARTÍCULO 40.37.- BASES Y PAVIMENTOS DE HORMIGÓN PERMEABLE

1.- DEFINICIÓN

01.- Se define como base o pavimento de hormigón permeable la mezcla homogénea de áridos, cemento, agua, aditivos y adiciones, que resulta en un material resistente y permeable al agua según los criterios de este artículo. Se emplea en capas de base o directamente como pavimento permeable de aceras, paseos, aparcamientos y vías ciclistas.

02.- La ejecución de las bases o pavimentos de hormigón permeable incluye las siguientes operaciones:

- Estudio y obtención de la fórmula de trabajo.
- Preparación de la superficie de asiento.
- Fabricación del hormigón permeable.
- Transporte del hormigón permeable.
- Puesta en obra.
- Protección y curado de la base de hormigón permeable.

2.- REFERENCIA NORMATIVA

01.- ACI 522.1M-13: Specification for Pervious Concrete Pavement.

3.- MATERIALES

01.- Lo dispuesto en este artículo se entenderá sin perjuicio de lo establecido en el Reglamento 305/2011 de 9 de marzo de 2011, del Parlamento Europeo y del Consejo, por el que se establecen las condiciones armonizadas para la comercialización de productos de construcción. Para los productos con marcado CE, el fabricante asumirá la responsabilidad sobre la conformidad de los mismos con las prestaciones declaradas, de acuerdo con el artículo 11 del mencionado Reglamento. Los productos que tengan el marcado CE deberán ir acompañados, además de dicho marcado, de la Declaración de Prestaciones, y de las instrucciones e información de seguridad del producto. Por su parte, la empresa Contratista deberá verificar que los valores declarados en los documentos que acompañan al marcado CE permitan deducir el cumplimiento de las especificaciones contempladas en el Proyecto o, en su defecto, en este Pliego, debiendo adoptar, en el caso de que existan indicios de incumplimiento de las especificaciones declaradas, todas aquellas medidas que considere oportunas para garantizar la idoneidad del producto suministrado a la obra.

02.- Se estará además en todo caso, a lo dispuesto en la legislación vigente en materia ambiental, de seguridad y salud, de producción, almacenamiento, gestión y transporte de productos de la construcción, de residuos de construcción y demolición, y de suelos contaminados.

03.- La clase resistente del cemento a emplear será, salvo justificación en contrario la 32,5N. La Dirección de las Obras podrá autorizar el empleo de un cemento de clase resistente superior en épocas frías o en los casos en los que la aplicación del hormigón permeable así lo exija.

04.- No se emplearán cementos de aluminato de calcio, ni mezcla de cemento con adiciones que no hayan sido realizadas en fábrica de cemento.

05.- El Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares, en adelante PPTP, fijará el principio de fraguado, según UNE-EN 196-3, que, en todo caso, no podrá tener lugar antes de las dos horas.

06.- El agua cumplirá las prescripciones del artículo 20.41 "Agua" de este Pliego.

07.- Se contemplará la posibilidad de usar materiales reciclados procedentes de fresados de capas de mezcla bituminosa o de demoliciones de hormigón, subproductos y productos inertes de desecho, de acuerdo al Plan Estatal Marco de Gestión de Residuos 2016-2022, siempre que cumplan las prescripciones técnicas exigidas en este artículo, y se declare el origen de los materiales, tal como se establece en la legislación comunitaria sobre estas materias. Para el empleo de estos materiales se exige que las condiciones para su tratamiento y aplicación estén fijadas expresamente en el PPTP.

08.- Los áridos gruesos que se utilicen para la fabricación de bases de hormigón de los firmes de calzadas tendrán un coeficiente de desgaste de Los Ángeles, según la UNE-EN 933-2, inferior a 30, excepto cuando se utilicen áridos reciclados de hormigones, en cuyo caso se admiten valores de desgaste de hasta 40. En el caso de capas de rodadura permeables el coeficiente de Los Ángeles del árido grueso será menor de 25.

09.- Los productos aditivos de la base de hormigón deberán cumplir las prescripciones de la sección 2ª del Capítulo 20 "Aditivos" de este Pliego.

10.- Si se utilizan fibras u otras adiciones para mejorar la reología u otras características del hormigón deberán ser autorizadas por la Dirección de las Obras.

11.- El PPTP fijará el valor del equivalente de arena del árido fino, según la UNE-EN 933-8. Dicho valor no será inferior a 75.

4.- TIPO Y COMPOSICIÓN

01.- La resistencia media a compresión simple a los 28 días no será inferior a 15 MPa en el caso de bases y zonas de tráfico peatonal, ni a 20 MPa en el caso de capas de rodadura. La resistencia a compresión simple se obtendrá como media de la obtenida sobre 6 testigos tomados en el tramo de prueba y ensayados según la UNE-EN 12390-3.

02.- La dosificación de cemento no será inferior a 200 kg/m³ en el caso de bases, zonas de tráfico peatonal o de bicicletas, ni a 300 kg/m³ en zonas de tráfico de vehículos a motor. La relación ponderal de agua/cemento estará comprendida entre 0,25 y 0,35.

03.- El tamaño máximo del árido estará comprendido entre 10 y 20 mm.

04.- Se obtendrá una capacidad permeable de al menos 3000 mm/h, medida con un permeámetro de carga variable según la UNE-EN 12697-40, con un porcentaje de huecos comprendido entre el 15 y el 25%. Los ensayos de comprobación de la capacidad permeable de la fórmula de trabajo se harán en el tramo de prueba.

05.- El PPTP especificará el tipo de hormigón a emplear que se designará como BHP seguido de la resistencia media a compresión simple a 28 días.

06.- Para las capas de hormigón permeable empleadas como rodadura el proyecto justificará las características superficiales y del material que sean necesarias para su uso, según el tipo de tráfico y su intensidad.

5.- EQUIPO NECESARIO PARA LA EJECUCIÓN DE LAS OBRAS

5.1.- Generalidades

01.- Se estará, en todo caso, a lo dispuesto en la legislación vigente en materia ambiental, de seguridad y salud y de transporte en lo referente a los equipos empleados en la ejecución de las obras.

02.- No se podrá utilizar en la ejecución ningún equipo que no haya sido previamente empleado en el tramo de prueba y aprobado por la Dirección de las Obras.

5.2.- Central de fabricación

01.- La central de fabricación deberá poder dosificar el hormigón de acuerdo con los requisitos y tolerancias de este Pliego, a juicio de la Dirección de las Obras.

02.- La central de fabricación y el equipo de transporte deberán dimensionarse para garantizar un suministro continuo.

03.- El amasado del hormigón se realizará en amasadora fija, siendo necesario en este último caso un tiempo de amasado mínimo, antes de salir los camiones de la planta, de 1 minuto por cada m³ transportado.

04.- El PPTP señalará la producción horaria mínima de la central.

5.3.- Elementos de transporte

01.- En el caso de que la mezcla se realice mediante amasadora fija, ésta se podrá transportar al lugar de empleo mediante camiones de caja abierta, lisa y estanca, perfectamente limpia, los cuales deberán disponer de lonas o cobertores adecuados para proteger la mezcla durante su transporte. Por seguridad de la circulación vial será inexcusable el empleo de cobertores para el transporte por carreteras en servicio. En el caso de que la mezcla se realice en camiones cuba, éstos se podrán utilizar también para su transporte si el PPTP o el Dirección de las Obras lo indican o aceptan.

02.- En el caso de utilizarse extendedoras automotrices la altura y forma de los camiones será tal que, durante el vertido en la extendedora, el camión sólo toque a aquella a través de los rodillos previstos al efecto.

03.- Los medios de transporte deberán estar adaptados, en todo momento, al ritmo de ejecución de la obra teniendo en cuenta la capacidad de producción de la central y del equipo de extensión y la distancia entre la central y el tajo de extensión.

5.4.- Equipo de extensión

01.- Se utilizarán extendedoras automotrices, que estarán dotadas de los dispositivos necesarios para extender el material con la configuración deseada, así como de dispositivos automáticos de nivelación y de precompactación.

02.- En el caso de utilizarse extendedoras que no estén provistas de una tolva para la descarga del material desde los camiones, ésta deberá realizarse a través de dispositivos de preextensión (carretones o similares) que garanticen un reparto adecuado del material delante del equipo de extensión.

03.- Las anchuras mínima y máxima de extensión se fijarán en el PPTP o, en su defecto, por la Dirección de las Obras. Si al equipo de extensión pudieran acoplarse piezas para aumentar su anchura, éstas deberán quedar perfectamente alineadas con las existentes en la extendidora.

04.- Se podrá realizar también un extendido manual vertiendo directamente el hormigón permeable desde los camiones cuba, entre encofrados debidamente nivelados, de manera que éstos ayuden, posteriormente, en la compactación y nivelación de la capa.

5.5.- Equipo de compactación

01.- Los compactadores podrán ser autopropulsados, tener inversores del sentido de la marcha de acción suave y estar dotados de dispositivos para mantenerlos húmedos, en caso necesario. La composición del equipo de compactación se determinará en el tramo de prueba, y deberá estar compuesto como mínimo por 1 compactador ligero de rodillos metálicos de 10 t.

02.- La Dirección de las Obras aprobará el equipo de compactación que se vaya a emplear, su composición y las características de cada uno de sus componentes, que serán las necesarias para conseguir una compacidad adecuada y homogénea de la mezcla con cemento en todo su espesor, sin producir roturas del material granular, o del árido, ni arrollamientos o deformaciones.

03.- En los lugares inaccesibles para los equipos de compactación normales, se emplearán otros de tamaño y diseño adecuados para la labor que se pretende realizar. Se utilizarán rodillos manuales de características apropiadas para lograr resultados análogos a los obtenidos con el equipo de compactación aprobado. En este sentido, se recuerda la importancia de compactar adecuadamente las capas tratadas con cemento en las zonas adyacentes a arquetas, pozos de registro u otros elementos que suelen coexistir en el entorno urbano.

04.- Siempre que la Dirección de las Obras lo apruebe, podrán utilizarse también rodillos compactadores constituidos por un cilindro con el suficiente peso para proporcionar la densidad adecuada según el espesor de la capa. En este caso, la nivelación se obtendrá mediante la ayuda de encofrados laterales sobre los que se apoyarán dichos rodillos.

5.6.- Equipo para la ejecución de la junta longitudinal y las transversales en fresco

01.- Para la ejecución de la junta longitudinal y las transversales en fresco se podrán utilizar equipos automotrices que efectúen en cada pasada un surco recto que penetre al menos 2/3 del espesor de la capa y que al mismo tiempo introduzca en él un producto adecuado para impedir que la junta se cierre de nuevo. Este producto podrá consistir en una emulsión bituminosa de rotura rápida, láminas continuas de plástico flexible u otros sistemas que además de impedir que se cierre de nuevo la junta durante la compactación, permitan la transmisión de cargas entre los dos lados de la junta.

02.- La Dirección de las Obras podrá autorizar en obras pequeñas (menos de 70.000 m²) la utilización de equipos no automotrices, siempre que se alcancen los requisitos establecidos en el párrafo anterior.

03.- Siempre que la Dirección de las Obras lo autorice, para la formación de las juntas se podrá recurrir también al serrado a posteriori, antes de las 24 h, del material endurecido, con una profundidad de corte no inferior a 1/3 del espesor de la capa. En este caso no será necesaria la introducción de ningún producto en la junta.

6.- EJECUCIÓN DE LAS OBRAS

6.1.- Estudio del hormigón permeable y obtención de la fórmula de trabajo

01.- La producción de un hormigón permeable no se podrá iniciar en tanto que la Dirección de las Obras no haya aprobado la correspondiente fórmula de trabajo, verificada en la central de fabricación y en el tramo de prueba, la cual deberá señalar, como mínimo:

- La identificación y proporción (en seco) de cada fracción de árido en la alimentación (en masa).
- La granulometría del material granular o, en su caso, del árido combinado.
- La dosificación en masa o en volumen, según corresponda, de cemento, de agua y, eventualmente, de aditivos.
- La densidad mínima a alcanzar.
- El plazo de trabajabilidad de la mezcla.
- La capacidad permeable mínima.
- La resistencia media mínima a compresión simple del material.

02.- Si la marcha de las obras lo aconseja, la Dirección de las Obras podrá corregir la fórmula de trabajo, justificándolo debidamente mediante un nuevo estudio y los ensayos oportunos. En todo caso se estudiará y aprobará una nueva fórmula de trabajo si varía la procedencia de alguno de los componentes de la mezcla.

03.- Las tolerancias admisibles respecto a la fórmula de trabajo serán las indicadas en el cuadro 40.37.1, teniendo en cuenta que en ningún caso los valores podrán sobrepasar los límites establecidos en el correspondiente huso granulométrico adoptado.

CUADRO 40.37.1 - TOLERANCIAS ADMISIBLES RESPECTO DE LA FÓRMULA DE TRABAJO

| CARACTERÍSTICA | | UNIDAD | TOLERANCIA |
|--------------------------------------|--------------------------------|------------------------------------|-------------|
| Cernido tamices UNE-EN 933-2 | Tamaño máximo | % sobre la masa total del material | 0 |
| | > 4 mm | | ±6 |
| | ≤ 4 mm | | ±3 |
| | 0,063 mm (incluido el cemento) | | ±1,5 |
| Cemento | | | ±0,3 |
| Humedad de compactación (agua total) | | % respecto de la óptima | -1,0 / +0,5 |

6.2.- Preparación de la superficie existente

01.- Se comprobarán la regularidad superficial y el estado de la superficie sobre la que se vaya a extender el hormigón permeable. El PPTP o, en su defecto, la Dirección de las Obras

indicará las medidas necesarias para obtener una regularidad superficial aceptable y, en su caso, para reparar las zonas dañadas.

02.- Se prohibirá circular sobre la superficie preparada, salvo al personal y equipos que sean imprescindibles para la ejecución de la capa. En este caso, se tomarán todas las precauciones que exigiera la Dirección de las Obras, cuya autorización será preceptiva.

03.- En época seca y calurosa, y siempre que sea previsible una pérdida de humedad del material extendido, la Dirección de las Obras podrá ordenar que la superficie de apoyo se riegue ligeramente inmediatamente antes de la extensión, de forma que ésta quede húmeda pero no encharcada, eliminándose las acumulaciones de agua en superficie que hubieran podido formarse.

6.3.- Fabricación del hormigón permeable

01.- En el momento de iniciar la fabricación de la mezcla el material granular o las fracciones del árido estarán acopiados en cantidad suficiente para permitir a la central un trabajo sin interrupciones. El PPTP, o en su defecto la Dirección de las Obras, fijará el volumen mínimo de acopios exigibles en función de las características de la obra y del volumen de mezcla que se vaya a fabricar.

02.- La operación de mezcla se realizará mediante dispositivos capaces de asegurar la completa homogeneización de los componentes. La Dirección de las Obras fijará, a partir de los ensayos iniciales, el tiempo mínimo de amasado.

6.4.- Transporte del hormigón permeable

01.- En el transporte del hormigón permeable se tomarán las debidas precauciones para reducir al mínimo la segregación y las variaciones de humedad. En el caso de transportarse dicha mezcla en camiones bañera se cubrirá siempre la mezcla con lonas o cobertores adecuados.

6.5.- Vertido y extensión del hormigón permeable

01.- El vertido y la extensión se realizarán tomando las precauciones necesarias para evitar segregaciones y contaminaciones. El espesor de la tongada antes de compactar deberá ser tal que, con la compactación, se obtenga el espesor previsto en los Planos con las tolerancias establecidas en este artículo, teniendo en cuenta que, en ningún caso, se permitirá el recrecimiento de espesor en capas delgadas una vez iniciada la compactación.

02.- Se prohíbe toda adición de agua a las masas a su llegada al tajo.

03.- El PPTP o, en su defecto, la Dirección de las Obras, fijará la anchura de extensión. La anchura será tal que se realice el menor número de juntas posibles y se consiga la mayor continuidad de la extensión, teniendo en cuenta la anchura de la sección, el eventual mantenimiento de la circulación, las características del equipo de extensión y la producción de la central.

04.- Únicamente se permitirá la colocación por semianchos contiguos cuando pueda garantizarse que la compactación y terminación de la franja extendida en segundo lugar se haya finalizado antes de haber transcurrido el plazo de trabajabilidad de la primera, a no ser que la Dirección de las Obras autorice la ejecución de una junta de construcción longitudinal.

6.6.- Prefisuración

01.- Se llevará a cabo una prefisuración longitudinal cuando la anchura de la capa extendida sea superior a 4 m.

02.- Antes de iniciar la compactación de la capa, o tras una primera pasada del rodillo, se realizarán en ella juntas transversales en fresco. El PPTP o, en su defecto, la Dirección de las Obras, establecerá la distancia a la que deben realizarse las juntas transversales en fresco. Salvo justificación en contrario, la separación entre juntas estará comprendida entre 2 y 4 m.

03.- Se empleará los equipos y el método de ejecución aprobados y fijados por la Dirección de las Obras, después de la realización del tramo de prueba.

6.7.- Compactación y terminación

01.- La compactación se realizará según el plan aprobado por la Dirección de las Obras, de acuerdo con los resultados del tramo de prueba. Se compactará mientras la mezcla esté dentro de su plazo de trabajabilidad, hasta alcanzar la densidad especificada en el apartado 6.1.

02.- La compactación se realizará de manera continua y sistemática. Si la extensión del material se realiza por franjas, al compactar una de ellas se ampliará la zona de compactación para que incluya, al menos, 15 cm de la anterior.

03.- En una sección transversal cualquiera, la compactación de una franja deberá quedar terminada antes de que haya transcurrido el plazo de trabajabilidad de la adyacente ejecutada previamente.

04.- Una vez terminada la compactación de la capa, no se permitirá su recrecimiento. Sin embargo, y siempre dentro del plazo de trabajabilidad de la mezcla, la Dirección de las Obras podrá autorizar un reperfilado de las zonas que rebasen la superficie teórica, recompactando posteriormente la zona corregida.

6.8.- Ejecución de juntas de trabajo

01.- Se dispondrán juntas de trabajo transversales cuando el proceso constructivo se interrumpa más tiempo que el plazo de trabajabilidad y siempre al final de cada jornada.

02.- Si se trabaja por fracciones de la anchura total se dispondrán juntas de trabajo longitudinales siempre que no sea posible compactar el material de una franja dentro del plazo máximo de trabajabilidad del material de la franja adyacente puesto en obra con anterioridad, lo cual debe ser evitado en la medida de lo posible.

03.- Las juntas de trabajo se realizarán de forma que su borde quede perfectamente perpendicular a la superficie, aplicando a dicho borde el tratamiento que ordene la Dirección de las Obras.

6.9.- Curado y protección superficial

01.- Durante el primer período de endurecimiento, se protegerá la base de hormigón permeable contra el lavado por lluvia, contra la desecación rápida, especialmente en

condiciones de baja humedad relativa del aire, fuerte insolación o viento, y contra enfriamientos bruscos o congelación.

02.- Las bases de hormigón permeables se protegerán en todas las superficies expuestas pudiendo emplear láminas de plástico de al menos 0,15 mm de grosor. Las láminas se deben colocar antes de que transcurran 20 min desde el extendido y terminación del hormigón y no deben retirarse antes de que transcurran 7 días desde su colocación y preferiblemente hasta que se coloque la rodadura, en su caso.

03.- Durante un período que, salvo autorización expresa de la Dirección de las Obras, no será inferior a 3 días a partir de la puesta en obra de la base de hormigón, estará prohibido todo tipo de circulación sobre la capa recién ejecutada, con excepción de la imprescindible para comprobar la regularidad superficial.

04.- Durante el período de curado, la base de hormigón permeable deberá protegerse contra la acción de la helada o de un enfriamiento rápido. En el caso de que se tema una posible helada, se protegerá con una membrana de plástico lastrada contra el viento y aprobada por la Dirección de las Obras, hasta el día siguiente a su puesta en obra.

05.- Si fuera probable el enfriamiento brusco de una base de hormigón sometida a elevadas temperaturas diurnas, como en caso de lluvia después de un soleamiento intenso o de un descenso de la temperatura ambiente en más de 15 °C entre el día y la noche, se deberá proteger la capa en la forma indicada en el párrafo anterior.

06.- No se permitirá el curado con agua o con productos filmógenos.

7.- TRAMO DE PRUEBA

01.- Cuando lo indique el PPTP o la Dirección de las Obras, adoptada una fórmula de trabajo, se procederá a la realización de un tramo de prueba con el mismo equipo, velocidad de extendido y espesor que se vayan a utilizar en la obra.

02.- La longitud del tramo de prueba definida en el PPTP deberá ser de 50 metros, como mínimo, pudiendo ser aumentada en obra a criterio de la Dirección de las obras. La Dirección de las Obras determinará si fuera aceptable su realización como parte integrante de la obra de construcción.

03.- En el tramo de prueba se comprobará que:

- Que los medios de compactación son capaces de densificar adecuadamente la base de hormigón en todo su espesor.
- Que se podrán cumplir las prescripciones de terminación y de regularidad superficial.
- Que el proceso de protección y de curado será adecuado.
- Que la resistencia de la base de hormigón cumple con la exigida en proyecto, mediante la extracción y rotura de testigos.
- Que la capacidad permeable cumple las especificaciones de proyecto.

04.- El curado del tramo de prueba se prolongará durante el período prescrito en el PPTP, y, a los 26 días de su puesta en obra, se extraerán de él 6 testigos cilíndricos, según la UNE-EN 12504-1; situados en emplazamientos aleatorios que disten entre sí un mínimo de 7 m en sentido longitudinal, y separados más de 50 cm de cualquier junta o borde. Estos testigos se ensayarán a compresión simple, según la UNE-EN 12390-3, a 28 días de edad, después de haber sido conservados durante las 48 h anteriores al ensayo en las condiciones previstas en

la UNE-EN 12504-1. El valor medio de los resultados de estos ensayos servirá de base para su comparación con los resultados de los ensayos de control, a los que se refiere el apartado 11.1.1.

05.- La fórmula de trabajo se aceptará si la capacidad permeable es superior a 3000 mm/h; si el contenido medio de huecos está comprendido entre el 15 y el 25%; y si la resistencia media de los testigos es igual o superior a la prescrita. Si no se cumpliesen estos criterios se deberá proponer una nueva fórmula de trabajo.

06.- Si la ejecución no fuese satisfactoria o no se cumpliesen los requisitos exigidos, se procederá a la realización de otro tramo de prueba, introduciendo las oportunas variaciones en la fórmula de trabajo o en los equipos o métodos de puesta en obra. No se podrá proceder a la construcción de la capa en tanto que no haya sido aprobado un tramo de prueba por la Dirección de las Obras.

8.- ESPECIFICACIONES DE LA UNIDAD TERMINADA

8.1.- Resistencia

01.- La resistencia media a compresión simple a 28 días cumplirá lo indicado en el apartado 4 de este artículo.

8.2.- Contenido de huecos

01.- El contenido de huecos cumplirá lo indicado en el apartado 4 de este artículo.

8.3.- Alineación, rasante, espesor y anchura

01.- Las desviaciones en planta, respecto a la alineación teórica, no deberán ser superiores a 4 cm con longitudes de referencia de 3 m y la superficie de la capa deberá tener las pendientes indicadas en los Planos.

02.- La rasante de la superficie acabada no deberá quedar por debajo de la teórica, en más de 10 mm, ni rebasar a ésta en ningún punto; el espesor de la capa no podrá ser inferior, en ningún punto, al previsto en los Planos de secciones tipo. En todos los perfiles se comprobará la anchura extendida, que en ningún caso podrá ser inferior a la teórica deducida de la sección tipo de los Planos.

9.- LIMITACIONES DE LA EJECUCIÓN

Se aplicará lo dispuesto en el apartado 9 del artículo 40.36.

9.1.- Generalidades

01.- Se interrumpirá el extendido cuando llueva con una intensidad que pudiera, a juicio de la Dirección de las Obras, dañar a la base de hormigón fresca.

02.- Igualmente, se interrumpirá el hormigonado si la temperatura ambiente supera los 35°C (salvo que se actúe sobre la temperatura de la masa del hormigón), o si la velocidad del viento es excesiva, de manera que no pueda evitarse la aparición de fisuras de retracción plástica inicial, que suelen aparecer justo después del extendido del hormigón.

02.- La descarga de la mezcla, transportada en camiones sin elementos de agitación, deberá realizarse antes de que haya transcurrido un período máximo de 45 min, a partir de la introducción del cemento y de los áridos en el mezclador. La Dirección de las Obras podrá aumentar este plazo si se utilizan retardadores de fraguado, o disminuirlo si las condiciones atmosféricas originan un rápido endurecimiento del material.

03.- No deberá transcurrir más de 1 h entre la fabricación de la base de hormigón y su puesta en obra. La Dirección de las Obras podrá aumentar este plazo hasta un máximo de 2 h, si se emplean cementos cuyo principio de fraguado no tenga lugar antes de 2 h 30 min, si se adoptan precauciones para retrasar el fraguado del material o si las condiciones de humedad y temperatura son favorables. En ningún caso se colocarán en obra amasadas que acusen un principio de fraguado, o que presenten segregación o desecación.

04.- Salvo que se instale una iluminación suficiente, a juicio de la Dirección de las Obras, el extendido de la capa se detendrá con la antelación suficiente para que el acabado se pueda concluir con luz natural.

05.- Si se interrumpe la puesta en obra por más de 1/2 h, se cubrirá el frente de extendido de forma que se impida la evaporación del agua. Si el plazo de interrupción fuera superior al máximo admitido entre la fabricación y la puesta en obra de la base de hormigón, se dispondrá una junta de trabajo, de acuerdo con lo establecido en el apartado 6.8.

9.2.- Limitaciones en tiempo caluroso

01.- En tiempo caluroso se extremarán las precauciones, de acuerdo con las indicaciones de la Dirección de las Obras, a fin de evitar desecaciones superficiales y fisuraciones.

02.- Apenas la temperatura ambiente rebase los 35°C, se controlará constantemente la temperatura de la base de hormigón, la cual no deberá rebasar en ningún momento los 40 °C. La Dirección de las Obras podrá ordenar la adopción de precauciones suplementarias a fin de que el material que se fabrique no supere dicho límite.

9.3.- Limitaciones en tiempo frío

01.- La temperatura de la masa de la base de hormigón, durante su puesta en obra no será inferior a 5°C y se prohibirá la puesta en obra sobre una superficie cuya temperatura sea inferior a 0°C.

02.- En general, se suspenderá la puesta en obra siempre que se prevea que, dentro de las 48 h siguientes, pueda descender la temperatura ambiente por debajo de los 0°C. En los casos que, por absoluta necesidad, se realice la puesta en obra en tiempo con previsión de heladas, se adoptarán las medidas necesarias para garantizar que, durante el fraguado y primer endurecimiento de la base de hormigón, no se producirán deterioros en el hormigón, ni mermas permanentes apreciables de las características resistentes del material.

03.- Si, a juicio de la Dirección de las Obras, hubiese riesgo de que la temperatura ambiente llegase a bajar de 0°C durante las primeras 24 h de endurecimiento de la base de hormigón, la empresa Contratista deberá proponer precauciones complementarias, las cuales deberán ser aprobadas por la Dirección de las Obras.

9.4.- Limitaciones con viento

No hormigonar con viento superior a 20 Km/h.

9.5.- Apertura a la circulación

01.- El paso de personas y de equipos para la comprobación de la regularidad superficial podrá autorizarse cuando hubiera transcurrido el plazo necesario para que no se produzcan desperfectos superficiales, y se hubiera secado el producto filmógeno de curado, si se emplea este método.

02.- El tráfico de obra no podrá circular antes de 7 días desde la ejecución de la capa. La Dirección de las Obras podrá autorizar una reducción de este plazo, siempre que la base de hormigón hubiera alcanzado una resistencia a compresión de, al menos, el 80% de la exigida a 28 días.

10.- CONTROL DE CALIDAD

10.1.- Control de los materiales.

01.- Se seguirán las prescripciones del artículo 35.11 "Obras de hormigón en masa o armado" de este pliego.

10.2.- Control de ejecución.

10.2.1.- Fabricación

01.- Se seguirán las prescripciones del artículo 35.11 "Obras de hormigón en masa o armado" de este pliego.

10.2.2.- Puesta en obra

01.- Se medirán la temperatura y la humedad relativa del ambiente mediante un termohigrógrafo registrador, para tener en cuenta las limitaciones del apartado 9.

02.- Al menos 2 veces al día, una por la mañana y otra por la tarde, así como siempre que varíe el aspecto de la base de hormigón, se medirá su consistencia. Si el resultado obtenido rebasa los límites establecidos respecto de la fórmula de trabajo, se rechazará la amasada.

03.- Se comprobará frecuentemente el espesor extendido mediante un punzón graduado u otro procedimiento aprobado por la Dirección de las Obras, así como la forma de actuación del equipo de puesta en obra, verificando la efectividad de los equipos de compactación.

10.3.- Control de la unidad terminada

01.- Se considerará como lote, que se aceptará o rechazará en bloque, la fracción construida diariamente.

02.- El espesor de la capa y la homogeneidad de la base de hormigón permeable se comprobarán mediante extracción de testigos cilíndricos en emplazamientos aleatorios, con la frecuencia fijada en el PPTP, o que, en su defecto, señale la Dirección de las Obras. El número mínimo de puntos a controlar por cada lote será de 2, que se ampliarán a 5 si el espesor de

alguno de los dos primeros resultara ser inferior al prescrito o su aspecto indicara una compactación inadecuada. Los agujeros producidos se rellenarán con mezcla hidráulica de la misma calidad que la utilizada en el resto de la capa, el cual será correctamente enrasado y compactado. La Dirección de las Obras determinará si los testigos han de romperse a compresión simple en la forma indicada en el apartado 7, pudiendo servir como ensayos de información, según el apartado 11.1.2.

04.- Se ensayará la permeabilidad de acuerdo a la UNE-EN 12697-40 por lote.

05.- En todos los semiperfiles se comprobará que la superficie extendida presenta un aspecto uniforme, así como la ausencia de defectos superficiales importantes, tales como segregaciones o modificación de la terminación.

11.- CRITERIOS DE ACEPTACIÓN O RECHAZO

11.1.- Resistencia mecánica.

11.1.1.- Ensayos de control

01.- La resistencia media de un lote a una determinada edad se determinará como media de las resistencias de las probetas fabricadas de acuerdo con lo indicado en el apartado 10.3.

02.- A partir de la resistencia media a compresión simple a 28 días para cada lote se aplicarán los siguientes criterios:

- Si la resistencia media no fuera inferior a la exigida, y no más de un individuo de la muestra fuese inferior a la misma, se aceptará el lote.
- Si fuera inferior a ella, pero no a su 90%, la empresa Contratista podrá elegir entre aceptar las sanciones previstas en el PPTP, o solicitar la realización de ensayos de información. Dichas sanciones no podrán ser inferiores a la aplicación de una penalización al precio unitario del lote, cuya cuantía sea igual al doble de la merma de resistencia, expresadas ambas en proporción.
- Si la resistencia media fuera inferior al 90% de la exigida, se realizarán ensayos de información.

11.1.2.- Ensayos de información

01.- Transcurridos 26 días de su puesta en obra, se extraerán del lote 6 testigos cilíndricos, según la UNE-EN 12504-1, situados en emplazamientos aleatorios que disten entre sí un mínimo de siete metros 7 m en sentido longitudinal, y separados más de 50 cm de cualquier junta o borde. Estos testigos se ensayarán a compresión simple, según la UNE 12390 a la edad de 28 días, después de haber sido conservados durante las 48 h anteriores al ensayo en las condiciones previstas en la UNE 12504-1.

02.- El valor medio de los resultados de estos ensayos se comparará con el valor medio de los resultados del tramo de prueba o, si lo autorizase la Dirección de las Obras, con los obtenidos en un lote aceptado cuya situación e historial lo hicieran comparable con el lote sometido a ensayos de información:

- Si no fuera inferior, el lote se considerará aceptado.
- Si fuera inferior a él, pero no a su 90%, se aplicarán al lote las sanciones previstas en el PPTP.

- Si fuera inferior a su 90%, pero no a su 80%, la Dirección de las Obras podrá aplicar las sanciones previstas en el PPTP, o bien ordenar la demolición del lote y su reconstrucción, por cuenta de la empresa Contratista.
- Si fuera inferior a su 80% se demolerá el lote y se reconstruirá, por cuenta de la empresa Contratista.

03.- Las sanciones referidas no podrán ser inferiores a la aplicación de una penalización al precio unitario del lote, cuya cuantía sea igual al doble de la merma de resistencia, expresadas ambas en proporción.

11.2.- Espesor

01.- El espesor medio obtenido no deberá ser inferior al especificado en el PPTP o en los Planos de secciones tipo del Proyecto. No más de 2 individuos de la muestra ensayada podrán presentar resultados individuales que bajen del especificado en más de un 5%.

02.- Si el espesor medio obtenido fuera inferior al 90% del especificado, se levantará la capa correspondiente al lote controlado y se repondrá, por cuenta de la empresa Contratista.

03.- Si el espesor medio obtenido fuera inferior al especificado pero superior al 90% de éste, se compensará la diferencia con un espesor adicional equivalente de la capa superior aplicado en toda la anchura de la sección tipo, por cuenta de la empresa Contratista y se aplicarán las sanciones por defecto de espesor especificadas en el artículo 35.11 "Obras de hormigón en masa y armado" de este Pliego.

11.3.- Permeabilidad

El valor medio de los resultados de permeabilidad se comparará con el valor medio de los resultados del tramo de prueba o, si lo autorizase la Dirección de las Obras, con los obtenidos en un lote aceptado cuya situación e historial lo hicieran comparable con el lote sometido a ensayos de información:

- Si no fuera inferior, el lote se considerará aceptado.
- Si fuera inferior a él, pero no a su 90%, se aplicarán al lote las sanciones previstas en el PPTP.
- Si fuera inferior a su 90%, pero no a su 80%, la Dirección de las Obras podrá aplicar las sanciones previstas en el PPTP, o bien ordenar la demolición del lote y su reconstrucción, por cuenta de la empresa Contratista.
- Si fuera inferior a su 80% se demolerá el lote y se reconstruirá, por cuenta de la empresa Contratista.

11.4.- Rasante

01.- Las diferencias de cota entre la superficie obtenida y la teórica establecida en los Planos del Proyecto no excederán de las tolerancias especificadas, ni existirán zonas que retengan agua. Cuando la tolerancia sea rebasada por defecto y no existan problemas de encharcamiento, la Dirección de las Obras podrá aceptar la superficie siempre que la capa superior a ella compense la merma con el espesor adicional necesario sin incremento de coste para la Propiedad. Cuando la tolerancia sea rebasada por exceso, se corregirá el exceso mediante fresado por cuenta de la empresa Contratista siempre que no suponga una reducción del espesor de la capa por debajo del valor especificado en los Planos y que la superficie disponga de un acabado semejante al conjunto de la obra.

12.- MEDICIÓN Y ABONO

01.- Las mediciones se realizarán sobre planos, e incluirán el tramo de prueba satisfactorio.

02.- La capa de base de hormigón completamente terminada, incluso la preparación de la superficie de apoyo, se abonará por metros cúbicos, medidos sobre planos. Se descontarán las sanciones impuestas por resistencia insuficiente de la base de hormigón o por falta de espesor de la capa. Salvo que el Cuadro de Precios y el PPTP prevean explícitamente lo contrario, se considerarán incluidos el abono de todo tipo de aditivos.

03.- Para el abono de los aditivos aparte del abono de la capa de base de hormigón, será necesario que se haya previsto en el Cuadro de Precios y en el PPTP y, además, que su empleo haya sido autorizado por la Dirección de las Obras. En este caso, los aditivos se abonarán por kilogramos utilizados.

Sección 4ª

RIEGOS

ARTÍCULO 40.41.- RIEGOS DE IMPRIMACIÓN

1.- DEFINICIÓN

01.- Se define como riego de imprimación la aplicación de un ligante hidrocarbonado sobre una capa granular, previa a la colocación sobre ésta de una capa o de un tratamiento bituminoso.

2.- REFERENCIA NORMATIVA

01.- Artículo 530 "Riegos de imprimación" del PG-3 aprobado por la Orden FOM 2523/2014.

3.- MATERIALES

01.- Lo dispuesto en este artículo se entenderá sin perjuicio de lo establecido en el Reglamento 305/2011 de 9 de marzo de 2011, del Parlamento Europeo y del Consejo, por el que se establecen las condiciones armonizadas para la comercialización de productos de construcción. Para los productos con marcado CE, el fabricante asumirá la responsabilidad sobre la conformidad de los mismos con las prestaciones declaradas, de acuerdo con el artículo 11 del mencionado Reglamento. Los productos que tengan el marcado CE deberán ir acompañados, además de dicho marcado, de la Declaración de Prestaciones, y de las instrucciones e información de seguridad del producto. Por su parte, la empresa Contratista deberá verificar que los valores declarados en los documentos que acompañan al marcado CE permitan deducir el cumplimiento de las especificaciones contempladas en el Proyecto o, en su defecto, en este Pliego, debiendo adoptar, en el caso de que existan indicios de incumplimiento de las especificaciones declaradas, todas aquellas medidas que considere oportunas para garantizar la idoneidad del producto suministrado a la obra.

02.- Independientemente de lo anterior, se estará además en todo caso a lo dispuesto en la legislación vigente en materia ambiental, de seguridad y salud, de producción, almacenamiento, gestión y transporte de productos de la construcción, de residuos de construcción y demolición, y de suelos contaminados.

3.1.- Ligante hidrocarbonado

01.- El tipo de ligante hidrocarbonado a emplear vendrá fijado por el PPTP y, salvo justificación en contrario, deberá estar incluido entre los que a continuación se indican:

- C50BF4 IMP O C60BF4 IMP del artículo 25.13, "Emulsiones bituminosas", de este Pliego, siempre que en el tramo de prueba se muestre su idoneidad y compatibilidad con el material granular a imprimir.

3.2.- Árido de cobertura

01.- El árido de cobertura a emplear, eventualmente, en riegos de imprimación será arena natural, arena de machaqueo o una mezcla de ambas.

02.- La totalidad del árido deberá pasar por el tamiz 4 mm de la UNE-EN 933-2, y no contener más de un 15% de partículas inferiores al tamiz 0,063 mm de la UNE-EN 933-2, según la UNE-EN 933.

03.- El árido deberá estar exento de polvo, suciedad, terrones de arcilla, materia vegetal, marga u otras materias extrañas.

04.- El equivalente de arena (SE₄) del árido, según la UNE-EN 933-8, tendrá una categoría SE₄₀.

05.- El material deberá ser "no plástico", según la UNE 103104.

4.- DOTACIÓN DE LOS MATERIALES

01.- La dotación del ligante quedará definida por la cantidad que sea capaz de absorber la capa que se imprima en un período de 24 h. Dicha dotación no será inferior en ningún caso a 500 g/m² de ligante residual.

02.- La dotación del árido de cobertura, en caso de emplearse, será la mínima necesaria para la absorción de un exceso de ligante que pueda quedar en la superficie, o para garantizar la protección de la imprimación bajo la acción de la eventual circulación durante la obra sobre dicha capa. Dicha dotación, en ningún caso, será superior a 6 l/m², ni inferior a 4 l/m².

03.- En cualquier circunstancia, la Dirección de las Obras fijará las dotaciones, a la vista de las pruebas realizadas en obra.

5.- EQUIPO NECESARIO PARA LA EJECUCIÓN DE LAS OBRAS

5.1.- Equipo para la aplicación del ligante hidrocarbonado

01.- El equipo para la aplicación del ligante dispondrá siempre de rampa de riego e irá montado sobre neumáticos, y deberá ser capaz de aplicar la dotación de ligante especificada, a la temperatura prescrita. El dispositivo regador proporcionará una uniformidad transversal suficiente, a juicio de la Dirección de las Obras, y deberá permitir la recirculación en vacío del ligante.

02.- En puntos inaccesibles al equipo descrito en el párrafo anterior, y para completar la aplicación, se podrá emplear un equipo portátil, provisto de una lanza de mano, siempre que se cuente con la aprobación de la Dirección de las Obras.

5.2.- Equipo para la extensión del árido de cobertura

01.- Para la extensión del árido, se utilizarán extendedoras mecánicas, incorporadas a un camión o autopropulsadas.

02.- Únicamente se podrá extender el árido manualmente, previa aprobación de la Dirección de las Obras, si se tratase de cubrir zonas aisladas en las que hubiera exceso de ligante.

03.- En cualquier caso, el equipo utilizado deberá proporcionar una repartición homogénea del árido.

6.- EJECUCIÓN DE LAS OBRAS

6.1.- Preparación de la superficie existente

01.- Se comprobará que la superficie sobre la que se vaya a efectuar el riego de imprimación, cumple las condiciones especificadas para la unidad de obra correspondiente, y no se halle reblandecida por un exceso de humedad. En caso contrario, deberá ser corregida de acuerdo con este Pliego referente a la unidad de obra de que se trate, el PPTP o las instrucciones de la Dirección de las Obras.

02.- Inmediatamente antes de proceder a la aplicación del ligante hidrocarbonado, la superficie a imprimir se limpiará de polvo, suciedad, barro y materiales sueltos o perjudiciales. Para ello se utilizarán barredoras mecánicas o máquinas de aire a presión.

03.- En los lugares inaccesibles a estos equipos se podrán emplear escobas de mano, siempre que se cuente con la aprobación de la Dirección de las Obras. Se cuidará especialmente de limpiar los bordes de la zona a imprimir.

04.- Una vez limpia la superficie, se regará ligeramente con agua, sin saturarla.

6.2.- Aplicación del ligante hidrocarbonado

01.- Cuando la superficie a imprimir mantenga aún cierta humedad, se aplicará el ligante hidrocarbonado con la dotación y a la temperatura aprobadas por la Dirección de las Obras. El suministrador de la emulsión deberá aportar información sobre la temperatura de aplicación del ligante. Éste podrá dividir la dotación total en 2 aplicaciones, si así lo requiere la correcta ejecución del riego.

02.- La extensión del ligante hidrocarbonado se efectuará de manera uniforme, evitando duplicarla en las juntas transversales de trabajo. Donde fuera preciso regar por franjas, se procurará una ligera superposición del riego en la unión de dos contiguas.

03.- Se protegerán, para evitar mancharlos de ligante, cuantos elementos -tales como bordillos, vallas, señales, balizas, árboles, etc.- estén expuestos a ello.

6.3.- Extensión del árido de cobertura

01.- La eventual extensión del árido de cobertura se realizará, por orden la Dirección de las Obras, cuando sea preciso hacer circular vehículos sobre la imprimación o donde se observe que, parte de ella, está sin absorber 24 h después de extendido el ligante.

02.- La extensión del árido de cobertura se realizará por medios mecánicos de manera uniforme y con la dotación aprobada por la Dirección de las Obras.

03.- Se evitará el contacto de las ruedas de la extendidora con ligante sin cubrir. Si hubiera que extender árido sobre una franja imprimada, sin que lo hubiera sido la adyacente, se dejará sin cubrir una zona de aquella de unos 20 cm de anchura, junto a la superficie que todavía no haya sido tratada.

7.- LIMITACIONES DE LA EJECUCIÓN

01.- El riego de imprimación se podrá aplicar sólo cuando la temperatura ambiente sea superior a los 10°C, y no exista fundado temor de precipitaciones atmosféricas. Dicho límite se podrá rebajar por la Dirección de las Obras a 5°C, si la temperatura ambiente tiende a aumentar.

02.- La aplicación del riego de imprimación se coordinará con la puesta en obra de la capa bituminosa a aquel superpuesta, de manera que el ligante hidrocarbonado no haya perdido su efectividad como elemento de unión. Cuando la Dirección de las Obras lo estime necesario, se efectuará otro riego de imprimación.

03.- Se prohibirá todo tipo de circulación sobre el riego de imprimación, mientras no se haya absorbido todo el ligante o, si se hubiese extendido árido de cobertura, durante las 4 h siguientes a la extensión de dicho árido.

8.- CONTROL DE CALIDAD

8.1.- Control de procedencia de los materiales

01.- En el caso de productos que deban tener el marcado CE, según el Reglamento 305/2011, para el control de procedencia de los materiales, se llevará a cabo la verificación de que los valores declarados en los documentos que acompañan cumplen las especificaciones establecidas en este Pliego.

02.- Independientemente de la aceptación de la veracidad de las propiedades referidas el marcado CE, si se detectara alguna anomalía durante el transporte, almacenamiento o manipulación de los productos, la Dirección de las Obras, en el uso de sus atribuciones, podrá disponer en cualquier momento, la realización de comprobaciones y ensayos sobre los materiales suministrados a la obra, al objeto de asegurar las propiedades y la calidad establecidas en este artículo. En el caso de productos que no tengan la obligación de disponer de marcado CE por no estar incluidos en normas armonizadas, o corresponder con alguna de las excepciones establecidas en el artículo 5 del Reglamento 305/2011, se deberá llevar a cabo obligatoriamente los ensayos de identificación y caracterización para el control de procedencia que se indican en los epígrafes siguientes.

8.2.- Control de los materiales

01.- Los áridos deberán disponer del marcado CE con un sistema de evaluación de la conformidad 2+, salvo en el caso de los áridos fabricados en el propio lugar de construcción para su incorporación en la correspondiente obra (artículo 5.b del Reglamento 305/2011).

02.- En el primer caso, el control de procedencia se podrá llevar a cabo mediante la verificación de que los valores declarados en los documentos que acompañan al marcado CE permiten deducir el cumplimiento de las especificaciones establecidas en este Pliego.

03.- En el caso de los áridos fabricados en el propio lugar de construcción para su incorporación en la correspondiente obra, de cada procedencia y para cualquier volumen de producción previsto, se tomarán 2 muestras (norma UNE-EN 932-1) y sobre ellas se determinará la granulometría (norma UNE-EN 933-2), el equivalente de arena (SE₄) (anexo A de la norma UNE-EN 933-8), y la plasticidad (normas UNE 103103 y UNE 103104).

04.- El ligante hidrocarbonado deberá cumplir las especificaciones establecidas en el artículo 25.13 "Emulsiones bituminosas" de este Pliego.

8.2.- Control de ejecución

01.- Se considerará como lote, que se aceptará o rechazará en bloque, al de menor tamaño de entre los resultantes de aplicar los 3 criterios siguientes:

- 500 metros de calzada.
- 3.500 metros cuadrados de calzada.
- La superficie imprimada diariamente.

02.- En cualquier caso, el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares o la Dirección de las Obras podrán fijar otro tamaño de lote.

03.- Las dotaciones de ligante hidrocarbonado y, eventualmente, de árido, se comprobarán mediante el pesaje de bandejas metálicas, de silicona o de otro material similar, colocadas sobre la superficie durante la aplicación del ligante o la extensión del árido, en no menos de 3 puntos. En cada una de estas bandejas, chapas u hojas, se determinará la dotación de ligante residual, mediante el secado en estufa y pesaje.

9.- CRITERIOS DE ACEPTACIÓN O RECHAZO

01.- La dotación media, tanto del ligante residual como, en su caso, de los áridos, no deberá diferir de la prevista en más de un 15%. No más de 1 individuo de la muestra ensayada podrá presentar resultados que excedan de los límites fijados.

02.- La Dirección de las Obras determinará las medidas a adoptar con los lotes que no cumplan los criterios anteriores.

10.- MEDICIÓN Y ABONO

01.- La emulsión bituminosa empleada en riegos de imprimación se abonará por toneladas realmente empleadas y pesadas en una báscula contrastada, o bien por superficie regada multiplicada por la dotación media del lote. El abono incluirá la limpieza y preparación de la superficie existente y el suministro y aplicación del ligante hidrocarbonado.

02.- Cuando sea necesario aplicar una segunda capa de imprimación no será de abono si la pérdida de efectividad del riego anterior fuese imputable a la empresa Contratista.

03.- En caso de empleo de árido de cobertura se abonará por toneladas, realmente empleadas y pesadas directamente en una báscula contrastada. El abono incluirá la extensión del árido y su eventual barrido.

ARTÍCULO 40.42.- RIEGOS DE ADHERENCIA

1.- DEFINICIÓN

01.- Se define como riego de adherencia la aplicación de una emulsión bituminosa sobre una capa tratada con ligantes hidrocarbonados o conglomerantes hidráulicos, previa a la colocación sobre ésta de cualquier tipo de capa bituminosa.

02.- A efectos de aplicación de este artículo, no se considerarán como riego de adherencia los definidos en el artículo 40.43 “Riegos asfálticos de curado” de este Pliego como riegos de curado.

2.- REFERENCIA NORMATIVA

01.- Artículo 531 “Riegos de adherencia” del PG-3 aprobado por la Orden FOM/2523/2014.

3.- MATERIALES

01.- Lo dispuesto en este artículo se entenderá sin perjuicio de lo establecido en el Reglamento 305/2011 de 9 de marzo de 2011, del Parlamento Europeo y del Consejo, por el que se establecen las condiciones armonizadas para la comercialización de productos de construcción. Para los productos con marcado CE, el fabricante asumirá la responsabilidad sobre la conformidad de los mismos con las prestaciones declaradas, de acuerdo con el artículo 11 del mencionado Reglamento. Los productos que tengan el marcado CE deberán ir acompañados, además de dicho marcado, de la Declaración de Prestaciones, y de las instrucciones e información de seguridad del producto. Por su parte, la empresa Contratista deberá verificar que los valores declarados en los documentos que acompañan al marcado CE permitan deducir el cumplimiento de las especificaciones contempladas en el Proyecto o, en su defecto, en este Pliego, debiendo adoptar, en el caso de que existan indicios de incumplimiento de las especificaciones declaradas, todas aquellas medidas que considere oportunas para garantizar la idoneidad del producto suministrado a la obra.

02.- Independientemente de lo anterior, se estará además en todo caso a lo dispuesto en la legislación vigente en materia ambiental, de seguridad y salud, de producción, almacenamiento, gestión y transporte de productos de la construcción, de residuos de construcción y demolición, y de suelos contaminados.

3.1.- Emulsión bituminosa

01.- El tipo de emulsión a emplear vendrá fijado en el PPTP y, salvo justificación en contrario, deberá estar incluido entre los que a continuación se indican:

- C60B3 ADH o C60B3 TER; artículo 25.13 “Emulsiones bituminosas” de este Pliego.
- C60BP3 ADH o C60BP3 TER; artículo 25.13 “Emulsiones bituminosas” de este Pliego.

02.- Para categorías de tráfico pesado con capas de rodadura constituidas por mezclas bituminosas discontinuas o drenantes, será preceptivo el empleo de emulsiones del artículo 25.13 "Emulsiones bituminosas" de este pliego.

4.- DOTACIÓN DEL LIGANTE

01.- La dotación de la emulsión bituminosa a utilizar vendrá definida en el PPTP. Dicha dotación no será inferior en ningún caso a 200 g/m² de ligante residual, ni a 250 g/m² cuando la capa superior sea una mezcla bituminosa discontinua drenante (artículo 40.65); o tipo hormigón bituminoso tipo D ó S (artículo 40.63) empleada como rehabilitación superficial de un vial en servicio. Cuando se vaya a extender una capa delgada o ultradelgada dicha dotación no será inferior en ningún caso a 300 g/m² de ligante residual.

02.- No obstante, la Dirección de las Obras podrá modificar tal dotación, a la vista de las pruebas realizadas en obra.

5.- EQUIPO NECESARIO PARA LA EJECUCIÓN DE LAS OBRAS

01.- Se estará, en todo caso, a lo dispuesto en la legislación vigente en materia ambiental, de seguridad y salud, y de transporte, en lo referente a los equipos empleados en la ejecución de las obras. No se podrá utilizar en la aplicación de un riego de adherencia ningún equipo que no haya sido previamente aprobado por la Dirección de las Obras.

5.1.- Equipo para la aplicación de la emulsión bituminosa

01.- El equipo para la aplicación del ligante irá montado sobre neumáticos, y deberá ser capaz de aplicar la dotación de emulsión especificada, a la temperatura prescrita. El dispositivo regador proporcionará una uniformidad transversal suficiente, a juicio de la Dirección de las Obras, y deberá permitir la recirculación en vacío de la emulsión.

02.- En puntos inaccesibles a los equipos descritos anteriormente, y para completar la aplicación, se podrá emplear un equipo portátil, provisto de una lanza de mano, siempre que se cuente con la aprobación de la Dirección de las Obras.

6.- EJECUCIÓN

6.1.- Preparación de la superficie existente

01.- Se comprobará que la superficie sobre la que se vaya a efectuar el riego de adherencia cumple las condiciones especificadas para la unidad de obra correspondiente. En caso contrario, deberá ser corregida de acuerdo con este Pliego referente a la unidad de obra de que se trate, el PPTP o las instrucciones de la Dirección de las Obras.

02.- Inmediatamente antes de proceder a la aplicación de la emulsión bituminosa, la superficie a tratar se limpiará de polvo, suciedad, barro y materiales sueltos o perjudiciales. Para ello se utilizarán barredoras mecánicas o máquinas de aire a presión.

03.- En los lugares inaccesibles a estos equipos se podrán emplear escobas de mano, siempre que se cuente con la aprobación de la Dirección de las Obras. Se cuidará especialmente de limpiar los bordes de la zona a tratar.

04.- Si la superficie fuera un pavimento bituminoso en servicio, se eliminarán, mediante fresado, los excesos de emulsión bituminosa que hubiese, y se repararán los desperfectos que pudieran impedir una correcta adherencia.

6.2.- Aplicación de la emulsión bituminosa

01.- La emulsión bituminosa se aplicará con la dotación y temperatura aprobadas por la Dirección de las Obras.

02.- El suministrador de la emulsión deberá aportar información sobre la temperatura de aplicación del ligante. Su extensión se efectuará de manera uniforme, evitando duplicarla en las juntas transversales de trabajo. Para ello, se colocarán, bajo los difusores, tiras de papel u otro material en las zonas donde se comience o interrumpa el riego. Donde fuera preciso regar por franjas, se procurará una ligera superposición del riego en la unión de dos contiguas.

03.- Se protegerán, para evitar mancharlos de ligante, cuantos elementos, tales como bordillos, vallas, señales, balizas, etc., estén expuestos a ello.

7.- ESPECIFICACIONES DE LA UNIDAD TERMINADA

01.- La adherencia entre dos capas de mezcla bituminosa, o entre una de mezcla bituminosa y una de material tratado con conglomerante hidráulico, evaluada en testigos cilíndricos mediante ensayo de corte (NLT-382), será superior o igual a 0,6 MPa, cuando una de las capas sea de rodadura, o a 0,4 MPa en los demás casos.

8.- LIMITACIONES DE LA EJECUCIÓN

01.- El riego de adherencia se podrá aplicar sólo cuando la temperatura ambiente sea superior a los 10°C, y no exista fundado temor de precipitaciones atmosféricas. Dicho límite se podrá rebajar a juicio de la Dirección de las Obras a 5°C, si la temperatura ambiente tiende a aumentar.

02.- La aplicación del riego de adherencia se coordinará con la puesta en obra de la capa bituminosa a aquél superpuesta, de manera que la emulsión bituminosa haya curado o roto, pero sin que haya perdido su efectividad como elemento de unión. Cuando la Dirección de las Obras lo estime necesario, se efectuará otro riego de adherencia, el cual no será de abono si la pérdida de efectividad del riego anterior fuese imputable a la empresa Contratista.

03.- Se prohibirá todo tipo de circulación sobre el riego de adherencia, hasta que haya terminado la rotura de la emulsión.

9.- CONTROL DE CALIDAD

9.1.- Control de la emulsión bituminosa

01.- La emulsión bituminosa deberá cumplir las especificaciones establecidas en el artículo 25.13 "Emulsiones bituminosas" de este Pliego, según el tipo de emulsión a emplear.

9.2.- Control de ejecución

01.- Se considerará como lote, que se aceptará o rechazará en bloque, al de menor tamaño de entre los resultantes de aplicar 3 criterios siguientes:

- Quinientos metros de calzada.
- Tres mil quinientos metros cuadrados de calzada.
- La superficie regada diariamente.

02.- En cualquier caso, el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares o la Dirección de las Obras podrán fijar otro tamaño de lote.

03.- La dotación de emulsión bituminosa se comprobará mediante el pesaje de bandejas metálicas, de silicona o de otro material colocadas sobre la superficie durante la aplicación de la emulsión, en no menos de 3 puntos. En cada una de estas bandejas, chapas u hojas se determinará la dotación de ligante residual, mediante el secado en estufa y pesaje.

04.- La Dirección de las Obras podrá autorizar la comprobación de las dotaciones medias de emulsión bituminosa, por otros medios.

05.- En cada lote definido en el epígrafe anterior, una vez extendida la capa de mezcla bituminosa superior, se extraerán 3 testigos en puntos aleatoriamente situados, según lo especificado en los epígrafes 40.63.10.4 ó 40.65.10.4 y se evaluará en ellos la adherencia entre capas mediante ensayo de corte, según la NLT-382.

10.- CRITERIOS DE ACEPTACIÓN Y RECHAZO

01.- La dotación media del ligante residual no deberá diferir de la prevista en más de un 15% en exceso y un 10% por defecto. No más de 1 individuo de la muestra ensayada podrá presentar resultados que excedan de los límites fijados.

02.- El valor medio obtenido en cada lote para la adherencia entre capas, no deberá ser inferior al valor especificado en el apartado 7 de este artículo. No más de 1 individuo de la muestra ensayada podrá tener un valor inferior al especificado en más de un 25%.

03.- La Dirección de las Obras determinará las medidas a adoptar con los lotes que no cumplan los criterios anteriores.

11.- MEDICIÓN Y ABONO

01.- La emulsión bituminosa empleada en riegos de adherencia se abonará por toneladas realmente empleadas y pesadas en una báscula contrastada, o bien por superficie regada multiplicada por la dotación media del lote. El abono incluirá la limpieza y preparación de la superficie existente y el suministro y aplicación de la emulsión.

02.- Cuando sea necesario aplicar un segundo riego no será de abono si la pérdida de efectividad del riego anterior fuese imputable a la empresa Contratista.

ARTÍCULO 40.43.- RIEGOS ASFÁLTICOS DE CURADO

1.- DEFINICIÓN

01.- Se define como riego de curado la aplicación de una película continua y uniforme de emulsión bituminosa sobre una capa tratada con un conglomerante hidráulico, al objeto de dar impermeabilidad a toda su superficie.

2.- REFERENCIA NORMATIVA

01.- Artículo 532 “Riegos de curado” del PG-3 aprobado por la Orden FOM/2523/2014.

3.- MATERIALES

01.- Lo dispuesto en este artículo se entenderá sin perjuicio de lo establecido en el Reglamento 305/2011 de 9 de marzo de 2011, del Parlamento Europeo y del Consejo, por el que se establecen las condiciones armonizadas para la comercialización de productos de construcción. Para los productos con marcado CE, el fabricante asumirá la responsabilidad sobre la conformidad de los mismos con las prestaciones declaradas, de acuerdo con el artículo 11 del mencionado Reglamento. Los productos que tengan el marcado CE deberán ir acompañados, además de dicho marcado, de la Declaración de Prestaciones, y de las instrucciones e información de seguridad del producto. Por su parte, la empresa Contratista deberá verificar que los valores declarados en los documentos que acompañan al marcado CE permitan deducir el cumplimiento de las especificaciones contempladas en el Proyecto o, en su defecto, en este Pliego, debiendo adoptar, en el caso de que existan indicios de incumplimiento de las especificaciones declaradas, todas aquellas medidas que considere oportunas para garantizar la idoneidad del producto suministrado a la obra.

02.- Independientemente de lo anterior, se estará además en todo caso a lo dispuesto en la legislación vigente en materia ambiental, de seguridad y salud, de producción, almacenamiento, gestión y transporte de productos de la construcción, de residuos de construcción y demolición, y de suelos contaminados.

3.1.- Emulsión bituminosa

01.- El PPTP fijará el tipo de emulsión bituminosa a emplear, el cual, salvo justificación en contrario, deberá estar incluido entre los que a continuación se indican:

- C60B3 CUR o C60B2 CUR; artículo 25.13 “Emulsiones bituminosas” de este Pliego.

3.2.- Árido de cobertura

01.- El árido de cobertura a emplear, eventualmente, en riegos de curado será arena natural, arena de machaqueo o una mezcla de ambas.

02.- La totalidad del árido deberá pasar por el tamiz 4 mm de la UNE-EN 933-2 y no contener más de un 15% de partículas inferiores al tamiz 0,063 mm de la UNE-EN 933-2, según la UNE-EN 933-1.

03.- El árido deberá estar exento de polvo, suciedad, terrones de arcilla, materia vegetal, marga u otras materias extrañas.

04.- El equivalente de arena SE4 para la fracción 0/4 del árido, según la UNE-EN 933-8, tendrá una categoría SE40.

05.- El material deberá ser "no plástico", según la UNE 103104.

4.- DOTACIÓN DE LOS MATERIALES

01.- La dotación de emulsión bituminosa a utilizar quedará definida por la cantidad que garantice la formación de una película continua, uniforme e impermeable de ligante hidrocarbonado. Dicha dotación no será inferior en ningún caso a 300 g/m² de ligante residual.

02.- La dotación del árido de cobertura será la mínima necesaria para garantizar la protección del riego de curado bajo la acción de la eventual circulación durante la obra sobre dicha capa. Dicha dotación, en ningún caso, será superior a 6 l/m², ni inferior a 4 l/m².

03.- En cualquier circunstancia, la Dirección de las Obras fijará las dotaciones a la vista de las pruebas realizadas en obra.

5.- EQUIPO NECESARIO PARA LA EJECUCIÓN DE LAS OBRAS

01.- Se estará, en todo caso, a lo dispuesto en la legislación vigente en materia ambiental, de seguridad y salud, y de transporte, en lo referente a los equipos empleados en la ejecución de las obras.

02.- No se podrá utilizar en la ejecución de un riego de curado ningún equipo que no haya sido previamente aprobado por la Dirección de las Obras.

5.1.- Equipo para la aplicación del ligante hidrocarbonado

01.- El equipo para la aplicación de la emulsión bituminosa, que dispondrá siempre de rampa irá montado sobre neumáticos, y deberá ser capaz de aplicar la dotación de ligante especificada, a la temperatura prescrita. El dispositivo regador proporcionará una uniformidad transversal suficiente, a juicio de la Dirección de las Obras, y deberá permitir la recirculación en vacío del ligante.

02.- En puntos inaccesibles al equipo descrito en el párrafo anterior, y para completar la aplicación, se podrá emplear un equipo portátil, provisto de una lanza de mano, siempre que se cuente con la aprobación de la Dirección de las Obras.

5.2.- Equipo para la extensión del árido de cobertura

01.- Para la extensión del árido, se utilizarán extendedoras mecánicas, incorporadas a un camión o autopulsadas.

02.- Únicamente se podrá extender el árido manualmente, previa aprobación de la Dirección de las Obras, si se tratase de cubrir zonas aisladas en las que hubiera exceso de ligante.

03.- En cualquier caso, el equipo utilizado deberá proporcionar una repartición homogénea del árido.

6.- EJECUCIÓN

6.1.- Preparación de la superficie existente

01.- Se comprobará que la superficie sobre la que se vaya a efectuar el riego de curado cumple las condiciones especificadas para la unidad de obra correspondiente. En caso contrario, deberá ser corregida de acuerdo con este Pliego referente a la unidad de obra de que se trate, el PPTP o las instrucciones de la Dirección de las Obras.

02.- Inmediatamente antes de proceder a la aplicación de la emulsión bituminosa, la superficie a tratar se limpiará de polvo, suciedad, barro y materiales sueltos o perjudiciales. Para ello se utilizarán barredoras mecánicas o máquinas de aire a presión.

03.- En los lugares inaccesibles a estos equipos se podrán emplear escobas de mano, siempre que se cuente con la aprobación de la Dirección de las Obras. Se cuidará especialmente de limpiar los bordes de la zona a tratar.

03.- Tras la compactación de la capa tratada con conglomerante hidráulico y hasta la ejecución del riego de curado deberá evitarse la desecación de la mencionada capa, especialmente en tiempo cálido o con viento, en que se deberá regar con un equipo de pulverización de agua evitando la formación de charcos.

6.2.- Aplicación de la emulsión bituminosa

01.- La emulsión bituminosa se aplicará con la dotación y temperatura aprobadas por la Dirección de las Obras. El suministrador de la emulsión deberá aportar información sobre la temperatura de aplicación del ligante. Su extensión se efectuará de manera uniforme, evitando duplicarla en las juntas transversales de trabajo. Donde fuera preciso regar por franjas, se procurará una ligera superposición del riego en la unión de dos contiguas.

02.- El plazo de curado deberá ser fijado por el PPTP o, en su defecto, por la Dirección de las Obras.

03.- Se protegerán, para evitar mancharlos de ligante, cuantos elementos, tales como bordillos, vallas, señales, balizas, etc., estén expuestos a ello.

6.3.- Extensión del árido de cobertura

01.- La eventual extensión del árido de cobertura se realizará, por orden de la Dirección de las Obras, cuando sea preciso hacer circular vehículos sobre el riego de curado.

02.- La extensión del árido de cobertura se realizará por medios mecánicos de manera uniforme y con la dotación aprobada por la Dirección de las Obras. En el momento de su extensión, el árido no deberá contener una humedad excesiva.

03.- Tras la extensión del árido de cobertura se procederá al apisonado con un compactador de neumáticos y, previamente a la apertura al tráfico, se barrerá para eliminar el árido sobrante, cuidando de no dañar el riego.

04.- Se evitará el contacto de las ruedas de la extendedora con ligante sin cubrir. Si hubiera que extender árido sobre una franja imprimada, sin que lo hubiera sido la adyacente, se dejará sin cubrir una zona de aquella de unos 20 cm de anchura, junto a la superficie que todavía no haya sido tratada.

05.- Previamente a la ejecución de la siguiente capa será preciso barrer enérgicamente el riego de curado para eliminar los restos de árido de cobertura y de posible suciedad y materiales sueltos o débilmente adheridos. Para ello se utilizarán barredoras mecánicas, máquinas de aire a presión u otro método aprobado por la Dirección de las Obras. Si la capa superior fuera bituminosa se aplicará un riego de adherencia según lo prescrito en el artículo 40.52 de este Pliego.

7.- LIMITACIONES DE LA EJECUCIÓN

01.- El riego de curado se podrá aplicar sólo cuando la temperatura ambiente sea superior a los 10°C, y no exista fundado temor de precipitaciones atmosféricas. Dicho límite se podrá rebajar a juicio de la Dirección de las Obras a 5°C, si la temperatura ambiente tiende a aumentar.

8.- CONTROL DE CALIDAD

8.1.- Control de procedencia de los materiales

01.- En el caso de productos que deban tener el marcado CE, según el Reglamento 305/2011, para el control de procedencia de los materiales, se llevará a cabo la verificación de que los valores declarados en los documentos que acompañan al marcado CE cumplen las especificaciones establecidas en este Pliego.

02.- Independientemente de la aceptación de la veracidad de las propiedades referidas en el marcado CE, si se detectara alguna anomalía durante el transporte, almacenamiento o manipulación de los productos, la Dirección de las Obras, en el uso de sus atribuciones, podrá disponer en cualquier momento, la realización de comprobaciones y ensayos sobre los materiales suministrados a la obra, al objeto de asegurar las propiedades y la calidad establecidas en este artículo.

03.- En el caso de productos que no tengan la obligación de disponer de marcado CE por no estar incluidos en normas armonizadas, o corresponder con alguna de las excepciones establecidas en el artículo 5 del Reglamento 305/2011, se deberá llevar a cabo obligatoriamente los ensayos de identificación y caracterización para el control de procedencia que se indican en los epígrafes siguientes.

8.2.- Control de los materiales

01.- Los áridos deberán disponer del marcado CE con un sistema de evaluación de la conformidad 2+, salvo en el caso de los áridos fabricados en el propio lugar de construcción para su incorporación en la correspondiente obra (artículo 5.b del Reglamento 305/2011).

02.- En el primer caso, el control de procedencia se podrá llevar a cabo mediante la verificación de que los valores declarados en los documentos que acompañan al marcado CE permiten deducir el cumplimiento de las especificaciones establecidas en este Pliego.

03.- En el caso de los áridos fabricados en el propio lugar de construcción para su incorporación en la correspondiente obra, de cada procedencia y para cualquier volumen de producción previsto, se tomarán 2 muestras según la UNE-EN 932-1 y sobre ellas se determinará la granulometría (UNE-EN 933-2), el equivalente de arena (SE4) (anexo A de la UNE-EN 933-8), y la plasticidad (UNE 103103 y UNE 103104).

04.- El ligante hidrocarbonado deberá cumplir las especificaciones establecidas en el artículo 25.13 "Emulsiones bituminosas" de este Pliego.

8.3.- Control de ejecución

01.- Se considerará como lote, que se aceptará o rechazará en bloque, al de menor tamaño de entre los resultantes de aplicar los 3 criterios siguientes:

- 500 metros de calzada.
- 3.500 metros cuadrados de calzada.
- La superficie regada diariamente.

02.- En cualquier caso, el PPTP o la Dirección de las Obras podrán fijar otro tamaño de lote.

03.- Las dotaciones de emulsión bituminosa y, eventualmente, de árido, se comprobarán mediante el pesaje de bandejas metálicas, de silicona u otro material apropiado, colocadas sobre la superficie durante la aplicación del ligante o extensión del árido, en no menos de 3 puntos. En cada una de estas bandejas, chapas u hojas se determinará la dotación de ligante residual, mediante el secado en estufa y pesaje. La Dirección de las Obras podrá autorizar la comprobación de las dotaciones medias de emulsión bituminosa y áridos, por otros medios.

9.- CRITERIOS DE ACEPTACIÓN O RECHAZO

01.- La dotación media, tanto de ligante residual como, en su caso, de los áridos, no deberá diferir de la prevista en más de un 15%. No más de 1 individuo de la muestra ensayada podrá presentar resultados que excedan de los límites fijados.

02.- La Dirección de las Obras determinará las medidas a adoptar con los lotes que no cumplan los criterios anteriores.

10.- MEDICIÓN Y ABONO

01.- La emulsión bituminosa empleada en riegos de curado se abonará por toneladas. El abono incluirá el de la preparación de la superficie existente, el de la aplicación de la emulsión bituminosa y el de la eliminación posterior del riego de curado.

02.- El árido eventualmente empleado en riegos de curado, se abonará por toneladas, realmente empleadas y pesadas directamente en una báscula contrastada. El abono incluirá la extensión del árido y su eliminación posterior.

Sección 5.ª

PAVIMENTOS DE HORMIGÓN

ARTÍCULO 40.51.- PAVIMENTOS DE HORMIGÓN

1.- DEFINICIÓN

01.- Se define como pavimento de hormigón el constituido por un conjunto de losas de hormigón en masa separadas por juntas transversales, eventualmente dotados de juntas longitudinales; el hormigón se pone en obra con una consistencia tal que requiere el empleo de vibradores internos para su compactación.

02.- A efectos de aplicación de este pliego, los pavimentos de hormigón serán en masa, con juntas transversales con separaciones regulares comprendidas entre 3 y 5 m, en los que la transferencia de cargas entre losas puede efectuarse por medio de pasadores de acero, o bien confiarse al encaje entre los áridos.

03.- La ejecución del pavimento de hormigón incluye las siguientes operaciones:

- Estudio y obtención de la fórmula de trabajo.
- Preparación de la superficie de asiento.
- Fabricación del hormigón.
- Transporte del hormigón.
- Colocación de elementos de guía y encofrados.
- Colocación de los pasadores y barras de atado, en su caso.
- Puesta en obra del hormigón.
- Terminación de bordes y de la textura superficial.
- Numeración y marcado de las losas.
- Protección y curado del hormigón fresco.
- Ejecución de juntas serradas.
- Sellado de las juntas.

2.- REFERENCIA NORMATIVA

01.- Artículo 550 del PG-3 aprobado por la Orden FOM/2523/2014.

3.- MATERIALES

01.- Lo dispuesto en este artículo se entenderá sin perjuicio de lo establecido en el Reglamento 305/2011 de 9 de marzo de 2011, del Parlamento Europeo y del Consejo, por el que se establecen las condiciones armonizadas para la comercialización de productos de construcción. Para los productos con marcado CE, el fabricante asumirá la responsabilidad sobre la conformidad de los mismos con las prestaciones declaradas, de acuerdo con el artículo 11 del mencionado Reglamento. Los productos que tengan el marcado CE deberán ir acompañados, además de dicho marcado, de la Declaración de Prestaciones, y de las instrucciones e información de seguridad del producto. Por su parte, el Contratista deberá verificar que los valores declarados en los documentos que acompañan al marcado CE

permitan deducir el cumplimiento de las especificaciones contempladas en el Proyecto o, en su defecto, en este Pliego, debiendo adoptar, en el caso de que existan indicios de incumplimiento de las especificaciones declaradas, todas aquellas medidas que considere oportunas para garantizar la idoneidad del producto suministrado a la obra.

02.- Independientemente de lo anterior, se estará además en todo caso, a lo dispuesto en la legislación vigente en materia ambiental, de seguridad y salud y de almacenamiento y transporte de productos de la construcción.

3.1.- **Cemento**

01.- El Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares (en adelante PPTP) o, en su defecto, la Dirección de las Obras deberá fijar el tipo y la clase resistente del cemento a emplear teniendo en cuenta las recomendaciones de uso indicadas en la vigente Instrucción para la recepción de cementos (RC).

02.- El cemento cumplirá las prescripciones del artículo 20.13 “Cementos” de este Pliego y las adicionales que establezca el PPTP.

03.- La clase resistente del cemento será, salvo justificación en contrario, la 32,5N o la 42,5N. La Dirección de las Obras podrá autorizar el empleo de un cemento de clase resistente superior en épocas frías, en el caso de reparaciones rápidas o cuando las condiciones así lo requieran.

04.- No se emplearán cementos de aluminato de calcio, ni mezclas de cemento con adiciones que no hayan sido realizadas en fábrica de cemento.

05.- El PPTP fijará el principio de fraguado, según la UNE-EN 196-3, que, en todo caso, no podrá tener lugar antes de los 100 min.

3.2.- **Agua**

01.- El agua deberá cumplir las prescripciones del artículo 20.41 “Agua” de este Pliego.

3.3.- **Árido**

01.- El árido cumplirá las prescripciones del artículo 20.42 “Áridos para hormigón” de este Pliego y las prescripciones adicionales contenidas en este artículo. Para las arenas que no cumplan con la especificación del equivalente de arena, se exigirá que su valor de azul de metileno, según la UNE-EN 933-9, sea inferior a 6 para obras sometidas a clases generales de exposición I, IIa o IIb (definidas en la Instrucción de Hormigón Estructural) o bien inferior a 3 para el resto de los casos.

02.- Los áridos no serán susceptibles de ningún tipo de meteorización o alteración física o química apreciable bajo las condiciones más desfavorables que, presumiblemente, puedan darse en el lugar de empleo.

03.- Se deberá garantizar tanto la durabilidad a largo plazo, como que no darán origen, con el agua, a disoluciones que puedan causar daños a estructuras u otras capas del firme, o contaminar el suelo o las corrientes de agua.

04.- Por ello, en materiales en los que, por su naturaleza, no exista suficiente experiencia sobre su comportamiento, deberá hacerse un estudio especial sobre su aptitud para ser empleado, que tendrá que ser aprobado por la Dirección de las Obras.

05.- Los áridos utilizados no serán reactivos con el cemento, ni contendrán sulfuros oxidables, sulfato cálcico o compuestos ferrosos inestables, que puedan originar fenómenos expansivos en la masa del hormigón.

06.- Con materiales sobre los que no exista suficiente experiencia en su comportamiento y que por su naturaleza petrográfica puedan tener constitutivos reactivos con los álcalis, el PPTP, o la Dirección de las Obras, podrá exigir que se lleve a cabo un estudio específico sobre la reactividad potencial de los áridos, que definirá su aptitud de uso, siguiendo los criterios establecidos a estos efectos en la vigente Instrucción de Hormigón Estructural.

07.- La utilización de estos áridos requerirá el empleo de cementos con un contenido de elementos alcalinos, expresados como óxido de sodio equivalente ($\text{Na}_2\text{O} + 0,658 \text{ K}_2\text{O}$) inferior al 0,6% del peso de cemento.

3.3.1.- Árido grueso

3.3.1.1.- Definición de árido grueso

01.- Se define como árido grueso a la parte del árido total retenida en el tamiz 4 mm de la UNE-EN 933-2.

3.3.1.2.- Características generales del árido grueso

01.- El tamaño máximo del árido grueso no será superior a 40 mm ni a 1/4 del espesor de la capa. Se suministrará, como mínimo, en 2 fracciones granulométricas diferenciadas.

04.- El coeficiente de Los Ángeles (UNE-EN 1097-2) tendrá una categoría LA35.

05.- El índice de lajas (UNE-EN 933-3) tendrá una categoría FI35.

06.- En las vías en las que se vaya a obtener la textura mediante la eliminación del mortero superficial, el árido grueso deberá cumplir las características que se indican a continuación.

- El tamaño máximo del árido grueso no será superior a 12 mm.
- No se emplearán áridos procedentes de canteras de naturaleza caliza, ni aquellos otros obtenidos mediante la trituración de gravas procedentes de yacimientos granulares, salvo en el caso de que fueran a utilizarse en la capa de hormigón inferior de los pavimentos bicapa.
- La categoría del coeficiente de Los Ángeles del árido grueso (UNE-EN 1097-2) deberá ser LA20 para categoría de tráfico pesado y LA25 para medio y ligero.
- La categoría del índice de lajas de las distintas fracciones del árido grueso (UNE-EN 933-3) deberá ser FI20 para categoría de tráfico pesado y FI25 para medio y ligero.
- La proporción de partículas total y parcialmente trituradas del árido grueso (UNE-EN 933-5) no será inferior al 90% y la proporción de partículas totalmente redondeadas del árido grueso (UNE-EN 933-5) deberá ser inferior al 1%.

- La categoría del coeficiente de pulimento acelerado del árido grueso a emplear en la capa superior (UNE-EN 1097-8) deberá ser CPA56 para categoría de tráfico pesado y CPA50 para tráfico medio y ligero.

3.3.2.- Árido fino

3.3.2.1.- Definición de árido fino

01.- Se define como árido fino a la parte del árido total cernida por el tamiz 4 mm de la UNE-EN 933-2.

3.3.2.2.- Características generales del árido fino

01.- El árido fino será, en general, una arena natural rodada. El PPTP o en su defecto la Dirección de las Obras, podrá permitir que el árido fino tenga una proporción determinada de arena de machaqueo.

02.- La proporción de partículas silíceas del árido fino del hormigón no será inferior al 35%. Este árido fino silíceo procederá de un árido grueso con un coeficiente de pulimento acelerado superior a 50 (UNE-EN 1907-8) en obras de pavimentación para las categorías de tráfico pesado. En el resto de los casos la proporción de partículas silíceas, no será inferior al 30% y estas procederán de un árido grueso con un coeficiente de pulimento acelerado superior a 44.

03.- La proporción de partículas silíceas a la que se hace referencia en el párrafo anterior, se podrá comprobar mediante descripción petrográfica (UNE-EN 932-3) o, alternativamente, mediante ensayo (norma NLT-371).

04.- En la capa inferior de hormigón de los pavimentos bicapa, podrán aceptarse como válidas las arenas procedentes del machaqueo de rocas calizas siempre que cumplan lo establecido en la vigente Instrucción de Hormigón Estructural respecto a la calidad de los finos de los áridos.

3.3.2.3.- Limpieza del árido fino

01.- El PPTP fijará el valor del equivalente de arena del árido fino, según el Anexo A de la norma UNE-EN 933-8. Dicho valor no será inferior a 70.

3.3.2.4 Granulometría del árido fino

01.- La curva granulométrica del árido fino según la UNE-EN 933-1 para las categorías de tráfico pesado y medio, estará comprendida dentro de los límites que se especifican en el cuadro 40.51.1.

CUADRO 40.51.1. - Huso granulométrico del árido fino. Cernido ponderal acumulado (% en masa)

| Abertura de los tamices UNE-EN 933-2 (mm) | | | | | | |
|---|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 4 | 2 | 1 | 0,500 | 0,250 | 0,125 | 0,063 |
| 81-100 | 58-85 | 39-68 | 21-46 | 7-22 | 1-8 | 0-4 |

02.- Para las categorías de tráfico ligero, se podrá admitir un cernido ponderal acumulado de hasta un 6% por el tamiz 0,063 mm de la UNE-EN 933-2 si el contenido de partículas arcillosas, según la UNE 7133, fuera inferior a 0,7 g.

03.- Adoptada una curva granulométrica dentro de los límites indicados, se admitirá respecto de su módulo de finura, según la UNE-EN 933-1, una variación máxima del 5%. A estos efectos, se define el módulo de finura como la suma de las diferencias ponderales acumuladas, expresadas en tanto por uno, por cada uno de los 7 tamices especificados en el cuadro 40.51.1.

3.4.- Aditivos

01.- El PPTP fijará los aditivos que puedan utilizarse para obtener la trabajabilidad adecuada o mejorar las características de la mezcla. La Dirección de las Obras establecerá la necesidad de utilizar aditivos y su modo de empleo, de acuerdo con las condiciones de ejecución, las características de la obra y las condiciones climáticas.

02.- En pavimentos de hormigón en los que se elimine el mortero superficial, el PPTP fijará, en su caso, las características del retardador de superficie a emplear que, en ningún caso, producirá efectos nocivos sobre el hormigón, ni incompatibilidad con el proceso de curado.

03.- Los aditivos utilizados deberán llevar obligatoriamente el marcado CE y la correspondiente información que debe acompañarle, así como disponer del certificado de control de producción en fábrica expedido por un organismo notificado y de la Declaración de Prestaciones elaborada por el propio fabricante, todo ello conforme a lo establecido en la UNE-EN 934-2.

3.5.- Pasadores y barras de unión

01.- Los pasadores utilizados deberán llevar obligatoriamente el marcado CE y la correspondiente información que debe acompañarle, así como disponer del certificado de control de producción en fábrica expedido por un organismo notificado y de la Declaración de Prestaciones elaborada por el propio fabricante, todo ello de acuerdo a lo establecido en la norma UNE-EN 13877-3.

02.- Los pasadores estarán constituidos por barras lisas de acero, de 25 mm de diámetro y 50 cm de longitud. El acero será del tipo S-275-JR, definido en la UNE-EN 10025-2.

03.- Los pasadores estarán recubiertos en toda su longitud con un producto que evite su adherencia al hormigón. Su superficie será lisa y no presentará irregularidades ni rebabas debiéndose suministrar directamente para su empleo, sin que sean necesarias manipulaciones dimensionales, ni superficiales posteriores. En las juntas de dilatación, uno de sus extremos se protegerá con una caperuza de longitud comprendida entre 50 a 100 mm, rellena de un material compresible que permita un desplazamiento horizontal igual o superior al del material de relleno de la propia junta.

04.- Las barras de unión serán corrugadas, de 12 mm de diámetro y 80 cm de longitud, y deberán cumplir las exigencias del artículo 23.11 "Barras corrugadas para hormigón armado" de este Pliego.

3.6.- Membranas para separación de la base o para curado del pavimento

01.- El PPTP fijará las propiedades de las membranas para la separación de la base o para curado del pavimento.

02.- En cualquier caso, deberán ser resistentes a la elevada alcalinidad del hormigón en estado fresco y no ser perjudiciales para éste. Salvo indicación en contrario, deberán tener una resistencia a tracción en rotura superior a 15 MPa y un alargamiento en rotura (UNE-EN ISO 527-1 y UNE-EN ISO 527-3) superior al 50% y su espesor no será inferior a 0,1 mm en el caso de emplearse láminas de plástico.

3.7.- Productos filmógenos de curado

01.- Se entiende por productos filmógenos de curado aquellos que, aplicados sobre la superficie del hormigón fresco, forman una membrana continua que reduce la pérdida de humedad durante el período de primer endurecimiento y, al mismo tiempo, la elevación de temperatura por exposición a los rayos solares, como consecuencia de su pigmentación clara, que permite además detectar con facilidad las zonas en las que no ha sido aplicada.

02.- Una vez finalizada su misión, la mencionada membrana deberá desaparecer de forma progresiva bajo la influencia de los agentes atmosféricos y del uso, de forma que no afecte a la coloración de la superficie del pavimento ni a sus condiciones de adherencia.

03.- Los productos filmógenos de curado serán compuestos líquidos integrados por una base y un disolvente volátil, que en ningún caso producirán efectos dañinos sobre el hormigón. La base, o porción no volátil, constará de un pigmento claro, preferentemente blanco, finamente dividido, y un vehículo, que estará compuesto de ceras naturales o sintéticas, o bien de resinas.

04.- El producto utilizado no permanecerá viscoso y aparecerá seco al tacto antes de transcurridas 12 h desde su aplicación.

05.- El PPTP fijará las características del producto filmógeno de curado que vaya a emplearse. No se utilizará ninguna clase de producto filmógeno de curado, sin la aprobación previa y expresa de la Dirección de las Obras.

06.- Las partidas de productos filmógenos de curado irán acompañadas de su correspondiente documentación y características, así como de las instrucciones de uso, dotación óptima y tiempo máximo de almacenamiento. Deberán proporcionar protección al hormigón durante un periodo de tiempo no inferior a la duración mínima del curado, estimada de acuerdo a los criterios indicados en el epígrafe 5.11 de este artículo.

07.- El índice de eficacia en el curado, entendido como el porcentaje de agua que el producto aplicado ha evitado que pierda el hormigón en un determinado tiempo (UNE 83299), no será inferior al 60% durante el periodo de curado.

08.- El producto filmógeno de curado no podrá almacenarse durante un periodo de tiempo superior a 6 meses, debiéndose comprobar que durante este tiempo no ha sufrido deterioros, no se ha producido su sedimentación, no se han formado costras en el recipiente, y mantiene su capacidad de adquirir una consistencia uniforme después de ser batido moderadamente o agitado con aire comprimido.

3.8.- Materiales para juntas

3.8.1.- Materiales de relleno en juntas de dilatación

01.- El PPTP definirá el material de relleno para las juntas de dilatación. Éste deberá ser un material compresible, con un espesor comprendido entre 15 y 20 mm, no perjudicial para el hormigón, que no absorba agua, y resistente a los álcalis y a los productos empleados en tratamientos de vialidad invernal.

3.8.2.- Materiales para la formación de juntas en fresco

01.- Para las categorías de tráfico medio y ligero, como materiales para la formación de juntas en fresco se podrán utilizar materiales rígidos que no absorban agua o tiras de plástico con un espesor mínimo de 0,35 mm. En cualquier caso, dichos materiales deberán estar definidos en el PPTP o, en su defecto, ser aprobados por la Dirección de las Obras.

3.8.3.- Materiales para el sellado de juntas

01.- El material utilizado para sellado de juntas vendrá definido en el PPTP, y deberá ser suficientemente resistente a los agentes exteriores y capaz de asegurar la estanqueidad de las juntas sin despegarse de los bordes de las losas.

02.- Estos materiales deberán llevar obligatoriamente el marcado CE y la correspondiente información que debe acompañarle, así como disponer del certificado de control de producción en fábrica expedido por un organismo notificado y de la Declaración de Prestaciones elaborada por el propio fabricante, todo ello conforme a lo establecido en la norma que corresponda dependiendo del tipo de producto de que se trate de entre las siguientes: UNE-EN 14188-1 para productos de sellado aplicados en caliente, UNE-EN 14188-2 para productos de sellado aplicados en frío, y UNE-EN 14188-3 para juntas preformadas.

03.- Los productos de imprimación que, en su caso, se utilicen, dispondrán también del correspondiente marcado CE y serán conformes con la UNE-EN 14188-4.

04.- En el caso de emplearse juntas preformadas, éstas deberán ser de clase de dureza 60 o superior (UNE-EN 14188-3), salvo indicación en contra del PPTP.

4.- TIPO Y COMPOSICIÓN DEL HORMIGÓN

01.- La resistencia característica a flexotracción a 28 días, referida a probetas prismáticas de sección cuadrada, de 15 cm de lado y 60 cm de longitud, fabricadas y conservadas en obra según la UNE-EN 12390-1 ensayadas con el procedimiento de dos puntos de carga (UNE-EN 12390-5), pertenecerá a uno de los tipos indicados en el cuadro 40.51.2 y estará especificada en el PPTP.

02.- La resistencia característica a flexotracción del hormigón a 28 días se define como el valor de la resistencia asociado a un nivel de confianza del 95%.

CUADRO 40.51.2.- Resistencia característica mínima a flexotracción a 28 días

| TIPO DE HORMIGÓN | RESISTENCIA (MPa) (*) |
|------------------|-----------------------|
| HF-4,5 | 4,5 |
| HF-4,0 | 4,0 |

| | |
|--------|-----|
| HF-3,5 | 3,5 |
|--------|-----|

(*) Si se emplean cementos para usos especiales (ESP), los valores, a veintiocho días (28 d), se podrán disminuir en un 15% si, mediante ensayos normales o acelerados, se comprueba que se cumplen a 90 días.

03.- El PPTP o, en su defecto, la Dirección de las Obras especificará el ensayo para la determinación de la consistencia del hormigón, así como los límites admisibles en sus resultados. Si se mide la consistencia según la UNE-EN 12350-2, el asiento deberá estar comprendido entre 6 y 9 centímetros.

04.- La masa unitaria del total de partículas cernidas por el tamiz 0,125 mm de la UNE-EN 933-2, incluyendo el cemento, no será mayor de 450 kg/m³ de hormigón fresco.

05.- La dosificación de cemento no será inferior a 300 kg/m³ de hormigón fresco y la relación ponderal agua/cemento no será superior a 0,46.

06.- La proporción de aire ocluido en el hormigón fresco vertido en obra, según la UNE-EN 12350-7 no será superior al 6% en volumen.

5.- EQUIPO NECESARIO PARA LA EJECUCIÓN DE LAS OBRAS

01.- No se podrá utilizar en la ejecución de un pavimento de hormigón ningún equipo que no haya sido previamente empleado en el tramo de prueba y aprobado por la Dirección de las Obras. Se estará, en todo caso, a lo dispuesto en la legislación vigente en materia ambiental, de seguridad y salud y de transporte en lo referente a los equipos empleados en la ejecución de las obras.

5.1.- Central de fabricación

01.- La capacidad mínima de acopio de cemento corresponderá al consumo de 1,5 jornadas a rendimiento normal, salvo que la distancia al punto de aprovisionamiento fuera inferior a 100 km, en cuyo caso el límite se podrá rebajar a 1 jornada, previa autorización de la Dirección de las Obras.

02.- El hormigón se fabricará en centrales de mezcla discontinua, capaces de manejar, simultáneamente, el número de fracciones del árido que exija la fórmula de trabajo adoptada. La producción horaria de la central de fabricación deberá ser capaz de suministrar el hormigón sin que la alimentación de la pavimentadora se interrumpa o sea necesario modificar su velocidad de avance.

03.- En pavimentos para vías con categorías de tráfico Pesado, la central de fabricación estará dotada de un higrómetro dosificador de agua y de un sistema de registro y, en su caso, con visualización de la potencia absorbida por los motores de accionamiento de los mezcladores, y de las pesadas en los áridos, cemento, agua y eventuales aditivos.

04.- Las tolvas para áridos deberán tener paredes resistentes y estancas, bocas de anchura suficiente para que su alimentación se efectúe correctamente, y estarán provistas de dispositivos para evitar intercontaminaciones. Su número mínimo será función del número de fracciones de árido que exija la fórmula de trabajo adoptada y como mínimo 1 por cada fracción de árido grueso acopiado, 2 para el árido fino y 1 adicional si se utilizan dos tipos de arena: natural rodada y de machaqueo.

05.- Para el cemento a granel se utilizará una báscula independiente de la utilizada para los áridos. El mecanismo de carga estará enclavado contra un eventual cierre antes de que la tolva de pesada estuviera adecuadamente cargada. El de descarga contra una eventual apertura antes de que la carga del cemento en la tolva de pesada hubiera finalizado, y de que la masa del cemento en ella difiriera en menos del 1% de la especificada; además estará diseñado de forma que permita la regulación de la salida del cemento sobre los áridos.

06.- La dosificación de los áridos se podrá efectuar por pesadas acumuladas en 1 sola tolva o individualmente con 1 tolva de pesada independiente para cada fracción.

07.- En el primer caso, las descargas de las tolvas de alimentación y la descarga de la tolva de pesada estarán enclavadas entre sí, de forma que:

- No podrá descargar más de 1 silo al mismo tiempo.
- El orden de descarga no podrá ser distinto al previsto.
- La tolva de pesada no se podrá descargar hasta que haya sido depositada en ella la cantidad requerida de cada uno de los áridos, y estén cerradas todas las descargas de las tolvas.
- La descarga de la tolva de pesada deberá estar enclavada contra una eventual apertura antes de que la masa de árido en la tolva, difiera en menos de un 1% del acumulado de cada fracción.

08.- Si se utilizasen tolvas de pesada independientes para cada fracción, todas ellas deberán poder ser descargadas simultáneamente. La descarga de cada tolva de pesada deberá estar enclavada contra una eventual apertura antes de que la masa de árido en ella difiera en menos de un 2% de la especificada.

09.- El enclavamiento no permitirá que se descargue parte alguna de la dosificación, hasta que todas las tolvas de los áridos y la del cemento estuvieran correctamente cargadas, dentro de los límites especificados. Una vez comenzada la descarga, quedarán enclavados los dispositivos de dosificación, de tal forma que no se pueda comenzar una nueva dosificación hasta que las tolvas de pesada estén vacías, sus compuertas de descarga cerradas y los indicadores de masa de las balanzas a cero, con una tolerancia del 0,3% de su capacidad total.

10.- Los dosificadores ponderales deberán estar aislados de vibraciones y de movimientos de otros equipos de la central, de forma que, cuando ésta funcione, sus lecturas, después de paradas las agujas, no difieran de la masa designada en más del 1% para el cemento, 1,5% para cada fracción del árido o 1% para el total de las fracciones si la masa de éstas se determinase conjuntamente. Su precisión no deberá ser inferior al 0,5% para los áridos, ni al 0,3% para el cemento. El agua añadida se medirá en masa o volumen, con una precisión no inferior al 1% de la cantidad total requerida.

11.- Una vez fijadas las proporciones de los componentes la única operación manual que se podrá efectuar para dosificar los áridos y el cemento de una amasada será la de accionamiento de interruptores o conmutadores. Los mandos del dosificador deberán estar en un compartimento fácilmente accesible, que pueda ser cerrado con llave cuando así se requiera.

12.- Si se prevé la incorporación de aditivos a la mezcla, la central deberá poder dosificarlos con precisión suficiente, a juicio de la Dirección de las Obras. Los aditivos en polvo se dosificarán en masa y los aditivos en forma de líquido o de pasta en masa o en volumen, con una precisión no inferior al 3% de la cantidad especificada de producto.

13.- El temporizador del amasado y el de la descarga del mezclador deberán estar enclavados de tal forma que, durante el funcionamiento del mezclador, no se pueda producir la descarga hasta que haya transcurrido el tiempo de amasado previsto.

5.2.- Elementos de transporte

01.- El transporte del hormigón podrá realizarse en camiones hormigonera o, en el caso de hormigones de consistencia seca o plástica, en camiones bañera de caja abierta, lisa y estanca. En este último caso, los camiones deberán ir siempre provistos de una lona o cobertor adecuado para proteger la mezcla durante su transporte.

02.- Deberán disponerse los equipos necesarios para la limpieza de los elementos de transporte antes de recibir una nueva carga de base de hormigón.

5.3.- Equipos de puesta en obra del hormigón.

01.- Se podrán utilizar pavimentadoras de encofrados deslizantes o medios manuales.

02.- Si se utilizasen pavimentadoras de encofrados deslizantes, estas deberán cumplir las prescripciones del artículo 550 del PG-3.

03.- La Dirección de las Obras podrá autorizar la extensión y compactación del pavimento de hormigón por medios manuales. Los encofrados que se vayan a utilizar cumplirán las prescripciones de la EHE. Tanto la superficie de los encofrados como los productos que a ella puedan aplicarse para facilitar el trabajo, no contendrán sustancias agresivas para el hormigón. Los enlaces entre los distintos elementos o paños de los moldes serán sólidos y sencillos, de modo que su montaje y desmontaje se verifique con facilidad, sin requerir golpes ni tirones.

04.- Si se utilizan medios manuales para la puesta en obra del hormigón, para enrasar la mezcla se utilizará una regla vibrante ligera.

05.- Si el PPTP admitiera el fratasado manual o si la Dirección de las Obras lo autorizara, en los lugares en que por su forma o por su ubicación no sea posible el empleo de máquinas la superficie del pavimento de hormigón se alisará y nivelará con fratasas de una longitud no inferior a 4 m y una anchura no inferior a 10 cm rigidizados con costillas y dotados de un mango suficientemente largo para ser manejados desde zonas adyacentes a la de extensión.

5.4.- Sierras

01.- Las sierras para la ejecución de juntas en el hormigón endurecido deberán tener una potencia mínima de 18 CV y su número deberá ser suficiente para seguir el ritmo de hormigonado sin retrasarse, debiendo haber siempre al menos 1 de reserva. El número necesario de sierras se determinará mediante ensayos de velocidad de corte del hormigón en el tramo de prueba. El tipo de disco deberá ser aprobado por la Dirección de las Obras.

02.- Las sierras deberán estar dotadas de una guía de referencia para asegurar que el corte se realiza siguiendo la alineación marcada previamente en el pavimento.

5.5.- Distribuidor del producto filmógeno de curado o del retardador de fraguado

01.- El PPTP definirá, en su caso, los equipos a emplear en la distribución superficial del producto filmógeno de curado o del retardador de fraguado.

02.- La Dirección de las Obras podrá autorizar el empleo de pulverizadores manuales.

03.- Antes de proceder a la aplicación en obra del producto filmógeno de curado o del retardador de fraguado, la Dirección de las Obras exigirá que se realicen pruebas para comprobar la dotación y la uniformidad de distribución lograda con el equipo.

5.6.- Equipo para la eliminación del mortero superficial

01.- En pavimentos en los que la consecución de la textura se realice por eliminación del mortero de la superficie del hormigón fresco, será necesario disponer de un equipo de agua a presión para la eliminación de éste, conforme a lo indicado en el epígrafe 6.10.3.

02.- El PPTP fijará las especificaciones mínimas del equipo a emplear, que estará formado como mínimo por 1 equipo de agua a presión y 1 equipo aspirador o recogedor del mortero eliminado, que deberá ser aprobado por la Dirección de las Obras a la vista de los resultados obtenidos en el tramo de prueba.

6.- EJECUCIÓN DE LAS OBRAS

6.1.- Estudio y obtención de la fórmula de trabajo

01.- La producción del hormigón no se podrá iniciar en tanto que la Dirección de las Obras no haya aprobado la correspondiente fórmula de trabajo, estudiada en el laboratorio y verificada en la central de fabricación y en el tramo de prueba, la cual deberá señalar, como mínimo:

- La identificación y proporción ponderal en seco de cada fracción del árido en la amasada.
- La granulometría de los áridos combinados por los tamices 40 mm; 32 mm; 20 mm; 12,5 mm; 8 mm; 4 mm; 2 mm; 1 mm; 0,250 mm; 0,125 mm y 0,063 mm de la UNE-EN 933-2.
- La dosificación de cemento, la de agua y, eventualmente, la de cada aditivo, referidas a la amasada (en masa o en volumen según corresponda).
- La resistencia característica a flexotracción a 7 y 28 días.
- La consistencia del hormigón fresco y el contenido de aire ocluido.

02.- Para cada fórmula de trabajo se realizarán ensayos de resistencia a flexotracción con objeto de comprobar que los materiales y medios disponibles en obra permiten obtener un hormigón con las características exigidas.

03.- Los ensayos de resistencia a flexotracción se llevarán a cabo sobre probetas prismáticas, según la norma UNE-EN 12390-2. Dichas probetas se conservarán en las condiciones previstas en la citada norma, para ensayar a flexotracción, según la norma UNE-EN 12390-5.

04.- Alternativamente, se podrán realizar ensayos de resistencia a compresión simple sobre probetas cilíndricas, de 15 cm de diámetro y 30 cm de altura, fabricadas y conservadas según la UNE-EN 12390-2 y ensayadas según la UNE 12390-3. La sustitución de los ensayos de resistencia a flexotracción por los de compresión simple requerirá el establecimiento previo de una correlación entre ambos ensayos. En cualquier caso, la resistencia a compresión requerida no podrá ser inferior a 35 MPa para HF-4,5, a 30 MPa para HF-4 o a 25 MPa para HF-3,5.

05.- Se realizarán ensayos de resistencia sobre probetas procedentes de 6 amasadas diferentes, confeccionando 2 series de 2 probetas. Una de cada una de las amasadas a 7 días y otra a 28 días

06.- La resistencia de cada amasada a una cierta edad se determinará como media de las probetas confeccionadas con hormigón de dicha amasada y ensayadas a dicha edad. La resistencia característica se estimará a partir de los valores medios de 6 amasadas, ordenados de menor a mayor ($x_1 < x_2 < \dots < x_6$), como resultado de la siguiente expresión:

$$f_{ck} = x_6 - 0,8 (x_6 - x_1)$$

07.- Si la resistencia característica a 7 días resultara superior al 80% de la especificada a 28 días, y no se hubieran obtenido resultados del contenido de aire ocluido y de la consistencia fuera de los límites establecidos, se podrá proceder a la realización de un tramo de prueba con ese hormigón. En caso contrario, se deberá esperar a los 28 días para aceptar la fórmula de trabajo o, en su caso, para introducir los ajustes necesarios en la dosificación y repetir los ensayos de resistencia.

08.- Si la marcha de las obras lo aconsejase, la Dirección de las mismas podrá exigir la corrección de la fórmula de trabajo, que se justificará mediante los ensayos oportunos. En todo caso, se estudiará y aprobará una nueva fórmula siempre que varíe la procedencia de alguno de los componentes, o si, durante la producción, se rebasasen las tolerancias establecidas en este artículo.

6.2.- Preparación de la superficie de asiento

01.- Se comprobará la regularidad superficial y el estado de la superficie sobre la que vaya a extenderse el hormigón. El PPTP o, en su defecto la Dirección de las Obras deberá indicar las medidas necesarias para obtener dicha regularidad superficial y en su caso como subsanar las deficiencias.

02.- Antes de la puesta en obra del hormigón, si la superficie de apoyo fuera de hormigón magro, se colocará una lámina de material plástico como separación entre ambas capas, de acuerdo con lo especificado en el epígrafe 3.7 de este artículo.

03.- Las láminas de plástico se colocarán con solapes no inferiores a 15 cm y se asegurarán de manera adecuada para evitar su movimiento. El solape tendrá en cuenta la pendiente longitudinal y transversal, para asegurar la impermeabilidad.

04.- Se prohibirá circular sobre la superficie preparada, salvo al personal y equipos que sean imprescindibles para la ejecución del pavimento. En este caso, se tomarán todas las precauciones que exigiera la Dirección de las Obras, cuya autorización será preceptiva.

05.- En época seca y calurosa, y siempre que sea previsible una pérdida de humedad del hormigón, la Dirección de las Obras podrá exigir que la superficie de apoyo se riegue ligeramente con agua, inmediatamente antes de la extensión, de forma que ésta quede húmeda pero no encharcada, eliminándose las acumulaciones que hubieran podido formarse.

6.3.- Fabricación del hormigón

6.3.1.- Acopio de áridos

01.- Los áridos se producirán o suministrarán en fracciones granulométricas diferenciadas, que se acopiarán y manejarán por separado hasta su introducción en las tolvas de áridos. Cada fracción será suficientemente homogénea y se deberá poder acopiar y manejar sin peligro de segregación, observando las precauciones que se detallan a continuación.

02.- El número de fracciones no podrá ser inferior a 3. La Dirección de las Obras podrá exigir un mayor número de fracciones, si lo estimara necesario para mantener la composición y características del hormigón.

03.- Cada fracción del árido se acopiará separada de las demás para evitar que se produzcan contaminaciones entre ellas disponiéndose los acopios preferiblemente sobre zonas pavimentadas. Si los acopios se fueran a disponer sobre el terreno natural, se drenará la plataforma y no se utilizarán los 15 cm inferiores de los mismos, a no ser que se pavimente la zona de acopio. Los acopios se construirán por capas de espesor no superior a 1,5 m, y no por montones cónicos. Las cargas del material se colocarán adyacentes, tomando las medidas oportunas para evitar su segregación.

04.- Cuando se detecten anomalías en el suministro de los áridos, se acopiarán por separado hasta confirmar su aceptación. Esta misma medida se aplicará cuando se autorice el cambio de procedencia de un árido. No se emplearán métodos de transporte desde los acopios a las tolvas de la central que pudieran causar segregación, degradación o mezcla de fracciones de distintos tamaños.

05.- El volumen mínimo de acopios antes de iniciar la producción de la mezcla no deberá ser inferior al 50% en vías con categoría de tráfico pesado y medio.

6.3.2.- Suministro y acopio de cemento

01.- El cemento se suministrará y acopiará de acuerdo con el artículo 20.13 "Cementos" de este Pliego. La masa mínima de cemento acopiado en todo momento no deberá ser inferior a la necesaria para la fabricación del hormigón durante 1,5 jornadas a rendimiento normal. La Dirección de las Obras podrá autorizar la reducción de este límite a 1 jornada, si la distancia entre la central de hormigonado y la fábrica de cemento fuera inferior a 100 km.

6.3.3.- Acopio de aditivos

01.- Los aditivos se protegerán convenientemente de la intemperie y de toda contaminación; los sacos de productos en polvo se almacenarán en sitio ventilado y defendido, tanto de la intemperie como de la humedad del suelo y de las paredes. Los aditivos suministrados en forma líquida, y los pulverulentos diluidos en agua, se almacenarán en depósitos estancos y protegidos de las heladas, equipados de elementos agitadores para mantener los sólidos en suspensión.

6.3.4.- Amasado del hormigón

01.- La carga de cada una de las tolvas de áridos se realizará de forma que el contenido esté siempre comprendido entre el 50 a 100% de su capacidad, sin rebosar. En las operaciones de carga se tomarán las precauciones necesarias para evitar segregaciones o contaminaciones. La alimentación del árido fino, aun cuando ésta fuera de 1 único tipo y granulometría, se efectuará dividiendo la carga entre 2 tolvas.

02.- El procedimiento de amasado deberá asegurar la completa homogeneización de todos los componentes. La cantidad de agua añadida a la mezcla será la necesaria para alcanzar la

relación agua/cemento fijada por la fórmula de trabajo. Para ello, se tendrá en cuenta el agua aportada por la humedad de los áridos, especialmente del árido fino.

03.- Los aditivos en forma líquida o en pasta se añadirán al agua de amasado, mientras que los aditivos en polvo se deberán introducir en el mezclador junto con el cemento o los áridos.

04.- A la descarga del mezclador todo el árido deberá estar uniformemente distribuido en el hormigón fresco, y todas sus partículas total y homogéneamente cubiertas de pasta de cemento. Los tiempos de mezcla y amasado necesarios para lograr una mezcla homogénea y uniforme, sin segregación, así como la temperatura máxima del hormigón al salir del mezclador serán fijados durante la realización del tramo de prueba especificado en el apartado 7. Si se utilizase hielo para enfriar el hormigón, la descarga no comenzará hasta que se hubiera fundido en su totalidad, y se tendrá en cuenta para la relación agua/cemento (a/c).

05.- Antes de volver a cargar el mezclador, se vaciará totalmente su contenido. Si hubiera estado parado más de 30 min, se limpiará perfectamente antes de volver a verter materiales en él. De la misma manera se procederá antes de comenzar la fabricación de hormigón con un nuevo tipo de cemento.

06.- La Dirección de las Obras podrá autorizar el empleo de hormigón preparado y su transporte en camiones-hormigonera.

6.4.- Transporte del hormigón

01.- El transporte del hormigón fresco desde la central de fabricación hasta su puesta en obra se realizará tan rápidamente como sea posible. No se mezclarán masas frescas fabricadas con distintos tipos de cemento.

02.- Para la fabricación y el transporte del hormigón se cumplirán las condiciones fijadas en el artículo 20.51 "hormigones" y el 35.11 "Obras de hormigón en masa o armado" de este Pliego.

6.5.- Encofrados

01.- Las superficies interiores de los encofrados deberán ser lo suficientemente uniformes y lisas para lograr que los parámetros de las piezas de hormigón moldeadas en aquellos no presenten defectos, bombeos, resaltos o rebabas.

02.- Los moldes ya usados que hayan de servir para unidades repetidas serán cuidadosamente rectificadas y limpias antes de cada empleo.

03.- Los plazos de desencofrado y retirada de cimbras y apeos, nunca serán inferiores a los prescritos por la Dirección de las obras.

6.6.- Colocación de los elementos de las juntas

01.- Los elementos de las juntas se atenderán a los Planos y al PPTP.

02.- Los pasadores se colocarán paralelos entre sí y al eje de la calzada. La máxima desviación, tanto en planta como en alzado, de la posición del eje de un pasador respecto a la teórica será de 20 mm. La máxima desviación angular respecto a la dirección teórica del eje de cada

pasador, medida por la posición de sus extremos, será de 10 mm si se insertan por vibración, o de 5 mm, medidos antes del vertido del hormigón, si se colocan previamente al mismo.

03.- Si los pasadores no se insertan por vibración en el hormigón fresco, se dispondrán sobre una cuna de varillas metálicas, suficientemente sólidas y con uniones soldadas, que se fijará firmemente a la superficie de apoyo. La rigidez de la cuna en su posición definitiva será tal, que impedirá el movimiento del pasador durante el extendido del hormigón y que al aplicar a un extremo de cualquier pasador una fuerza de 120 N en dirección horizontal o vertical, el desplazamiento del extremo del pasador no será superior a un 0,5% de su longitud.

04.- Las barras de unión deberán quedar colocadas en el 1/3 central del espesor de la losa.

6.7.- Puesta en obra del hormigón

01.- La extensión del hormigón se realizará tomando las precauciones necesarias para evitar segregaciones y contaminaciones, de forma tal que después de la compactación se obtenga la rasante y sección definidas en los planos, con las tolerancias establecidas en las presentes prescripciones.

02.- Si el transporte se hace con camión hormigonera no se permitirá el vuelco directo del hormigón sobre la explanada, salvo que así se indique en el PPTP.

03.- No se permitirá la colocación por semianchos adyacentes con más de 1 hora de diferencia entre los instantes de sus respectivas extensiones, a no ser que la Dirección de las Obras autorice la ejecución de una junta longitudinal. Cuando el ancho de la calzada lo permita se trabajará extendiendo todo el ancho de la misma, sin juntas de trabajo longitudinales.

04.- El hormigón se vibrará con los medios adecuados, que han de ser expresamente aprobados por la Dirección de las Obras.

05.- Se prohíbe toda adición de agua a las masas a su llegada al tajo.

06.- Si la extensión y la compactación del hormigón se hace por medios manuales, se mantendrá siempre un volumen suficiente de mezcla delante de la regla vibrante, y se continuará compactando hasta que se haya conseguido la forma prevista y la lechada fluya ligeramente a la superficie.

07.- Los encofrados deberán permanecer colocados al menos 8 horas. El curado del hormigón en las superficies expuestas deberá comenzar inmediatamente después.

6.9.- Ejecución de juntas de hormigonado

01.- En la junta longitudinal de hormigonado entre una franja y otra ya construida, antes de hormigonar aquélla se aplicará al canto de ésta un producto que evite la adherencia del hormigón nuevo al antiguo. Se prestará la mayor atención y cuidado a que el hormigón que se coloque a lo largo de esta junta sea homogéneo y quede perfectamente compactado. Si se observan desperfectos en el borde construido, se corregirán antes de aplicar el producto antiadherente.

02.- Las juntas transversales de hormigonado se dispondrán al final de la jornada, o donde se hubiera producido por cualquier causa una interrupción en el hormigonado que hiciera temer

un comienzo de fraguado, según el apartado 9.1. Siempre que sea posible se harán coincidir estas juntas con una de contracción o de dilatación, modificando si fuera preciso la situación de aquéllas. De no ser así, se dispondrán a más de 1,5 m de distancia de la junta más próxima.

03.- En categorías de tráfico ligero las juntas longitudinales se podrán realizar mediante la inserción en el hormigón fresco de una tira continua de material plástico o de otro tipo aprobado por la Dirección de las Obras. Se permitirán empalmes en dicha tira siempre que se mantenga la continuidad del material de la junta. Después de su colocación, el eje vertical de la tira formará un ángulo mínimo de 80° con la superficie del pavimento. La parte superior de la tira no podrá quedar por encima de la superficie del pavimento, ni a más de 5 mm por debajo de ella.

6.10.- Terminación

6.10.1.- Generalidades

01.- Se prohibirá el riego con agua o la extensión de mortero sobre la superficie del hormigón fresco para facilitar su acabado.

02.- Donde fuera necesario aportar material para corregir una zona baja, se empleará hormigón aún no extendido. En todo caso, se eliminará la lechada de la superficie del hormigón fresco.

03.- La superficie del pavimento no deberá ser retocada, salvo en zonas aisladas, comprobadas con reglas de longitud no inferior a 4 m. En este caso la Dirección de las Obras podrá autorizar un fratasado manual, empleándose para ello fratasas rigidizados con costillas y dotados de un mango suficientemente largo para ser manejados desde zonas adyacentes a la de extensión.

6.10.2.- Terminación de los bordes

01.- Terminadas las operaciones de fratasado descritas en el apartado anterior, y mientras el hormigón esté todavía fresco, se redondearán cuidadosamente los bordes de las losas con una llana curva.

6.10.3.- Textura superficial.

01.- Además de lo especificado en el apartado 5.3.1 referente a fratas y arpillera, una vez acabado el pavimento y antes de que comience a fraguar el hormigón, se dará a su superficie una textura homogénea, según determine el PPTP o, en su defecto, la Dirección de las Obras. Dicha textura podrá consistir en un estriado o ranurado, longitudinal en la calzada y longitudinal o transversal en los arcenes.

02.- La textura superficial por estriado se obtendrá por la aplicación manual o mecánica de un cepillo con púas de plástico, alambre, u otro material aprobado por la Dirección de las Obras, que produzca estrías sensiblemente paralelas o perpendiculares al eje de la calzada, según se trate de una textura longitudinal o transversal.

03.- La textura superficial por ranurado se obtendrá mediante un peine con varillas de plástico, acero, u otro material o dispositivo aprobado por la Dirección de las Obras, que produzca ranuras relativamente paralelas entre sí.

04.- Para las vías con categoría de tráfico pesado, el PPTP podrá prever, o la Dirección de las Obras autorizar, la sustitución de las texturas por estriado o ranurado por una denudación química de la superficie del hormigón fresco, obtenida mediante la aplicación de un retardador de fraguado y la posterior eliminación por barrido con agua del mortero no fraguado.

05.- La aplicación del retardador de fraguado tendrá lugar antes de transcurridos 15 min de la puesta en obra. De no extenderse conjuntamente un líquido de curado, se dispondrá a continuación una membrana impermeable, que se mantendrá hasta la eliminación del mortero. Esta operación se realizará antes de transcurridas 24 h, salvo que el fraguado insuficiente del hormigón requiera alargar este período. Una vez retirado el mortero no fraguado, se procederá a reanudar el curado del hormigón mediante la aplicación de un producto filmógeno de curado.

6.11.- Numeración y marcado de las losas

01.- Una vez dada la textura al pavimento, las losas exteriores de la calzada se numerarán con 3 dígitos, aplicando una plantilla al hormigón fresco. El marcado tendrá una profundidad mínima de 5 mm, con cifras de 10 cm de altura y a una distancia de 30 cm del borde o junta longitudinal y de la junta transversal. Cuando se emplee el denudado, se tomarán medidas para evitar éste en las zonas de marcado.

02.- Se numerará al menos 1 losa de cada 2, en sentido de avance de la pavimentadora, volviendo a comenzarse la numeración en cada hito kilométrico.

03.- Se marcará el día de hormigonado en la primera losa ejecutada ese día. En los pavimentos continuos de hormigón armado, se marcará el día en los dos extremos de la losa.

6.12.- Protección y curado del hormigón fresco

6.12.1.- Generalidades

01.- Durante el primer período de endurecimiento, se protegerá el hormigón fresco contra el lavado por lluvia, contra la desecación rápida, especialmente en condiciones de baja humedad relativa del aire, fuerte insolación o viento y contra enfriamientos bruscos o congelación.

02.- Si el PPTP, o en su defecto la Dirección de las Obras, lo exige, se colocará una tienda sobre las máquinas de puesta en obra o un tren de tejadillos bajos de color claro, cerrados y móviles, que cubran una longitud de pavimento igual, al menos, a 50 m. Alternativamente, la Dirección de las Obras podrá autorizar la utilización de una lámina de plástico o un producto de curado resistente a la lluvia.

03.- El hormigón se curará con un producto filmógeno durante el plazo que fije la Dirección de las Obras, salvo que éste autorice el empleo de otro sistema. Deberán someterse a curado todas las superficies expuestas de la losa, incluidos sus bordes, apenas queden libres.

04.- Durante un período que, salvo autorización expresa de la Dirección de las Obras, no será inferior a 3 días a partir de la puesta en obra del hormigón, estará prohibido todo tipo de circulación sobre el pavimento recién ejecutado, con excepción de la imprescindible para aserrar juntas, la eliminación del mortero superficial no fraguado, en su caso, y la comprobación de la textura y comprobar la regularidad superficial.

6.12.2.- Duración del curado

01.- La estimación de la duración mínima del curado del pavimento recién ejecutado deberá tener en cuenta las condiciones ambientales existentes que puedan favorecer la desecación del hormigón, como el grado de humedad relativa del aire, la velocidad del viento o el grado de exposición solar, así como la velocidad de desarrollo de la resistencia del hormigón. Para ello, se aplicará la siguiente expresión:

$$D = KLD_0 + D_1$$

en la que:

- D* es la duración mínima del curado, en días
K es un coeficiente de ponderación ambiental
L es un coeficiente de ponderación de las condiciones térmicas
*D*₀ es un parámetro básico de curado
*D*₁ es un parámetro función del tipo de cemento, de acuerdo con el cuadro siguiente

CUADRO 40.51.3.- Coeficiente de ponderación ambiental K

| CLASE DE EXPOSICIÓN | VALOR DE K |
|---|------------|
| Ambiente normal | 1 |
| Existencia de heladas que no requieren el empleo de sales fundentes | 1,15 |
| Existencia de frecuentes heladas y empleo de sales fundentes | 1,30 |

CUADRO 40.51.4.- Coeficiente de ponderación térmica L

| TEMPERATURA AMBIENTAL MEDIA DURANTE EL CURADO (°C) | L |
|--|------|
| < 6 | 1 |
| 6 a 12 | 1,15 |
| > 12 | 1,30 |

CUADRO 40.51.5.- Parámetro básico de curado D_0

| CONDICIONES AMBIENTALES DURANTE EL CURADO DEL PAVIMENTO ¹ | VELOCIDAD DE DESARROLLO DE LA RESISTENCIA DEL HORMIGÓN | | |
|--|--|---------------------|--------------------|
| | MUY RÁPIDA ² | RÁPIDA ³ | MEDIA ⁴ |
| A – Expuesto al sol con intensidad baja – Velocidad del viento baja – Humedad relativa no inferior al 80% | 1 | 2 | 3 |
| B – Expuesto al sol con intensidad media – Velocidad del viento media – Humedad relativa no inferior al 50% | 2 | 3 | 3 |
| C – Soleamiento fuerte – Velocidad del viento alta – Humedad relativa inferior al 50% | 3 | 4 | 3 |

- 1 En el caso de que las condiciones ambientales durante el curado no se correspondan con alguno de los casos contemplados, podrá determinarse el parámetro D_0 utilizando como orientativos los valores recogidos en esta Tabla.
- 2 Es el caso de hormigones fabricados con cementos de clase resistente 42,5R o superior
- 3 Es el caso de hormigones fabricados con cementos de clase resistente 42,5N y 32,5R.
- 4 Es el caso de hormigones fabricados con cementos de clase resistente 32,5N.

CUADRO 40.51.6.- Parámetro D_1

| TIPO DE CEMENTO | | D_1 |
|-----------------|---------------------|-------|
| Portland | CEM I | 0 |
| Con adiciones | CEM II ¹ | 1 |
| De horno alto | CEM III/A | 3 |
| | CEM III/B | 4 |
| Puzolánico | CEM IV | 2 |
| Compuesto | CEM V | 4 |
| Especial | CEM VI-1 | 4 |

¹Todos los tipos.

6.12.3.- Curado con productos filmógenos

01.- Si para el curado se utilizasen productos filmógenos, se aplicarán apenas hubieran concluido las operaciones de acabado y no quedase agua libre en la superficie del pavimento.

02.- El producto de curado será aplicado, en toda la superficie del pavimento, por medios mecánicos que aseguren una pulverización del producto en un rocío fino, de forma continua y uniforme, con la dotación aprobada por la Dirección de las Obras, que no podrá ser inferior a 250 g/m². Al aplicar el producto sobre el hormigón, según la dosificación especificada, deberá apreciarse visualmente la uniformidad de su reparto. En zonas donde se advierta visualmente un recubrimiento deficiente, se procederá a efectuar una nueva aplicación antes de transcurrida 1 h desde el primer tratamiento.

03.- Se volverá a aplicar producto de curado sobre los labios de las juntas recién serradas y sobre las zonas mal cubiertas o donde, por cualquier circunstancia, la película formada se haya estropeado durante el período de curado.

04.- En condiciones ambientales adversas de baja humedad relativa, altas temperaturas, fuertes vientos o lluvia, la Dirección de las Obras podrá exigir que el producto de curado se aplique antes y con mayor dotación.

6.12.4.- Curado por humedad

01.- En la categoría de tráfico ligero el PPTP o la Dirección de las Obras podrá autorizar el curado de la superficie por humedad, en cuyo caso, se cubrirá con arpilleras, geotextiles u otros materiales análogos de alto poder de retención de humedad, que se mantendrán saturados durante el período de curado, apenas el hormigón hubiera alcanzado una resistencia suficiente para no perjudicar a la textura superficial. Dichos materiales no deberán estar impregnados ni contaminados por sustancias perjudiciales para el hormigón, o que pudieran teñir o ensuciar su superficie.

02.- Mientras que la superficie del hormigón no se cubra con los materiales previstos, se mantendrá húmeda adoptando las precauciones necesarias para que en ninguna circunstancia se deteriore el acabado superficial del hormigón.

6.12.5.- Protección térmica

01.- Durante el período de curado, el hormigón deberá protegerse contra la acción de la helada o de un enfriamiento rápido. En el caso de que se tema una posible helada, se protegerá con una membrana de plástico lastrada contra el viento y aprobada por la Dirección de las Obras, hasta el día siguiente a su puesta en obra.

02.- Si fuera probable el enfriamiento brusco de un hormigón sometido a elevadas temperaturas diurnas, como en caso de lluvia después de un soleamiento intenso o de un descenso de la temperatura ambiente en más de 15° C entre el día y la noche, se deberá proteger el pavimento en la forma indicada en el párrafo anterior, o se anticipará el aserrado de las juntas, tanto transversales como longitudinales, para evitar la fisuración del pavimento.

6.13.- Ejecución de juntas serradas

01.- En juntas transversales, el hormigón endurecido se serrará de forma y en instante tales, que el borde de la ranura sea limpio y no se hayan producido anteriormente grietas de retracción en su superficie. En todo caso el serrado tendrá lugar antes de transcurridas 24 h desde la puesta en obra.

02.- Las juntas longitudinales se podrán serrar en cualquier momento después de transcurridas 24 h, y antes de las 72 h desde la terminación del pavimento, siempre que se asegure que no habrá circulación alguna, ni siquiera la de obra, hasta que se haya hecho esta

operación. No obstante, cuando se espere un descenso de la temperatura ambiente de más de 15° C entre el día y la noche, las juntas longitudinales se serrarán al mismo tiempo que las transversales.

03.- Si el sellado de las juntas lo requiere, y con la aprobación de la Dirección de las Obras, el serrado se podrá realizar en 2 fases: la primera hasta la profundidad definida en los Planos, y practicando, en la segunda, un ensanche en la parte superior de la ranura para poder introducir el producto de sellado.

04.- Si a causa de un serrado prematuro se astillaran los labios de las juntas, se repararán con un mortero de resina epoxi aprobado por la Dirección de las Obras.

05.- Hasta el sellado de las juntas, o hasta la apertura del pavimento a la circulación si no se fueran a sellar, aquéllas se obturarán provisionalmente con cordeles u otros elementos similares, de forma que se evite la introducción de cuerpos extraños en ellas.

6.14.- Sellado de las juntas

01.- Terminado el período de curado del hormigón y si está previsto el sellado de las juntas, se limpiarán enérgica y cuidadosamente el fondo y los labios de la ranura, utilizando para ello un cepillo giratorio de púas metálicas, discos de diamante u otro procedimiento que no produzca daños en la junta, y dando una pasada final con aire comprimido. Finalizada esta operación, se imprimirán los labios con un producto adecuado, si el tipo de material de sellado lo requiere.

02.- Posteriormente se colocará el material de sellado previsto en el PPTP.

03.- Se cuidará especialmente la limpieza de la operación, y se recogerá cualquier sobrante de material. El material de sellado deberá quedar conforme a los Planos.

7.- TRAMO DE PRUEBA

01.- Adoptada una fórmula de trabajo, según el apartado 6.1, se procederá a la realización de un tramo de prueba con el mismo equipo, velocidad de hormigonado y espesor que se vayan a utilizar en la obra.

02.- La longitud del tramo de prueba definida en el PPTP deberá ser, como mínimo, de 200 m. La Dirección de las Obras determinará si fuera aceptable su realización como parte integrante de la obra de construcción.

03.- En el tramo de prueba se comprobará que:

- Los medios de vibración serán capaces de compactar adecuadamente el hormigón en todo el espesor del pavimento.
- Se podrán cumplir las prescripciones de textura y regularidad superficial.
- El proceso de protección y curado del hormigón fresco será adecuado.
- Las juntas se podrán realizar correctamente.

En pavimentos bicapa se comprobará la adherencia obtenida entre capas mediante el procedimiento que apruebe la Dirección de las Obras.

04.- Si la ejecución no fuese satisfactoria, se procederá a la realización de sucesivos tramos de prueba, introduciendo las oportunas variaciones en los equipos o métodos de puesta en obra. No se podrá proceder a la construcción del pavimento en tanto que un tramo de prueba no haya sido aprobado por la Dirección de las Obras.

Se comprobará expresamente la macrotextura superficial obtenida, mediante el método volumétrico (norma UNE-EN 13036-1) que deberá cumplir los valores establecidos en el apartado 8.4 del presente artículo.

05.- El curado del tramo de prueba se prolongará durante el período prescrito en el PPTP, y a los 33 días (de su puesta en obra, se extraerán de él 6 testigos cilíndricos, según la UNE-EN 12504-1, situados en emplazamientos aleatorios que disten entre sí un mínimo de 7 m en sentido longitudinal, y separados más de 50 cm de cualquier junta o borde. Estos testigos se ensayarán a tracción indirecta, según la UNE-EN 12390-6, a treinta y cinco días, después de haber sido conservados durante las 48 h anteriores al ensayo en las condiciones previstas en la norma UNE-EN 12504-1. El valor medio de los resultados de estos ensayos servirá de base para su comparación con los resultados de los ensayos de información, a los que se refiere el apartado 11.1.2.

8.- ESPECIFICACIONES DE LA UNIDAD TERMINADA

8.1.- Resistencia

01.- La resistencia característica a flexotracción a 28 días cumplirá lo indicado en el apartado 4.

8.2.- Alineación, rasante, espesor y anchura

01.- Las desviaciones en planta respecto a la alineación teórica, no deberán ser superiores a 3 cm, y la superficie de la capa deberá tener las pendientes indicadas en los planos, admitiéndose una tolerancia de 10 mm para esta última.

02.- La rasante de la superficie acabada no deberá quedar por debajo de la teórica, en más de 10 mm, ni rebasar a ésta en ningún punto. El espesor del pavimento no podrá ser inferior, en ningún punto, al previsto en los Planos de secciones tipo. En todos los perfiles se comprobará la anchura del pavimento, que en ningún caso podrá ser inferior a la teórica deducida de la sección tipo de los Planos.

8.3.- Regularidad superficial

01.- El Índice de Regularidad Internacional (IRI), según la NLT-330/98, no superará los valores indicados en el cuadro 40.51.7.

CUADRO 40.51.7.- Índice de regularidad internacional (IRI) (dm/hm)

| PORCENTAJE DE HECTÓMETROS | TIPO DE VÍA | |
|---------------------------|---|---------------|
| | CALZADAS DE AUTOPISTAS Y AUTOVÍAS (CARRETERAS CON CALZADAS SEPARADAS) | RESTO DE VÍAS |
| 50 | < 1,5 | < 1,5 |
| 80 | < 1,8 | < 2,0 |
| 100 | < 2,0 | < 2,5 |

8.4.- Textura superficial

01.-La superficie de la capa deberá presentar una textura uniforme y exenta de segregaciones.

02.- La profundidad de la textura superficial, determinada por el método volumétrico, (UNE-EN 13036-1), y medida lo antes posible tras la consecución de la textura final del hormigón deberá ser superior a 0,9 mm.

03.- La resistencia al deslizamiento, según el ensayo del péndulo (UNE-EN 13036-4) realizado in situ y medida una vez transcurrido un mes de la puesta en servicio de la capa, deberá ser superior a 75.

8.5.- Integridad

01.- Las losas no deberán presentar grietas, salvo las excepciones consideradas en el apartado 11.2.

9.- LIMITACIONES DE LA EJECUCIÓN

9.1.- Generalidades

01.- Se interrumpirá el hormigonado cuando llueva con una intensidad que pudiera, a juicio de la Dirección de las Obras, provocar la deformación del borde de las losas o la pérdida de la textura superficial del hormigón fresco.

02.- La descarga del hormigón transportado deberá realizarse antes de que haya transcurrido un período máximo de 45 min, a partir de la introducción del cemento y de los áridos en el mezclador. La Dirección de las Obras podrá aumentar este plazo si se utilizan retardadores de fraguado, o disminuirlo si las condiciones atmosféricas originan un rápido endurecimiento del hormigón.

03.- No deberá transcurrir más de 1 h entre la fabricación del hormigón y su terminación. La Dirección de las Obras podrá aumentar este plazo hasta un máximo de 2 h, si se emplean cementos cuyo principio de fraguado no tenga lugar antes de 2 h 30 min, si se adoptan precauciones para retrasar el fraguado del hormigón o si las condiciones de humedad y temperatura son favorables. En ningún caso se colocarán en obra amasadas que acusen un principio de fraguado, o que presenten segregación o desecación.

04.- Salvo que se instale una iluminación suficiente, a juicio de la Dirección de las Obras, el hormigonado del pavimento se detendrá con la antelación suficiente para que el acabado se pueda concluir con luz natural.

05.- Si se hormigona en 2 capas, se extenderá la segunda lo más rápidamente posible, antes de que comience el fraguado del hormigón de la primera. En cualquier caso, entre la puesta en obra de ambas capas no deberá transcurrir más de 30 minutos.

06.- Si se interrumpe la puesta en obra por más de 30 minutos se cubrirá el frente de hormigonado de forma que se impida la evaporación del agua. Si el plazo de interrupción fuera superior al máximo admitido entre la fabricación y puesta en obra del hormigón, se dispondrá una junta de hormigonado transversal, según lo indicado en el apartado 6.9.

9.2.- Limitaciones en tiempo caluroso

01.- En tiempo caluroso se extremarán las precauciones, de acuerdo con las indicaciones de la Dirección de las Obras, a fin de evitar desecaciones superficiales y fisuraciones.

02.- Apenas la temperatura ambiente rebase los 25° C, se controlará constantemente la temperatura del hormigón, la cual no deberá rebasar en ningún momento los 30° C. La Dirección de las Obras podrá ordenar la adopción de precauciones suplementarias a fin de que el material que se fabrique no supere dicho límite.

9.3.- Limitaciones en tiempo frío

01.- La temperatura de la masa de hormigón, durante su puesta en obra, no será inferior a 5° C y se prohibirá la puesta en obra del hormigón sobre una superficie cuya temperatura sea inferior a 0° C.

02.- En general, se suspenderá la puesta en obra siempre que se prevea que, dentro de las 48 h siguientes, pueda descender la temperatura ambiente por debajo de los 0° C. En los casos que, por absoluta necesidad, se realice la puesta en obra en tiempo con previsión de heladas, se adoptarán las medidas necesarias para garantizar que, durante el fraguado y primer endurecimiento del hormigón, no se producirán deterioros locales en los elementos correspondientes, ni mermas permanentes apreciables de las características resistentes del material.

03.- Si, a juicio de la Dirección de las Obras, hubiese riesgo de que la temperatura ambiente llegase a bajar de 0° C durante las primeras 24 h de endurecimiento del hormigón, el Contratista deberá proponer precauciones complementarias, las cuales deberán ser aprobadas por la Dirección de las Obras. Si se extendiese una lámina de plástico de protección sobre el pavimento, se mantendrá hasta el aserrado de las juntas.

04.- El sellado de juntas en caliente se suspenderá, salvo indicación expresa de la Dirección de las Obras, cuando la temperatura ambiente baje de 5° C, o en caso de lluvia o viento fuerte.

9.4.- Apertura a la circulación

01.- El paso de personas y de equipos, para el aserrado y la comprobación de la regularidad superficial, podrá autorizarse cuando hubiera transcurrido el plazo necesario para que no se produzcan desperfectos superficiales, y se hubiera secado el producto filmógeno de curado, si se emplea este método.

02.- El tráfico de obra no podrá circular sobre el pavimento hasta que éste no haya alcanzado una resistencia a flexotracción del 80% de la exigida a 28 días. Todas las juntas que no hayan sido obturadas provisionalmente con un cordón deberán sellarse lo más rápidamente posible.

03.- La apertura a la circulación no podrá realizarse antes de 7 días de la terminación del pavimento.

10.- CONTROL DE CALIDAD

10.1.- Control de procedencia de los materiales

01.- En el caso de productos que deban tener el marcado CE, según el Reglamento 305/2011, para el control de procedencia de los materiales, se llevará a cabo la verificación de que los valores declarados en los documentos que acompañan al marcado CE cumplen las especificaciones establecidas en este Pliego. Independientemente de la aceptación de la veracidad de las propiedades referidas en el marcado CE, si se detectara alguna anomalía durante el transporte, almacenamiento o manipulación de los productos, la Dirección de las Obras, en el uso de sus atribuciones, podrá disponer en cualquier momento, la realización de comprobaciones y ensayos sobre los materiales suministrados a la obra. En este caso se seguirán los criterios que se indican a continuación.

02.- En el caso de productos que no tengan la obligación de disponer de marcado CE por no estar incluidos en normas armonizadas, o corresponder con alguna de las excepciones establecidas en el artículo 5 del Reglamento 305/2011, se deberán llevar a cabo obligatoriamente los ensayos para el control de procedencia que se indican en los apartados siguientes.

03.- Se atenderá a lo dispuesto por el Real Decreto 163/2019, de 22 de marzo, por el que se aprueba la Instrucción Técnica para la realización del control de producción de los hormigones fabricados en central.

10.1.1.- Control de procedencia del cemento

01.- Se seguirán las prescripciones del artículo 20.13 "Cementos" de este Pliego.

10.1.2.- Control de procedencia de los áridos

01.- Los áridos deberán disponer del marcado CE con un sistema de evaluación de la conformidad 2+, salvo en el caso de los áridos fabricados en el propio lugar de construcción para su incorporación en la correspondiente obra (artículo 5.b del Reglamento 305/2011).

02.- En el primer caso, el control de procedencia se podrá llevar a cabo mediante la verificación de que los valores declarados en los documentos que acompañan al marcado CE permiten deducir el cumplimiento de las especificaciones establecidas en este Pliego.

03.- En el caso de los áridos fabricados en el propio lugar de construcción para su incorporación en la correspondiente obra, de cada procedencia, y para cualquier volumen de producción previsto, se tomarán muestras (UNE-EN 932-1), y para cada una de ellas se determinará:

- El coeficiente de Los Ángeles del árido grueso, según la UNE-EN 1097-2.
- La proporción de partículas silíceas del árido fino, según la NLT-371.
- La granulometría de cada fracción, especialmente del árido fino, según la UNE-EN 933-1.
- El equivalente de arena del árido fino, según la UNE-EN 933-8 y, en su caso, el índice de azul de metileno.
- El índice de lajas) del árido grueso (UNE-EN 933-3).
- El coeficiente de pulimento acelerado del árido grueso a emplear, en su caso, en la capa superior de pavimentos bicapa (UNE-EN 1097-8).
- El contenido ponderal de compuestos totales de azufre y sulfatos solubles en ácido (norma UNE-EN 1744-1).
- Determinación de compuestos orgánicos (UNE-EN 1744-1).
- Ausencia de reactividad álcali-árido y álcali-carbonato, de acuerdo con la vigente Instrucción de Hormigón Estructural.

- Absorción de agua (UNE-EN 1097-6) y, en su caso, ensayo de sulfato de magnesio (UNE-EN 1367-2).

04.- La Dirección de las Obras podrá ordenar la repetición de estos ensayos sobre nuevas muestras, y la realización del siguiente ensayo adicional:

Contenido de partículas arcillosas del árido fino, según la UNE 7133.

05.- Estos ensayos se repetirán durante el suministro siempre que se produzca un cambio de procedencia, no pudiéndose utilizar el material hasta contar con los resultados de ensayo y la aprobación de la Dirección de las Obras.

10.2.- Control de calidad de los materiales

10.2.1.- Control de calidad del cemento

01.- De cada partida de cemento que llegue a la central de fabricación se llevará a cabo su recepción, según los criterios contenidos en el artículo 20.13 “Cementos” de este Pliego.

10.2.2.- Control de calidad de los áridos

01.- Se examinará la descarga al acopio o alimentación de la central de fabricación, desechando los áridos que, a simple vista, presentasen restos de tierra vegetal, materia orgánica o tamaños superiores al máximo. Se acopiarán aparte aquéllos que presentasen alguna anomalía de aspecto, tal como distinta coloración, segregación, lajas, plasticidad, etc. y se vigilará la altura de los acopios y el estado de sus separadores y accesos.

02.- Para los áridos que tengan marcado CE, la comprobación de las siguientes propiedades podrá llevarse a cabo mediante la verificación documental consistente en que los valores declarados en la información que acompaña al marcado CE son conformes con las especificaciones establecidas en este Pliego y en el PPTP. Si se detectara alguna anomalía durante su transporte, almacenamiento o manipulación, la Dirección de las Obras, en el uso de sus atribuciones, podrá disponer en cualquier momento, la realización de comprobaciones y ensayos, con objeto de asegurar sus propiedades y la calidad establecida en este Pliego. En los materiales que no tengan marcado CE se deberán hacer obligatoriamente las siguientes comprobaciones.

03.- Sobre cada fracción de árido que se produzca o reciba, se realizarán los siguientes ensayos:

- Al menos 2 veces al día, una por la mañana y otra por la tarde:
 - Granulometría, según la UNE-EN 933-1.
- Proporción de finos que pasan por el tamiz 0,063 mm de la UNE-EN 933-2.
- Al menos una vez a la semana:
 - Equivalente de arena del árido fino, según la UNE-EN 933-8.
 - En su caso, el contenido de partículas arcillosas del árido fino, según la UNE 7133.
 - Índice de lajas del árido grueso, según la UNE-EN 933-3.
- Al menos 1 vez al mes, y siempre que cambie el suministro de una procedencia aprobada:
 - Coeficiente de Los Ángeles del árido grueso, según la UNE-EN 1097-2.
 - Sustancias perjudiciales, según la vigente Instrucción de Hormigón Estructural.

- Coeficiente de pulimiento acelerado, en su caso, del árido grueso a utilizar en la capa de hormigón superior de pavimentos bicapa (UNE-EN 1097-8).
- Absorción de agua (UNE-EN 1097-6) y, en su caso, ensayo de sulfato de magnesio (UNE-EN 1367-2).

10.3.- Control de ejecución

10.3.1.- Fabricación

01.- Se tomará diariamente al menos 1 muestra de la mezcla de áridos, y se determinará su granulometría, según la UNE-EN 933-1. Al menos 1 vez cada 15 días se verificará la precisión de las básculas de dosificación, mediante un conjunto adecuado de pesas patrón.

02.- Se tomarán muestras a la descarga del mezclador, y con ellas se efectuarán los siguientes ensayos:

- En cada elemento de transporte:
 - Control del aspecto del hormigón y, en su caso, medición de su temperatura. Se rechazarán todos los hormigones segregados o cuya envuelta no sea homogénea.
- Al menos 2 veces al día (mañana y tarde):
 - Contenido de aire ocluido en el hormigón, según la UNE-EN 12350-7.
 - Fabricación de probetas para ensayo a flexotracción, según la UNE-EN 12390-2, admitiéndose también el empleo de mesa vibrante. Dichas probetas se conservarán en las condiciones previstas en la citada norma.

03.- El número de amasadas diferentes para el control de la resistencia de cada una de ellas en un mismo lote hormigonado, no deberá ser inferior a 3 en vías con categoría de tráfico pesado y medio, ni inferior a 2 en las demás. Por cada amasada controlada se fabricarán, al menos, 2 probetas.

10.3.2.- Puesta en obra

01.- Se medirán la temperatura y humedad relativa del ambiente mediante un termohigrógrafo registrador, para tener en cuenta las limitaciones del apartado 9.

02.- Al menos 2 veces al día, una por la mañana y otra por la tarde, así como siempre que varíe el aspecto del hormigón, se medirá su consistencia. Si el resultado obtenido rebasa los límites establecidos respecto de la fórmula de trabajo, se rechazará la amasada.

03.- Se comprobará frecuentemente el espesor extendido, mediante un punzón graduado u otro procedimiento aprobado por la Dirección de las Obras, así como la composición y forma de actuación del equipo de puesta en obra, verificando la frecuencia y amplitud de los vibradores.

10.3.3.- Control de recepción de la unidad terminada

01.- Se considerará como lote, que se aceptará o rechazará en bloque, al menor que resulte de aplicar los 3 criterios siguientes al pavimento de hormigón:

- 500 m de calzada.
- 3.500 m² de calzada.
- La fracción construida diariamente.

02.- No obstante lo anterior, en lo relativo a integridad del pavimento la unidad de aceptación o rechazo será la losa individual, enmarcada entre juntas.

03.- Al día siguiente de aquél en que se haya hormigonado, se determinará, en emplazamientos aleatorios, la profundidad de la textura superficial por el método volumétrico, según la UNE-EN 13036-1, con la frecuencia fijada en el PPTP, o la que, en su defecto, señale la Dirección de las Obras. El número mínimo de puntos a controlar por cada lote será de 2, que se ampliarán a 5 si la textura de alguno de los dos primeros es inferior a la prescrita. Después de 10 lotes aceptados, la Dirección de las Obras podrá reducir la frecuencia de ensayo. Si durante la ejecución del tramo de prueba se hubiera determinado la correspondencia con un equipo de medida mediante texturómetro láser, se podrá emplear el mismo equipo como método rápido de control. De no haber sido así, este tipo de equipos podrá utilizarse siempre que se haya establecido su correlación con el método volumétrico en lotes previamente aceptados como conformes, y se haya realizado un número de ensayos suficiente para ello.

04.- El espesor de las losas y la homogeneidad del hormigón se comprobarán mediante extracción de testigos cilíndricos en emplazamientos aleatorios, con la frecuencia fijada en el PPTP, o que, en su defecto, señale la Dirección de las Obras. El número mínimo de puntos a controlar por cada lote será de 2, que se ampliarán a 5 si el espesor de alguno de los dos primeros resultara ser inferior al prescrito o su aspecto indicara una compactación inadecuada. Los agujeros producidos se rellenarán con hormigón de la misma calidad que el utilizado en el resto del pavimento, el cual será correctamente enrasado y compactado. La Dirección de las Obras determinará si los testigos han de romperse a tracción indirecta en la forma indicada en el apartado 7, pudiendo servir como ensayos de información, según el apartado 11.1.2.

05.- Las probetas de hormigón, conservadas en las condiciones previstas en la UNE-EN 12390-2, se ensayarán a flexotracción a 28 días, según la UNE-EN 12390-5. La Dirección de las Obras podrá ordenar la realización de ensayos complementarios a 7 d.

06.- En todos los semiperfiles se comprobará que la superficie extendida presenta un aspecto uniforme, así como la ausencia de defectos superficiales importantes tales como segregaciones, falta de textura superficial, etc.

07.- Se controlará la regularidad superficial del lote a partir de las 24 h de su ejecución en tramos 1.000 m mediante la determinación del Índice de Regularidad Internacional (norma NLT-330), calculando un solo valor del IRI para cada hm del perfil auscultado, que se asignará a dicho hm, y así sucesivamente hasta completar el tramo medido que deberá cumplir lo especificado en el apartado 8.3 del presente artículo. En el caso de que en un mismo tramo se ausculte más de un perfil longitudinal (rodada derecha e izquierda), las prescripciones sobre el valor del IRI establecidos en el apartado 8.3 se deberán verificar independientemente en cada uno de los perfiles auscultados (en cada rodada). Antes de la recepción de las obras se comprobará la regularidad superficial de toda la longitud de la obra.

08.- Igualmente, antes de la puesta en servicio y antes de la recepción de las obras se comprobará la resistencia al deslizamiento, según el ensayo del péndulo (UNE-EN 13036-4).

11.- CRITERIOS DE ACEPTACIÓN O RECHAZO

Los criterios de aceptación o rechazo de la unidad terminada se aplicarán sobre los lotes definidos en el apartado 10.3.3, según lo indicado a continuación.

11.1.- Resistencia mecánica

11.1.1.- Ensayos de control

01.- A partir de la resistencia característica estimada a flexotracción para cada lote por el procedimiento fijado en este artículo, se aplicarán los siguientes criterios:

- Si la resistencia característica estimada no fuera inferior a la exigida, se aceptará el lote.
- Si fuera inferior a ella, pero no a su 90%, el Contratista podrá elegir entre aceptar las sanciones previstas en el PPTP, o solicitar la realización de ensayos de información. Dichas sanciones no podrán ser inferiores a la aplicación de una penalización al precio unitario del lote, cuya cuantía sea igual al doble de la merma de resistencia, expresadas ambas en proporción.
- Si la resistencia característica estimada fuera inferior al 90% de la exigida, se realizarán ensayos de información.

02.- La resistencia de cada amasada a una determinada edad, se determinará como media de las resistencias de las probetas fabricadas con hormigón de dicha amasada y ensayadas a dicha edad.

Una vez efectuados los ensayos, se ordenarán de menor a mayor los valores medios x_i obtenidos de las N amasadas controladas ($x_1 < x_2 < \dots < x_N$), se calculará su valor medio (\bar{x}) y el valor de su recorrido muestral, definido como la diferencia entre el mayor y el menor valor de las resistencias medias de las amasadas controladas ($r_N = x_N - x_1$). A partir de estos valores, se podrá estimar la resistencia característica mediante la siguiente expresión, en la que K es el coeficiente indicado en el Cuadro 40.51.8.

$$f_{ck,estimada} = \bar{x} - K \cdot r_N$$

CUADRO 40.51.8.- Coeficiente multiplicador en función del número de amasado

| NÚMERO DE AMASADAS CONTROLADAS EN EL LOTE | K |
|---|------|
| 2 | 1,65 |
| 3 | 1,02 |
| 4 | 0,82 |
| 5 | 0,72 |
| 6 | 0,66 |

11.1.2.- Ensayos de información

01.- Antes de transcurridos 33 días de su puesta en obra, se extraerán del lote 6 testigos cilíndricos, según la UNE 83302, situados en emplazamientos aleatorios que disten entre sí un mínimo de 7 m en sentido longitudinal, y separados más de 50 cm de cualquier junta o borde. Estos testigos se ensayarán a tracción indirecta, según la UNE-EN 12390-6, a la edad de 35

después de haber sido conservados durante las 48 h anteriores al ensayo en las condiciones previstas en la UNE-EN 12504-1.

02.- El valor medio de los resultados de estos ensayos se comparará con el valor medio de los resultados del tramo de prueba o, si lo autorizase la Dirección de las Obras, con los obtenidos en un lote aceptado cuya situación e historial lo hicieran comparable con el lote sometido a ensayos de información:

- Si no fuera inferior, el lote se considerará aceptado.
- Si fuera inferior a él, pero no a su 90%, se aplicarán al lote las sanciones previstas en el PPTP.
- Si fuera inferior a su 90%, pero no a su 70%, la Dirección de las Obras podrá aplicar las sanciones previstas en el PPTP, o bien ordenar la demolición del lote y su reconstrucción, por cuenta del Contratista.
- Si fuera inferior a su 70% se demolerá el lote y se reconstruirá, por cuenta del Contratista.

03.- Las sanciones referidas no podrán ser inferiores a la aplicación de una penalización al precio unitario del lote, cuya cuantía sea igual al doble de la merma de resistencia, expresadas ambas en proporción.

11.2.- Integridad

01.- Los bordes de las losas y los labios de las juntas que presenten desconchados serán reparados con resina epoxi, según las instrucciones de la Dirección de las Obras.

02.- Las losas no deberán presentar grietas. La Dirección de las Obras podrá aceptar pequeñas fisuras de retracción plástica, de corta longitud y que manifiestamente no afecten más que de forma limitada a la superficie de las losas, y podrá exigir su sellado.

03.- Si una losa presenta una grieta única y no ramificada, sensiblemente paralela a una junta, la Dirección de las Obras podrá aceptar la losa si se realizasen las operaciones indicadas a continuación:

- Si la junta más próxima a la grieta no se hubiera abierto, se instalarán en ésta pasadores o barras de unión, con disposición similar a los existentes en la junta. La grieta se sellará, previa regularización y cajeo de sus labios.
- Si la junta más próxima a la grieta se hubiera abierto, ésta se inyectará, tan pronto como sea posible, con una resina epoxi aprobada por la Dirección de las Obras, que mantenga unidos sus labios y restablezca la continuidad de la losa.

04.- En losas con otros tipos de grieta, como las de esquina, la Dirección de las Obras podrá aceptarlas u ordenar la demolición parcial de la zona afectada y posterior reconstrucción. En el primer caso, la grieta se inyectará tan pronto como sea posible, con una resina epoxi aprobada por la Dirección de las Obras, que mantenga unidos sus labios y restablezca la continuidad de la losa. Ninguno de los elementos de la losa después de su reconstrucción podrá tener 1 de sus dimensiones inferior a 0,30 m. La reposición se anclará mediante grapas al resto de la losa.

05.- La recepción definitiva de una losa agrietada y no demolida no se efectuará más que si, al final del período de garantía, las grietas no se han agravado ni han originado daños a las losas vecinas. En caso contrario, la Dirección podrá ordenar la total demolición y posterior reconstrucción de las losas agrietadas.

11.3.- Espesor

01.- El PPTP deberá fijar las penalizaciones a imponer por falta de espesor. Dichas penalizaciones no podrán ser inferiores a las siguientes:

- Si la media de las diferencias entre el espesor medido y el prescrito fuera positiva, y no más de 1 individuo de la muestra presentase una merma (diferencia negativa) superior a 10 mm, se aplicará, al precio unitario del lote, una penalización de un 0,75% por cada mm de dicha merma.
- Si la merma media fuera inferior o igual a 10 mm, y no más de 1 individuo de la muestra presenta una merma superior a 20 mm, se aplicará, al precio unitario del lote, una penalización de un 1,5% por cada mm de merma media.
- En los demás casos, se demolerá y reconstruirá el lote a expensas de la empresa Contratista.

11.4.- Rasante

01.- Las diferencias de cota entre la superficie obtenida y la teórica establecida en los Planos del Proyecto no excederán de las tolerancias especificadas, ni se aceptarán zonas que retengan agua. El PPTP deberá fijar las penalizaciones a imponer en cada caso.

11.5.- Regularidad superficial

01.- En los tramos donde los resultados de la regularidad superficial excedan de los límites especificados en el apartado 8.3, se procederá de la siguiente manera:

- Si los resultados de la regularidad superficial de la capa acabada exceden los límites establecidos en el apartado 8.3 en menos del 10% de la longitud del tramo controlado, se corregirán los defectos de regularidad superficial mediante fresado, siempre que no suponga una reducción del espesor de la capa por debajo del valor especificado en los Planos y que la superficie disponga de un acabado semejante al conjunto de la obra. Por cuenta del Contratista se procederá a la corrección de los defectos o bien a la demolición y retirada al vertedero.
- Si los resultados de la regularidad superficial de la capa acabada exceden los límites establecidos en el apartado 8.3 en más del 10% de la longitud del tramo controlado, se demolerá el lote y se retirará a vertedero por cuenta del Contratista.

11.6.- Textura superficial

01.- La profundidad media de la textura superficial deberá estar comprendida entre los límites especificados, y ninguno de los resultados individuales podrá ser inferior a 0,40 mm.

02.- Si la profundidad media de la textura excediese los límites especificados, el Contratista lo corregirá, a su cargo, mediante un fresado de pequeño espesor (inferior a un centímetro), siempre que el espesor de la losa no sea inferior en un centímetro al previsto en el proyecto.

12.- MEDICIÓN Y ABONO

01.- Las mediciones se realizarán sobre Planos, e incluirán el tramo de prueba satisfactorio.

02.- El pavimento de hormigón completamente terminado, incluso la preparación de la superficie de apoyo, se abonará por m³, medidos sobre Planos. Se descontarán las sanciones impuestas por resistencia insuficiente del hormigón o por falta de espesor del pavimento.

Salvo que el Cuadro de Precios y el PPTP prevean explícitamente lo contrario, se considerarán incluidos el abono de juntas, armaduras y todo tipo de aditivos.

03.- No se abonarán las reparaciones de juntas defectuosas, ni de losas que acusen irregularidades superiores a las tolerables o que presenten textura o aspecto defectuosos.

04.- Para el abono de las juntas, aparte del abono del pavimento de hormigón, será necesario que hubiera estado previsto en el Cuadro de Precios y en el PPTP. Se considerarán incluidos dentro del abono todos sus elementos (pasadores, barra de unión, sellado) y las operaciones necesarias para su ejecución.

05.- Para el abono de las armaduras, aparte del abono del pavimento de hormigón, será necesario que se haya previsto en el Cuadro de Precios y en el PPTP. En este supuesto, se medirán y abonarán de acuerdo con lo especificado en la Sección 1ª del Capítulo 23 "Acero para armaduras de hormigón" de este Pliego.

06.- Para el abono de los aditivos aparte del abono del pavimento de hormigón, será necesario que se haya previsto en el Cuadro de Precios y en el PPTP y, además, que su empleo haya sido autorizado por la Dirección de las Obras. En este caso, los aditivos se abonarán por kg utilizados.

ARTÍCULO 40.52.- ACABADOS DE PAVIMENTOS DE HORMIGÓN

1.- DEFINICIÓN

01.- Se define como acabado de un pavimento de hormigón a la textura o terminación superficial que se le otorga al mismo, teniendo esta propiedad una influencia directa sobre las prestaciones sonoras, la capacidad de drenaje superficial, la resistencia al deslizamiento en el caso de tráfico peatonal y la adherencia neumático-pavimento en el caso de tráfico rodado, o las cualidades estéticas de dicho pavimento.

02.- No se utilizarán cuando existan servicios bajo el firme.

03.- Las técnicas actuales de coloración, pulido, impresión o denudación química, entre otras, permiten obtener en los pavimentos de hormigón, bien por separado o mediante la combinación de las mismas, una gran variedad de efectos estéticos, de una manera económica y duradera.

04.- A efectos de este pliego, se distinguen los siguientes tipos de acabados en los pavimentos de hormigón:

- Coloreado del pavimento.
- Acabado superficial mediante arrastre de arpillera.
- Acabado superficial mediante fratasado manual o mecánico.
- Acabado superficial cepillado o estriado.
- Acabado superficial de hormigón impreso.
- Acabado superficial de árido visto.

05.- En viales urbanos o aparcamientos exteriores, por los que vaya a circular habitualmente tráfico rodado, la textura superficial deberá proporcionar el suficiente agarre a los neumáticos para evitar que el pavimento sea deslizante y se puedan producir accidentes, debiendo mantenerse esta propiedad a lo largo de toda la vida de servicio del pavimento. En estos casos se suele recurrir al cepillado o estriado, al hormigón impreso, a la textura de árido visto, a texturas obtenidas mediante el paso de una arpillera húmeda e incluso a texturas obtenidas mediante el fratasado mecánico sin dejar pulida la superficie. La elección de la solución dependerá, fundamentalmente, de la velocidad permitida en la vía y de los requisitos de sonoridad, siendo más ruidosas las soluciones con una macrotextura más profunda.

06.- En zonas peatonales, paseos, plazas, carriles bici o viales especiales en los que no exista tráfico rodado o el volumen del mismo sea muy reducido, circulando éste a muy baja velocidad, se puede recurrir, además de a las texturas mencionados en el apartado anterior, a otros tipos de acabados existentes. La motivación fundamental en este tipo de áreas o viales suele ser la estética, pero no debemos olvidar que la textura dada al pavimento tendrá una influencia directa sobre su resbaladidad y con ello, con el riesgo de caídas con el pavimento húmedo.

07.- La ejecución del acabado superficial del pavimento incluye todas las tareas necesarias para este objetivo. No será objeto de este artículo la ejecución de las juntas del pavimento, en su caso, ni tampoco las operaciones de curado, para lo que será necesario consultar el artículo 40.51 del presente Pliego.

2.- REFERENCIA NORMATIVA

01.- No existe normativa específica de aplicación en España para el proyecto y ejecución de pavimentos de hormigón en viales y espacios urbanos.

02.- Como referencia bibliografía (no normativa), pueden mencionarse los Manuales del Instituto Español del Cemento y sus Aplicaciones (IECA), sobre "Pavimentos de hormigón en vías de baja intensidad de tráfico" y sobre "Color y textura en pavimentos y paramentos de hormigón".

3.- CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LOS PAVIMENTOS DE HORMIGÓN

01.- Los pavimentos de hormigón cumplirán los requisitos exigidos en el artículo 40.51 del presente Pliego, con las particularidades adicionales recogidas en este artículo, relativas a las necesidades derivadas del acabado elegido para la superficie.

02.- Por lo general, podemos distinguir dos tipos de texturas en pavimentos de hormigón:

- Aquella en la que el mortero superficial soporta la abrasión del tráfico. En este caso, en los viales o áreas en las que vaya a circular tráfico rodado pesado o vehículos ligeros a cierta velocidad, será necesario exigir una proporción de partículas silíceas en el árido fino no inferior al 30%, a fin de obtener una microtextura adecuada y duradera a lo largo de toda la vida de servicio del pavimento.
- Aquella en la que son las partículas de árido grueso las que soportan la abrasión del tráfico. En estas texturas de árido visto, en viales o áreas en las que vaya a circular tráfico rodado pesado o vehículos ligeros a cierta velocidad, será necesario que el coeficiente de pulimento acelerado de dicho árido grueso, de acuerdo con la norma UNE-EN 1097-8, sea igual o superior a 50, y que el coeficiente de Los Ángeles, según la norma UNE-EN-1097-2, sea igual o inferior a 20.

03.- Además de las dos anteriores, podemos citar una tercera opción, muy empleada en el caso de hormigones coloreados, consistente en la aplicación de un mortero en seco en la superficie del hormigón, que deberá hidratarse con la propia agua del hormigón, y que permite la formación de una capa de rodadura resistente a la abrasión. En este caso, la exigencia del contenido mínimo de partículas silíceas solamente será de aplicación a dicho mortero y no al hormigón del pavimento.

04.- La consistencia del hormigón tendrá un valor acorde con el procedimiento de puesta en obra del hormigón, teniendo también el tipo de acabado superficial del pavimento, una influencia directa sobre dicha consistencia.

4.- COLOREADO DEL PAVIMENTO DE HORMIGÓN

01.- Existen tres técnicas para obtener un pavimento de hormigón coloreado:

- El coloreado en masa, consistente en la incorporación de un pigmento al hormigón durante su amasado.

- El tratamiento en seco, consistente en la introducción de un producto colorante y endurecedor en la superficie del hormigón fresco, conformando una capa de rodadura que debe quedar monolíticamente adherida al hormigón.
- El pintado.

02.- Los dos primeros métodos son los más utilizados y los que ofrecen mejores resultados. En cualquier caso, será necesario seguir las especificaciones del fabricante.

03.- La técnica de coloreado en masa puede combinarse con la textura de árido visto, pero no es recomendable su utilización en el caso de hormigones impresos y fratasados, en los que el pigmento suele incorporarse mediante tratamiento en seco. Para el resto de texturas recogidas en este Pliego pueden emplearse, indistintamente, ambas técnicas para colorear el pavimento.

4.1.- Incorporación de un colorante al hormigón durante su amasado

01.- Con esta técnica, que suele denominarse “hormigón coloreado en masa”, se consigue una uniformidad de color en toda la masa.

02.- El producto colorante debe ser una mezcla de calidad predosificada en fábrica, compuesta por pigmentos inorgánicos y aditivos dispersantes que ayuden a conseguir una mejor distribución del mismo y una mayor uniformidad e inalterabilidad del color, así como a disminuir las eflorescencias.

03.- La cantidad de pigmento será la mínima necesaria para obtener el color deseado, no debiendo superar nunca el 8% en peso del cemento. La intensidad del color dependerá de la pureza y finura del pigmento, así como de los componentes del hormigón, de entre los que tiene gran influencia el color del cemento empleado, el cual a su vez depende de su finura de molido y de las adiciones que contenga. Para colores claros o cuando se desee una mayor intensidad del color, lo más adecuado será el empleo de cemento blanco o cementos grises muy claros, mientras que los cementos grises con una tonalidad más oscura serán los más apropiados para pavimentos en los que se desee un color oscuro.

04.- Otra variable que tiene una influencia importante en el color final del hormigón es la relación agua/cemento, obteniéndose intensidades de color menores cuanto mayor sea dicha relación. Por ello, será fundamental mantener una dosificación constante en todas las amasadas, con el fin de evitar destonificaciones. Por otra parte, será recomendable que el hormigón se fabrique en una planta con amasadora.

05.- Las gravas y gravillas no tienen influencia en el color, excepto en los hormigones de árido visto. Por el contrario, las partículas de tamaño inferior a 63 μm tendrán una influencia importante. Por ello, será necesario controlar el color de las arenas, sobre todo el de su fracción más fina.

06.- Los pavimentos coloreados pueden construirse, a fin de reducir su coste, mediante la técnica “bicapa”, en la que el producto colorante se añade únicamente a la capa superior. Para ello, primero se ejecuta una base de hormigón sin colorear a la que se da un acabado rugoso para conseguir una mejor adherencia con la capa superior coloreada. Posteriormente se vierte el hormigón coloreado sobre la base, pudiendo hacerlo de dos formas: bien cuando este hormigón de base no haya fraguado todavía, o bien, si ya ha endurecido, colocando un puente de unión sintético (epoxi o acrílicos) entre ambas capas.

4.2.- Tratamiento en seco

01.- Es la técnica más habitual en pavimentos urbanos. Consiste en espolvorear sobre la superficie del hormigón fresco, una vez éste nivelado, el producto colorante endurecedor, que deberá estar compuesto, básicamente, por un pigmento inorgánico, cemento portland blanco o gris, arenas de naturaleza silíceas o de similar dureza con una granulometría determinada y aditivos dispersantes. Debe venir predosificado de fábrica y ser de calidad, a fin de evitar problemas de dispersión, falta de estabilidad y baja resistencia a la abrasión a medio plazo.

02.- Este producto colorante tiene como misión, además de aportar el color, proporcionar una capa de rodadura completamente adherida al hormigón, que permita endurecer la superficie consiguiendo una mayor resistencia al desgaste y a la abrasión, además de una mayor resistencia al deslizamiento.

03.- La dotación de producto coloreado estará comprendida entre 4 y 6 kg/m².

04.- Las etapas de ejecución de un pavimento de hormigón coloreado en superficie mediante tratamiento en seco se pueden resumir en las siguientes:

- Vertido, extendido y alisado del hormigón.
- Aplicación del producto coloreado (2/3 de la dotación).
- Tratamiento con fratasas manuales o fratasadora mecánica, para introducir el producto.
- Incorporación del resto del producto coloreado (1/3 restante).
- Segundo tratamiento con fratasas manuales o fratasadoras mecánicas tras incorporar el resto del producto. El proceso se prolongará según el grado de pulido que se desee obtener.
- Terminación manual de bordes.
- Corte de juntas.

05.- Los acabados muy lisos son idóneos para soleras interiores, sin embargo, en exteriores será conveniente recurrir a acabados bastos o semipulidos, o aplicar un tratamiento posterior de cepillado o impresión con moldes para obtener una mayor macrotextura, evitando que los pavimentos sean resbaladizos.

5.- ACABADO SUPERFICIAL MEDIANTE FRATASADO

5.1.- Consideraciones generales

01.- La textura superficial mediante fratasado puede obtenerse mediante el empleo de fratasas manuales o mediante el empleo de fratasadoras mecánicas. En el primer caso, el fratasado se realiza sin necesidad de pisar el pavimento, nada más el hormigón se la colocado y nivelado en obra, siendo la técnica habitual en pavimentos coloreados por tratamiento en seco y en pavimentos impresos. En el caso de que se desee un mayor grado de pulido de la superficie del hormigón, se suele recurrir al empleo de fratasadoras mecánicas. En este caso

será necesario esperar a que el hormigón haya adquirido una cierta resistencia para que pueda aguantar el peso de los operarios y de las fratasadoras sin deformarse. Dichas fratasadoras disponen de unas paletas metálicas que pueden tomar distintos grados de inclinación con respecto a la superficie del pavimento, obteniéndose con ello un mayor o menor grado de pulido. Además, de la inclinación de las paletas, el nivel de pulido dependerá del número de pasadas, influyendo ambas cuestiones en la presión ejercida sobre la superficie y en el grado de rugosidad superficial obtenido finalmente.

02.- La Dirección de las Obras especificará el procedimiento de ejecución para satisfacer los requisitos de macrotextura y resbaladidad en cada caso.

5.2.- Ejecución

01.- Para la ejecución de esta textura se pueden utilizar fratasas manuales o fratasadoras mecánicas (también conocidas como helicópteros).

02.- Las fratasadoras mecánicas son máquinas de rotación y deben estar dotadas de mecanismos que permitan modificar la inclinación de las paletas y la velocidad de rotación.

03.- La aplicación del fratasado se realizará tras el extendido y el alisado del hormigón. En el caso de la aplicación manual, nada más extendido y nivelado el hormigón, y en el caso del fratasado mecánico, una vez que el hormigón haya alcanzado una resistencia suficiente para que al pisar no se produzca una huella de una profundidad superior a 5 mm y el agua procedente de la exudación se haya evaporado o eliminado.

6.- ACABADO SUPERFICIAL MEDIANTE ARRASTRE DE ARPILLERA

6.1.- Consideraciones generales

01.- Esta textura se obtiene mediante el arrastre de una tela de arpillera sobre la superficie del pavimento de hormigón recién extendido y nivelado.

02.- La arpillera proporciona una textura de bajo ruido y coeficiente de fricción moderado, debido a la profundidad relativamente baja obtenida con ella, de entre 0,2 mm y 0,5 mm. Esta profundidad dependerá de las condiciones de ejecución, de la trama de la tela empleada, del peso aplicado sobre la arpillera y de las características del hormigón en estado fresco.

03.- En el caso de utilizarse en pavimentos sometidos al tráfico rodado, la arpillera se deberá arrastrar en la dirección de circulación de dicho tráfico, lo que producirá una textura longitudinal.

5.2.- Ejecución

01.- La ejecución de la textura superficial mediante arpillera se realizará inmediatamente después del extendido del pavimento y, en ningún caso, después del comienzo de fraguado del hormigón.

02.- En todos los casos, en el momento del arrastre, la arpillera deberá estar siempre limpia y húmeda, manteniéndola así durante toda la jornada de trabajo.

03.- En función de la profundidad de textura deseada, la arpillera se puede usar en uno o varios pliegues, agregarle sobrepesos e incluso deshilar su extremo posterior.

04.- En el caso de utilizar una pavimentadora para la ejecución del pavimento, la arpillera se podrá colgar directamente de la misma, justo detrás de la plancha alisadora y de los elementos de terminación de dicha máquina.

05.- A continuación, se procederá al curado superficial del pavimento de hormigón.

06.- Una vez finalizada la ejecución de la textura y durante las primeras horas, se prohibirá completamente la circulación sobre la superficie del pavimento, incluso a los operarios intervinientes en la obra, hasta que el hormigón haya alcanzado la resistencia suficiente para no generar sobre él deformaciones permanentes. En este sentido, se vallará adecuadamente la obra para evitar el paso de peatones o animales que pudieran dañar la superficie. En caso de ser necesario, se dispondrán pasarelas móviles con objeto de facilitar la circulación del personal y evitar daños a la textura recién ejecutada.

6.- ACABADO SUPERFICIAL MEDIANTE CEPILLADO

6.1.- Consideraciones generales

01.- Este acabado, también conocido como estriado o ranurado en el ámbito de las carreteras, es muy habitual en las zonas de aparcamiento exteriores, en viales con tráfico rodado o con fuertes pendientes, pudiéndose emplear también en zonas peatonales e incluso en carriles bici siempre que la profundidad del cepillado no sea excesiva.

02.- Este acabado superficial se consigue haciendo pasar un cepillo o un peine sobre la superficie del pavimento de hormigón fresco, en dirección longitudinal o transversal a la dirección de circulación, creando pequeñas crestas y surcos sobre dicha superficie, cuya profundidad dependerá del tipo de cerdas del cepillo o del tipo de púas del peine empleado.

03.- Hablaremos de cepillado en el caso de que la textura se consiga mediante el empleo de cepillos de cerdas de plástico muy juntas. Los términos estriado o ranurado los utilizaremos en el caso de empleo de peines con púas metálicas, teniendo el estriado una menor separación de las púas que el ranurado, así como una menor profundidad de textura.

04.- Por tanto, según la dureza, la anchura o la separación de dichas cerdas o púas, la textura variará su aspecto y también su eficacia.

05.- La disposición transversal o longitudinal de la textura, su anchura y su profundidad dependerán de los requisitos de sonoridad, de la drenabilidad del pavimento o de la velocidad de la vía. Como regla general, la profundidad de la textura deberá ser mayor cuanto más elevada sea la velocidad del tráfico y más lluviosa sea la zona en la que esté situado el pavimento.

6.2.- Ejecución

01.- La ejecución del cepillado, estriado o ranurado se realizará inmediatamente después del extendido y nivelado el pavimento y, en ningún caso, después del comienzo de fraguado del hormigón.

Los cepillos o peines se podrán aplicar sobre el pavimento de manera manual o mecánica. En cualquier caso, la presión ejercida por los mismos no deberá ser excesiva, con el fin de evitar el descarnado de los áridos.

02.- Por último, se procederá al curado superficial del pavimento de hormigón.

03.- Una vez finalizada la ejecución de la textura y durante las primeras horas, se prohibirá completamente la circulación sobre la superficie del pavimento, incluso a los operarios intervinientes en la obra, hasta que el hormigón haya alcanzado la resistencia suficiente para no generar sobre él deformaciones permanentes. En este sentido, se vallará adecuadamente la obra para evitar el paso de peatones o animales que pudieran dañar la superficie. En caso de ser necesario, se dispondrán pasarelas móviles con objeto de facilitar la circulación del personal y evitar daños a la textura recién ejecutada.

7.- ACABADO SUPERFICIAL MEDIANTE HORMIGÓN IMPRESO

7.1.- Consideraciones generales

01.- La técnica del hormigón impreso consiste en la reproducción sobre la superficie del hormigón fresco, con la ayuda de unos moldes o rodillos, de diferentes texturas y dibujos con múltiples formas, obteniendo diseños similares a elementos naturales como pizarras, piedra, adoquines, baldosas, etc.

02.- Esta técnica se debe combinar con la aplicación de un mortero coloreado endurecedor de la superficie (por tratamiento en seco), que conforma la capa de rodadura.

7.2.- Exigencias a los materiales

01.- En la ejecución de un pavimento de hormigón impreso intervendrán los siguientes productos:

- El mortero coloreado endurecedor, que cumplirá los requisitos recogidos en el apartado 4.2 del presente artículo.
- El polvo desencofrante, que se espolvorea en seco sobre la superficie del hormigón fresco, después de la aplicación del mortero coloreado endurecedor y antes de la aplicación de los moldes, a fin de evitar que dichos moldes arrastren parte del hormigón al ser levantados. Además de actuar como desencofrante, este material sirve como producto de curado, impidiendo la evaporación del agua del hormigón. Las dotaciones pueden variar sustancialmente, aunque no debe bajarse de 0,15 kg/m².
- Las resinas de acabado, formuladas a base de polímeros acrílicos o poliuretanos y suministradas en solución acuosa o base disolvente, se aplican sobre el pavimento de hormigón impreso para realzar la intensidad y la uniformidad del color y proporcionar una protección adicional a la superficie. Su dotación debe ser del orden de 0,25 l/m² y se aplican en dos manos.

7.3.- Ejecución

01.- Las principales etapas de la ejecución serán las siguientes:

- Preparación de la base.
- Protección de las superficies adyacentes con plásticos o líquidos antiadherentes.

- Vertido, extendido y nivelación del hormigón. La consistencia será la adecuada al método de puesta en obra, evitando las consistencias muy secas y las fluidas que podrían retrasar en exceso la terminación del trabajo.
- Alisado del hormigón mediante fratases de magnesio sin cerrar los poros.
- Aplicación del mortero coloreado endurecedor en dos fases, tal y como se explica en el apartado 4.2 del presente artículo.
- Espolvoreo del polvo desencofrante sobre el hormigón en una capa fina que cubra toda la superficie a imprimir.
- Impresión del hormigón cuando éste se encuentre todavía en estado plástico, permitiendo soportar el peso de un operario, y sin haber iniciado su fraguado. En general, el peso del operario suele ser suficiente para la formación del relieve, no obstante, en épocas calurosas puede ser necesario proceder a un apisonado de los moldes.
- Corte de juntas una vez el hormigón haya endurecido suficientemente y antes de que comience a fisurarse de forma espontánea.
- Limpieza de la superficie después de un mínimo de 7 días tras la impresión, para eliminar el polvo desencofrante con una hidrolimpiadora a presión baja o media.
- Aplicación de la resina de acabado.

02.- Una vez finalizada la ejecución de la textura y durante las primeras horas, se prohibirá completamente la circulación sobre la superficie del pavimento, incluso a los operarios intervinientes en la obra, hasta que el hormigón haya alcanzado la resistencia suficiente para no generar sobre él deformaciones permanentes. En este sentido, se vallará adecuadamente la obra para evitar el paso de peatones o animales que pudieran dañar la superficie. En caso de ser necesario, se dispondrán pasarelas móviles con objeto de facilitar la circulación del personal y evitar daños a la textura recién ejecutada.

8.- ACABADO SUPERFICIAL DE ÁRIDO VISTO

8.1.- Consideraciones generales

01.- La textura de árido visto ofrece una amplia variedad de posibilidades estéticas, proporcionando además un acabado rugoso, antideslizante y resistente al desgaste y a la acción de los agentes atmosféricos. Por ello, este tipo de acabado puede emplearse tanto en pavimentos urbanos peatonales con grandes exigencias estéticas y de integración al entorno, como en viales sometidos a tráficos pesados de gran intensidad.

02.- Existen dos formas básicas de obtener el acabado de árido visto:

- Mediante técnicas de incrustación del árido en el hormigón fresco. Esta aplicación es artesanal y conlleva bajos rendimientos.

- Mediante la eliminación del mortero de la superficie del pavimento, con técnicas de exposición del árido. Dentro de estas técnicas, la más empleada es la del desnudo químico, conocida también como “desactivado”.

03.- A los métodos anteriores, que se llevan a cabo sobre hormigón fresco, podemos añadir otras técnicas llevadas a cabo sobre el hormigón endurecido, que permiten igualmente mostrar el árido grueso del hormigón en la superficie del pavimento, bien por abrasión mecánica (abujardado, picado, chorro de arena, etc.) o por pulido.

8.2.- Exigencias a los materiales

01.- La técnica más utilizada es la conocida como desactivado o desnudo químico, que consiste en la aplicación sobre la superficie del hormigón fresco, de un retardador fraguado que retrasa el desarrollo del fraguado de los milímetros superiores del mortero. Tras unas horas (12 a 24 h según la temperatura ambiente), se elimina dicho mortero sin fraguar con agua a presión o mediante barredoras, quedando parte del árido grueso al descubierto.

02.- El retardador de fraguado deberá actuar también como líquido de curado durante las primeras horas. Una vez eliminado el mortero superficial, debe volver a aplicarse sobre la superficie del hormigón un producto de curado.

03.- Debido a que en estos pavimentos el árido ocupa la mayor parte de la superficie vista, la elección del mismo debe realizarse de forma cuidadosa, atendiendo a criterios de color, dureza, tamaño forma, granulometría, técnica de aplicación, durabilidad, coste y disponibilidad. Además, en el caso de que vaya a circular tráfico rodado pesado sobre el pavimento, este tipo de textura requerirá la utilización de un árido grueso de calidad, no pulimentable. En el caso de que éste sea escaso, se podrá recurrir a una ejecución bicapa con un extendido fresco sobre fresco, o mediante la aplicación de puentes de unión entre las capas, para asegurar la completa adherencia de las mismas. Por otra parte, dado que la mayor parte de la superficie está ocupada por el árido grueso, se podrá conseguir el color deseado, únicamente eligiendo un árido con el color adecuado, sin la necesidad de recurrir a hormigones coloreados. No obstante, en los casos en los que queramos que los espacios existentes entre los áridos tengan un color similar al de estos últimos, pueden emplearse productos para colorear el hormigón en masa.

04.- Dependiendo del retardador de superficie empleado, pueden obtenerse distintas profundidades de ataque y por tanto, diferentes niveles de exposición del árido. Por ello, la granulometría tiene gran importancia, ya que un mal ajuste entre el tamaño máximo del árido y la profundidad de exposición puede traducirse en un mal acabado del pavimento, en el que no se vea el árido grueso, o por el contrario éste se desprenda fácilmente. La exposición no debe sobrepasar $1/3$ del diámetro medio de las partículas del árido grueso, ni tampoco la mitad de su tamaño más pequeño, para evitar dicho desprendimiento. Los tamaños máximos suelen variar entre 5 y 40 mm. Las mezclas que proporcionan mejores resultados son aquellas con granulometría discontinua, es decir, las que contienen un alto porcentaje de árido grueso de un solo tamaño (alrededor del 70% de la carga total de árido), y un porcentaje pequeño de árido fino (material que pasa por el tamiz de 4 mm), suficiente para lograr una masa trabajable (alrededor del 30%), careciendo de tamaños intermedios que podrían desprenderse.

05.- El contenido mínimo de cemento para garantizar el agarre de las partículas de árido grueso, asegurando una adecuada trabajabilidad, debe ser del orden de 325 kg por m³ de hormigón. Es aconsejable que la relación agua/cemento no sea superior a 0,5, y que el asiento en cono de Abrams esté comprendido entre 6 y 8 cm.

8.3.- Ejecución

01.- Las fases de la ejecución de un pavimento de hormigón desactivado son las siguientes:

- Colocación de encintados, elementos de juntas y protección de elementos próximos al pavimento.
- Vertido, extendido y nivelación del hormigón.
- Pulverización del desactivante a razón de 0,25 l/m² antes de transcurridos quince minutos (15 min) tras el extendido y alisado del hormigón. El líquido desactivante deberá proporcionar un curado del hormigón durante las primeras horas.
- Lavado con agua a presión de la superficie entre las 12 y 24 h según las condiciones climáticas, para eliminar el mortero sin fraguar, enjuagando con abundante agua para eliminar posibles restos de mortero. Se podrán emplear también barredoras mecánicas para llevar a cabo la eliminación de dicho mortero.
- Curado del pavimento por los métodos tradicionales (producto filmógeno, lámina de plástico, riego con agua, etc.).
- Aplicación, en su caso, de la resina de protección al cabo de varios días, con una dotación entre 0,125 y 0,2 l/m², según la porosidad.

02.- Una vez finalizada la ejecución de la textura y durante las primeras horas, se prohibirá completamente la circulación sobre la superficie del pavimento, incluso a los operarios intervinientes en la obra, hasta que el hormigón haya alcanzado la resistencia suficiente para no generar sobre él deformaciones permanentes. En este sentido, se vallará adecuadamente la obra para evitar el paso de peatones o animales que pudieran dañar la superficie. En caso de ser necesario, se dispondrán pasarelas móviles con objeto de facilitar la circulación del personal y evitar daños a la textura recién ejecutada.

9.- EQUIPOS NECESARIOS PARA LA EJECUCIÓN DE LAS OBRAS

01.- Para cada textura, se utilizarán los equipos de puesta en obra que permitan conseguir las especificaciones técnicas recogidas en este pliego para cada una de ellas y, en su caso, de las recogidas en el PPTP o de las indicadas por la Dirección de Obra.

02.- No se podrá utilizar en el acabado de un pavimento de hormigón ningún equipo que no haya sido previamente aprobado por la Dirección de las Obras.

03.- Se estará, en todo caso, a lo dispuesto en la legislación vigente en materia ambiental, de seguridad y salud y de transporte en lo referente a los equipos empleados en la ejecución de las obras.

10.- TRAMO DE PRUEBA

01.- En obras de cierta entidad, una vez se haya definido y consensuado el procedimiento específico para la ejecución del acabado superficial del pavimento, así como el tipo y la dosificación del hormigón, y con el visto bueno de la Dirección de las Obras, se procederá a la

realización de un tramo de prueba para validar tanto dicho procedimiento como la idoneidad de los materiales. La prueba se ejecutará con los mismos equipos que se vayan a utilizar durante la obra.

02.- El tamaño del tramo de prueba deberá ser definido por la Dirección de las Obras, quien determinará además si éste fuera aceptable como parte integrante de la obra de construcción.

03.- En el tramo de prueba se validará que:

- Que la consistencia del hormigón permite alcanzar las especificaciones técnicas del acabado superficial seleccionado, según lo indicado en este pliego, o en el PPTP, en su caso.
- Que los materiales empleados en la ejecución del acabado superficial del pavimento permiten alcanzar las especificaciones técnicas recogidas en este pliego, o en el PPTP, en su caso.
- Que los equipos y medios de terminación son los adecuados para conseguir las especificaciones técnicas de la textura elegida, según lo indicado en este pliego, o en el PPTP, en su caso.

04.- Si la ejecución del tramo de prueba no fuese satisfactoria, se procederá a la realización de sucesivos tramos de prueba, introduciendo las oportunas variaciones en los materiales, equipos o métodos de puesta en obra. No se podrá proceder al comienzo de la ejecución del pavimento, hasta que el tramo de prueba haya sido aprobado por la Dirección de las Obras.

11.- ESPECIFICACIONES DE LA UNIDAD TERMINADA

10.1.- Macrotextura

01.- En el caso de tráfico rodado, se comprobará la macrotextura superficial mediante el método volumétrico (norma UNE-EN 13036-1), que deberá cumplir el valor establecido en el artículo 40.51 del presente pliego, en el PPTP o el especificado por la Dirección de las Obras.

10.2.- Resbaladidad

01.- Se comprobará expresamente la resbaladidad obtenida, mediante el ensayo UNE 41901:2017 EX, que deberá cumplir el valor establecido en el artículo 40.51 del presente pliego, en el PPTP o el especificado por la Dirección de las Obras.

12.- LIMITACIONES DE LA EJECUCIÓN

01.- Se interrumpirá la ejecución del acabado superficial cuando llueva con una intensidad que pudiera, a juicio de la Dirección de las Obras, provocar la modificación de las características de la textura superficial.

02.- Igualmente, se interrumpirá la ejecución del acabado superficial cuando la temperatura prevista sea superior a los 35°C en el momento de la ejecución de dicho acabado.

03.- No deberá transcurrir más de 1 h entre la fabricación del hormigón y su terminación superficial. La Dirección de las Obras podrá aumentar este plazo hasta un máximo de 2 h, si se emplean cementos cuyo principio de fraguado no tenga lugar antes de las 2 h y 30 min, y

siempre que se adoptan precauciones para retrasar el fraguado del hormigón y siempre que las condiciones de humedad y temperatura sean favorables.

04.- Salvo que se instale una iluminación artificial suficiente, a juicio de la Dirección de las Obras, la ejecución del pavimento se detendrá con la antelación suficiente para que el acabado se pueda concluir con luz natural.

13.- CONTROL DE CALIDAD

13.1.- Control de ejecución

13.1.1.- Puesta en obra

01.- Al menos 2 veces al día, una por la mañana y otra por la tarde, así como siempre que varíe el aspecto del hormigón, se medirá su consistencia. Si el resultado obtenido rebasa los límites establecidos respecto de la fórmula de trabajo, se rechazará la amasada.

02.- Igualmente, se comprobará visualmente que el acabado o terminación es homogéneo en todo el pavimento.

13.1.2.- Control de recepción de la unidad terminada

01.- Se considerará como lote, que se aceptará o rechazará en bloque, al menor que resulte de aplicar los 2 criterios siguientes al pavimento de hormigón:

- m² de pavimento.
- La fracción construida diariamente.

02.- No obstante lo anterior, en su caso y en lo relativo a integridad del pavimento, la unidad de aceptación o rechazo será la losa individual, enmarcada entre juntas.

03.- Al día siguiente de aquél en que se haya hormigonado, se determinará, en emplazamientos aleatorios, la profundidad de la textura superficial por el método volumétrico, según la UNE-EN 13036-1 en el caso de tráfico rodado, y la resbaladividad, según la UNE 41901:2017 EX, en el caso de tráfico peatonales, con la frecuencia fijada en el PPTP, o la que, en su defecto, señale la Dirección de las Obras.

04.- El número mínimo de puntos a controlar por cada lote será de 2, que se ampliarán a 5 si la textura de alguno de los dos primeros no cumple con las especificaciones técnicas. Después de 10 lotes aceptados, la Dirección de las Obras podrá reducir la frecuencia de ensayo.

05.- Para el control de la resistencia mecánica, los espesores de las losas y la regularidad superficial, se recurrirá a la aplicación de lo indicado en el correspondiente apartado del artículo 40.51, a lo indicado en el PPTP o a la exigencia marcada por la Dirección de las Obras.

14.- CRITERIOS DE ACEPTACIÓN O RECHAZO

01.- Los criterios de aceptación o rechazo de esta unidad terminada se aplicarán sobre los lotes definidos en el apartado 12.1.2, según lo indicado a continuación.

02.- La profundidad y resbaladidad media de la textura superficial deberá estar comprendida entre los límites especificados, y ninguno de los resultados individuales podrá desviarse de los valores fijados en el artículo 40.51 del presente pliego o en el PPTP, en más de un 5%.

03.- En cuanto a los criterios empleados para la resistencia mecánica, la integridad de las losas o el espesor, así como para la regularidad superficial y para la rasante, cuando sea necesario dada la importancia de la vía, será de aplicación lo indicado en el artículo 40.51 del presente pliego o en el PPTP.

15.- MEDICIÓN Y ABONO

01.- Las mediciones se realizarán sobre planos e incluirán el tramo de prueba satisfactorio.

02.- El acabado del pavimento de hormigón incluye la terminación o textura del pavimento. Este se abonará por metros cuadrados (m²) medidos sobre planos o, si el Cuadro de Precios y el PPTP prevén explícitamente lo contrario, se considerará incluido su abono en el precio del pavimento de hormigón.

Sección 6.^a

MEZCLAS BITUMINOSAS

ARTÍCULO 40.61.- MEZCLAS BITUMINOSAS ABIERTAS EN FRÍO

1.- DEFINICIÓN.

01.- Se define como mezcla bituminosa abierta en frío la combinación de áridos gruesos con una emulsión bituminosa y ocasionalmente aditivos, cuyo proceso de fabricación no requiere en general calentar previamente los componentes. La mezcla, que puede ser almacenada, debe poderse extender y compactar a temperatura ambiente.

02.- Su ejecución incluye las operaciones siguientes:

- Estudio previo de los materiales.
- Estudio de la mezcla y obtención de la fórmula de trabajo.
- Preparación de la superficie que recibirá la mezcla.
- Fabricación de la mezcla de acuerdo con la fórmula de trabajo.
- Almacenamiento de la mezcla, si procede.
- Transporte de la mezcla al lugar de empleo.
- Extensión y compactación de la mezcla.
- Ejecución de un tratamiento de protección, si procede.

2.- MATERIALES.

2.1.- Consideraciones generales

01.- Lo dispuesto en este artículo se entenderá sin perjuicio de lo establecido en el Reglamento 305/2011 de 9 de marzo de 2011, del Parlamento Europeo y del Consejo, por el que se establecen las condiciones armonizadas para la comercialización de productos de construcción. Para los productos con marcado CE, el fabricante asumirá la responsabilidad sobre la conformidad de los mismos con las prestaciones declaradas, de acuerdo con el artículo 11 del mencionado Reglamento. Los productos que tengan el marcado CE deberán ir acompañados, además de dicho marcado, de la Declaración de Prestaciones, y de las instrucciones e información de seguridad del producto. Por su parte, la empresa Contratista deberá verificar que los valores declarados en los documentos que acompañan al marcado CE permitan deducir el cumplimiento de las especificaciones contempladas en el Proyecto o, en su defecto, en este Pliego, debiendo adoptar, en el caso de que existan indicios de incumplimiento de las especificaciones declaradas, todas aquellas medidas que considere oportunas para garantizar la idoneidad del producto suministrado a la obra.

02.- Independientemente de lo anterior, se estará además en todo caso, a lo dispuesto en la legislación vigente en materia ambiental, de seguridad y salud, de producción, almacenamiento, gestión y transporte de productos de la construcción, de residuos de construcción y demolición, y de suelos contaminados.

2.2.- Emulsiones bituminosas.

01.- El Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares fijará el tipo de emulsión bituminosa dependiendo de la situación de la capa en el firme, el tipo de árido y de la categoría de tráfico

pesado. Salvo justificación en contrario, la emulsión bituminosa a emplear se corresponderá con los tipos indicados en el Cuadro 40.61.1A.

CUADRO 40.61.1A – TIPO DE EMULSIÓN BITUMINOSA

| POSICIÓN DE LA CAPA | TRÁFICO | |
|---------------------|---------------------------------------|--|
| | Medio | Ligero |
| Rodadura | C67BPF3 MBA C70BPF3 MBA A67BPFM | C67BPF3 MBA- C67BF3 MBA C70BPF3 MBA - C70F3 MBA A67BPFM MBA - A67BFM |
| Intermedia | C67BF3 MBA - C70F3 MBA - A67BFM | |

02.- Para tráfico medio y capa de rodadura se empleará preferentemente la emulsión bituminosa tipo C70BPF3 MBA, que podrá ser sustituida por la del tipo C67BPF3 MBA, previa autorización de la Dirección de las Obras.

03.- Para tráfico ligero o capa intermedia se empleará la emulsión bituminosa tipo C70BF3 MBA, que podrá ser sustituida por la del tipo C67BF3 MBA, previa autorización de la Dirección de las Obras.

04.- En cualquier caso, las emulsiones cumplirán con lo establecido en los Cuadros 40.61.1.B - 1, 40.61.1B-2 y 40.61.1C y con el artículo 25.13 "Emulsiones bituminosas" del presente pliego.

CUADRO 40.61.1B-1 – EMULSIONES BITUMINOSAS CATIONICAS

| CARACTERÍSTICA | NORMA ENSAYO UNE-EN | C67BF3 MBA (1) | C67BPF3 MBA (2) |
|--|---------------------|--|------------------------|
| CLASES PRESTACIONALES PARA EL LIGANTE RESIDUAL OBTENIDO POR DESTILACIÓN (UNE-EN 1431) | | | |
| Penetración a 25 °C | 1426 | ≤ 300 (Clase 7) ⁽²⁾ | < 220 (Clase 5) |
| Penetración a 15 °C | | 90 – 170 (Clase 8) | DV (Clase 1) |
| Punto de reblandecimiento | 1427 | < 35 (Clase 9) ⁽³⁾ | ≥ 39 (Clase 7) |
| Energía de cohesión por el ensayo del péndulo | 13588 | ---- | ≥ 0,5 (Clase 6) |
| Energía de cohesión por el ensayo de ductilidad | 13588 - 13703 | ---- | ≥ 0,5 a 5 °C (Clase 5) |
| Recuperación elástica a 25 °C | 13398 | ---- | DV (Clase 1) |
| Penetración a 25 °C | 1426 | ≤ 300 | < 220 (Clase 5) |
| Penetración a 15 °C | | (Clase 7) ⁽²⁾ 90 – 170 (Clase 8) | DV (Clase 1) |
| (1): Se admite el empleo de emulsiones de tiempo de fluencia Clase 6 (40 – 100 a 40 °C con orificio de 4 mm) | | | |
| (2): Se admite clase 4 (≤ 150) en penetración y clase 6 (≥ 43) en el punto de reblandecimiento en emulsiones fabricadas con betunes más duros, a emplear con tráfico intenso. | | | |
| (3): Se admite clase 7 (≤ 330) en penetración a 25 °C y clase 8 (≥ 35) en el punto de reblandecimiento, para emulsiones fabricadas con betunes más duros, a emplear con tráfico intenso. | | | |

CUADRO 40.61.1B-2 - EMULSIONES BITUMINOSAS CATIONICAS

| CARACTERÍSTICA | NORMA ENSAYO UNE-EN | C70BF3 MBA (1) | C70BPF3 MBA (2) |
|--|---------------------|---|--------------------------------------|
| CLASES PRESTACIONALES PARA EL LIGANTE RESIDUAL OBTENIDO POR DESTILACIÓN (UNE-EN 1431) | | | |
| Penetración a 25 °C Penetración a 15 °C | 1426 | ≤ 300 (Clase 7) ⁽³⁾ 90 - 170 (Clase 8) | ≤220 (Clase 5) DV (Clase 1) |
| Punto de reblandecimiento | 1427 | < 35 (Clase 9) ⁽⁴⁾ | ≥ 39 (Clase 7) |
| Energía de cohesión por el ensayo del péndulo | 13588 | ---- | ≥ 0,5 (Clase 6) |
| Energía de cohesión por el ensayo de ductilidad | 13588 - 13703 | ---- | ≥0,5 a 5 °C (Clase 5) |
| Recuperación elástica a 25 °C | 13398 | ---- | DV (Clase 1) |
| <p>(1): Se admite el empleo de emulsiones de tiempo de fluencia Clase 6 (40 - 100 a 40 °C con orificio de 4 mm)</p> <p>(2): El contenido de ligante de la emulsión determinado por el método de destilación descrito en la UNE EN 1431, debe definirse como (porcentaje en masa de ligante residual + contenido en masa del fluidificante destilado).</p> <p>(3): Se admite clase 4 (≤ 150) en penetración y clase 6 (≥ 43) en el punto de reblandecimiento en emulsiones fabricadas con betunes más duros, a emplear en zonas con tráfico intenso.</p> <p>(4): Se admite clase 7 (≤ 330) en penetración a 25 °C y clase 8 (≥ 35) en el punto de reblandecimiento, para emulsiones fabricadas con betunes más duros, a emplear en zonas con tráfico intenso.</p> | | | |

CUADRO 40.61.1C – ESPECIFICACIONES DE LAS EMULSIONES BITUMINOSAS ANIÓNICAS

| CARACTERÍSTICA | NORMA ENSAYO UNE-EN | A67BFM ⁽¹⁾ | A67BPFM ⁽¹⁾ |
|---|---------------------|-----------------------|------------------------|
| CLASES PRESTACIONALES PARA LA EMULSIÓN ORIGINAL | | | |
| Polaridad de las partículas | 1430 | Negativa | Negativa |
| Contenido de ligante (% m/m) | 1428 | 65 – 69 | 65 – 69 |
| Fluidificante por destilación (% m/m) | 1431 | 3 – 10 | 3 – 10 |
| Tiempo de fluencia 4 mm a 40 °C (s) | 12846-1 | 5 – 70 | 5 – 70 |
| Tamizado por 0,5 mm (%) | 1429 | ≤ 0,10 | ≤ 0,10 |
| Sedimentación a los siete días (%) | 12847 | ≤ 5 | ≤ 5 |
| LIGANTE RESIDUAL OBTENIDO POR DESTILACIÓN (UNE-EN 1431) | | | |
| Penetración a 25 °C | 1426 | ≤ 270 (Clase 7) | ≤ 220 (Clase 5) |
| Punto de reblandecimiento | 1427 | ≥ 35 | ≥ 39 |
| Recuperación elástica a 25 °C | 13398 | ---- | ≥ 40 |
| (1): Se emplearán emulsiones bituminosas aniónicas en la fabricación de mezclas bituminosas fabricadas con áridos calizos (básicos) empleadas en capas de rodadura o intermedia de firmes con categoría de tráfico ligero. Serán del tipo A67BPFM, cuando concurren especiales condiciones de tráfico pesado, o trazado, pudiendo ser sustituida por la del tipo A67BFM en los demás casos, previa autorización de la Dirección de las Obras. | | | |

2.3.- Áridos.

01.- Se adoptan las denominaciones siguientes:

- Árido grueso es la parte del conjunto de fracciones granulométricas retenida en el tamiz 2 mm de la UNE-EN 933-2:1996.
- Árido combinado es el obtenido mezclando las distintas fracciones de los áridos según las proporciones fijadas en la fórmula de trabajo.

02.- Dado que las mezclas bituminosas abiertas en frío están constituidas por áridos gruesos, las condiciones que a continuación se establecen están referidas a dichos áridos gruesos.

2.3.1.- Condiciones generales

01.- Los áridos a emplear en las mezclas bituminosas abiertas en frío podrán ser naturales o artificiales siempre que cumplan las especificaciones recogidas en este artículo. El PPTP podrá exigir propiedades o especificaciones adicionales cuando se vayan a utilizar áridos cuya naturaleza o procedencia así lo requiriese.

02.- También podrá emplearse como árido el material procedente del fresado de mezclas bituminosas. En este caso, el PPTP, o en su defecto la Dirección de las Obras, establecerá la proporción de material procedente de fresado a emplear, que no superará el 15%.

03.- Los áridos se producirán o suministrarán en fracciones granulométricas diferenciadas, que se acopiarán y manejarán por separado hasta su introducción en las tolvas dosificadoras.

2.3.2.- Inalterabilidad

01.- Los áridos no serán susceptibles de experimentar ningún tipo de meteorización o de alteración física o química apreciables bajo las condiciones más desfavorables que, presumiblemente, puedan darse en la zona de empleo.

02.- Tampoco podrán dar origen, con el agua, a disoluciones que puedan causar daños a estructuras u otras capas del firme, o contaminar los suelos o corrientes de agua.

03.- El PPTP o, en su defecto, la Dirección de las Obras deberá fijar los ensayos para determinar la inalterabilidad del material. Si se considera conveniente, para caracterizar los componentes solubles de los áridos de cualquier tipo, naturales, artificiales o procedentes del fresado de mezclas bituminosas, que puedan ser lixiviados y que puedan significar un riesgo potencial para el medio ambiente o para los elementos de construcción situados en sus proximidades, se empleará la UNE-EN 1744-3.

2.3.3.- Limpieza y homogeneidad

Los áridos estarán exentos de arcilla, materia vegetal, margas u otras materias extrañas que puedan afectar a la durabilidad de la capa; en caso contrario, la Dirección de las Obras podrá exigir su limpieza por lavado, aspiración u otros métodos por él aprobados y una nueva comprobación.

2.3.4.- Requisitos físicos y geométricos del árido grueso

El árido grueso cumplirá los requisitos fijados en el Cuadro 40.61.2.

CUADRO 40.61.2 - REQUISITOS DEL ARIDO GRUESO

| CARACTERÍSTICA | NORMA ENSAYO UNE-EN | TIPO DE CAPA | |
|---|---------------------|-----------------------|-------------------|
| | | RODADURA ¹ | INTERMEDIA |
| REQUISITOS GEOMÉTRICOS | | | |
| Contenido en finos del árido grueso (<0,063 mm) | 933-1 | f ₁ | f ₁ |
| Forma | 933-3 | Fl ₂₀ | Fl ₂₅ |
| REQUISITOS FÍSICOS | | | |
| Proporción de partículas parcial y totalmente trituradas y de partículas totalmente redondeadas | 933-5 | C _{90/1} | C _{90/1} |
| Resistencia a la fragmentación ² | 1097-2 | LA ₂₅ | LA ₃₀ |
| Resistencia al pulimento acelerado | 1097- 8 | PSV50 | - |

| CARACTERÍSTICA | NORMA ENSAYO UNE-EN | TIPO DE CAPA | |
|---|---------------------|-----------------------|------------|
| | | RODADURA ¹ | INTERMEDIA |
| Densidad de las partículas | 1097-6 | A declarar | |
| Absorción de agua | 1097-6 | A declarar | |
| REQUISITOS DE DURABILIDAD | | | |
| Valor de sulfato de magnesio | 1367-2 | MS18 | |
| Afinidad a los ligantes bituminosos | 12697-11 | A declarar | |
| <p>1.- Si la mezcla abierta en frío va protegida por microaglomerado en frío o tratamiento mediante riego con gravilla, los requisitos a exigir serían los de las capas intermedias.</p> <p>2.- La resistencia a la fragmentación de cualquier selección de partículas (siempre que supongan un porcentaje superior al 5% en peso de la fracción total) debe cumplir la categoría especificada.</p> | | | |

2.3.5.- Requisitos del árido de cobertura

01.- El árido de cobertura a emplear será arena de machaqueo. La totalidad del árido deberá pasar por el tamiz 4 mm y no contener más de un 15% de partículas inferiores al tamiz 0,063 mm, de acuerdo con la UNE-EN 933-1.

02.- El árido deberá estar exento de todo tipo de suciedad, terrones de arcilla, materia vegetal, marga u otras materias extrañas. El equivalente de arena (SE4) del árido (Anexo A de la UNE-EN 933-8), para la fracción 0/4 del árido deberá ser superior o igual a 40 (SE40).

03.- El material deberá ser «no plástico» (UNE 103103 y UNE 103104).

2.4.- Aditivos.

01.- El PPTP, o en su defecto la Dirección de las Obras, fijará los aditivos que pueden utilizarse, estableciendo las especificaciones que tendrán que cumplir tanto el aditivo como las mezclas bituminosas resultantes. La dosificación y dispersión homogénea del aditivo deberán ser aprobadas por la Dirección de las Obras.

3.- TIPO Y COMPOSICIÓN DE LA MEZCLA.

01.- La denominación de las mezclas abiertas en frío seguirá el esquema siguiente:

| | | | |
|----|---|----------|---------|
| AF | D | surf/bin | Ligante |
|----|---|----------|---------|

donde:

AF Mezcla Bituminosa Abierta en frío.

D Tamaño máximo nominal del árido.

surf/bin Abreviaturas relativas al tipo de capa de empleo de la mezcla, rodadura o, intermedia, respectivamente. En el caso de empleo en capa de regularización se empleará, también, la abreviatura bin.

Ligante Tipo de emulsión bituminosa empleada.

02.- El Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares fijará, para cada caso, el tipo y composición de la mezcla bituminosa abierta en frío y el contenido de ligante residual.

03.- El huso granulométrico dentro del que deberá estar comprendida la curva granulométrica del árido combinado será uno de los indicados en el Cuadro 40.61.3. El análisis granulométrico se realizará según la UNE-EN 933-1.

CUADRO 40.61.3 - HUSOS GRANULOMÉTRICOS. CERNIDO ACUMULADO (% en masa)

| Tipo de huso | TAMAÑO DE LOS TAMICES UNE-EN 933-2:1996 (mm) | | | | | | |
|--------------|--|--------|--------|--------|--------|-------|-----|
| | 32 | 22 | 16 | 11 | 8 | 4 | 2 |
| AF8 | - | - | - | 100 | 90-100 | 10-45 | 0-5 |
| AF11 | - | - | 100 | 90-100 | 50-75 | 10-30 | 0-5 |
| AF16 | - | 100 | 90-100 | 60-85 | 30-35 | 6-24 | 0-5 |
| AF22 | 100 | 90-100 | 55-80 | 40-65 | 20-40 | 5-20 | 0-5 |

03.- El tipo de mezcla bituminosa en frío a emplear en función del espesor de la capa se definirá en el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares, según el Cuadro 40.61.4.

CUADRO 40.61.4 - TIPO DE MEZCLA A UTILIZAR EN FUNCIÓN DEL ESPESOR DE LA CAPA.

| ESPESOR (cm) | TIPO DE MEZCLA |
|------------------|----------------|
| < 4 | AF8 |
| 4 - 6 Rodadura | AF11 |
| 4 - 6 Intermedia | AF16 |
| 6 - 8 Intermedia | AF22 |

04.- El PPTP, o en su defecto la Dirección de las Obras, fijará la dosificación mínima ligante bituminoso residual de la mezcla bituminosa abierta en frío que, en cualquier caso, deberá cumplir lo indicado en el Cuadro 40.61.5, según el tipo de mezcla bituminosa abierta en frío, la categoría de tráfico pesado y la posición de la capa.

CUADRO 40.61.5 – DOTACIÓN MÍNIMA DE LIGANTE HIDROCARBONADO RESIDUAL (% en masa sobre el total de la mezcla, incluidas las eventuales adiciones)

| Tráfico | Posición | Dotación mínima * (%) |
|---------|------------|-----------------------|
| Medio | Rodadura | 4,5 |
| | Intermedia | 4,0 |
| Ligero | Rodadura | 4,0 |
| | Intermedia | 3,5 |

*El porcentaje máximo de ligante estará condicionado a que no se produzca escurrimiento de ligante en la mezcla.

En el caso de que la densidad de los áridos (UNE-EN 1097-6), sea diferente de 2,65 g/cm³, los contenidos mínimo y máximo anteriores se deben corregir multiplicando por el factor $\alpha = 2,650/\rho_d$, siendo ρ_d la densidad de las partículas del árido.

4.- EQUIPO NECESARIO PARA LA EJECUCIÓN DE LAS OBRAS

4.1.- Central de fabricación

01.- La fabricación de las mezclas abiertas en frío se llevará a cabo en centrales de mezclado, las cuales pueden ser fijas o móviles. Las centrales de mezclado podrán ser de tipo continuo o discontinuo. Irán provistas de dispositivos adecuados que permitan dosificar, por separado, la emulsión bituminosa y los áridos, con una precisión compatible con las tolerancias fijadas en la fórmula de trabajo.

02.- La Dirección de las Obras aprobará el equipo de fabricación, una vez realizadas las pruebas de producción y comprobadas la correcta dosificación y homogeneización de la mezcla.

4.2.- Elementos de transporte

01.- Para el transporte de la mezcla a su lugar de empleo se utilizarán camiones volquetes de caja abierta, lisa y estanca, perfectamente limpia y que se tratará, para evitar que la mezcla se adhiera a ella, con un producto cuya composición y dotación deberán ser aprobadas por la Dirección de las Obras.

02.- La forma y la altura de la caja de los camiones deberán ser tales que, si el vertido se realiza en la tolva de una extendidora, el camión sólo toque a ésta a través de los rodillos previstos al efecto.

03.- Los medios de transporte deberán estar adaptados en todo momento al ritmo de ejecución de la obra y a la capacidad del equipo de extensión, con el fin de reducir las paradas

al mínimo. Deberán disponer de una lona que cubra totalmente la caja del camión, para su empleo en la protección de la mezcla.

4.3.- Equipos de extensión

01.- El PPTP establecerá el tipo y las características del equipo de extensión. Se emplearán extendedoras autopropulsadas. En lugares inaccesibles para la extendedora y en bacheos en pequeñas áreas, el extendido se podrá realizar de forma manual.

02.- Los equipos estarán dotados de los dispositivos necesarios para extender la mezcla con la anchura, el espesor y la configuración definidos en los Planos del Proyecto. Su capacidad y su potencia motriz serán las adecuadas a la producción prevista.

03.- Las extendedoras deberán estar dotadas de un dispositivo automático de nivelación. Se comprobará, en su caso, que los ajustes del enrasador y de la maestra se atienen a las tolerancias mecánicas especificadas por el fabricante, y que dichos ajustes no han sido afectados por el desgaste o por otras causas.

04.- La anchura máxima y mínima de la extensión se fijarán en el PPTP. Si a la extendedora se pudieran acoplar piezas para aumentar su anchura, éstas deberán quedar perfectamente alineadas con las originales.

4.4.- Equipo de compactación

01.- Se podrán utilizar compactadores de rodillos metálicos, estáticos o vibratorios y de neumáticos. El PPTP establecerá la composición mínima del equipo de compactación.

02.- Todos los tipos de compactadores deberán ser autopropulsados, tener inversores de sentido de marcha de acción suave, y estar dotados de dispositivos para la limpieza de sus llantas o neumáticos durante la compactación y para mantenerlos húmedos en caso necesario.

03.- Los compactadores de llantas metálicas no presentarán surcos ni irregularidades en ellas; su peso estará comprendido entre 8 y 10 toneladas. Los compactadores vibratorios tendrán dispositivos automáticos para eliminar la vibración al invertir el sentido de su marcha. Los de neumáticos, cuyo peso estará comprendido entre 10 y 22 toneladas, tendrán ruedas lisas, en número, tamaño y configuración tales que permitan el solape de las huellas de las ruedas delanteras con las traseras.

04.- Las presiones de contacto, estáticas o dinámicas, de los diversos tipos de compactadores serán aprobadas por la Dirección de las Obras, y serán las necesarias para conseguir una compacidad adecuada y homogénea de la mezcla en todo su espesor, sin producir roturas del árido ni arrollamientos de la mezcla.

05.- En los lugares inaccesibles para los equipos de compactación normales, se emplearán otros de tamaño y diseño adecuados para la labor que se pretende realizar.

5.- EJECUCIÓN

5.1.- Estudio de la mezcla y obtención de la fórmula de trabajo

01. La fabricación y la puesta en obra de la mezcla no se iniciarán hasta que se haya aprobado por la Dirección de las Obras la correspondiente fórmula de trabajo, estudiada en laboratorio y verificada en la central de fabricación.

Dicha fórmula fijará como mínimo las siguientes características:

- La identificación y proporción de cada fracción del árido en la mezcla.
- La granulometría de los áridos combinados por los tamices establecidos en el huso granulométrico del apartado 3 de este artículo.
- Tipo y características de la emulsión bituminosa.
- La dosificación de la emulsión bituminosa referida a la masa del total de los áridos, y la de los aditivos referida a la masa de la emulsión bituminosa.
- En su caso, el tipo y la dotación de las adiciones, referida a la masa total del árido combinado.

02.- La dosificación mínima del ligante hidrocarbonado se fijará teniendo en cuenta los materiales disponibles, la experiencia obtenida en casos análogos, los mínimos establecidos en el apartado 3, y verificando que la mezcla obtenida en la central de fabricación cumple los criterios establecidos en este pliego.

03.- La empresa Contratista deberá entregar a la Dirección de las Obras para su aceptación, las características de las mezclas respecto de las siguientes propiedades:

- Contenido de huecos y densidad aparente asociada a ese valor.
- Tiempo de rotura y la calidad de la envuelta de la emulsión bituminosa frente a los áridos.
- Adhesividad frente al agua.
- Pérdida de partículas.
- Escurrimiento de ligante.

04.- El tiempo de rotura y la envuelta de la emulsión bituminosa frente a los áridos combinados, se valorarán mediante los ensayos recogidos en la NLT-145. El tiempo de rotura no superará los 90 segundos y la envuelta deberá ser satisfactoria.

05.- La adhesividad frente al agua se valorará mediante los ensayos recogidos en la NLT-196. Con el árido de obra la proporción cubierta deberá ser superior al 90 %.

06.- Deberá comprobarse que, con la dosificación fijada, no se producen escurrimientos en la mezcla superior al uno por ciento, realizando el ensayo mediante la UNE-EN 12697-18 (método de la cesta), a temperatura ambiente. En caso contrario, deberá ajustarse la velocidad de rotura de la emulsión bituminosa, o bien la granulometría de los áridos combinados, en cuyo caso se repetirá el proceso de dosificación.

07.- Las probetas para los ensayos de huecos, densidad aparente y pérdida de partículas se compactarán mediante el sistema de impactos siguiendo la UNE-EN 12697-30, aplicando cincuenta golpes por cara. El procedimiento operativo para el curado de las probetas deberá seguir los siguientes pasos:

- Las probetas compactadas se dejarán deslizar hasta enrasarlas con una de las aberturas del molde y se apoyarán sobre una superficie rígida y perforada, por ejemplo, una rejilla metálica con perforaciones de 3 - 4 mm.
- Se introducirán las probetas y su soporte en una estufa de convección forzada para su curado. El período de curado será de 48 horas a 45 ± 2 °C.
- Al finalizar este período se observará si se ha producido escurrimiento de ligante sobre la superficie de apoyo. Si hubiese escurrimiento se deberá modificar el tipo de emulsión o la granulometría y repetir el proceso de dosificación. Si no se ha

producido escurrimiento, se sacarán de la estufa dejándolas enfriar un mínimo de 2 horas, hasta temperatura ambiente, para desmoldarlas posteriormente.

- Una vez desmoldadas cada una de las probetas se envolverán lateralmente con una tira sujetadora de plástico, tipo mosquitera de 2 mm de luz de malla, que se fijará a la probeta con dos gomas elásticas.
- A continuación, se volverán a colocar de nuevo las probetas sobre la bandeja, apoyadas sobre su base, y se introducirá el conjunto en la estufa con ventilación forzada para el curado de las mismas a 45 ± 2 °C durante 120 horas. El tiempo empleado en desmoldar las probetas, ponerles la malla sujetadora y meterlas en la estufa no deberá exceder de las 4 horas.

08.- Se determinará la densidad aparente por dimensiones, según la UNE-EN 12697-6 y el contenido de huecos, según la UNE-EN 12697-8. Para el cálculo del contenido de huecos se determinará previamente la densidad máxima, según la UNE-EN 12697-5, siguiendo el procedimiento volumétrico en agua (método A), sobre muestra disgregada, curada a 7 días a 45 °C. El contenido de huecos será superior al 18%.

09.- La pérdida de partículas, determinada a 25 °C según la UNE-EN 12697-17, pero a 200 vueltas, no deberá rebasar el 25%.

10.- Si la marcha de las obras lo aconsejase, la Dirección de las Obras podrá exigir la corrección de la fórmula de trabajo, con objeto de mejorar la calidad de la mezcla, justificándolo debidamente mediante un nuevo estudio y los ensayos oportunos. Se estudiará y aprobará una nueva fórmula siempre que varíe la procedencia de alguno de los componentes, o si durante la producción se rebasan las tolerancias granulométricas establecidas en este artículo.

5.2.- Preparación de la superficie existente

01.- Se comprobarán la regularidad superficial y el estado de la superficie sobre la que se fuera a extender la mezcla. El PPTP, o en su defecto la Dirección de las Obras, indicará las medidas encaminadas a restablecer una regularidad superficial aceptable y, en su caso, a reparar zonas dañadas.

02.- Si la superficie existente estuviese constituida por un material no tratado, se aplicará sobre ella un riego de imprimación (artículo 40.41 "Riegos de imprimación" del Pliego); en el caso de una superficie tratada con un ligante o conglomerante, se aplicará un riego de adherencia (artículo 40.42 "Riegos de adherencia" del Pliego). Los riegos se realizarán con arreglo a las prescripciones de los artículos correspondientes del Pliego y del PPTP.

03.- Se comprobará que haya transcurrido el plazo de rotura o de curado de estos riegos, no debiendo quedar restos de fluidificante ni de agua en la superficie; asimismo, si hubiera transcurrido mucho tiempo desde su aplicación, se comprobará que su capacidad de unión con la mezcla no hubiera disminuido en forma apreciable; en caso contrario, la Dirección de las Obras podrá ordenar una nueva aplicación.

5.3.- Aprovisionamiento

5.3.1.- Aprovisionamiento de la emulsión

01.- El volumen mínimo de almacenamiento de cada tipo de emulsión a emplear será el correspondiente a un día de producción.

02.- Se cumplirán las prescripciones del artículo 25.13 "Emulsiones bituminosas" del pliego y las del PPTP.

5.3.2.- *Aprovisionamiento de áridos.*

01.- El volumen mínimo de los acopios con los que se debe contar antes de iniciar la producción será fijado por el PPTP. En el caso de obras pequeñas, con un volumen total inferior a 500 m³, deberá estar acopiada la totalidad de los áridos antes de empezar la fabricación de la mezcla. En obras de mayor tamaño, el volumen a exigir en el PPTP será el 30% como mínimo.

02.- Cuando se detecten anomalías en el suministro de los áridos, se acopiarán por separado hasta confirmar su aceptabilidad. Esta misma medida se aplicará cuando se autorice el cambio de procedencia de un árido.

5.4.- **Fabricación de la mezcla**

01.- Si la central es de tipo continuo, se introducirán en el mezclador los áridos y, de forma sucesiva, la proporción de emulsión establecida.

02.- Si la instalación es de tipo discontinuo, después de haber introducido en el mezclador los áridos, se agregará la cantidad de emulsión precisa para cada amasada, y se continuará la operación de mezcla durante el tiempo especificado.

03.- Una vez realizadas las pruebas de producción y comprobada la correcta dosificación y homogeneización de la mezcla, se someterá el equipo de fabricación a la aprobación de la Dirección de las Obras.

04.- En el caso de utilizar instalaciones móviles, la Dirección de las Obras comprobará que el equipo reúne las condiciones necesarias para realizar una mezcla con la composición y homogeneidad requeridas.

5.5.- **Transporte de la mezcla**

01.- La mezcla se transportará hasta el lugar de empleo evitando la segregación.

02.- Cualesquiera que sean las condiciones climáticas, se protegerá la mezcla con un cobertor adecuado que cubra totalmente la caja del camión.

5.6.- **Extensión de la mezcla**

01.- A menos que la Dirección de las Obras permita otro procedimiento, la extensión comenzará por el borde inferior, y se realizará por franjas longitudinales. La anchura de estas franjas se fijará de manera que se consiga la mayor continuidad de la extensión teniendo en cuenta la anchura de la sección, el eventual mantenimiento de la circulación, las características del equipo de extensión y la producción de la central.

02.- La extendedora se regulará de forma que la superficie de la capa extendida resulte lisa y uniforme, sin segregaciones ni arrastres, y con un espesor tal que, después de la compactación, se obtengan las rasantes y secciones definidas en los Planos del Proyecto, con las tolerancias establecidas en el presente artículo.

03.- La operación de extensión se detendrá si se observa que se produce segregación o contaminación o falta de uniformidad en la textura superficial, y se procederá a efectuar las correcciones necesarias para impedirlo.

5.7.- Compactación de la mezcla

01.- La compactación se realizará según el plan aprobado por la Dirección de las Obras, de acuerdo con los resultados del tramo de prueba.

02.- La compactación se efectuará longitudinalmente, de manera continua y sistemática, comenzando por los bordes, progresando hacia el centro y solapándose en cada recorrido una anchura no inferior a un tercio de la anchura del compactador.

03.- Los rodillos deberán llevar su rueda motriz del lado más cercano a la extendedora. Los cambios de dirección y sentido se harán sobre la mezcla ya compactada con suavidad. Se cuidará de que los elementos de compactación estén limpios y, si fuera preciso, húmedos.

04.- Para evitar que las ruedas de los compactadores de neumáticos se adhieran a la mezcla bituminosa el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares, o en su defecto la Dirección de las Obras, podrán establecer la necesidad de ejecutar un tratamiento de protección de la superficie. Dicho tratamiento consistirá en la aplicación y apisonado de un árido de cobertura sobre la mezcla ya compactada.

05.- El árido de cobertura cumplirá las especificaciones dadas en el apartado 2 de este artículo e irá con la dotación aprobada por la Dirección de las Obras. En cualquier caso, la dosificación del árido será no inferior a 2 l/m², ni superior a 5 l/m², y en su aplicación se emplearán camiones provistos de dispositivos que aseguren una extensión uniforme y ajustada a la dotación prevista. Ocasionalmente, previa aprobación de la Dirección de las Obras podrá extenderse el árido de forma manual mediante palas y cepillos.

06.- Tras su extensión se procederá al apisonado con un compactador de neumáticos y, previamente a la apertura al tráfico, y, en cualquier caso, antes de proceder a la protección definitiva de la mezcla bituminosa abierta en frío, si la hubiera, se barrerá para eliminar el árido sobrante.

5.8.- Juntas

01.- Se dispondrán juntas de trabajo transversales entre los tramos ejecutados en jornadas distintas.

02.- Las juntas de trabajo transversales, se dispondrán de forma que su borde quede perfectamente vertical, recortando parte de la capa terminada. Se aplicará en la junta una capa uniforme y delgada de emulsión bituminosa, antes de reanudar la extensión de la mezcla bituminosa.

03.- Si se trabaja por fracciones de la anchura total, se dispondrán juntas longitudinales si transcurre más de una jornada entre la extensión de dos franjas contiguas.

04.- En el caso de construir por tongadas o capas superpuestas las juntas transversales de tongadas superpuestas estarán separadas al menos 5 m y los longitudinales al menos 15 cm.

6.- TRAMO DE PRUEBA

01.- Antes de iniciarse la puesta en obra de cada tipo de mezcla bituminosa abierta en frío el PPTP o la Dirección de las Obras podrán requerir la realización del correspondiente tramo de prueba, para comprobar la fórmula de trabajo y la forma de actuación de los equipos de extensión y de compactación.

02.- El tramo de prueba tendrá una longitud que será definida en el PPTP. La Dirección de las Obras determinará si es aceptable su realización como parte integrante de la obra en construcción.

03.- Durante la ejecución del tramo de prueba se analizarán los aspectos siguientes:

- El funcionamiento del equipo de fabricación de la mezcla.
- La composición y el método de actuación del equipo de extensión y de compactación.
- El comportamiento del material en la compactación.
- Se tomarán muestras de la mezcla bituminosa y se ensayarán para determinar su conformidad con las condiciones especificadas.

04.- A la vista de los resultados obtenidos, la Dirección de las Obras definirá:

- Si es aceptable o no la fórmula de trabajo. En el primer caso, se podrá iniciar la fabricación de la mezcla bituminosa. En el segundo, deberá proponer las actuaciones a seguir: estudio de una nueva fórmula, corrección parcial de la ensayada, correcciones en el equipo de fabricación o en los sistemas de extensión, etc.
- Si son aceptables o no los equipos propuestos por la empresa Contratista. En el primer caso, definirá su forma específica de actuación. En el segundo caso, la empresa Contratista deberá proponer nuevos equipos, o incorporar equipos suplementarios o sustitutorios.

05.- No se podrá proceder a la producción sin que la Dirección de las Obras haya autorizado el inicio en las condiciones aceptadas después del tramo de prueba.

7.- ESPECIFICACIONES DE LA UNIDAD TERMINADA

7.1.- Espesor y anchura

01.- La superficie acabada no deberá diferir de la teórica en más de 10 mm en capas de rodadura, ni de 15 mm en la capa intermedia.

02.- El espesor de la capa no deberá ser inferior al previsto para ella en los Planos de secciones tipo del Proyecto.

03.- En todos los semiperfiles se comprobará la anchura extendida, que en ningún caso deberá ser inferior a la teórica deducida de los Planos de secciones tipo del Proyecto.

7.2.- Regularidad superficial

01.- El PPTP o la Dirección de las Obras podrán establecer en la capa terminada el cumplimiento de unos requisitos para el índice de regularidad superficial (IRI), según la NLT-330. En este caso, el IRI de la capa terminada deberá cumplir lo fijado en el cuadro 40.61.6.

CUADRO 40.61.6 – ÍNDICE DE REGULARIDAD INTERNACIONAL (IRI) (dm/hm)

| PROPORCIÓN DE HECTÓMETROS (%) | IRI EN CAPAS DE RODADURA E INMEDIATAMENTE INFERIORES |
|-------------------------------|--|
| 50 | < 2,0 |
| 80 | < 2,5 |
| 100 | < 3,0 |

7.3.- Macrotextura superficial y resistencia al deslizamiento

01.- La superficie de la capa deberá presentar una textura homogénea, uniforme y exenta de segregaciones.

02.- Únicamente a efectos de recepción de capas de rodadura, el PPTP o la Dirección de las Obras podrán establecer unos requisitos para la macrotextura superficial, obtenida mediante el método volumétrico según la UNE-EN 13036-1 y para la resistencia al deslizamiento, según el ensayo del péndulo (UNE-EN 13036-4). En ese caso se deberá cumplir lo indicado en el cuadro 40.61.7.

CUADRO 40.61.7 – MACROTEXTURA SUPERFICIAL (UNE-EN 13036-1) Y RESISTENCIA AL DESLIZAMIENTO (UNE-EN 13036-4) DE LAS MEZCLAS PARA CAPAS DE RODADURA.

| MACROTEXTURA SUPERFICIAL (*) Valor mínimo (mm) | | RESISTENCIA AL DESLIZAMIENTO (**) CRT mínimo (%) |
|--|-------------------------------|--|
| Sin tratamiento de protección | Con tratamiento de protección | 60 |
| AF11:1,5 AF8: 1,0 | 1,0 | |

(*) Medida antes de la puesta en servicio

(**) Medida una vez transcurridos 2 meses desde la puesta en servicio de la capa.

8.- LIMITACIONES DE LA EJECUCIÓN

01.- Salvo autorización expresa de la Dirección de las Obras, no se permitirá la puesta en obra de mezclas bituminosas abiertas en frío si la temperatura ambiente a la sombra es inferior a 8 °C. Con viento intenso, después de una helada, o si se producen precipitaciones atmosféricas, la Dirección de las Obras podrá aumentar dicho límite.

02.- No se podrá abrir a la circulación la capa ejecutada mientras no esté terminada su compactación y, en su caso, el tratamiento de protección. Durante las primeras horas se procurará que el tráfico circule a baja velocidad y sin realizar maniobras bruscas sobre la mezcla. Si se hubiera extendido un exceso de recebo y quedará árido suelto sobre la superficie se procederá a la realización de un barrido general de la capa.

9.- CONTROL DE CALIDAD

9.1.- Control de procedencia de los materiales

01.- En el caso de productos que deban tener el marcado CE, según el Reglamento 305/2011, para el control de procedencia de los materiales, se llevará a cabo la verificación de que los valores declarados en los documentos que acompañan al marcado CE cumplen las especificaciones establecidas en este Pliego. Independientemente de la aceptación de la veracidad de las propiedades referidas en el marcado CE, si se detectara alguna anomalía durante el transporte, almacenamiento o manipulación de los productos, la Dirección de las Obras, en el uso de sus atribuciones, podrá disponer en cualquier momento la realización de comprobaciones y ensayos sobre los materiales suministrados a la obra, al objeto de asegurar las propiedades y la calidad establecidas en el presente artículo.

02.- En el caso de productos que no tengan la obligación de disponer de marcado CE por no estar incluidos en normas armonizadas, o corresponder con alguna de las excepciones establecidas en el artículo 5 del Reglamento 305/2011, se deberá llevar a cabo obligatoriamente los ensayos de identificación y caracterización para el control de procedencia que se indican en los epígrafes siguientes.

9.1.1.- Control de procedencia de la emulsión bituminosa.

01.- Cada cisterna de emulsión bituminosa que llegue a obra irá acompañada de un albarán y, en el caso de las emulsiones catiónicas, de la información relativa al etiquetado y marcado CE de la UNE-EN 13808. El albarán contendrá específicamente los siguientes datos:

- Nombre y dirección de la empresa suministradora.
- Fecha de fabricación y de suministro.
- Identificación del vehículo que lo transporta.
- Cantidad que se suministra.
- Denominación comercial, si la hubiese, y tipo de emulsión bituminosa suministrada, de acuerdo con la denominación especificada en este artículo.
- Nombre y dirección del comprador y del destino.
- Referencia del pedido.

02.- El etiquetado y marcado CE de las emulsiones catiónicas deberá incluir la información definida en el anejo ZA.3 de la UNE-EN 13808.

03.- En el caso de las emulsiones aniónicas, el suministrador, además del albarán, deberá acompañar un certificado de análisis conforme a las características de la UNE 51603, que incluya como mínimo los siguientes datos:

- Contenido de ligante (UNE-EN 1428).
- Contenido de fluidificante (UNE-EN 1431).
- Viscosidad (tiempo de fluencia, UNE-EN12846-1).
- Características del ligante residual por destilación (UNE-EN 1431):
 - Penetración a 25 °C (UNE-EN 1426).
 - En el caso de las emulsiones modificadas, energía de cohesión por fuerza ductilidad (UNE-EN 13589 y UNE-EN 13703).

9.1.2.- Control de procedencia de los áridos

01.- Los áridos deberán disponer del marcado CE con un sistema de evaluación de la conformidad 2+, salvo en el caso de los áridos fabricados en el propio lugar de construcción para su incorporación en la correspondiente obra (artículo 5.b del Reglamento 305/2011).

02.- Cuando los áridos dispongan de marcado CE, el control de procedencia se podrá llevar a cabo mediante la verificación de que los valores declarados en los documentos que acompañan al marcado CE permiten deducir el cumplimiento de las especificaciones

establecidas en este Pliego, sin perjuicio de las facultades que corresponden a la Dirección de las Obras.

03.- En el caso de los áridos fabricados por la propia empresa Contratista para su incorporación en la correspondiente obra y sin marcado CE, de cada procedencia y para cualquier volumen de producción previsto, se tomarán cuatro muestras (UNE-EN 932-1) y para cada una de ellas se determinará:

- La granulometría de cada fracción (UNE-EN 933-1).
- El coeficiente Los Ángeles (LA) del árido grueso (UNE-EN 1097-2).
- Índice de lascas (FI) del árido grueso (UNE-EN 933-3).
- Proporción de caras de fractura del árido grueso (UNE-EN 933-5).
- La resistencia al desgaste Micro-Deval, para capas de rodadura, según UNE-EN 1097-1
- La densidad relativa de las partículas y la absorción (UNE-EN 1097-6).
- El contenido de finos (UNE-EN 933-1).
- El coeficiente de pulido acelerado para capas de rodadura (UNE-EN 1097-8).

04.- La Dirección de las Obras comprobará, además:

- La retirada de la eventual montera en la extracción de los áridos
- La exclusión de vetas no utilizables
- La adecuación de los sistemas de trituración y de clasificación

05.- Estos ensayos se repetirán durante el suministro siempre que se produzca un cambio de procedencia, no pudiéndose utilizar el material hasta contar con los resultados de ensayo y la aprobación de la Dirección de las Obras.

9.2.- Control de calidad de los materiales

9.2.1.- Control de calidad de la emulsión bituminosa.

01.- La emulsión bituminosa deberá cumplir las especificaciones del apartado 2 de este artículo y las establecidas en el artículo 25.13 de este Pliego, según el tipo de emulsión a emplear.

9.2.2.- Control de calidad de los áridos.

01.- Se examinará la descarga en el acopio o la alimentación de las tolvas, desechando los áridos que, a simple vista, presenten restos de tierra vegetal, materia orgánica o tamaños superiores al máximo. Se acopiarán aparte los que presenten alguna anomalía de aspecto, tal como distinta coloración, segregación, lascas, plasticidad, etc.

02.- Se vigilará la altura de los acopios y el estado de sus elementos separadores, así como los accesos.

03.- Para los áridos que tengan marcado CE, la comprobación de las siguientes propiedades podrá llevarse a cabo mediante la verificación de los valores declarados en los documentos que acompañan al marcado CE. No obstante, el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares o la Dirección de las Obras, podrá disponer la realización de las comprobaciones o ensayos adicionales que considere oportunos.

04.- En los materiales que no tengan marcado CE se deberán hacer obligatoriamente los siguientes ensayos por cada fracción de árido que se produzca o reciba:

- Al menos dos veces al día:
 - Análisis granulométrico de cada fracción, según la UNE-EN 933-1
- Al menos una vez a la semana, o cuando se cambie de procedencia:
 - Índice de lajas, según la UNE-EN 933-3
 - Proporción de caras de fractura de las partículas del árido grueso, según la UNE-EN 933-5
 - Contenido en finos del árido grueso, según la UNE-EN 933-1
- Al menos una vez al mes, o cuando se cambie de procedencia:
 - Coeficiente Los Ángeles, según la UNE-EN 1097-2.
 - La resistencia al desgaste Micro-Deval, para capas de rodadura, según UNE-EN 1097-1.
 - Densidad relativa y absorción, según la UNE-EN 1097-6.
 - Coeficiente de pulimento acelerado, para capas de rodadura, según la UNE-EN 1097-8.

9.3.- Control de ejecución

9.3.1.- Fabricación

01.- Se tomará diariamente, según la UNE-EN 932-1:1997, un mínimo de 2 muestras, una por la mañana y otra por la tarde, de la mezcla de áridos, y con ellas se efectuarán los siguientes ensayos:

- Análisis granulométrico del árido combinado, según la UNE-EN 933-1:1998.

02.- En centrales de mezcla continua se calibrará al menos una vez a la semana el flujo de la cinta suministradora de áridos, deteniéndola cargada de áridos, y recogiendo y pesando el material existente en una longitud elegida.

03.- Al menos semanalmente se verificará la exactitud de las básculas de dosificación.

04.- Se tomarán muestras en la descarga del mezclador, y con ellas se efectuarán los siguientes ensayos:

- Control del aspecto de la mezcla en cada elemento de transporte.
- Al menos 2 veces al día (mañana y tarde), y al menos 1 vez por lote, contenido de ligante residual, según la UNE-EN 12697-1, y granulometría de los áridos extraídos, según la UNE-EN 12697-2.

05.- Si se emplean plantas móviles, las muestras para los anteriores ensayos se tomarán a la salida del elemento de extensión.

06.- Las tolerancias admisibles respecto a la fórmula de trabajo, en proporción sobre la masa del árido seco, serán las del cuadro 40.61.8.

CUADRO 40.61.8 – TOLERANCIAS EN LA FÓRMULA DE TRABAJO SEGÚN LA CATEGORÍA DEL TRÁFICO PESADO (% en masa).

| CARACTERÍSTICA | | Tráfico medio y pesado | Tráfico ligero |
|------------------|----------|------------------------|----------------|
| Tamices | > 2 mm | ± 4 | ± 6 |
| | 2 mm | ± 2 | ± 2 |
| | 0,063 mm | ± 1 | ± 1 |
| Ligante residual | | ± 0,3 | ± 0,4 |

9.3.2.- Puesta en obra.

9.3.2.1. Extensión

01.- Se medirá la temperatura ambiente para tener en cuenta las limitaciones que se fijan en el apartado 8 de este artículo. Antes de verter la mezcla desde el elemento de transporte, se comprobará su aspecto. Se verificará frecuentemente el espesor extendido, mediante un punzón graduado.

9.3.2.2. Compactación

01.- Se comprobará la composición y forma de actuación del equipo de compactación, verificando:

- Que el número y tipo de compactadores son los aprobados.
- El funcionamiento de los dispositivos de humectación, limpieza y protección.
- El lastre, masa total y, en su caso, presión de inflado de los compactadores.
- La frecuencia y la amplitud en los compactadores vibratorios.
- El número de pasadas de cada compactador.

9.4.- Control de recepción de la unidad terminada.

01.- Se considerará como lote, que se aceptará o rechazará en bloque, el menor que resulte de aplicar los 3 criterios siguientes a 1 sola capa de mezcla bituminosa:

- 500 metros.
- 3.500 metros cuadrados.
- La fracción construida diariamente.

02.- En obra nueva se controlará la regularidad superficial del lote a partir de las 24 h de su ejecución, y siempre antes de la extensión de la siguiente capa, mediante la determinación del índice de regularidad internacional (IRI), según la NLT-330, que deberá cumplir lo especificado en el apartado 7.2. La comprobación de la regularidad superficial de toda la longitud de la obra, en capas de rodadura, tendrá lugar antes de la recepción definitiva las obras.

03.- En capas de rodadura se realizarán además los ensayos siguientes:

- Medida de la macrotextura superficial, según NLT-335, antes de la puesta en servicio de la capa, en 5 puntos del lote aleatoriamente elegidos de forma que haya al menos uno por hectómetro.

- Determinación de la resistencia al deslizamiento, según la NLT-336, una vez transcurridos 2 meses de la puesta en servicio de la capa.

10.- CRITERIOS DE ACEPTACIÓN O RECHAZO.

10.1.- Espesor.

01.- El espesor medio obtenido no deberá ser inferior al especificado en el apartado 7.1. Asimismo, no más de 3 individuos de la muestra ensayada podrán presentar resultados individuales que bajen del especificado en más de un 10%.

02.- Si el espesor medio obtenido en una capa fuera inferior al especificado en el apartado 7.1, se procederá de la siguiente manera:

- Si el espesor medio obtenido fuera inferior al 90% del especificado en el apartado 7.1, se rechazará la capa debiendo la empresa Contratista levantar la capa mediante fresado y reponerla por su cuenta.
- Si el espesor medio obtenido en una de rodadura fuera superior al 90% de lo especificado en el apartado 7.1, y no existieran problemas de encharcamiento, se aceptará la capa con una penalización económica del 10%.
- Si el espesor medio obtenido en una capa que no es de rodadura fuera superior al 90% de lo especificado en el apartado 7.1, y no existieran problemas de encharcamiento, la Dirección de Obras podrá obligar a la empresa contratista a compensar a su costa, la merma en la capa inmediatamente superior. En caso contrario se actuará según el punto anterior.

10.2.- Regularidad superficial

01.- Si los resultados de la regularidad superficial de la capa acabada exceden de los límites establecidos en el apartado 7.2, se procederá de la siguiente manera:

- Si los resultados de la regularidad de la capa acabada exceden de los límites establecidos en el apartado 7.2. en más de un 10 % de la longitud del tramo controlado o de la longitud total de la obra para capas de rodadura, se extenderá por cuenta de la empresa Contratista una nueva capa de mezcla bituminosa con el espesor que determine la Dirección de las Obras.
- Si los resultados de la regularidad de la capa acabada exceden de los límites establecidos en el apartado 7.2 en menos del 10 % de la longitud del tramo controlado o de la longitud total de la obra para capas de rodadura, se corregirán los defectos de regularidad superficial por cuenta de la empresa Contratista.

10.3.- Macrotextura superficial y resistencia al deslizamiento

01. En capas de rodadura, el resultado medio del ensayo de la medida de la macrotextura superficial no deberá resultar inferior al valor previsto en el cuadro 40.61.7. No más de 1 individuo de la muestra ensayada podrá presentar un resultado individual inferior a dicho valor en más del 25%.

02.- Si el resultado medio del ensayo de la medida de la macrotextura superficial resulta inferior al valor previsto en el cuadro 40.61.7, se procederá de la siguiente manera:

- Si el resultado medio del ensayo de la medida de la macrotextura superficial resulta inferior al 90% del valor previsto en el cuadro 40.61.7, se demolerá el lote, se retirará a vertedero y se repondrá la capa por cuenta de la empresa Contratista.
- Si el resultado medio del ensayo de la medida de la macrotextura superficial resulta superior al 90% del valor previsto en el cuadro 40.61.7, se aplicará una penalización económica del 10%.

03.- En capas de rodadura, el resultado medio del ensayo de determinación de la resistencia al deslizamiento no deberá ser inferior al valor previsto en el cuadro 40.61.7. No más de 1 individuo de la muestra ensayada podrá presentar un resultado individual inferior a dicho valor en más de 0,05.

04.- Si el resultado medio del ensayo de determinación de la resistencia al deslizamiento resulta inferior al valor previsto en el cuadro 40.61.7, se procederá de la siguiente manera:

- Si el resultado medio del ensayo de determinación de la resistencia al deslizamiento resulta inferior al 90% del valor previsto en el cuadro 40.61.7, se demolerá el lote, se retirará a vertedero y se repondrá la capa por cuenta de la empresa Contratista.
- Si el resultado medio del ensayo de determinación de la resistencia al deslizamiento resulta superior al 90% del valor previsto en el cuadro 40.61.7, se aplicará una penalización económica del 10%.

11.- MEDICIÓN Y ABONO

01.- Únicamente si la capa de asiento no fuera construida bajo el mismo Contrato, se podrá abonar la comprobación y, en su caso, reparación de la superficie existente, por metros cuadrados ejecutados.

02.- La preparación de la superficie existente no es objeto ni está incluida en esta unidad de obra. El riego de adherencia se abonará según lo prescrito en el artículo 40.52 "Riegos de adherencia" del pliego.

03.- La fabricación y puesta en obra de las mezclas bituminosas en frío se abonará por toneladas puestas en obra, determinadas mediante el producto de la superficie ejecutada multiplicada por los espesores y densidades deducidos de los ensayos de control de cada lote. Este abono incluye los áridos, incluido el procedente de fresado de mezclas bituminosas, la emulsión bituminosa y todas las operaciones de acopio, preparación, fabricación, puesta en obra y terminación.

04.- No serán de abono las creces laterales, ni las consecuencias de la aplicación de la compensación de la merma de espesores de capas subyacentes, que excedan las tolerancias establecidas para esas capas.

05.- Salvo en capas de regularización de firmes no construidos bajo el mismo Contrato, no serán de abono los excesos de espesor que superen lo previsto en las secciones tipo de los Planos del Proyecto.

06.- Los activantes u otros aditivos, si los hubiere, sólo se abonarán separadamente si lo establece explícitamente el PPTP y su precio unitario figura en el Cuadro de Precios del Proyecto. Su abono se hará por toneladas, obtenidas aplicando a la medición de emulsión la dosificación aprobada.

07.- Las adiciones, si las hubiere, se abonarán por toneladas, obtenidas aplicando a la medición de árido la dosificación aprobada.

08.- La protección de la superficie, en su caso, se abonará por metros cuadrados ejecutados medidos sobre el terreno.

ARTÍCULO 40.62.- MEZCLAS BITUMINOSAS TEMPLADAS TIPO HORMIGÓN BITUMINOSO

1.- DEFINICIÓN

01.- Se define como mezcla bituminosa templada tipo hormigón bituminoso la combinación homogénea de áridos (incluido el polvo mineral) de granulometría continua, ligante bituminoso (emulsión o betún) y eventualmente aditivos, que es fabricada a una temperatura igual o inferior a 100 °C.

02.- Las granulometrías correspondientes a este tipo de mezclas son equivalentes a las del tipo Hormigón Bituminoso AC.

03.- Su proceso de fabricación implica calentar previamente los componentes para su fabricación, limitando la temperatura máxima a la salida del mezclador entre 95 °C y 110 °C. La temperatura de extensión y posterior compactación estará comprendida entre 75 y 90 °C.

04.- En el caso de las mezclas templadas con betún, es necesario emplear una tecnología que permita que el betún envuelva los áridos a una temperatura inferior a 100°C. Estas tecnologías suelen consistir en técnicas de espumación directa o indirecta del betún.

05.- La ejecución de mezclas templadas incluye las siguientes operaciones:

- Estudio de la mezcla y obtención de la fórmula de trabajo.
- Fabricación de la mezcla de acuerdo con la fórmula de trabajo.
- Transporte de la mezcla al lugar de empleo.
- Preparación de la superficie que va a recibir la mezcla.
- Extensión y compactación de la mezcla.

2.- REFERENCIA NORMATIVA

01.- Artículo sobre “Mezclas Bituminosas Templadas Cerradas” de las “Recomendaciones para la redacción de pliegos de prescripciones técnicas particulares de firmes y pavimentos bituminosos de carreteras de baja intensidad de tráfico” de la Asociación Técnica de Carreteras.

3.- MATERIALES

3.1.- Consideraciones generales

01.- Lo dispuesto en este artículo se entenderá sin perjuicio de lo establecido en el Reglamento 305/2011 de 9 de marzo de 2011, del Parlamento Europeo y del Consejo, por el que se establecen las condiciones armonizadas para la comercialización de productos de construcción. Para los productos con marcado CE, el fabricante asumirá la responsabilidad sobre la conformidad de los mismos con las prestaciones declaradas, de acuerdo con el artículo 11 del mencionado Reglamento. Los productos que tengan el marcado CE deberán ir

acompañados, además de dicho marcado, de la Declaración de Prestaciones, y de las instrucciones e información de seguridad del producto. Por su parte, la empresa Contratista deberá verificar que los valores declarados en los documentos que acompañan al marcado CE permitan deducir el cumplimiento de las especificaciones contempladas en el Proyecto o, en su defecto, en este Pliego, debiendo adoptar, en el caso de que existan indicios de incumplimiento de las especificaciones declaradas, todas aquellas medidas que considere oportunas para garantizar la idoneidad del producto suministrado a la obra.

02.- Independientemente de lo anterior, se estará además en todo caso, a lo dispuesto en la legislación vigente en materia ambiental, de seguridad y salud, de producción, almacenamiento, gestión y transporte de productos de la construcción, de residuos de construcción y demolición, y de suelos contaminados.

3.2.- Ligante hidrocarbonado

3.2.1.- Emulsión

01.- El PPTP fijará el tipo de emulsión bituminosa catiónica a emplear que, salvo justificación en contrario, serán las del tipo C65B3 MBC o C65B4 MBC. Se empleará la emulsión bituminosa tipo C65B3 MBC, de rotura más rápida, cuando los áridos estén especialmente húmedos, con áridos con menos finos y con temperaturas de fabricación más bajas. Se empleará la emulsión bituminosa del tipo C65B4 MBC en los demás casos. El Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares fijará el tipo Cuando concurren especiales condiciones de tráfico pesado, clima o trazado, dichas emulsiones podrán ser sustituidas por sus análogas modificadas, previa autorización de la Dirección de las Obras. La Dirección de las Obras podrá autorizar el empleo de otro tipo de emulsión, siempre que se considere más adecuada en función del tipo de mezcla y de la aplicación.

02.- En cualquier caso, dichas emulsiones cumplirán lo indicado en el artículo 25.13 de este Pliego. En relación con elección de las clases prestacionales del ligante residual de las emulsiones empleadas, se estará a lo indicado en el Cuadro 40.62.1 de este artículo.

CUADRO 40.62.1- CLASES PRESTACIONALES DEL LIGANTE RESIDUAL, OBTENIDO POR DESTILACIÓN
(NORMA UNE-EN 1431) (Artículo 25.13)

| | |
|--|------------------------|
| Penetración a 25 °C, UNE-EN 1426 | Clase 3 (≤ 100) |
| Punto de Reblandecimiento, UNE-EN 1427 | Clase 6 (≥ 43) |

3.2.2.- Betún

01.- El Pliego de Prescripciones Técnicas particulares fijará el tipo de betún a emplear, el cual estará en función del tráfico, según se recoge en el Cuadro 40.62.2.

02.- Los betunes se ajustarán al artículo 25.11 de este Pliego.

CUADRO 40.62.2- TIPO DE LIGANTE A EMPLEAR
(Artículo 25.11)

| CAPA | | CATEGORÍA DE TRÁFICO | |
|-----------------------|---|----------------------|--------|
| | | Medio | Ligero |
| RODADURA SIGUENTES | Y | 50/70 | 50/70 |

03.- En el caso de utilizar betunes con adiciones no incluidos en los artículos 25.11 “Betunes asfálticos”, de este Pliego o aditivos especiales para mezclas bituminosas templadas, el PPTP, o en su defecto la Dirección de las Obras, establecerá el tipo de adición y las especificaciones que deberá cumplir, tanto el ligante como las mezclas bituminosas resultantes. La dosificación y el método de dispersión de la adición deberán ser aprobados por la Dirección de las Obras.

3.2.- Áridos

3.2.1.- Características generales

01.- Los áridos a emplear en las mezclas bituminosas tipo hormigón bituminoso podrán ser naturales, artificiales o reciclados siempre que cumplan las especificaciones recogidas en este artículo.

02.- Para cualquier categoría de tráfico podrán emplearse como áridos para capas intermedia y de base y para categorías de tráfico medio o ligero para todo tipo de capas, el material procedente del reciclado de mezclas bituminosas en proporciones inferiores al 15% de la masa total de mezcla. La utilización del material reciclado de mezclas bituminosas deberá estar a lo dispuesto en el Real Decreto 105/2008 de gestión de RCD y la Ley 7/2022, de 8 de abril, de residuos y suelos contaminados para una economía circular.

03.- El PPTP, o en su defecto la Dirección de las Obras, podrá exigir propiedades o especificaciones adicionales cuando se vayan a emplear áridos cuya naturaleza o procedencia así lo requiriese.

04.- Los áridos se producirán o suministrarán en fracciones granulométricas diferenciadas, que se acopiarán y manejarán por separado hasta su introducción en tolvas en frío.

05.- Los áridos no serán susceptibles a ningún tipo de meteorización o alteración físico-química apreciable bajo las condiciones más desfavorables que, presumiblemente, puedan darse en la zona de empleo. Tampoco podrán dar origen, con el agua, a disoluciones que puedan causar daños a estructuras u otras capas del firme, o contaminar corrientes de agua.

06.- El PPTP, o en su defecto la Dirección de las Obras, deberá fijar los ensayos para determinar la inalterabilidad del material. Si se considera conveniente caracterizar los componentes solubles de los áridos de cualquier tipo, naturales, artificiales o procedentes del fresado de mezclas bituminosas, que puedan ser lixiviados y significar un riesgo potencial para el medioambiente o para los elementos de construcción situados en sus proximidades, se empleará la UNE-EN 1744-3.

07.- El árido procedente del fresado de mezclas bituminosas se obtendrá de la disgregación por fresado o trituración de capas de mezcla bituminosas. Se determinará la granulometría del árido recuperado, según la UNE-EN 12697-2, que se empleará en el estudio de la fórmula de trabajo. El tamaño máximo de las partículas vendrá fijado por el PPTP, estará de acuerdo con el tamaño máximo del tipo de mezcla que se dosifique y, en cualquier caso, pasará la totalidad por el tamiz 40 mm de la UNE-EN 933-2.

3.2.2.- Árido grueso

01.- Se define como árido grueso a la parte del árido total retenida en el tamiz 2 mm de la UNE-EN 933-2.

02.- El árido grueso para capas de rodadura será por lo general de una única procedencia y naturaleza. En caso de que se empleen áridos de distinta procedencia, cada una de ellas deberá cumplir las prescripciones establecidas en este apartado.

03.- Si en el árido grueso se apreciaran partículas meteorizadas o con distinto grado de alteración, su proporción en masa no será nunca superior al 5%. El PPTP o la Dirección de las Obras podrán establecer un valor inferior al indicado.

04.- Se ha definido un árido de elevadas prestaciones para capas de rodadura, que se incluye para la categoría de tráfico especial. Para cualquier categoría de tráfico pesado el PPTP podrá considerar la categoría de tráfico especial en función de la velocidad de circulación (vías rápidas) u otras características de la vía que así lo aconsejen. En túneles o pasos inferiores se considerará siempre tráfico especial.

05.- Ningún tamaño del árido grueso a emplear en los áridos para la categoría de tráfico Especial podrá fabricarse por trituración de gravas procedentes de yacimientos granulares ni de canteras de naturaleza caliza.

06.- Para capas de rodadura de categoría de tráfico medio, en el caso de que se emplee árido grueso procedente de la trituración de grava natural, el tamaño de las partículas, antes de su trituración, deberá ser superior a 6 veces el tamaño máximo del árido final.

07.- El árido grueso deberá cumplir lo fijado en el cuadro 40.62.3 Y 40.62.4 para partículas total y parcialmente trituradas, índice de lajas, coeficiente de Los Ángeles, coeficiente de pulimento acelerado, contenido de finos y valor de sulfato de magnesio.

08.- El árido grueso deberá estar exento de terrones de arcilla, materia vegetal, marga u otras materias extrañas que puedan afectar a la durabilidad de la capa.

09.- En caso de que no se cumplan las prescripciones establecidas respecto al contenido de finos del árido grueso, la Dirección de las Obras podrá exigir su limpieza por lavado, aspiración u otros métodos previamente aprobados, y una nueva comprobación.

CUADRO 40.62.3 – ÁRIDOS PARA MEZCLAS BITUMINOSAS TEMPLADAS PARA CAPA DE RODADURA

| CARACTERÍSTICA | NORMA ENSAYO UNE-EN | TRÁFICO ESPECIAL | CATEGORÍA DE TRÁFICO PESADO | |
|--|---------------------|-------------------------|-----------------------------|--------------------|
| | | | Medio | Ligero |
| REQUISITOS GEOMÉTRICOS | | | | |
| Equivalente de arena ¹ (sobre el 0/4 mm) | 933-8 | SE ₅₅ | | |
| Calidad de los finos (sobre el 0/0,125 mm) ² | 933-9 | MB _F <7 g/kg | | |
| Contenido de finos (sobre el árido grueso) | 933-1 | f _{0,5} | | |
| Forma | 933-3 | Fl ₂₀ | Fl ₂₅ | Fl ₃₅ |
| REQUISITOS FÍSICOS | | | | |
| Proporción de partículas parcial y totalmente trituradas | 933-5 | C _{100/0} | C _{90/1} | C _{50/10} |
| Proporción de árido fino no triturado a emplear en la mezcla (% en masa del total, incluyendo filler) ³ | - | 0 | | ≤10 |
| Resistencia a la fragmentación ⁴ | 1097-2 | LA ₁₅ | LA ₂₅ | LA ₃₀ |
| Coefficiente pulimento acelerado | 1097-8 | PSV ₅₆ | PSV ₅₀ | PSV ₄₄ |
| DURABILIDAD | | | | |
| Valor de sulfato de magnesio | 1367-2 | MS ₁₈ | | |

¹Sobre el árido combinado, incluido el polvo mineral.

² Se aplicará esta prescripción cuando no se cumpla la correspondiente del equivalente de arena, pero si la de la categoría inferior (SE45).

³ La proporción de árido fino no triturado no podrá superar la del árido fino triturado.

⁴ La resistencia a la fragmentación de cualquier selección de partículas (siempre que supongan un porcentaje superior al 5% en peso de la fracción total) debe cumplir la categoría especificada.

CUADRO 40.62.4 – ÁRIDOS PARA MEZCLAS BITUMINOSAS TIPO AC PARA CAPAS INTERMEDIA (I) Y BASE (B)

| CARACTERÍSTICA | NORMA ENSAYO UNE-EN | CATEGORÍA DE TRÁFICO PESADO | |
|--|---------------------|---|--------------------|
| | | Medio | Ligero |
| REQUISITOS GEOMÉTRICOS | | | |
| Equivalente de arena ¹ (sobre el 0/4 mm) | 933-8 | SE ₅₅ | |
| Calidad de los finos (sobre el 0/0,125 mm) ² | 933-9 | MB _F <7 g/kg | |
| Contenido de finos (sobre el árido grueso) | 933-1 | f ₁ | |
| Forma | 933-3 | Fl ₂₅ | Fl ₃₅ |
| REQUISITOS FÍSICOS | | | |
| Proporción de partículas parcial y totalmente trituradas | 933-5 | I: C _{100/0} B: C _{90/1} | C _{50/10} |
| Proporción de árido fino no triturado a emplear en la mezcla (% en masa del total, incluyendo filler) ³ | - | ≤10 | |
| Resistencia a la fragmentación ⁴ | 1097-2 | LA ₂₅ | LA ₃₀ |
| DURABILIDAD | | | |
| Valor de sulfato de magnesio | 1367-2 | MS ₁₈ | |

NOTAS

- ¹ Sobre el árido combinado, incluido el polvo mineral.
- ² Se aplicará esta prescripción cuando no se cumpla la correspondiente del equivalente de arena, pero sí la de la categoría inferior (SE₄₅).
- ³ La proporción de árido fino no triturado no podrá superar la del árido fino triturado.
- ⁴ La resistencia a la fragmentación de cualquier selección de partículas (siempre que supongan un porcentaje superior al 5% en peso de la fracción total) debe cumplir la categoría especificada.

3.2.3.- Árido fino

01.- Se define como árido fino a la parte del árido total cernida por el tamiz 2 mm y retenida por el tamiz 0,063 mm de la UNE-EN 933-2.

02.- El árido fino deberá proceder de la trituración de piedra de cantera o grava natural en su totalidad, o en parte de yacimientos naturales.

03.- El árido fino deberá estar exento de terrones de arcilla, materia vegetal, marga y otras materias extrañas que puedan afectar a la durabilidad de la capa.

04.- El material que se triture para obtener árido fino deberá cumplir las condiciones exigidas al árido grueso en el apartado 3.2.2 sobre el coeficiente de Los Ángeles.

05.- Se podrá emplear árido fino de otra naturaleza que mejore alguna característica, en especial la adhesividad, pero en cualquier caso procederá de árido grueso con coeficiente de

Los Ángeles de la categoría LA25 para capas de rodadura o intermedias y de la LA30 para capas de base.

3.2.4.- Polvo mineral

01.- Se define como polvo mineral a la parte del árido total cernida por el tamiz 0,063 mm de la UNE-EN 933-2.

02.-El polvo mineral podrá proceder de los áridos, separándose de ellos por medio de los ciclones de la central de fabricación, o aportarse a la mezcla por separado de aquellos como un producto comercial o especialmente preparado.

03.- La proporción del polvo mineral de aportación a emplear en la mezcla deberá cumplir lo fijado en el cuadro 40.62.5.

CUADRO 40.62.5.- PROPORCIÓN DE POLVO MINERAL DE APORTACIÓN (% en masa del resto de polvo mineral, excluido el inevitablemente adherido a los áridos)

| CAPA | CATEGORÍA DE TRÁFICO | |
|------------|----------------------|--------|
| | Medio | Ligero |
| RODADURA | 100 | ≥ 50 |
| INTERMEDIA | ≥ 50 | |
| BASE | ≥ 50 | - |

04.- El polvo mineral que quede inevitablemente adherido a los áridos tras su paso por el secador en ningún caso podrá rebasar el 2% de la masa de la mezcla. Sólo si se asegurase que el polvo mineral procedente de los áridos cumple las condiciones exigidas al de aportación, podrá la Dirección de las Obras modificar la proporción mínima de éste.

05.- La granulometría del polvo mineral se determinará según la UNE-EN 933-10. El 100% de los resultados de análisis granulométricos debe quedar dentro del huso granulométrico general definido en el cuadro 40.62.6.

06.- Adicionalmente, el 90% de los resultados de análisis granulométricos basados en los últimos 20 valores obtenidos, debe quedar incluido dentro de un huso granulométrico más estrecho, cuyo ancho máximo en los tamices correspondientes a 0,125 y 0,063 mm no supere el 10%.

CUADRO 40.62.6.- ESPECIFICACIONES PARA LA GRANULOMETRÍA DEL POLVO MINERAL

| ABERTURA DEL TAMIZ (mm) | Huso granulométrico general para resultados individuales Cernido acumulado (% en masa) | Ancho máximo del huso restringido (% en masa) |
|-------------------------|--|---|
| 2 | 100 | - |
| 0,125 | 85 a 100 | 10 |
| 0.063 | 70 a 100 | 10 |

07.- La densidad aparente del polvo mineral, según el anexo A de la UNE-EN 1097-3, deberá estar comprendida entre 0,5 y 0,8 dg/cm³.

3.3.- Aditivos

01.- El PPTP, o en su defecto la Dirección de las Obras, fijará los aditivos que pueden utilizarse, estableciendo las especificaciones que tendrán que cumplir tanto el aditivo como las mezclas bituminosas resultantes. La dosificación y dispersión homogénea del aditivo deberán ser aprobadas por la Dirección de las Obras.

4.- TIPO Y COMPOSICIÓN DE LA MEZCLA

01.- La designación de las mezclas bituminosas templadas tipo hormigón bituminoso con emulsión se hará según la nomenclatura establecida en la norma UNE EN 13108-31.

02.- Esta designación se complementará con información sobre el tipo de granulometría que corresponda a la mezcla: densa, semidensa o gruesa, con el fin de poder diferenciar mezclas con el mismo tamaño máximo de árido, pero con husos granulométricos diferentes. Para ello, a la designación establecida en la EN 13108-31, se añadirá la letra D, S o G, después de la identificación del tipo de emulsión, según se trate de una mezcla densa, semidensa o gruesa respectivamente.

03.- La designación de las mezclas bituminosas seguirá por lo tanto el esquema siguiente:

| | | | | |
|--------------|---|---------------|---------|---------------|
| ACBE ACLT | D | Surf/bin/base | Ligante | granulometría |
|--------------|---|---------------|---------|---------------|

Donde:

| | |
|----------------------|---|
| <i>ACBE</i> | Indica que la mezcla bituminosa templada es de tipo hormigón bituminoso con emulsión. |
| <i>ACLT</i> | Indica que la mezcla bituminosa templada es de tipo hormigón bituminoso con betún como ligante. |
| <i>D</i> | Es el tamaño máximo del árido, expresado como la abertura del tamiz que deja pasar entre 90% y 100% del total del árido. |
| <i>Surf/bin/base</i> | Se indicará con estas abreviaturas si la mezcla se va a emplear en capa de rodadura, intermedia o base, respectivamente. |
| <i>Ligante</i> | Se debe incluir la designación del tipo de ligante hidrocarbonado utilizado. |
| <i>Granulometría</i> | Se indicará con la letra D, S ó G si el tipo de granulometría corresponde a una mezcla densa (D), semidensa (S) o gruesa (G) respectivamente. |

04.- La granulometría del árido obtenido combinando las distintas fracciones de los áridos (incluido el polvo mineral), según la unidad de obra o empleo, deberá estar comprendida dentro de alguno de los husos fijados en el cuadro 40.62.7. El análisis granulométrico se hará según la UNE-EN 933-1.

CUADRO 40.62.7.- HUSOS GRANULOMÉTRICOS. CERNIDO ACUMULADO (% en masa)

| TIPO DE MEZCLA | ABERTURA DE LOS TAMICES UNE-EN 933-2 (mm) | | | | | | | | | | | |
|----------------|---|-----|--------|--------|--------|--------|--------|-------|-------|-------|-------|-----|
| | 45 | 32 | 22 | 16 | 11,2 | 8 | 4 | 2 | 0,500 | 0,250 | 0,063 | |
| D | AC8D | -- | -- | -- | -- | 100 | 90-100 | 63-77 | 45-60 | 18-30 | 11-20 | 5-8 |
| | AC11D | -- | -- | -- | 100 | 90-100 | | 54-72 | 36-48 | 14-24 | 9-18 | 5-8 |
| | AC16D | -- | -- | 100 | 90-100 | | 64-79 | 44-59 | 31-46 | 16-27 | 11-20 | 4-8 |
| | AC22D | -- | 100 | 90-100 | 73-88 | | 55-70 | | 31-48 | 16-27 | 11-20 | 4-8 |
| S | AC16S | -- | -- | 100 | 90-100 | | 60-75 | 35-50 | 24-38 | 11-21 | 7-15 | 3-7 |
| | AC22S | -- | 100 | 90-100 | 70-88 | | 50-66 | | 24-38 | 11-21 | 7-15 | 3-7 |
| | AC32S | 100 | 90-100 | | 68-82 | | 48-63 | | 24-38 | 11-21 | 7-15 | 3-7 |
| G | AC22G | -- | 100 | 90-100 | 65-86 | | 40-60 | | 18-32 | 7-18 | 4-12 | 2-5 |
| | AC32G | 100 | 90-100 | | 58-76 | | 35-54 | | 18-32 | 7-18 | 4-12 | 2-5 |

05.- El tipo de mezcla bituminosa a emplear en función del tipo y del espesor de la capa de firme, se definirá en el PPTP, según el cuadro 40.62.8.

CUADRO 40.62.8.- TIPO DE MEZCLA A UTILIZAR EN FUNCIÓN DEL TIPO Y ESPESOR DE LA CAPA

| TIPO DE CAPA | ESPESOR (cm) | TIPO DE MEZCLA |
|----------------------|--------------|---|
| | | Denominación UNE-EN 13108-1 |
| RODADURA | 2-3 | AC8 surf D |
| | 3-4 | AC8 surf D AC11 surf D |
| | 4 - 5 | AC16 surf D AC16 surf S |
| | > 5 | AC22 surf D AC22 surf S |
| INTERMEDIA | 5-10 | AC22 bin D AC22 bin S AC-32 bin S |
| BASE | 7-12 | AC32 base S AC22 base G AC32 base G |
| ARCENES ¹ | 4-6 | AC16 surf D |

¹ En el caso de que no se emplee el mismo tipo de mezcla que en la capa de rodadura de la calzada.

06.- El PPTP fijará la dotación mínima de ligante hidrocarbonado de la mezcla bituminosa que, en cualquier caso, deberá cumplir lo indicado en el cuadro 40.62.9, según el tipo de mezcla y de capa.

Cuadro 40.62.9- DOTACIÓN MÍNIMA¹ DE LIGANTE HIDROCARBONADO (% en masa sobre el total de la mezcla bituminosa, incluido el polvo mineral)

| TIPO DE CAPA | TIPO DE MEZCLA | DOTACIÓN MÍNIMA (%) |
|--------------|-------------------------------|---------------------|
| RODADURA | DENSA AC8 y AC11 | 5,20 |
| | DENSA Y SEMIDENSA AC16 y AC22 | 4,60 |
| INTERMEDIA | DENSA Y SEMIDENSA | 4,00 |
| BASE | SEMIDENSA Y GRUESA | 4,00 |

¹Incluidas las tolerancias especificadas en el apartado 10.3.1. Se tendrán en cuenta las correcciones por paso específico y absorción de los áridos, si son necesarias. En el caso de emulsiones se refiere al ligante residual.

07.- En el caso de que la densidad de los áridos (UNE-EN 1097-6) sea diferente de 2,65 g/cm³, los contenidos mínimos de ligante del cuadro 40.62.9 se deben corregir multiplicando por el factor:

$$\alpha = \frac{2,65}{\rho d};$$

donde ρd es la densidad de las partículas de árido.

08.- Salvo justificación en contrario, la relación ponderal recomendable entre los contenidos de polvo mineral y ligante hidrocarbonado de las mezclas densas, semidensas y gruesas se fijará de acuerdo con las indicadas en el cuadro 40.62.10.

Cuadro 40.62.10- RELACIÓN PONDERAL¹ RECOMENDABLE DE POLVO MINERAL- LIGANTE EN MEZCLAS BITUMINOSAS TIPO DENSAS, SEMIDENSAS Y GRUESAS.

| CAPA | RELACIÓN PONDERAL |
|------------|-------------------|
| RODADURA | 1,1 (±0,15) |
| INTERMEDIA | 1,1(±0,15) |
| BASE | 1,0(±0,15) |

¹Relación entre el porcentaje de polvo mineral y el de ligante expresados ambos respecto de la masa total del árido.

5.- EQUIPO NECESARIO PARA LA EJECUCIÓN DE LAS OBRAS

01.- Se estará, en todo en lo dispuesto en la legislación vigente en materia ambiental, de seguridad y salud y de transporte en lo referente a los equipos empleados en la ejecución de las obras.

5.1.- Central de fabricación

01.- Lo dispuesto en este apartado se entenderá sin perjuicio de lo establecido en la UNE-EN 13108-1 para el mercado CE.

02.- La instalación deberá permitir fabricar una mezcla bituminosa de acuerdo con la fórmula de trabajo aceptada y las especificaciones de este artículo. Se deberá asegurar la completa homogeneización del material dentro de las tolerancias fijadas.

03.- La central de fabricación podrá ser de tipo discontinuo o continuo.

04.- Cuando se vayan a emplear áridos procedentes del fresado de mezclas bituminosas, la central de fabricación dispondrá de los elementos necesarios para que se cumplan los requisitos y especificaciones recogidas en el apartado 6.4.

5.2.- Elementos de transporte

01.- Consistían en camiones de caja lisa y estanca, perfectamente limpia y que se tratará, para evitar que la mezcla bituminosa se adhiera a ella, con un producto cuya composición y dotación deberán ser aprobadas por la Dirección de la Obras.

02.- La forma y altura de la caja deberá ser tal que, durante el vertido en la extendedora, el camión sólo toque a ésta a través de los rodillos previstos al efecto.

03.- Los camiones deberán siempre estar provistos de una lona o cobertor adecuado para proteger la mezcla bituminosa durante su transporte.

04.- Los medios de transporte deberán estar adaptados, en todo momento, al ritmo de ejecución de la obra teniendo en cuenta la capacidad de producción de la central de fabricación y del equipo de extensión, y la distancia entre ésta y la zona de extensión.

5.3.- Equipo de extensión

01.- Las extendedoras serán autopropulsadas, y estarán dotadas de los dispositivos necesarios para extender la mezcla bituminosa en caliente con la geometría y producción deseadas y un mínimo de precompactación, que será fijado por el PPTP o, en su defecto, por la Dirección de las Obras. La capacidad de la tolva, así como la potencia, serán adecuadas para el tipo de trabajo que deban desarrollar.

02.- La extendedora deberá estar dotada de un dispositivo automático de nivelación y de un elemento calefactor para la ejecución de la junta longitudinal.

03.- Para las categorías de tráfico pesado o con superficies a extender en calzada superiores a 70.000 m² o en aquellas vías principales que así lo recoja el PPTP, será preceptivo hacer la extensión de las mezclas bituminosas con dos extendedoras en paralelo y disponer, delante de las extendedoras, de un equipo de transferencia autopropulsado de tipo silo móvil, que esencialmente garantice la homogeneización granulométrica y además permita la uniformidad térmica y de las características superficiales.

04.- La anchura mínima y máxima de extensión se definirá en el PPTP o, en su defecto, por la Dirección de la Obras. Si se acoplaran piezas a las extendedoras para aumentar su anchura, éstas deberán quedar perfectamente alineadas con las originales.

5.4.- Equipo de compactación

01.- Se podrán utilizar compactadores de rodillos metálicos, estáticos o vibrantes, de neumáticos o mixtos. La composición mínima del equipo será de 1 compactador vibratorio de rodillos metálicos o mixto, y 1 compactador de neumáticos.

02.- Los equipos de compactación deberán ser aprobados por la Dirección de las Obras tras la realización del tramo de pruebas.

03.- En los lugares inaccesibles para los equipos de compactación normales, se emplearán otros de tamaño y diseño adecuados para la labor que se pretende realizar y siempre deberán ser autorizados por la Dirección de las Obras.

6.- EJECUCIÓN

6.1.- Estudio da la mezcla y obtención de la fórmula de trabajo

6.1.1.- Principios generales

01.- La fabricación y puesta en obra de la mezcla no se iniciará hasta que se haya aprobado por la Dirección de las Obras la correspondiente fórmula de trabajo, estudiada en laboratorio y verificada en la central de fabricación.

02.- Dicha fórmula fijará como mínimo las siguientes características:

- Identificación y proporción de cada fracción del árido en la alimentación y, en su caso, después de su clasificación en caliente.
- Granulometría de los áridos combinados, incluido el polvo mineral, por los tamices que correspondan para cada tipo de mezcla según el cuadro 40.62.9, expresada en porcentaje del árido total con una aproximación del 1%, con excepción del tamiz 0,063 que se expresará con aproximación del 0,1%.
- Dosificación, en su caso, de polvo mineral de aportación; expresada en porcentaje del árido total con aproximación del 0,1 %.
- Tipo y características del ligante hidrocarbonado (betún o emulsión bituminosa).
- Dosificación de ligante hidrocarbonado (residual, en caso de empleo de emulsión bituminosa), referida a la masa de la mezcla total (incluido el polvo mineral), y la de aditivos al ligante, referida a la masa del ligante hidrocarbonado.
- En su caso, tipo y dotación de las adiciones a la mezcla bituminosa, referida a la masa de la mezcla total.
- Energía y procedimiento de compactación para la preparación de las probetas para:
 - Conseguir la densidad de referencia.
 - Para el ensayo de sensibilidad al agua.
- Proceso de fabricación y controles adicionales necesarios.

También se señalarán:

- Los tiempos a exigir para la mezcla de los áridos en seco y para la mezcla de los áridos con el ligante.
- Las temperaturas máxima y mínima de calentamiento previo de áridos y ligante.
- La temperatura máxima de la mezcla al salir del mezclador no será superior a 110 °C. La temperatura mínima de la mezcla en la descarga desde los elementos de transporte y a la salida de la extendedora, no será inferior a 80 °C.
- La temperatura mínima de la mezcla al iniciar la compactación.

- En el caso de que se empleen adiciones se incluirán las prescripciones necesarias sobre su forma de incorporación y tiempo de mezclado.

03.- La temperatura mínima de la mezcla al salir del mezclador será aprobada por la Dirección de las Obras de forma que la temperatura de la mezcla en la descarga de los camiones sea superior al mínimo fijado.

04.- La dosificación de ligante hidrocarbonado en la fórmula de trabajo se fijará teniendo en cuenta los materiales disponibles, la experiencia obtenida en casos análogos y siguiendo los criterios establecidos en el apartado 6.

05.- La empresa Contratista deberá entregar a la Dirección de las Obras, para su aceptación, las características de la mezcla respecto de las siguientes propiedades:

- Contenido de huecos, mediante el método de ensayo de la UNE-EN 12697-8, densidad aparente (UNE-EN 12697-6) y densidad máxima (UNE-EN 12697-5).
- Resistencia a la deformación permanente.
- Sensibilidad al agua.

06.- El suministrador del ligante deberá indicar la temperatura de referencia para la compactación de las probetas y para la fabricación, extendido y compactación de la mezcla.

07.- En el caso de categorías de tráfico pesado y medio, el PPTP, o en su defecto la Dirección de las Obras, podrá exigir un estudio de sensibilidad de las propiedades de la mezcla a variaciones de granulometría y dosificación de ligante hidrocarbonado que no excedan de las admitidas en el apartado 10.3.1.

08.- Para capas de rodadura, la fórmula de trabajo de la mezcla bituminosa deberá asegurar el cumplimiento de las características de la unidad terminada en lo referente a la macrotextura superficial y a la resistencia al deslizamiento, según lo indicado en el apartado 8.4.

09.- Si la marcha de las obras lo aconseja, la Dirección de las Obras podrá exigir la corrección de la fórmula de trabajo con objeto de mejorar la calidad de la mezcla, justificándolo debidamente mediante un nuevo estudio y los ensayos oportunos. Se estudiará y aprobará una nueva fórmula si varía la procedencia de alguno de los componentes, o si durante la producción se rebasan las tolerancias granulométricas establecidas en este artículo.

6.1.2.- Contenido de huecos

01.- El contenido de huecos determinado según el método de ensayo de la UNE-EN 12697-8 indicado en el anexo B de la UNE-EN 13108-20, deberá cumplir lo establecido en el cuadro 40.62.11. La determinación del contenido de huecos se realizará sobre probetas de 100 mm de diámetro con mezclas de tamaño máximo de árido igual o inferior a 16 mm y de 150 mm de diámetro con mezclas de tamaño máximo de árido superior a 16 mm, fabricadas mediante el compactador giratorio, según la UNE-EN 12697-31. La presión de trabajo estará comprendida en el intervalo indicado en dicha norma y el número de giros comprendidos entre 60 y 120, indicándose en la fórmula de trabajo, siendo el necesario para conseguir el porcentaje de huecos que cumpla lo establecido en el citado cuadro. Necesariamente, en el tramo de prueba se deberá verificar que se puede conseguir, al menos, el 98 % de la densidad definida con esta energía de compactación.

CUADRO 40.62.11. - CONTENIDO DE HUECOS EN MEZCLA

EN PROBETAS FABRICADAS MEDIANTE COMPACTADOR
GITATORIO A PARTIR DE LA DENSIDAD DE LA SUPERFICIE SATURADA SECA

| CARACTERÍSTICA | | CATEGORÍA DE TRÁFICO | |
|-------------------------|------------------|----------------------|--------|
| | | Medio | Ligero |
| HUECOS EN MEZCLA (%) | Capa de rodadura | 4-6 | 3-6 |
| | Capa intermedia | 4-7 | 4-7 |
| | Capa de base | 4-8 | 4-8 |

6.1.3.- Resistencia a la deformación permanente

01.- La resistencia a deformaciones plásticas determinada mediante el ensayo de pista de laboratorio, deberá cumplir lo establecido en los cuadros 40.62.12a ó 40.62.12b. Este ensayo se hará según la UNE-EN 12697-22, empleando el dispositivo pequeño, el procedimiento B en aire, a una temperatura de 60°C y con una duración de 10.000 ciclos.

02.- Para la realización de este ensayo, las probetas se prepararán mediante compactador de placa, con el dispositivo de rodillo de acero, según la UNE-EN 12697-33, con una densidad superior al 98% de la obtenida en probetas cilíndricas preparadas según lo indicado en 6.1.2.

CUADRO 40.62.12a - PENDIENTE MEDIA DE DEFORMACIÓN EN PISTA EN EL
INTERVALO DE 5.000 A 10.000 CICLOS PARA CAPA DE RODADURA E
INTERMEDIA. UNE-EN 12697-22 (mm para 10³ ciclos por carga)

| CATEGORÍA DE TRÁFICO | |
|----------------------|--------|
| Medio | Ligero |
| 0,07 | 0,10 |

CUADRO 40.62.12b - PENDIENTE MEDIA DE DEFORMACIÓN EN PISTA EN EL
INTERVALO DE 5.000 A 10.000 CICLOS PARA CAPA BASE. UNE-EN 12697-22 (mm para
10³ CICLOS DE CARGA)

| CATEGORÍA DE TRÁFICO | |
|----------------------|--|
| Medio y Ligero | |
| 0,10 | |

6.1.4.- Sensibilidad al agua

01.- En cualquier circunstancia se comprobará la adhesividad árido-ligante mediante la caracterización de la acción del agua. Para ello, la resistencia conservada en el ensayo de tracción indirecta tras inmersión, realizado a 15 °C, según la UNE-EN 12697-12 tendrá un valor mínimo del 80% para capas de base e intermedia, y del 85% para capas de rodadura. La determinación de la resistencia conservada se realizará sobre probetas de 100 mm de diámetro con mezclas de tamaño máximo de árido igual o inferior a 16 mm y de 150 mm de diámetro con mezclas de tamaño máximo de árido superior a 16 mm, fabricadas mediante el compactador giratorio, norma UNE-EN 12697-31. La presión de trabajo estará comprendida en el intervalo indicado en dicha norma y el número de giros, indicándose en la fórmula de trabajo, será el necesario para conseguir un porcentaje de huecos de aire superior en un 2 % a lo exigido en la tabla 11 o con el 67 % de los giros empleados para los ensayos de determinación de la densidad y el contenido de huecos.

02.- Se podrá mejorar la adhesividad entre el árido y el ligante hidrocarbonado mediante activantes directamente incorporados al ligante. En todo caso, la dotación mínima de ligante hidrocarbonado no será inferior a lo indicado en el cuadro 40.62.11.

6.2.- Preparación de la superficie existente

01.- Se comprobará la regularidad superficial y el estado de la superficie sobre la que se vaya a extender la mezcla bituminosa. El PPTP, o en su defecto la Dirección de las Obras indicará las medidas encaminadas a restablecer una regularidad superficial aceptable y, en su caso, a reparar zonas dañadas.

02.- La regularidad superficial de la superficie existente deberá cumplir lo indicado al respecto en este artículo y sobre ella se ejecutará un riego de imprimación o un riego de adherencia según corresponda dependiendo de su naturaleza, de acuerdo con los artículos 40.41 ó 40.42 de este Pliego, con la salvedad de que no se podrán emplear emulsiones termoaderentes en el riego de adherencia.

03.- Si la superficie estuviese constituida por un pavimento hidrocarbonado, y dicho pavimento fuera heterogéneo, se deberán, además, eliminar mediante fresado los excesos de ligante y sellar las zonas demasiado permeables, según las instrucciones de la Dirección de las Obras.

04.- Se comprobará especialmente que, transcurrido el plazo de rotura del ligante de los tratamientos aplicados, no quedan restos de agua en la superficie; asimismo, sí ha transcurrido mucho tiempo desde su aplicación, se comprobará que su capacidad de unión con la mezcla bituminosa no ha disminuido en forma perjudicial; en caso contrario, la Dirección de las Obras podrá ordenar la ejecución de un riego de adherencia adicional.

6.3.- Aprovechamiento de áridos

01.- Los áridos se producirán o suministrarán en fracciones granulométricas diferenciadas, que se acopiarán y manejarán por separado hasta su introducción en las tolvas en frío. Cada fracción será suficientemente homogénea y se podrá acopiar y manejar sin peligro de segregación, observando las precauciones que se detallan a continuación.

02.- Para mezclas con tamaño máximo de árido inferior a 11 mm el número mínimo de fracciones será de 2; para mezclas con tamaño máximo de árido de 16 mm será de 3; para el resto de las mezclas será de 4. La Dirección de las Obras podrá exigir un mayor número de fracciones si lo estima necesario para cumplir las tolerancias exigidas a la granulometría de la mezcla en el apartado 10.3.1.

03.- Cuando se detecten anomalías en la producción o suministro de los áridos, se acopiarán por separado hasta confirmar su aceptabilidad. Esta misma medida se aplicará cuando esté pendiente de autorización el cambio de procedencia de un árido.

04.- El PPTP, o en su defecto la Dirección de las Obras, fijará el volumen mínimo de acopios antes de iniciar las obras. Salvo justificación en contrario dicho volumen no será inferior al correspondiente a 1 mes de trabajo con la producción prevista.

6.4.- Fabricación de la mezcla

01.- Lo dispuesto en este apartado se entenderá sin perjuicio de lo establecido en la UNE-EN 13108-1 para el mercado CE. No obstante, el PPTP, o en su defecto la Dirección de las Obras,

podrá establecer prescripciones adicionales, especialmente en el supuesto de no ser obligatorio o no disponer de marcado CE.

02.- A la descarga del mezclador todos los tamaños del árido deberán estar uniformemente distribuidos en la mezcla, y todas sus partículas total y homogéneamente cubiertas de ligante. La temperatura de la mezcla al salir del mezclador no excederá de la fijada en la fórmula de trabajo.

03.- En el caso de utilizar adiciones al ligante o a la mezcla, se cuidará su correcta dosificación, la distribución homogénea, así como que no pierda sus características iniciales durante todo el proceso de fabricación.

6.5.- Transporte de la mezcla

01.- La mezcla bituminosa se transportará en camiones de la central de fabricación a la extendidora.

02.- Para evitar su enfriamiento superficial, deberá protegerse durante el transporte mediante lonas u otros cobertores adecuados. En el momento de descargarla en la extendidora o en el equipo de transferencia, su temperatura no podrá ser inferior a la especificada en la fórmula de trabajo.

6.6.- Extensión de la mezcla

01.- A menos que la Dirección de las Obras justifique otra directriz, la extensión comenzará por el borde inferior y se realizará por franjas longitudinales. La anchura de estas franjas se fijará de manera que se realice el menor número de juntas posible y se consiga la mayor continuidad de la extensión, teniendo en cuenta la anchura de la sección, el eventual mantenimiento de la circulación, las características de la extendidora y la producción de la central.

02.- En obras sin mantenimiento de la circulación, para las categorías de tráfico pesado o con superficies a extender en calzada superiores a 70.000 m², se realizará la extensión de cualquier capa bituminosa a ancho completo, trabajando si fuera necesario con 2 o más extendidoras ligeramente desfasadas, evitando juntas longitudinales. En los demás casos, después de haber extendido y compactado una franja, se extenderá la siguiente mientras el borde de la primera se encuentre aún caliente y en condiciones de ser compactado; en caso contrario, se ejecutará una junta longitudinal.

03.- La extendidora se regulará de forma que la superficie de la capa extendida resulte lisa y uniforme, sin segregaciones ni arrastres, y con un espesor tal que, una vez compactada, se ajuste a la rasante y sección transversal indicadas en los Planos del Proyecto, con las tolerancias establecidas en el apartado 8.2.

04.- La extensión se realizará con la mayor continuidad posible, ajustando la velocidad de la extendidora a la producción de la central de fabricación de modo que aquella no se detenga. En caso de detención, se comprobará que la temperatura de la mezcla que quede sin extender, en la tolva de la extendidora y debajo de ésta, no baje de la prescrita en la fórmula de trabajo para el inicio de la compactación; de lo contrario, se ejecutará una junta transversal.

05.- Donde resulte imposible, a juicio de la Dirección de las Obras, el empleo de máquinas extendedoras, la mezcla bituminosa se podrá poner en obra por otros procedimientos aprobados por aquél. Para ello se descargará fuera de la zona en que se vaya a extender y se distribuirá en una capa uniforme y de un espesor tal que, una vez compactada, se ajuste a la rasante y sección transversal indicadas en los Planos del Proyecto, con las tolerancias establecidas en el apartado 8.2.

6.7.- Compactación de la mezcla

01.- La compactación se realizará según el plan aprobado por la Dirección de las Obras en función de los resultados del tramo de prueba; se deberá hacer a la mayor temperatura posible, sin rebasar la máxima prescrita en la fórmula de trabajo y sin que se produzca desplazamiento de la mezcla extendida; y se continuará mientras la temperatura de la mezcla no baje de la mínima prescrita en la fórmula de trabajo y la mezcla se halle en condiciones de ser compactada, hasta que se alcance la densidad especificada en el apartado 8.1.

6.8.- Juntas transversales y longitudinales

01.- Siempre que sean inevitables, se procurará que las juntas de capas superpuestas guarden una separación mínima de 5 m las transversales, y 15 cm las longitudinales.

02.- Al extender franjas longitudinales contiguas, el borde de esta franja se cortará verticalmente, dejando al descubierto una superficie plana y vertical en todo su espesor. Se le aplicará una capa uniforme y ligera de riego de adherencia, según el artículo 40.52 de este Pliego, dejando romper la emulsión suficientemente. A continuación, se calentará la junta y se extenderá la siguiente franja contra ella.

03.- Las juntas transversales en capas de rodadura se compactarán transversalmente, disponiendo los apoyos precisos para los elementos de compactación.

7.- TRAMO DE PRUEBA

01.- Antes de iniciarse la puesta en obra de cada tipo de mezcla bituminosa será preceptiva la realización del correspondiente tramo de prueba, para comprobar la fórmula de trabajo, la forma de actuación de los equipos de extensión y compactación, y, especialmente, el plan de compactación.

02.- A efectos de verificar que la fórmula de trabajo puede cumplir después de la puesta en obra, las prescripciones relativas a la textura superficial y, en su caso, al coeficiente de rozamiento transversal, en capas de rodadura se harán al menos 5 determinaciones de la macrotextura superficial, mediante el método volumétrico según la UNE-EN 13036-1, que deberá cumplir los valores establecidos en el apartado 8.4.

03.- El tramo de prueba tendrá una longitud no inferior a la definida en el PPTP. La Dirección de las Obras determinará si es aceptable su realización como parte integrante de la obra en construcción.

04.- A la vista de los resultados obtenidos, la Dirección de las Obras definirá:

- Si es aceptable o no la fórmula de trabajo; En el primer caso, se podrá iniciar ni fabricación de la mezcla bituminosa. En el segundo, la empresa Contratista deberá proponer las actuaciones a seguir (estudio de una nueva fórmula, corrección parcial

de la ensayada, correcciones en la central de fabricación ó sistemas de extensión, etc.).

- Si son aceptables o no los equipos propuestos por la empresa Contratista. En el primer caso, definirá su forma específica de actuación. En el segundo caso, la empresa Contratista deberá proponer nuevos equipos, o incorporar equipos suplementarios.

05.- Asimismo, durante la ejecución del tramo de prueba se analizará la correspondencia, en su caso, entre los métodos de control de la dosificación del ligante hidrocarbonado y de la densidad in situ establecidos en el PPTP y otros métodos rápidos de control.

06.- No se podrá proceder a la producción sin que la Dirección de las Obras haya autorizado el inicio en las condiciones aceptadas después del tramo de prueba.

8.- ESPECIFICACIONES DE LA UNIDAD TERMINADA

8.1.- Densidad

01.- La densidad no deberá ser inferior al siguiente porcentaje de la densidad de referencia, obtenida según lo indicado en el apartado 10.3.2:

- Capas de espesor igual o superior a 6 cm: 98%.
- Capas de espesor no superior a 6 cm: 97%.

8.2.- Rasante, espesor y anchura

01.- La superficie acabada no deberá diferir de la teórica en más de 10 mm en capas de rodadura e intermedias; ni de 15 mm en las de base, y su espesor no deberá ser nunca inferior al previsto para ella en la sección tipo de los Planos de Proyecto.

02.- En todos los semiperfiles se comprobará la anchura extendida, que en ningún caso deberá ser inferior a la teórica deducida de la sección tipo de los Planos de Proyecto.

8.3.- Regularidad superficial

01.- Si el PPTP o la Dirección de las Obras lo requiere, el índice de Regularidad Internacional (IRI), según la NLT-330, y obtenido de acuerdo a lo indicado en el apartado 10.4, deberá cumplir los valores de los cuadros 40.62.13 ó 40.62.14, según corresponda.

CUADRO 40.62.13. - ÍNDICE DE REGULARIDAD INTERNACIONAL (IRI) (dm/hm) PARA FIRMES DE NUEVA CONSTRUCCIÓN

| PORCENTAJE DE HECTÓMETROS | TIPO DE CAPA | | |
|---------------------------|--------------------------|---------------------|-------------------------|
| | RODADURA E INTERMEDIA | | OTRAS CAPAS BITUMINOSAS |
| | RED VIARIA METROPOLITANA | RESTO DE RED VIARIA | |
| 50 | <1,5 | <1,5 | <2,0 |
| 80 | <1,8 | <2,0 | <2,5 |
| 100 | <2,0 | <2,5 | <3,0 |

CUADRO 40.62.14. - ÍNDICE DE REGULARIDAD INTERNACIONAL (IRI) (dm/hm) PARA FIRMES REHABILITADOS ESTRUCTURALMENTE

| PORCENTAJE DE HECTÓMETROS | TIPO DE VÍA | | | |
|---------------------------|-------------------------------|------|---------------------|------|
| | RED VIARIA METROPOLITANA | | RESTO DE RED VIARIA | |
| | ESPESOR DE RECRECIMIENTO (cm) | | | |
| | >10 | ≤10 | >10 | ≤10 |
| 50 | <1,5 | <1,5 | <1,5 | <2,0 |
| 80 | <1,8 | <2,0 | <2,0 | <2,5 |
| 100 | <2,0 | <2,5 | <2,5 | <3,0 |

8.4.- Macrotextura superficial y resistencia al deslizamiento

01.- La superficie de la capa deberá presentar una textura homogénea, uniforme y exenta de segregaciones.

02.- Únicamente a efectos de recepción de capas de rodadura, la macrotextura superficial, obtenida mediante el método volumétrico según la UNE-EN 13036-1, y, si el PPTP o la Dirección de las Obras lo requiere, la resistencia al deslizamiento, según el ensayo del péndulo (UNE-EN 13036-4), no deberán ser inferiores a los valores indicados en el cuadro 40.62.15.

CUADRO 40.62.15. - MACROTEXTURA SUPERFICIAL (UNE-EN 13036-1) Y RESISTENCIA AL DESLIZAMIENTO (UNE-EN 13036-4) DE LAS MEZCLAS PARA CAPAS DE RODADURA

| CARACTERÍSTICA | VALOR |
|--|-------|
| MACROTEXTURA SUPERFICIAL (*) Valor mínimo (mm) | 0,7 |
| RESISTENCIA AL DESLIZAMIENTO (**) ó CRT mínimo (%) | 65 |

(*) Medida antes de la puesta en servicio de la capa

(**) Medida una vez transcurridos un mes de la puesta en servicio de la capa

9.- LIMITACIONES DE LA EJECUCIÓN

01.- Salvo autorización expresa de la Dirección de las Obras, no se permitirá la puesta en obra de mezclas bituminosas:

- Cuando la temperatura ambiente a la sombra sea inferior a 8 °C, salvo si el espesor de la capa a extender fuera inferior a 5 cm, en cuyo caso el límite será de 8 °C. Con viento intenso, después de heladas, o en tableros de estructuras, la Dirección de las Obras podrá aumentar estos límites, a la vista de los resultados de compactación obtenidos.
- Cuando se produzcan precipitaciones atmosféricas.

02.- Terminada su compactación, se podrá abrir a la circulación la capa ejecutada, tan pronto como alcance la temperatura ambiente en todo su espesor o bien, previa autorización expresa de la Dirección de las Obras, cuando alcance una temperatura de 40 °C, evitando las paradas y cambios de dirección sobre la mezcla recién extendida hasta que ésta alcance la temperatura ambiente.

10.- CONTROL DE CALIDAD

10.1.- Control de procedencia de los materiales

01.- En el caso de productos que dispongan del marcado CE, de acuerdo con el Reglamento 305/2011, para el control de procedencia de los materiales, se llevará a cabo la verificación de que los valores declarados en los documentos que acompañan al marcado CE cumplan las especificaciones establecidas en este Pliego. Independientemente de la aceptación de la veracidad de las propiedades referidas en el marcado CE, si se detectara alguna anomalía durante el transporte, almacenamiento o manipulación de los productos, la Dirección de las Obras, en el uso de sus atribuciones, podrá disponer en cualquier momento la realización de comprobaciones y ensayos sobre los materiales suministrados a la obra, al objeto de asegurar las propiedades y la calidad establecidas en este artículo.

02.- En el caso de productos que no tengan la obligación de disponer de marcado CE por no estar incluidos en normas armonizadas, o corresponder con alguna de las excepciones establecidas en el artículo 5 del Reglamento, se deberán llevar a cabo obligatoriamente los ensayos para el control de procedencia que se indican en los epígrafes siguientes.

10.1.1.- Control de procedencia del ligante hidrocarbonado

01.- El ligante hidrocarbonado deberá cumplir las especificaciones establecidas en los artículos 25.12, 25.16 ó 25.18 de este Pliego, según el tipo de ligante hidrocarbonado a emplear.

02.- Cada cisterna de ligante que llegue a obra irá acompañada de un albarán y de la información relativa al etiquetado y marcado CE de la norma UNE-EN 13808 en el caso de emulsiones catiónicas o de la norma UNE-EN 12591 en el caso de betunes. El albarán contendrá explícitamente los siguientes datos:

- Nombre y dirección de la empresa suministradora.
- Fecha de fabricación y de suministro.
- Identificación del vehículo que lo transporta.
- Cantidad que se suministra.
- Denominación comercial, si la hubiese, y tipo de ligante bituminoso suministrado, de acuerdo con la denominación especificada en este artículo.
- Nombre y dirección del comprador y del destino.
- Referencia del pedido.

03.- El etiquetado y marcado CE del ligante deberá la información definida en el anejo ZA.3 de la norma UNE-EN 13808 para el caso de emulsiones catiónicas o en el anejo ZA de la norma UNE-EN 12591 para el caso de betunes.

10.1.2.- Control de procedencia de los áridos

01.- Los áridos deberán disponer del marcado CE con un sistema de evaluación de la conformidad 2+, salvo en el caso de los áridos fabricados en el propio lugar de construcción para su incorporación en la correspondiente obra (artículo 5.b del Reglamento 305/2011).

02.- Cuando los áridos a emplear dispongan de marcado CE, se podrá llevar a cabo la verificación de los valores declarados en los documentos que acompañan al marcado CE para deducir el cumplimiento de las especificaciones establecidas en este artículo. En caso contrario, áridos fabricados por la propia empresa Contratista sin marcado CE, de cada procedencia y para cualquier volumen de producción previsto se tomarán muestras (UNE-EN 932-1), y para cada una de ellas se determinará:

- El coeficiente de Los Ángeles del árido grueso, según la UNE-EN 1097-2.
- El coeficiente de pulimento acelerado del árido grueso para capas de rodadura, según la UNE-EN 1097-8.
- La densidad relativa y absorción del árido grueso y del árido fino, según la UNE-EN 1097-6.
- La granulometría de cada fracción, según la UNE-EN 933-1.
- El equivalente de arena, según la UNE-EN 933-8, en su caso, el índice de azul de metileno, según el anexo A de la UNE-EN 933-9.
- La proporción de caras de fractura de las partículas del árido grueso, según la UNE-EN 933-5.
- El contenido de finos del árido grueso, según la UNE-EN 933-1.
- El índice de lájas del árido grueso, según la UNE-EN 933-3.

10.1.3.- Control de procedencia del polvo mineral de aportación

01.- Si el polvo mineral a emplear dispone de marcado CE, los criterios descritos a continuación para realizar el control de procedencia no serán de aplicación obligatoria, sin perjuicio de lo que establezca el PPTP, ni de las facultades que corresponden a la Dirección de las Obras.

02.- En el supuesto de no cumplirse las condiciones indicadas en el párrafo anterior, de cada procedencia del polvo mineral de aportación, y para cualquier volumen de producción previsto, se tomarán 4 muestras y con ellas se determinará la densidad aparente, según el Anexo A de la UNE-EN 1097-3 y la granulometría, según la UNE-EN 933-10.

10.2.- Control de calidad de los materiales

10.2.1.- Control de calidad de los ligantes hidrocarbonados

01.- En el caso de las emulsiones bituminosas, se estará a lo indicado en el artículo 25.16 de este Pliego. En el caso de betunes como ligante, se estará a lo indicado en los artículos 25.12 y 25.18 de este Pliego.

02.- En cualquier caso, la Dirección de las Obras, en el uso de sus atribuciones, podrá fijar algún otro criterio adicional para el control de recepción de las cisternas.

10.2.2.- Control de calidad de los áridos

01.- Se examinará la descarga al acopio o alimentación de tolvas en frío, desechando los áridos que, a simple vista, presenten restos de tierra vegetal, materia orgánica o tamaños superiores al máximo. Se acopiarán aparte aquellos que presenten alguna anomalía de aspecto, tal como distinta coloración, segregación, lájas, plasticidad, etc. y se vigilará la altura de los acopios y el estado de sus elementos separadores y los accesos.

02.- Para los áridos que tengan marcado CE, la comprobación de las siguientes propiedades podrá llevarse a cabo mediante la verificación de los valores declarados en los documentos que acompañan al marcado CE. No obstante, el PPTP o la Dirección de las Obras, podrá disponer la realización de las comprobaciones o ensayos adicionales que considere oportunos. En los materiales que no tengan marcado CE se deberán hacer obligatoriamente las siguientes comprobaciones:

03.- Con la misma frecuencia de ensayo que la indicada en el cuadro 40.62.16:

- Análisis granulométrico de cada fracción, según la UNE-EN 933-1;
- Según lo que establezca el PPTP, o en su defecto la Dirección de las Obras, equivalente de arena, según la UNE-EN 933-8 y, en su caso, el índice de azul de metileno, según el anexo A de la UNE-EN 933-9.

04.- Al menos 1 vez a la semana, o cuando se cambie de procedencia:

- Índice de las de las del árido grueso, según la UNE-EN 933-3.
- Proporción de caras de fractura de las partículas del árido grueso, según la UNE-EN 933-5.
- Contenido de finos del árido grueso, según la UNE-EN 933-1.

05.- Al menos 1 vez al mes, o cuando se cambie de procedencia:

- Coeficiente de Los Ángeles: del árido grueso, según la UNE-EN 1097-2.
- Coeficiente de pulimento acelerado del árido grueso para capas de rodadura, según la UNE-EN 1097-8.
- Densidad relativa y absorción del árido grueso y del árido fino, según la UNE-EN 1087-6.
- Absorción del árido grueso y del árido fino, según la UNE-EN 1097-6.
- Valor del sulfato de magnesio, según la UNE-EN 1367-2.

10.2.3.- *Control de calidad del polvo mineral*

01.- En el caso de polvo mineral de aportación, sobre cada partida que se reciba se realizarán los siguientes ensayos:

- Densidad aparente, según el Anexo A de la UNE-EN 1097-3.
- Análisis granulométrico del polvo mineral, según la UNE-EN 933-10.

02.- Si el polvo mineral de aportación dispone de marcado CE, la comprobación de estas dos propiedades podrá llevarse a cabo mediante la verificación documental de los valores declarados, sin perjuicio de lo que establezca el PPTP, ni de las facultades que corresponden a la Dirección de las Obras.

03.- Para el polvo mineral que no sea de aportación se realizarán los siguientes ensayos:

- Al menos 1 vez al día, o cuando cambie de procedencia: Densidad aparente, según el Anexo A de la UNE-EN 1097-3.
- Al menos 1 vez a la semana, o cuando se cambie de procedencia: Análisis granulométrico del polvo mineral, según la UNE-EN 933-10.

10.3.- **Control de ejecución**

10.3.1.- *Fabricación*

01.- Se tomará diariamente un mínimo de 2 muestras, según la UNE-EN 932-1, una por la mañana y otra por la tarde, de la mezcla de áridos en frío antes de su entrada en el secador, y con ellas se efectuarán los siguientes ensayos:

- Análisis granulométrico del árido combinado, según la UNE-EN 933-1.

- Equivalente de arena, según la UNE-EN 933-8 y, en su caso, el índice de azul de metileno, según el anexo A de la UNE-EN 933-9, del árido combinado.

02.- En centrales de mezcla continua se calibrará diariamente el flujo de la cinta suministradora de áridos, deteniéndola cargada de áridos y recogiendo y pesando el material existente en una longitud elegida.

03.- Se tomará diariamente al menos 1 muestra de la mezcla de áridos en caliente, y se determinará su granulometría, según la UNE-EN 933-1, que cumplirá las tolerancias indicadas en este apartado. Al menos semanalmente, se verificará la precisión de las básculas de dosificación y el correcto funcionamiento de los indicadores de temperatura de los áridos y del ligante hidrocarbonado.

04.- Se tomarán muestras a la descarga del mezclador, y con ellas se efectuarán los siguientes ensayos a la salida del mezclador o silo de almacenamiento, sobre cada elemento de transporte:

- Control del aspecto de la mezcla y medición de su temperatura. Se rechazarán todas las mezclas segregadas, carbonizadas o sobrecalentadas, las mezclas con espuma y aquellas cuya envuelta no sea homogénea; en centrales cuyo tambor no sea a la vez mezclador, también las mezclas que presenten indicios de humedad; y en las demás centrales, las mezclas cuya humedad sea superior al 1,5% en masa del total.
- Se tomarán muestras de la mezcla fabricada y se determinará sobre ellas la dosificación de ligante, según UNE-EN 12697-1 y la granulometría de los áridos extraídos, según la UNE-EN 12697-2, con la frecuencia de ensayo indicada en el cuadro 40.62.16, correspondiente al nivel de control X definido en el anexo A de la UNE-EN 13108-21 y al nivel de conformidad (NFC) determinado por el método del valor medio de 4 resultados definido en ese mismo anexo.

CUADRO 40.62.16.- FRECUENCIA MÍNIMA DE ENSAYO PARA DETERMINACIÓN DE GRANULOMETRÍA DE ÁRIDOS EXTRAÍDOS Y CONTENIDO DE LIGANTE (toneladas/ensayo)

| Nivel de frecuencia | NCFA | NGFB | NCFC |
|---------------------|------|------|------|
| X | 600 | 300 | 150 |

05.- Las tolerancias admisibles respecto de la granulometría de la fórmula de trabajo serán las siguientes, referidas a la masa total de áridos (incluido el polvo mineral):

- Tamices superiores al 2 mm de la UNE-EN 933-2: $\pm 4\%$
- Tamiz 2 mm de la UNE-EN 933-2: $\pm 3\%$
- Tamices comprendidos entre el 2 mm y el 0,063 mm de la UNE-EN 933-2: $\pm 2\%$
- Tamiz 0,063 mm de la UNE-EN 933-2: $\pm 1\%$

06.- La tolerancia admisible, en más ó en menos, respecto de la dotación de ligante hidrocarbonado de la fórmula de trabajo será del 0,3% en masa del total de mezcla bituminosa (incluido el polvo mineral), sin bajar del mínimo especificado en el cuadro 40.62.9 para el tipo de capa y de mezcla que se trate.

07.- Se deberán llevar a cabo los ensayos adicionales de las características de la mezcla que se indican a continuación, con las mismas probetas y condiciones de ensayo que las establecidas en el apartado 6.1 y con la frecuencia de ensayo que se indica en el cuadro 40.62.17:

- Resistencia a las deformaciones plásticas mediante el ensayo de pista de laboratorio, según UNE-EN 12697-22.
- Resistencia conservada a tracción indirecta tras inmersión según UNE-EN 12697-12.

CUADRO 40.62.17.- FRECUENCIA MÍNIMA DE ENSAYO PARA ENSAYOS ADICIONALES DE CARACTERÍSTICAS DE LA MEZCLA

| Nivel de conformidad | Frecuencia de ensayo |
|----------------------|----------------------|
| NCFA | Cada 12.000 t |
| NCFB | Cada 6.000 t |
| NCFC | Cada 3.000 t |

08.- Cuando se cambien el suministro o la procedencia, o cuando la Dirección de las Obras lo considere oportuno para asegurar alguna característica relacionada con la adhesividad y cohesión de la mezcla, se determinará la resistencia conservada a tracción indirecta tras inmersión, según la UNE-EN 12697-12.

10.3.2.- Puesta en obra

10.3.2.1.- Extensión

01.- Antes de verter la mezcla del elemento de transporte a la tolva de la extendidora o al equipo de transferencia, se comprobará su aspecto y se medirá su temperatura, así como la temperatura ambiente para tener en cuenta las limitaciones que se fijan en el apartado 9.

02.- Se considerará como lote el volumen de material que resulte de aplicar los criterios del apartado 10.4.

03.- A juicio de la Dirección de las Obras se podrán llevar a cabo sobre algunas de estas muestras, ensayos de comprobación de la dosificación de ligante, según UNE-EN 12697-1, y de la granulometría de los áridos extraídos, según UNE-EN 12697-2.

04.- Se comprobará, con la frecuencia que establezca la Dirección de las Obras, el espesor extendido, mediante un punzón graduado.

10.3.2.2.- Compactación

01.- Se comprobará la composición y forma de actuación del equipo de compactación verificando:

- Que el número y tipo de compactadores son los aprobados.
- El funcionamiento de los dispositivos de humectación, limpieza y protección.
- El lastre, peso total y, en su caso, presión de inflado de los compactadores.
- La frecuencia y la amplitud en los compactadores vibratorios.
- El número de pasadas de cada compactador.

10.4.- Control de recepción de la unidad terminada

01.- Se considerará como lote, que se aceptará o rechazará en bloque, al menor que resulte de aplicar los 3 criterios siguientes a 1 sola capa de mezcla bituminosa:

- Quinientos metros de calzada.
- Tres mil quinientos metros cuadrados de calzada.
- La fracción construida diariamente.

02.- Se extraerán testigos en puntos aleatoriamente situados, en número no inferior a 3, y se determinarán su densidad y espesor, según la UNE-EN 12697-6 considerando las condiciones de ensayo que figuran en el anexo B de la UNE-EN 13108-20. Sobre estos testigos se llevará a cabo también la comprobación de adherencia entre capas según la NLT-382, a la que hace referencia el artículo 40.52 de este Pliego.

03.- En su caso, se controlará la regularidad superficial del lote en tramos de 1000 m de longitud a partir de las 24 h de su ejecución y siempre antes de la extensión de la siguiente capa mediante la determinación del índice de regularidad internacional (IRI), según la NLT-330, calculando un solo valor del IRI para cada hectómetro del perfil auscultado, que se asignará a dicho hectómetro, y así sucesivamente hasta completar el tramo medido que deberá cumplir lo especificado en el apartado 8.3. En el caso de que un mismo tramo se ausculte más de un perfil longitudinal (rodada derecha e izquierda), las prescripciones sobre el valor del IRI establecidos en el 8.3 se deberán verificar independientemente en cada uno de los perfiles auscultados (en cada rodada). La comprobación de la regularidad superficial de toda la longitud de la obra, en capas de rodadura, tendrá lugar además antes de la recepción definitiva de las obras.

04.- En capas de rodadura, se realizarán los ensayos siguientes, que deberán cumplir lo establecido en el cuadro 40.62.15:

- Medida de la macrotextura superficial, según la UNE-EN 13036-1, antes de la puesta en servicio de la capa, en 5 puntos del lote aleatoriamente elegidos de forma que haya al menos uno por hectómetro.
- En su caso, determinación de la resistencia al deslizamiento, según la UNE-EN 10364, antes de la puesta en servicio, y si no cumple, una vez transcurrido 1 mes de la puesta en servicio de la capa, en toda la longitud del lote.

11.- CRITERIOS DE ACEPTACIÓN O RECHAZO

11.1.- Densidad

01.- La densidad media obtenida no deberá ser inferior a la especificada en el apartado 8.1; no más de 1 individuo de la muestra ensayada podrá presentar resultados individuales que bajen de la prescrita en más de 2 puntos porcentuales. De no cumplirse esta condición se dividirá el lote en 2 partes iguales y se tomarán testigos de cada uno de ellos, aplicándose los criterios anteriores.

02.- Si la densidad media obtenida es inferior a la especificada en el apartado 8.1, se procederá de la siguiente manera:

- Si la densidad media obtenida es inferior al 95% de la densidad de referencia, se levantará la capa de mezcla bituminosa correspondiente al lote controlado mediante fresado y se repondrá por cuenta de la empresa Contratista.
- Si la densidad media obtenida no es inferior al 95% de la densidad de referencia, se aplicará una penalización económica del 10% a la capa de mezcla bituminosa correspondiente al lote controlado.

11.2.- Espesor

01.- El espesor medio obtenido no deberá ser inferior al especificado en el apartado 8.2; no más de 1 individuo de la muestra ensayada del lote podrá presentar resultados inferiores al especificado en más de un 10%. De no cumplirse esta condición se dividirá el lote en 2 partes iguales y se tomarán testigos de cada uno de ellos, aplicándose el criterio anterior.

02.- Si el espesor medio obtenido en una capa fuera inferior al especificado en el apartado 8.2, se procederá de la siguiente manera:

Para capas de base:

- Si el espesor medio obtenido en una capa de base fuera inferior al 80% del especificado en el apartado 8.2, se rechazará la capa debiendo la empresa Contratista por su cuenta levantar la capa mediante fresado y reponerla o extender de nuevo otra capa sobre la rechazada si no existieran problemas de gálibo.
- Si el espesor medio obtenido en una capa de base fuera superior o igual al 80% del especificado en el apartado 8.2, y no existieran problemas de encharcamiento, se compensará la merma de la capa con el espesor adicional correspondiente en la capa superior por cuenta de la empresa Contratista.

Para capas intermedias:

- Si el espesor medio obtenido en una capa intermedia fuera inferior al 90% del especificado en el apartado 8.2, se rechazará la capa debiendo la empresa Contratista por su cuenta levantar la capa mediante fresado y reponerla extender de nuevo otra capa sobre la rechazada si no existieran problemas de gálibo o de sobrecarga en estructuras.
- Si el espesor medio obtenido en una capa intermedia fuera superior o igual al 90% del especificado en el apartado 8.2, y no existieran problemas de encharcamiento, se aceptará la capa con una penalización económica del 10%.

Para capas de rodadura:

- Si el espesor medio obtenido en una capa de rodadura fuera inferior al especificado en el apartado 8.2, se rechazará la capa debiendo la empresa Contratista por su cuenta levantar la capa mediante fresado y reponerla o extender de nuevo otra capa sobre la rechazada si no existieran problemas de gálibo o de sobrecarga en estructuras.

11.3.- Rasante

01.- La rasante se controlará en capas de base e intermedia. Las diferencias de cota entre la superficie obtenida y la teórica establecida en los Planos del Proyecto no excederán de las tolerancias especificadas. Si se rebasaran dichas tolerancias, se procederá de la siguiente manera:

- Cuando la tolerancia sea rebasada por defecto, la Dirección de las Obras podrá aceptar la rasante siempre que se compense la merma producida con el espesor adicional necesario de la capa superior, en toda la anchura de la sección tipo, por cuenta de la empresa Contratista.
- Cuando la tolerancia sea rebasada por exceso, se corregirá mediante fresado por cuenta de la empresa Contratista, siempre que no suponga una reducción del

espesor de la capa por debajo del valor especificado en el PPTP o en los Planos del proyecto.

11.4.- Regularidad superficial

01.- En su caso, si los resultados de la regularidad superficial de la capa acabada exceden los límites establecidos en el apartado 8.3, se procederá de la siguiente manera:

- Si los resultados de la regularidad superficial de la capa acabada exceden los límites establecidos en el apartado 8.3 en el 10% o más de la longitud del tramo controlado o de la longitud total de la obra para capas de rodadura, se extenderá una nueva capa de mezcla bituminosa con el espesor que determine la Dirección de las Obras por cuenta de la empresa Contratista.
- Si los resultados de la regularidad superficial de la capa acabada exceden los límites establecidos en el apartado 8.3 en menos del 10% de la longitud del tramo controlado o de la longitud total de la obra para capas de rodadura, se corregirán los defectos de regularidad superficial mediante fresado por cuenta de la empresa Contratista. La localización de dichos defectos se hará sobre los perfiles longitudinales obtenidos en la auscultación para la determinación de la regularidad superficial.

11.5.- Macrotextura superficial y resistencia al deslizamiento

01.- En capas de rodadura, el resultado medio del ensayo de la medida de 1a macrotextura; superficial no deberá resultar inferior al valor previsto en el cuadro 40.62.17. No más de 1 individuo de la muestra ensayada podrá presentar un resultado individual inferior a dicho valor en más del 25% del mismo. De no cumplirse esta condición se dividirá el lote en 2 partes iguales y se tomarán testigos de cada uno de ellos, aplicándose el criterio anterior.

02.- Si el resultado medio del ensayo de la medida de la macrotextura superficial resulta inferior al valor previsto en el cuadro 40.62.17, se procederá de la siguiente manera:

- Si el resultado medio del ensayo de la medida de la macrotextura superficial resulta inferior al 90% del valor previsto en el cuadro 40.62.17, se extenderá una nueva capa de rodadura por cuenta de la empresa Contratista.
- Si el resultado medio del ensayo de la medida de la macrotextura superficial resulta superior o igual al 90% del valor previsto en el cuadro 40.62.17, se aplicará una penalización económica del 10%.

03.- En su caso, en capas de rodadura, el resultado medio del ensayo de determinación de la resistencia al deslizamiento no deberá ser inferior al valor previsto en el cuadro 40.62.15. No más de un 5% de la longitud total medida de cada lote, podrá presentar un resultado inferior a dicho valor en más de 5 unidades.

04.- Si el resultado medio del ensayo de determinación de la resistencia al deslizamiento resulta inferior al valor previsto en el cuadro 40.62.17, se procederá de la siguiente manera:

- Si el resultado medio del ensayo de determinación de la resistencia al deslizamiento resulta inferior al 90% del valor previsto en el cuadro 40.62.17, se fresará y repondrá la capa o se extenderá una nueva capa de rodadura por cuenta de la empresa Contratista.

- Si el resultado medio del ensayo de determinación de la resistencia al deslizamiento resulta superior o igual al 90% del valor previsto en el cuadro 40.62.17, se aplicará una penalización económica del 10%.

12.- MEDICIÓN Y ABONO

01.- Únicamente cuando la capa de asiento no fuera construida bajo el mismo Contrato, se podrá abonar la comprobación y, en su caso, reparación de de superficie existente, por metros cuadrados ejecutados.

02.- La preparación de la superficie existente no es objeto de abono, ni está incluida en esta unidad de obra. El riego de adherencia se abonará según lo prescrito en el artículo 40.52 "Riegos de adherencia" de este Pliego.

03.- La fabricación y puesta en obra de mezclas bituminosas templadas tipo hormigón bituminoso se abonará por toneladas, según su tipo, medidas multiplicando las anchuras señaladas para cada capa en los planos del Proyecto, por los espesores medios y densidades medias deducidas de los ensayos de control de cada lote. En dicho abono se considerará incluido el de los áridos, el procedente de fresado de mezclas bituminosas, en su caso y si lo hubiere, el del polvo mineral y el ligante hidrocarbonado.

04.- El ligante hidrocarbonado empleado se abonará por toneladas, obtenidas multiplicando la medición correspondiente de mezclas bituminosas puestas en obra, por el porcentaje medio de ligante deducido de los ensayos de control de cada lote. Se considerará incluido en dicho precio, y por tanto no será de objeto de abono independiente, el empleo de activantes o aditivos al ligante, así como tampoco el ligante residual del material fresado de mezclas bituminosas, en su caso.

05.- El polvo mineral de aportación y las adiciones a la mezcla bituminosa, sólo se abonarán si la unidad de obra correspondiente estuviera explícitamente incluida en el Cuadro de Precios y el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares, y su medición prevista en el Presupuesto del Proyecto. Su abono se hará por toneladas, obtenidas multiplicando la medición correspondiente de mezclas bituminosas puesta en obra por su dotación media en las mismas.

06.- No serán de abono las creces laterales, ni los aumentos de espesor por corrección de mermas en capas subyacentes.

07.- El PPTP podrá establecer el abono por metros cuadrados, previa fijación de unos umbrales de dotaciones y espesores, de acuerdo con lo indicado en este artículo.

08.- En ningún caso será de abono el empleo de activantes o aditivos al ligante, así como tampoco el ligante residual del material fresado de mezclas bituminosas, si lo hubiere.

09.- La protección de la superficie, en su caso, se abonará por m² realmente ejecutados medidos sobre el terreno.

ARTÍCULO 40.63.- MEZCLAS BITUMINOSAS EN CALIENTE Y SEMICALIENTE TIPO HORMIGÓN BITUMINOSO

1.- DEFINICIÓN

01.- Se define como mezcla bituminosa tipo hormigón bituminoso la combinación de un ligante hidrocarbonado, áridos con granulometría continua, polvo mineral y, eventualmente, aditivos, de manera que todas las partículas del árido queden recubiertas por una película homogénea de ligante. Su proceso de fabricación implica calentar el ligante y los áridos (excepto, eventualmente, el polvo mineral de aportación) y su puesta en obra debe realizarse a una temperatura muy superior a la del ambiente.

02.- A efectos de aplicación de este artículo, en función de la temperatura necesaria para su fabricación las mezclas bituminosas tipo hormigón bituminoso se clasifican en calientes y semicalientes. En las mezclas semicalientes el empleo de aditivos, betunes especiales u otros procedimientos, permite disminuir la temperatura mínima de mezclado en unos 20 a 40 °C respecto a la mezcla en caliente equivalente, pudiendo emplearse en las mismas condiciones y capas que aquéllas en todas las categorías de tráfico pesado.

03.- Se define como mezcla bituminosa de alto módulo aquella cuyo módulo dinámico a 20° C es superior a 11.000 MPa. El módulo dinámico se medirá según el Anexo C de la UNE-EN 12697-26, sobre probetas preparadas de acuerdo con la UNE-EN 12697-30 con 75 golpes por cara. Las mezclas de alto módulo se pueden emplear en capa intermedia o de base en firmes con categoría de tráfico pesado, en espesores entre 6 y 13 cm. Para su fabricación no podrán utilizarse materiales procedentes de fresado de mezclas bituminosas en proporción superior al 15% de la masa total de la mezcla.

04.- La ejecución de cualquier tipo de mezcla bituminosa de las definidas anteriormente incluye las siguientes operaciones:

- Estudio de la mezcla y obtención de la fórmula de trabajo
- Fabricación de la mezcla de acuerdo con la fórmula de trabajo
- Transporte de la mezcla al lugar de empleo
- Preparación de la superficie que va a recibir la mezcla
- Extensión y compactación de la mezcla.

2.- REFERENCIA NORMATIVA

01.- Artículo 542 “Mezclas bituminosas tipo hormigón bituminoso” del PG-3.

3.- MATERIALES

3.1.- Consideraciones generales

01.- Lo dispuesto en este artículo se entenderá sin perjuicio de lo establecido en el Reglamento 305/2011 de 9 de marzo de 2011, del Parlamento Europeo y del Consejo, por el que se establecen las condiciones armonizadas para la comercialización de productos de construcción. Para los productos con marcado CE, el fabricante asumirá la responsabilidad sobre la conformidad de los mismos con las prestaciones declaradas, de acuerdo con el

artículo 11 del mencionado Reglamento. Los productos que tengan el marcado CE deberán ir acompañados, además de dicho marcado, de la Declaración de Prestaciones, y de las instrucciones e información de seguridad del producto. Por su parte, la empresa Contratista deberá verificar que los valores declarados en los documentos que acompañan al marcado CE permitan deducir el cumplimiento de las especificaciones contempladas en el Proyecto o, en su defecto, en este Pliego, debiendo adoptar, en el caso de que existan indicios de incumplimiento de las especificaciones declaradas, todas aquellas medidas que considere oportunas para garantizar la idoneidad del producto suministrado a la obra.

02.- Independientemente de lo anterior, se estará además en todo caso, a lo dispuesto en la legislación vigente en materia ambiental, de seguridad y salud, de producción, almacenamiento, gestión y transporte de productos de la construcción, de residuos de construcción y demolición, y de suelos contaminados.

3.2.- Ligante hidrocarbonado

01.-El PPTP fijará el tipo de ligante hidrocarbonado a emplear, que será seleccionado en función de la capa a que se destine la mezcla bituminosa y de la categoría de tráfico, entre los que se indican en el cuadro 40.63.1 y, salvo justificación en contrario, deberá cumplir las especificaciones de los correspondientes artículos de este Pliego.

CUADRO 40.63.1- TIPO DE LIGANTE HIDROCARBONADO A EMPLEAR (Artículos 25.11, 25.12 y 25.14)

| CAPA | CATEGORÍA DE TRÁFICO | | |
|--------------------------|--|---|------------------|
| | Pesado | Medio | Ligero |
| RODADURA SIGUENTE | Y 15/25 35/50 50/70 BC35/50 BC50/70 PMB 25/55-65 PMB 45/80-60 PMB 45/80-65 | 15/25 35/50 50/70 BC35/50 BC50/70 PMB 45/80-60 | 50/70 BC50/70 |
| BASE O BAJO OTRAS DOS | 35/50 50/70 BC35/50 BC50/70 | 35/50 50/70 BC35/50 BC50/70 | |

Se podrán emplear betunes modificados con caucho que sean equivalentes a los betunes modificados de este cuadro, siempre que cumplan las especificaciones del artículo 25.14 de este Pliego. En este caso, a la denominación del betún se añadirá una letra C mayúscula para indicar que el agente modificador es caucho procedente de neumáticos fuera de uso.

02.- Para mezclas bituminosas de alto módulo el tipo de ligante hidrocarbonado a emplear será 15/25.

03.- En el caso de utilizar betunes con adiciones no incluidos en los artículos 25.11 "Betunes asfálticos", 25.12 "Betunes modificados con polímeros" o 25.14 "Betunes con caucho" de este Pliego o aditivos especiales para mezclas bituminosas semicalientes, el PPTP, o en su defecto la Dirección de las Obras, establecerá el tipo de adición y las especificaciones que deberá cumplir, tanto el ligante como las mezclas bituminosas resultantes. La dosificación y el método de dispersión de la adición deberán ser aprobados por la Dirección de las Obras.

04.- En el caso de incorporación de productos (fibras, materiales, elastómeros, etc.) como modificadores de la reología de la mezcla para alcanzar una mayoración significativa de alguna característica referida a la resistencia, la fatiga y la fisuración, se determinará su proporción así como la del ligante utilizado, de tal manera que, además de proporcionar las propiedades adicionales que se pretendan obtener con dichos productos, se garantice un comportamiento en mezcla mínimo, semejante al que se obtuviera de emplear un ligante bituminoso de los especificados en el artículo 25.15 “Betunes modificados con polímeros” del este Pliego.

05.- Según lo dispuesto en el apartado 2.31 del Plan de neumáticos fuera de uso, aprobado por Acuerdo de Consejo de Ministros de 5 de octubre de 2001, en las obras en las que la utilización del producto resultante de la trituración de los neumáticos usados sea técnica y económicamente viable se dará prioridad a estos materiales.

3.2.- Áridos

3.2.1.- Características generales

01.- Los áridos a emplear en las mezclas bituminosas tipo hormigón bituminoso podrán ser naturales o artificiales siempre que cumplan las especificaciones recogidas en este artículo.

02.- Para cualquier categoría de tráfico podrán emplearse como áridos para capas de base e intermedias, incluidas las de alto módulo, y para categorías de tráfico medio o ligero para todo tipo de capas, el material procedente del fresado de mezclas bituminosas en proporciones inferiores al 15% de la masa total de mezcla. Las mezclas bituminosas con proporciones de fresado superiores al 15% deberán cumplir lo establecido en el artículo 40.64 de este Pliego.

03.- El PPTP, o en su defecto la Dirección de las Obras, podrá exigir propiedades o especificaciones adicionales cuando se vayan a emplear áridos cuya naturaleza o procedencia así lo requiriese.

04.- Los áridos se producirán o suministrarán en fracciones granulométricas diferenciadas, que se acopiarán y manejarán por separado hasta su introducción en tolvas en frío.

05.- Los áridos no serán susceptibles a ningún tipo de meteorización o alteración físico-química apreciable bajo las condiciones más desfavorables que, presumiblemente, puedan darse en la zona de empleo. Tampoco podrán dar origen, con el agua, a disoluciones que puedan causar daños a estructuras u otras capas del firme, o contaminar corrientes de agua.

06.- El PPTP, o en su defecto la Dirección de las Obras, deberá fijar los ensayos para determinar la inalterabilidad del material. Si se considera conveniente caracterizar los componentes solubles de los áridos de cualquier tipo, naturales, artificiales o procedentes del fresado de mezclas bituminosas, que puedan ser lixiviados y significar un riesgo potencial para el medioambiente o para los elementos de construcción situados en sus proximidades, se empleará la UNE-EN 1744-3.

07.- El árido procedente del fresado de mezclas bituminosas se obtendrá de la disgregación por fresado o trituración de capas de mezcla bituminosa. Se determinará la granulometría del árido recuperado, según la UNE-EN 12697-2, que se empleará en el estudio de la fórmula de trabajo. El tamaño máximo de las partículas vendrá fijado por el PPTP, debiendo pasar la totalidad por el tamiz 40 mm de la UNE-EN 933-2.

08.- El árido obtenido del fresado de mezclas bituminosas, cumplirá las especificaciones de los siguientes apartados para la capa que los incluya.

3.2.2.- Árido grueso

01.- Se define como árido grueso a la parte del árido total retenida en el tamiz 2 mm de la UNE-EN 933-2.

02.- El árido grueso para capas de rodadura será por lo general de una única procedencia y naturaleza. En caso de que se empleen áridos de distinta procedencia, cada una de ellas deberá cumplir las prescripciones establecidas en este apartado.

03.- Si en el árido grueso se apreciaran partículas meteorizadas o con distinto grado de alteración, su proporción en masa no será nunca superior al 5%. El PPTP o la Dirección de las Obras podrán establecer un valor inferior al indicado.

04.- Se ha definido un árido de elevadas prestaciones para capas de rodadura, que se incluye para la categoría de tráfico especial. Para cualquier categoría de tráfico pesado el PPTP podrá considerar la categoría de tráfico especial en función de la velocidad de circulación (vías rápidas) u otras características de la vía que así lo aconsejen. En túneles o pasos inferiores se considerará siempre tráfico especial.

05.- Ningún tamaño del árido grueso a emplear en los áridos de tipo especial podrá fabricarse por trituración de gravas procedentes de yacimientos granulares ni de canteras de naturaleza caliza.

06.- Para capas de rodadura de categoría de tráfico medio, en el caso de que se emplee árido grueso procedente de la trituración de grava natural, el tamaño de las partículas, antes de su trituración, deberá ser superior a 6 veces el tamaño máximo del árido final.

07.- El árido grueso deberá cumplir lo fijado en el cuadro 40.63.2 para partículas total y parcialmente trituradas, índice de lajas, coeficiente de Los Ángeles, coeficiente de pulimento acelerado, contenido de finos y valor de sulfato de magnesio.

08.- El árido grueso deberá estar exento de terrones de arcilla, materia vegetal, marga u otras materias extrañas que puedan afectar a la durabilidad de la capa.

09.- En caso de que no se cumplan las prescripciones establecidas respecto al contenido de finos del árido grueso, la Dirección de las Obras podrá exigir su limpieza por lavado, aspiración u otros métodos previamente aprobados, y una nueva comprobación.

CUADRO 40.63.2 – ÁRIDOS PARA MEZCLAS BITUMINOSAS TIPO AC PARA CAPA DE RODADURA

| CARACTERÍSTICA | NORMA ENSAYO UNE-EN | TRÁFICO ESPECIAL | CATEGORÍA DE TRÁFICO PESADO | | |
|---|---------------------|-------------------------|-----------------------------|--------------------|--------|
| | | | Pesado | Medio | Ligero |
| REQUISITOS GEOMÉTRICOS | | | | | |
| Equivalente de arena ¹ (sobre el 0/4 mm) | 933-8 | SE ₅₅ | | | |
| Calidad de los finos (sobre el 0/0,125 mm) ² | 933-9 | MB _F <7 g/kg | | | |
| Contenido de finos (sobre el árido grueso) | 933-1 | f _{0,5} | | | |
| Forma | 933-3 | Fl ₂₀ | Fl ₂₅ | Fl ₃₅ | |
| REQUISITOS FÍSICOS | | | | | |
| Proporción de partículas parcial y totalmente trituradas | 933-5 | C _{100/0} | C _{90/1} | C _{50/10} | |
| Proporción de árido fino no triturado a emplear en la mezcla (% en masa del total, incluyendo polvo mineral) ³ | - | 0 | | | ≤10 |
| Resistencia a la fragmentación ⁴ | 1097-2 | LA ₁₅ | LA ₂₅ | LA ₃₀ | |
| Coficiente pulimento acelerado | 1097-8 | PSV ₅₆ | PSV ₅₀ | PSV ₄₄ | |
| DURABILIDAD | | | | | |
| Valor de sulfato de magnesio | 1367-2 | MS ₁₈ | | | |

¹ Sobre el árido combinado, incluido el polvo mineral.

² Se aplicará esta prescripción cuando no se cumpla la correspondiente del equivalente de arena, pero si la de la categoría inferior (SE₄₅).

³ La proporción de árido fino no triturado no podrá superar la del árido fino triturado.

⁴ La resistencia a la fragmentación de cualquier selección de partículas (siempre que supongan un porcentaje superior al 5% en peso de la fracción total) debe cumplir la categoría especificada.

CUADRO 40.63.3 – ÁRIDOS PARA MEZCLAS BITUMINOSAS TIPO AC PARA CAPAS INTERMEDIA (I) Y BASE (B)

| CARACTERÍSTICA | NORMA ENSAYO UNE-EN | CATEGORÍA DE TRÁFICO PESADO | | |
|---|---------------------|-----------------------------|---|--------------------|
| | | Pesado | Medio | Ligero |
| REQUISITOS GEOMÉTRICOS | | | | |
| Equivalente de arena ¹ (sobre el 0/4 mm) | 933-8 | SE ₅₅ | | |
| Calidad de los finos (sobre el 0/0,125 mm) ² | 933-9 | MB _F <7 g/kg | | |
| Contenido de finos (sobre el árido grueso) | 933-1 | f ₁ | | |
| Forma | 933-3 | Fl ₂₀ | Fl ₂₅ | Fl ₃₅ |
| REQUISITOS FÍSICOS | | | | |
| Proporción de partículas parcial y totalmente trituradas | 933-5 | C _{100/0} | I: C _{100/0} B: C _{90/1} | C _{50/10} |
| Proporción de árido fino no triturado a emplear en la mezcla (% en masa del total, incluyendo polvo mineral) ³ | - | 0 | ≤10 | |
| Resistencia a la fragmentación ⁴ | 1097-2 | LA ₂₅ | | LA ₃₀ |
| DURABILIDAD | | | | |
| Valor de sulfato de magnesio | 1367-2 | MS ₁₈ | | |

¹ Sobre el árido combinado, incluido el polvo mineral.

² Se aplicará esta prescripción cuando no se cumpla la correspondiente del equivalente de arena, pero si la de la categoría inferior (SE₄₅).

³ La proporción de árido fino no triturado no podrá superar la del árido fino triturado.

⁴ La resistencia a la fragmentación de cualquier selección de partículas (siempre que supongan un porcentaje superior al 5% en peso de la fracción total) debe cumplir la categoría especificada.

3.2.3.- Árido fino

01.- Se define como árido fino a la parte del árido total cernida por el tamiz 2 mm y retenida por el tamiz 0,063 mm de la UNE-EN 933-2.

02.- El árido fino deberá proceder de la trituración de piedra de cantera o grava natural en su totalidad, o en parte de yacimientos naturales.

03.- El árido fino deberá estar exento de terrones de arcilla, materia vegetal, marga y otras materias extrañas que puedan afectar a la durabilidad de la capa.

04.- El material que se triture para obtener árido fino deberá cumplir las condiciones exigidas al árido grueso en el apartado 3.2.2 sobre el coeficiente de Los Ángeles.

05.- Se podrá emplear árido fino de otra naturaleza que mejore alguna característica, en especial la adhesividad, pero en cualquier caso procederá de árido grueso con coeficiente de Los Ángeles de la categoría LA25 para capas de rodadura o intermedias y de la LA30 para capas de base.

3.2.4.- Polvo mineral

01.- Se define como polvo mineral a la parte del árido total cernida por el tamiz 0,063 mm de la UNE-EN 933-2.

02.-El polvo mineral podrá proceder de los áridos, separándose de ellos por medio de los ciclones de la central de fabricación, o aportarse a la mezcla por separado de aquellos como un producto comercial o especialmente preparado.

03.- La proporción del polvo mineral de aportación a emplear en la mezcla deberá cumplir lo fijado en el cuadro 40.63.4.

CUADRO 40.63.4.- PROPORCIÓN DE POLVO MINERAL DE APORTACIÓN (% en masa del resto de polvo mineral, excluido el inevitablemente adherido a los áridos)

| CAPA | CATEGORÍA DE TRÁFICO | | |
|------------|----------------------|-------|--------|
| | Pesado | Medio | Ligero |
| RODADURA | 100 | | ≥ 50 |
| INTERMEDIA | 100 | ≥ 50 | |
| BASE | ≥ 50 | | - |

04.- El polvo mineral que quede inevitablemente adherido a los áridos tras su paso por el secador en ningún caso podrá rebasar el 2% de la masa de la mezcla. Sólo si se asegurase que el polvo mineral procedente de los áridos cumple las condiciones exigidas al de aportación, podrá la Dirección de las Obras modificar la proporción mínima de éste.

05.- La granulometría del polvo mineral se determinará según la UNE-EN 933-10. El 100% de los resultados de análisis granulométricos debe quedar dentro del huso granulométrico general definido en el cuadro 40.63.8.

06.- Adicionalmente, el 90% de los resultados de análisis granulométricos basados en los últimos 20 valores obtenidos, debe quedar incluido dentro de un huso granulométrico más estrecho, cuyo ancho máximo en los tamices correspondientes a 0,125 y 0,063 mm no supere el 10%.

CUADRO 40.63.5.- ESPECIFICACIONES PARA LA GRANULOMETRÍA DEL POLVO MINERAL

| ABERTURA DEL TAMIZ (mm) | Huso granulométrico general para resultados individuales Cernido acumulado (% en masa) | Ancho máximo del huso restringido (% en masa) |
|-------------------------|--|---|
| 2 | 100 | - |
| 0,125 | 85 a 100 | 10 |
| 0.063 | 70 a 100 | 10 |

07.- La densidad aparente del polvo mineral, según el anexo A de la UNE-EN 1097-3, deberá estar comprendida entre 0,5 y 0,8 dg/cm³.

3.3.- Aditivos

01.- El PPTP, o en su defecto la Dirección de las Obras, fijará los aditivos que pueden utilizarse, estableciendo las especificaciones que tendrán que cumplir tanto el aditivo como las mezclas bituminosas resultantes. La dosificación y dispersión homogénea del aditivo deberán ser aprobadas por la Dirección de las Obras.

4.- TIPO Y COMPOSICIÓN DE LA MEZCLA

01.- La designación de las mezclas bituminosas tipo hormigón bituminoso se hará según la nomenclatura establecida en la UNE-EN 13108-1.

02.- Esta designación se complementará con información sobre el tipo de granulometría que corresponda a la mezcla: densa, semidensa o gruesa, con el fin de poder diferenciar mezclas con el mismo tamaño máximo de árido, pero con husos granulométricos diferentes. Para ello, a la designación establecida en la UNE-EN 13108-1, se añadirá la letra D, S o G, según se trate de una mezcla densa, semidensa o gruesa respectivamente.

03.- La designación de las mezclas bituminosas seguirá por lo tanto el esquema siguiente:

| | | | | |
|----|---|---------------|---------|---------------|
| AC | D | Surf/bin/base | Ligante | granulometría |
|----|---|---------------|---------|---------------|

Donde:

| | |
|---------------|---|
| AC | Indica que la mezcla es de tipo hormigón bituminoso. |
| D | Es el tamaño máximo del árido, expresado como la abertura del tamiz que deja pasar entre 90% y 100% del total del árido. |
| Surf/bin/base | Se indicará con estas abreviaturas si la mezcla se va a emplear en capa de rodadura, intermedia o base, respectivamente. |
| Ligante | Se debe incluir la designación del tipo de ligante hidrocarbonado utilizado. |
| Granulometría | Se indicará con la letra D, S ó G si el tipo de granulometría corresponde a una mezcla densa (D), semidensa (S) o gruesa (G) respectivamente. En el caso de mezclas de alto módulo se añadirán además las letras MAM. |

04.- La granulometría del árido obtenido combinando las distintas fracciones de los áridos (incluido el polvo mineral), según la unidad de obra o empleo, deberá estar comprendida dentro de alguno de los husos fijados en el cuadro 40.63.6. El análisis granulométrico se hará según la UNE-EN 933-1.

CUADRO 40.63.6.- HUSOS GRANULOMÉTRICOS. CERNIDO ACUMULADO (% en masa)

| TIPO DE MEZCLA ¹ | ABERTURA DE LOS TAMICES UNE-EN 933-2 (mm) | | | | | | | | | | | |
|-----------------------------|---|-----|--------|--------|--------|--------|--------|-------|-------|-------|-------|-----|
| | 45 | 32 | 22 | 16 | 11,2 | 8 | 4 | 2 | 0,500 | 0,250 | 0,063 | |
| D | AC8D | -- | -- | -- | -- | 100 | 90-100 | 63-77 | 45-60 | 18-30 | 11-20 | 5-8 |
| | AC11D | -- | -- | -- | 100 | 90-100 | | 54-72 | 36-48 | 14-24 | 9-18 | 5-8 |
| | AC16D | -- | -- | 100 | 90-100 | | 64-79 | 44-59 | 31-46 | 16-27 | 11-20 | 4-8 |
| | AC22D | -- | 100 | 90-100 | 73-88 | | 55-70 | | 31-48 | 16-27 | 11-20 | 4-8 |
| S | AC16S | -- | -- | 100 | 90-100 | | 60-75 | 35-50 | 24-38 | 11-21 | 7-15 | 3-7 |
| | AC22S | -- | 100 | 90-100 | 70-88 | | 50-66 | | 24-38 | 11-21 | 7-15 | 3-7 |
| | AC32S | 100 | 90-100 | | 68-82 | | 48-63 | | 24-38 | 11-21 | 7-15 | 3-7 |
| G | AC22G | -- | 100 | 90-100 | 65-86 | | 40-60 | | 18-32 | 7-18 | 4-12 | 2-5 |
| | AC32G | 100 | 90-100 | | 58-76 | | 35-54 | | 18-32 | 7-18 | 4-12 | 2-5 |

¹Para la formulación de mezclas bituminosas de alto módulo (MAM) se empleará el huso AC22S con las siguientes modificaciones, respecto a dicho huso granulométrico: tamiz 0,250: 8-15; y tamiz 0,063: 5-9.

05.- El tipo de mezcla bituminosa a emplear en función del tipo y del espesor de la capa de firme, se definirá en el PPTP, según el cuadro 40.63.7.

CUADRO 40.63.7.- TIPO DE MEZCLA A UTILIZAR EN FUNCIÓN DEL TIPO Y ESPESOR DE LA CAPA

| TIPO DE CAPA | ESPESOR (cm) | TIPO DE MEZCLA |
|----------------------|--------------|---|
| | | Denominación UNE-EN 13108-1 |
| RODADURA | 2-3 | AC8 surf D |
| | 3-4 | AC8 surf D AC11 surf D |
| | 4 - 5 | AC16 surf D AC16 surf S |
| | > 5 | AC16 surf D AC16 surf S AC22 surf D AC22 surf S |
| INTERMEDIA | 5-10 | AC22 bin D AC22 bin S AC-32 bin S AC22 bin S MA ¹ |
| BASE | 7-15 | AC32 base S AC22 base G AC32 base G AC22 base S MAM ² |
| ARCENES ³ | 4-6 | AC16 surf D |

¹ Espesor mínimo de 6 cm

² Espesor máximo de 13 cm

³En el caso de que no se emplee el mismo tipo de mezcla que en la capa de rodadura de la calzada.

06.- El PPTP fijará la dotación mínima de ligante hidrocarbonado de la mezcla bituminosa que, en cualquier caso, deberá cumplir lo indicado en el cuadro 40.63.8, según el tipo de mezcla y de capa.

Cuadro 40.63.8- DOTACIÓN MÍNIMA¹ DE LIGANTE HIDROCARBONADO (% en masa sobre el total de la mezcla bituminosa, incluido el polvo mineral)

| TIPO DE CAPA | TIPO DE MEZCLA | DOTACIÓN MÍNIMA (%) |
|--------------|-------------------------------|---------------------|
| RODADURA | DENSA AC8 y AC11 | 5,20 |
| | DENSA Y SEMIDENSA AC16 y AC22 | 4,60 |
| INTERMEDIA | DENSA Y SEMIDENSA | 4,00 |
| | ALTO MÓDULO | 4,60 |
| BASE | SEMIDENSA Y GRUESA | 4,00 |
| | ALTO MODULO | 4,80 |

¹Incluidas las tolerancias especificadas en el apartado 10.3.1. Se tendrán en cuenta las correcciones por peso específico y absorción de los áridos, si son necesarias.

07.- En el caso de que la densidad de los áridos (UNE-EN 1097-6) sea diferente de 2,65 g/cm³, los contenidos mínimos de ligante del cuadro 40.63.11 se deben corregir multiplicando por el factor:

$$\alpha = \frac{2,65}{\rho_d}$$

donde ρ_d es la densidad de las partículas de árido.

08.- Salvo justificación en contrario, la relación ponderal recomendable entre los contenidos de polvo mineral y ligante hidrocarbonado de las mezclas densas, semidensas y gruesas se fijará de acuerdo con las indicadas en el cuadro 40.63.9.

Cuadro 40.63.9- RELACIÓN PONDERAL¹ RECOMENDABLE DE POLVO MINERAL-LIGANTE EN MEZCLAS BITUMINOSAS TIPO DENSAS, SEMIDENSAS Y GRUESAS.

| CAPA | RELACIÓN PONDERAL |
|------------|-------------------|
| RODADURA | 1,2 (±0,15) |
| INTERMEDIA | 1,1(±0,15) |
| BASE | 1,0 (±0,15) |

¹Relación entre el porcentaje de polvo mineral y el de ligante expresados ambos respecto de la masa total del árido.

09.- En las mezclas bituminosas de alto módulo la relación ponderal recomendable entre los contenidos de polvo mineral y ligante hidrocarbonato (expresados ambos respecto de la masa total de árido seco, incluido el polvo mineral), salvo justificación en contrario, estará comprendida entre 1,2 a 1,3.

5.- EQUIPO NECESARIO PARA LA EJECUCIÓN DE LAS OBRAS

01.- Se estará, en todo en lo dispuesto en la legislación vigente en materia ambiental, de seguridad y salud y de transporte en lo referente a los equipos empleados en la ejecución de las obras.

5.1.- Central de fabricación

01.- Lo dispuesto en este apartado se entenderá sin perjuicio de lo establecido en la UNE-EN 13108-1 para el mercado CE.

02.- La instalación deberá permitir fabricar una mezcla bituminosa de acuerdo con la fórmula de trabajo aceptada y las especificaciones de este artículo. Se deberá asegurar la completa homogeneización del material dentro de las tolerancias fijadas.

03.- La central de fabricación podrá ser de tipo discontinuo o continuo.

04.- Cuando se vayan a emplear áridos procedentes del fresado de mezclas bituminosas, la central de fabricación dispondrá de los elementos necesarios para que se cumplan los requisitos y especificaciones recogidas en el apartado 6.4.

5.2.- Elementos de transporte

01.- Consistirán en camiones de caja lisa y estanca, perfectamente limpia y que se tratará, para evitar que la mezcla bituminosa se adhiera a ella, con un producto cuya composición y dotación deberán ser aprobadas por la Dirección de la Obras.

02.- La forma y altura de la caja deberá ser tal que, durante el vertido en la extendedora, el camión sólo toque a ésta a través de los rodillos previstos al efecto.

03.- Los camiones deberán siempre estar provistos de una lona o cobertor adecuado para proteger la mezcla bituminosa durante su transporte.

04.- Los medios de transporte deberán estar adaptados, en todo momento, al ritmo de ejecución de la obra teniendo en cuenta la capacidad de producción de la central de fabricación y del equipo de extensión, y la distancia entre ésta y la zona de extensión.

5.3.- Equipo de extensión

01.- Las extendedoras serán autopropulsadas, y estarán dotadas de los dispositivos necesarios para extender la mezcla bituminosa en caliente con la geometría y producción deseadas y un mínimo de precompactación, que será fijado por el PPTP o, en su defecto, por la Dirección de las Obras. La capacidad de la tolva, así como la potencia, serán adecuadas para el tipo de trabajo que deban desarrollar. Estarán dotadas de un dispositivo automático de nivelación y de un elemento calefactor para la ejecución de la junta longitudinal.

02.- Para las categorías de tráfico pesado o con superficies a extender en calzada superiores a 70.000 m² o en aquellas vías principales que así lo recoja el PPTP, será preceptivo hacer la extensión de las mezclas bituminosas con dos extendedoras en paralelo y disponer, delante de las extendedoras, de un equipo de transferencia autopropulsado de tipo silo móvil, que esencialmente garantice la homogeneización granulométrica y además permita la uniformidad térmica y de las características superficiales.

03.- La anchura mínima y máxima de extensión se definirá en el PPTP o, en su defecto, por la Dirección de la Obras. Si se acoplaran piezas a las extendedoras para aumentar su anchura, éstas deberán quedar perfectamente alineadas con las originales.

5.4.- Equipo de compactación

01.- Se podrán utilizar compactadores de rodillos metálicos, estáticos o vibrantes, de neumáticos o mixtos. La composición mínima del equipo será de 1 compactador vibratorio de rodillos metálicos o mixto, y 1 compactador de neumáticos.

02.- Los equipos de compactación deberán ser aprobados por la Dirección de las Obras tras la realización del tramo de pruebas.

03.- En los lugares inaccesibles para los equipos de compactación normales, se emplearán otros de tamaño y diseño adecuados para la labor que se pretende realizar y siempre deberán ser autorizados por la Dirección de las Obras.

6.- EJECUCIÓN

6.1.- Estudio da la mezcla y obtención de la fórmula de trabajo

6.1.1.- Principios generales

01.- La fabricación y puesta en obra de la mezcla no se iniciará hasta que se haya aprobado por la Dirección de las Obras la correspondiente fórmula de trabajo, estudiada en laboratorio y verificada en la central de fabricación.

02.- Dicha fórmula fijará como mínimo las siguientes características:

- Identificación y proporción de cada fracción del árido en la alimentación y, en su caso, después de su clasificación en caliente.
- Granulometría de los áridos combinados, incluido el polvo mineral, por los tamices que correspondan para cada tipo de mezcla según el cuadro 40.63.9, expresada en porcentaje del árido total con una aproximación del 1%, con excepción del tamiz 0,063 que se expresará con aproximación del 0,1%.
- Dosificación, en su caso, de polvo mineral de aportación; expresada en porcentaje del árido total con aproximación del 0,1 %.
- Tipo y características del ligante hidrocarbonado.
- Dosificación de ligante hidrocarbonado referida a la masa de la mezcla total (incluido el polvo mineral), y la de aditivos al ligante, referida a la masa del ligante hidrocarbonado.
- En su caso, tipo y dotación de las adiciones a la mezcla bituminosa, referida a la masa de la mezcla total.
- Densidad mínima a alcanzar.

También se señalarán:

- Los tiempos a exigir para la mezcla de los áridos en seco y para la mezcla de los áridos con el ligante.
- Las temperaturas máxima y mínima de calentamiento previo de áridos y ligante.
- La temperatura de mezclado con betunes asfálticos se fijará dentro del rango correspondiente a una viscosidad del betún de 150-300 cSt). Además, en el caso de betunes mejorados con caucho, de betunes modificados con polímeros o de betunes especiales o con adiciones especiales para mezclas semicalientes, en la temperatura de mezclado se tendrá en cuenta el rango recomendado por el fabricante.
- La temperatura mínima de la mezcla en la descarga desde los elementos de transporte y a la salida de la extendidora, que no será inferior a 145°C, salvo en mezclas semicalientes o justificación en contrario.
- La temperatura mínima de la mezcla al iniciar la compactación.
- En el caso de que se empleen adiciones se incluirán las prescripciones necesarias sobre su forma de incorporación y tiempo de mezclado.

03.- La temperatura mínima de la mezcla al salir del mezclador será aprobada por la Dirección de las Obras de forma que la temperatura de la mezcla en la descarga de los camiones sea superior al mínimo fijado.

04.- La dosificación de ligante hidrocarbonado en la fórmula de trabajo se fijará teniendo en cuenta los materiales disponibles, la experiencia obtenida en casos análogos y siguiendo los criterios establecidos en el apartado 6.

05.- La empresa Contratista deberá entregar a la Dirección de las Obras, para su aceptación, las características de la mezcla respecto de las siguientes propiedades:

- Contenido de huecos y densidad aparente asociada a ese valor.
- Resistencia a la deformación permanente.
- Sensibilidad al agua.
- Adicionalmente, en el caso de mezclas de alto módulo, valor del módulo dinámico y de la resistencia a fatiga.

06.- El suministrador del ligante deberá indicar la temperatura de referencia para la compactación de las probetas y para la fabricación, extendido y compactación de la mezcla.

07.- En el caso de categorías de tráfico pesado y medio, él PPTP, o en su defecto la Dirección de las Obras, podrá exigir un estudio de sensibilidad de las propiedades de la mezcla a variaciones de granulometría y dosificación de ligante hidrocarbonado que no excedan de las admitidas en el apartado 10.3.1.

08.- Para capas de rodadura, la fórmula de trabajo de la mezcla bituminosa deberá asegurar el cumplimiento de las características de la unidad terminada en lo referente a la macrotextura superficial y a la resistencia al deslizamiento, según lo indicado en el apartado 8.4.

09.- Si la marcha de las obras lo aconseja, la Dirección de las Obras podrá exigir la corrección de la fórmula de trabajo con objeto de mejorar la calidad de la mezcla, justificándolo debidamente mediante un nuevo estudio y los ensayos oportunos. Se estudiará y aprobará una nueva fórmula si varía la procedencia de alguno de los componentes, o si durante la producción se rebasan las tolerancias granulométricas establecidas en este artículo.

6.1.2.- Contenido de huecos

01.- El contenido de huecos determinado según el método de ensayo de la UNE-EN 12697-8 indicado en el anexo B de la UNE-EN 13108-20, deberá cumplir lo establecido en el cuadro 40.63.10.

02.- La determinación del contenido de huecos en mezclas con tamaño nominal D inferior o igual a 22 mm, se hará sobre probetas compactadas según la UNE-EN 12697-30, aplicando 75 golpes por cara. En mezclas con tamaño nominal D superior a 22 mm, la determinación de huecos se hará sobre probetas preparadas bien por compactación vibratoria según la UNE-EN 12697-32 o bien por compactación giratoria según la UNE-EN 12697-31. Se determinará la energía de compactación necesaria para que las probetas preparadas tengan la misma densidad que las obtenidas por impactos (UNE-EN 12697-30), aplicando 75 golpes por cara y en las que se haya sustituido el material retenido en el tamiz 22 mm por una cantidad igual de material comprendido entre los tamices 16 mm y 22 mm (UNE-EN 933-2).

03.- La determinación del contenido de huecos en mezclas semicalientes podrá hacerse sobre probetas preparadas por compactación giratoria (UNE-EN 12697-31), a la temperatura de compactación prevista en obra. Para ello se compactarán hasta el número de giros que

permitan obtener una densidad geométrica idéntica a la que se obtiene en probetas compactadas según la UNE-EN 12697-30, aplicando 75 golpes por cara, en una mezcla en caliente de idénticas características con la excepción del tipo de ligante que deberá ser un betún asfáltico, modificado con polímeros en su caso, del mismo grado que el ligante que se desee emplear en la mezcla semicaliente. Los valores se considerarán válidos siempre que el número máximo de giros necesario para alcanzar dicha densidad geométrica sea de 160 para mezclas tipo AC32 y AC22 con molde de diámetro interior de 150 mm, o de 100 giros para mezclas tipo AC16, AC11 ó AC8 con molde de diámetro interior de 100 mm.

CUADRO 40.63.10. - CONTENIDO DE HUECOS EN MEZCLA
(UNE-EN 12697-8) EN PROBETAS UNE-EN 12697-30
(75 golpes por cara) (**)

| CARACTERÍSTICA | | CATEGORÍA DE TRÁFICO | |
|----------------------|------------------|----------------------|--------|
| | | Pesado y Medio | Ligero |
| HUECOS EN MEZCLA (%) | Capa de rodadura | 4-6 | 3-6 |
| | Capa intermedia | 4-7(*) | 4-7 |
| | Capa de base | 4-8(*) | 4-8 |

(*) En las mezclas bituminosas de alto módulo: 4-6

(**) Excepto en mezclas con $D > 22$ mm, en las que las probetas se compactarán según la UNE-EN 12697-32 (120 segundos por cara)

04.- El PPTP, o en su caso la Dirección de las Obras, podrá exigir el contenido de huecos en áridos, según el método de ensayo de la UNE-EN 12697-8 indicado en el anexo B de la UNE-EN 13108-20, siempre que, por las características de los mismos o por su granulometría combinada, se prevean anomalías en la fórmula de trabajo. En tal caso, el contenido de huecos en áridos, de mezclas con tamaño máximo de 8, 11 ó 16 mm deberá ser mayor o igual al 15%, y en mezclas con tamaño máximo de 22 ó 32 mm deberá ser mayor o igual al 14%.

6.1.3.- Resistencia a la deformación permanente

01.- La resistencia a deformaciones plásticas determinada mediante el ensayo de pista de laboratorio, deberá cumplir lo establecido en los cuadros 40.63.11a ó 40.63.11b. Este ensayo se hará según la UNE-EN 12697-22, empleando el dispositivo pequeño, el procedimiento B en aire, a una temperatura de 60°C y con una duración de 10.000 ciclos.

02.- Para la realización de este ensayo, las probetas se prepararán mediante compactador de placa, con el dispositivo de rodillo de acero, según la UNE-EN 12697-33, con una densidad superior al 98% de la obtenida en probetas cilíndricas preparadas según lo indicado en 6.1.2.

CUADRO 40.63.11a - PENDIENTE MEDIA DE DEFORMACIÓN EN PISTA EN EL INTERVALO DE 5.000 A 10.000 CICLOS PARA CAPA DE RODADURA E INTERMEDIA. UNE-EN 12697-22 (mm para 10^3 ciclos por carga) (*)

| CATEGORÍA DE TRÁFICO | |
|----------------------|--------|
| Pesado y Medio | Ligero |
| 0,07 | 0,10 |

(*) En mezclas bituminosas de alto módulo en capa Intermedia la pendiente media de deformación en pista será de 0,07.

CUADRO 40.63.11b - PENDIENTE MEDIA DE DEFORMACIÓN EN PISTA EN EL INTERVALO DE 5.000 A 10.000 CICLOS PARA CAPA BASE. UNE-EN 12697-22 (mm para 10³ CICLOS DE CARGA)

| CATEGORÍA DE TRÁFICO | |
|----------------------|-------------------|
| Pesado | Medio Y Ligero |
| 0,07 | 0,10 |

6.1.4.- Sensibilidad al agua

01.- En cualquier circunstancia se comprobará la adhesividad árido-ligante mediante la caracterización de la acción del agua. Para ello, la resistencia conservada en el ensayo de tracción indirecta tras inmersión, realizado a 15 °C, según la UNE-EN 12697-12 tendrá un valor mínimo del 80% para capas de base e intermedia, y del 85% para capas de rodadura. En mezclas de tamaño máximo no mayor de 22 mm, las probetas para la realización del ensayo se prepararán según la UNE-EN 12697-30 con 50 golpes por cara. Para mezclas con tamaño máximo superior a 22 mm, las probetas se prepararán bien mediante compactación con vibración (UNE-EN 12697-32), o bien por compactación giratoria (UNE-EN 12697-31). Se determinará la energía de compactación necesaria para que las probetas preparadas tengan la misma densidad que las obtenidas por impactos (UNE-EN 12697-30), aplicando 50 golpes por cara y en las que se haya sustituido el material retenido en el tamiz 22 mm por una cantidad igual de material comprendido entre los tamices 2 mm y 22 mm (UNE-EN 933-2), de manera proporcional al porcentaje en peso que corresponda a cada uno de ellos, una vez eliminada la fracción retenida por el tamiz 22 mm.

02.- Se podrá mejorar la adhesividad entre el árido y el ligante hidrocarbonado mediante activantes directamente incorporados al ligante. En todo caso, la dotación mínima de ligante hidrocarbonado no será inferior a lo indicado en el cuadro 40.63.11.

6.1.5.- Propiedades adicionales en mezclas de alto módulo

01.- En mezclas de alto módulo, el valor del módulo dinámico a 20°C, según el anexo C de UNE-EN 12697-26, no será inferior a 11.000 MPa. Las probetas para la realización del ensayo se prepararán según la UNE-EN 12697-30, aplicando 75 golpes por cara.

02.- En mezclas de alto módulo, realizado el ensayo de resistencia a la fatiga con una frecuencia de 30 Hz y a una temperatura de 20 °C, según el Anexo D de UNE-EN 12697-24, el valor de la deformación para 106 ciclos no será inferior a 100 µm/m.

6.2.- Preparación de la superficie existente

01.- Se comprobará la regularidad superficial y el estado de la superficie sobre la que se vaya a extender la mezcla bituminosa. El PPTP, o en su defecto la Dirección de las Obras indicará las medidas encaminadas a restablecer una regularidad superficial aceptable y, en su caso, a reparar zonas dañadas.

02.- La regularidad superficial de la superficie existente deberá cumplir lo indicado al respecto en este artículo y sobre ella se ejecutará un riego de imprimación o un riego de adherencia según corresponda dependiendo de su naturaleza, de acuerdo con los artículos 40.41 ó 40.42 de este Pliego.

03.- Si la superficie estuviese constituida por un pavimento hidrocarbonado, y dicho pavimento fuera heterogéneo, se deberán, además, eliminar mediante fresado los excesos de ligante y sellar las zonas demasiado permeables, según las instrucciones de la Dirección de las Obras.

04.- Se comprobará especialmente que transcurrido el plazo de rotura del ligante de los tratamientos aplicados, no quedan restos de agua en la superficie. Así mismo, si ha transcurrido mucho tiempo desde su aplicación, se comprobará que su capacidad de unión con la mezcla bituminosa no ha disminuido en forma perjudicial. En caso contrario, la Dirección de las Obras podrá ordenar la ejecución de un riego de adherencia adicional.

6.3.- Aprovechamiento de áridos

01.- Los áridos se producirán o suministrarán en fracciones granulométricas diferenciadas, que se acopiarán y manejarán por separado hasta su introducción en las tolvas en frío. Cada fracción será suficientemente homogénea y se podrá acopiar y manejar sin peligro de segregación, observando las precauciones que se detallan a continuación.

02.- Para mezclas con tamaño máximo de árido inferior a 11 mm el número mínimo de fracciones será de 2, para mezclas con tamaño máximo de árido de 16 mm será de 3 y para el resto de las mezclas será de 4. La Dirección de las Obras podrá exigir un mayor número de fracciones si lo estima necesario para cumplir las tolerancias exigidas a la granulometría de la mezcla en el apartado 10.3.1.

03.- Cuando se detecten anomalías en la producción o suministro de los áridos, se acopiarán por separado hasta confirmar su aceptabilidad. Esta misma medida se aplicará cuando esté pendiente de autorización el cambio de procedencia de un árido.

04.- El PPTP, o en su defecto la Dirección de las Obras, fijará el volumen mínimo de acopios antes de iniciar las obras. Salvo justificación en contrario dicho volumen no será inferior al correspondiente a 1 mes de trabajo con la producción prevista.

6.4.- Fabricación de la mezcla

01.- Lo dispuesto en este apartado se entenderá sin perjuicio de lo establecido en la UNE-EN 13108-1 para el mercado CE. No obstante, el PPTP, o en su defecto la Dirección de las Obras, podrá establecer prescripciones adicionales, especialmente en el supuesto de no ser obligatorio o no disponer de mercado CE.

02.- A la descarga del mezclador todos los tamaños del árido deberán estar uniformemente distribuidos en la mezcla, y todas sus partículas total y homogéneamente cubiertas de ligante. La temperatura de la mezcla al salir del mezclador no excederá de la fijada en la fórmula de trabajo.

03.- En el caso de utilizar adiciones al ligante o a la mezcla, se cuidará su correcta dosificación, la distribución homogénea, así como que no pierda sus características iniciales durante todo el proceso de fabricación.

6.5.- Transporte de la mezcla

01.- La mezcla bituminosa se transportará en camiones de la central de fabricación a la extendidora. La caja del camión se tratará previamente con un líquido antiadherente, éste consistirá en general en una solución jabonosa, un agente tensoactivo u otros productos

sancionados por la experiencia, que garanticen que no son perjudiciales para la mezcla bituminosa, ni para el medioambiente, debiendo ser aprobados por la Dirección de las Obras. Dicha solución se pulverizará de manera uniforme sobre los laterales y fondo de la caja, utilizando la mínima cantidad para impregnar toda la superficie, y sin que se produzca un exceso de líquido antiadherente, que deberá drenarse en su caso, antes de cargar la mezcla bituminosa. No se permitirá en ningún caso el empleo de productos derivados del petróleo.

02.- Para evitar su enfriamiento superficial, deberá protegerse durante el transporte mediante lonas u otros cobertores adecuados. En el momento de descargarla en la extendedora o en el equipo de transferencia, su temperatura no podrá ser inferior a la especificada en la fórmula de trabajo.

6.6.- Extensión de la mezcla

01.- A menos que la Dirección de las Obras justifique otra directriz, la extensión comenzará por el borde inferior. y se realizará por franjas longitudinales. La anchura de estas franjas se fijará de manera que se realice el menor número de juntas posible y se consiga la mayor continuidad de la extensión, teniendo en cuenta la anchura de la sección, el eventual mantenimiento de la circulación, las características de la extendedora y la producción de la central.

02.- En obras sin mantenimiento de la circulación, para las categorías de tráfico pesado o con superficies a extender en calzada superiores a 70.000 m², se realizará la extensión de cualquier capa bituminosa a ancho completo, trabajando si fuera necesario con 2 o más extendedoras ligeramente desfasadas, evitando juntas longitudinales. En los demás casos, después de haber extendido y compactado una franja, se extenderá la siguiente mientras el borde de la primera se encuentre aún caliente y en condiciones de ser compactado; en caso contrario, se ejecutará una junta longitudinal.

03.- La extendedora se regulará de forma que la superficie de la capa extendida resulte lisa y uniforme, sin segregaciones ni arrastres, y con un espesor tal que, una vez compactada, se ajuste a la rasante y sección transversal indicadas en los Planos del Proyecto, con las tolerancias establecidas en el apartado 8.2.

04.- La extensión se realizará con la mayor continuidad posible, ajustando la velocidad de la extendedora a la producción de la central de fabricación de modo que aquella no se detenga. En caso de detención, se comprobará que la temperatura de la mezcla que quede sin extender, en la tolva de la extendedora y debajo de ésta, no baje de la prescrita en la fórmula de trabajo para el inicio de la compactación; de lo contrario, se ejecutará una junta transversal.

05.- Donde resulte imposible, a juicio de la Dirección de las Obras, el empleo de máquinas extendedoras, la mezcla bituminosa se podrá poner en obra por otros procedimientos aprobados por aquél. Para ello se descargará fuera de la zona en que se vaya a extender y se distribuirá en una capa uniforme y de un espesor tal que, una vez compactada, se ajuste a la rasante y sección transversal indicadas en los Planos del Proyecto, con las tolerancias establecidas en el apartado 8.2.

06.- No se permitirá en ningún caso el empleo de productos derivados del petróleo en tolvas de descarga y elementos en contacto con la mezcla bituminosa.

6.7.- Compactación de la mezcla

01.- La compactación se realizará según el plan aprobado por la Dirección de las Obras en función de los resultados del tramo de prueba; se deberá hacer a la mayor temperatura posible, sin rebasar la máxima prescrita en la fórmula de trabajo y sin que se produzca desplazamiento de la mezcla extendida; y se continuará mientras la temperatura de la mezcla no baje de la mínima prescrita en la fórmula de trabajo y la mezcla se halle en condiciones de ser compactada, hasta que se alcance la densidad especificada en el apartado 8.1.

02.- En mezclas bituminosas fabricadas con betunes mejorados o modificados con caucho y en mezclas bituminosas con adición de caucho, con el fin de mantener la densidad de la tongada hasta que el aumento de viscosidad del betún contrarreste una eventual tendencia del caucho a recuperar su forma, se continuará obligatoriamente el proceso de compactación hasta que la temperatura de la mezcla baje de la mínima establecida en la fórmula de trabajo, aunque se hubiera alcanzado previamente la densidad especificada en el apartado 8.1.

03.- Cuando sea necesario aplicar un tratamiento antiadherente sobre los equipos de compactación, éste consistirá en general en una solución jabonosa, un agente tensoactivo u otros productos sancionados por la experiencia, que garanticen que no son perjudiciales para la mezcla bituminosa, ni para el medioambiente, debiendo ser aprobados por la Dirección de las Obras. No se permitirá en ningún caso el empleo de productos derivados de la destilación del petróleo.

6.8.- Juntas transversales y longitudinales

01.- Siempre que sean inevitables, se procurará que las juntas de capas superpuestas guarden una separación mínima de 5 m las transversales, y 15 cm las longitudinales.

02.- Al extender franjas longitudinales contiguas, si la temperatura de la extendida en primer lugar no fuera superior al mínimo fijado en la fórmula de trabajo para terminar la compactación, el borde de esta franja se cortará verticalmente, dejando al descubierto una superficie plana y vertical en todo su espesor. Se le aplicará una capa uniforme y ligera de riego de adherencia, según el artículo 40.42 de este Pliego, dejando romper la emulsión suficientemente. A continuación, se calentará la junta y se extenderá la siguiente franja contra ella.

03.- Las juntas transversales en capas de rodadura se compactarán transversalmente, disponiendo los apoyos precisos para los elementos de compactación.

7.- TRAMO DE PRUEBA

01.- Antes de iniciarse la puesta en obra de cada tipo de mezcla bituminosa será preceptiva la realización del correspondiente tramo de prueba, para comprobar la fórmula de trabajo, la forma de actuación de los equipos de extensión y compactación, y, especialmente, el plan de compactación.

02.- A efectos de verificar que la fórmula de trabajo puede cumplir después de la puesta en obra, las prescripciones relativas a la textura superficial y, en su caso, al coeficiente de rozamiento transversal, en capas de rodadura se harán al menos 5 determinaciones de la macrotextura superficial, mediante el método volumétrico según la UNE-EN 13036-1, que deberá cumplir los valores establecidos en el apartado 8.4.

03.- El tramo de prueba tendrá una longitud no inferior a la definida en el PPTP. La Dirección de las Obras determinará si es aceptable su realización como parte integrante de la obra en construcción.

04.- A la vista de los resultados obtenidos, la Dirección de las Obras definirá:

- Si es aceptable o no la fórmula de trabajo. En el primer caso, se podrá iniciar ni fabricación de la mezcla bituminosa. En el segundo, la empresa Contratista deberá proponer las actuaciones a seguir (estudio de una nueva fórmula, corrección parcial de la ensayada, correcciones en la central de fabricación ó sistemas de extensión, etc.).
- Si son aceptables o no los equipos propuestos por la empresa Contratista. En el primer caso, definirá su forma específica de actuación. En el segundo caso, la empresa Contratista deberá proponer nuevos equipos, o incorporar equipos suplementarios.

05.- Asimismo, durante la ejecución del tramo de prueba se analizará la correspondencia, en su caso, entre los métodos de control de la dosificación del ligante hidrocarbonado y de la densidad in situ establecidos en el PPTP y otros métodos rápidos de control.

06.- No se podrá proceder a la producción sin que la Dirección de las Obras haya autorizado el inicio en las condiciones aceptadas después del tramo de prueba.

8.- ESPECIFICACIONES DE LA UNIDAD TERMINADA

8.1.- Densidad

01.- La densidad no deberá ser inferior al siguiente porcentaje de la densidad de referencia, obtenida según lo indicado en el apartado 10.3.2:

- Capas de espesor igual o superior a 6 cm: 98%.
- Capas de espesor no superior a 6 cm: 97%.

8.2.- Rasante, espesor y anchura

01.- La superficie acabada no deberá diferir de la teórica en más de 10 mm en capas de rodadura e intermedias, ni de 15 mm en las de base, y su espesor no deberá ser nunca inferior al previsto para ella en la sección tipo de los Planos de Proyecto.

02.- En todos los semiperfiles se comprobará la anchura extendida, que en ningún caso deberá ser inferior a la teórica deducida de la sección tipo de los Planos de Proyecto.

8.3.- Regularidad superficial

01.- Si el PPTP o la Dirección de las Obras lo requiere, el índice de Regularidad Internacional (IRI), según la NLT-330, y obtenido de acuerdo a lo indicado en el apartado 10.4, deberá cumplir los valores de los cuadros 40.63.12 ó 40.63.13, según corresponda.

CUADRO 40.63.12. - ÍNDICE DE REGULARIDAD INTERNACIONAL (IRI) (dm/hm) PARA FIRMES DE NUEVA CONSTRUCCIÓN

| PORCENTAJE DE HECTÓMETROS | TIPO DE CAPA | | |
|---------------------------|--------------------------|---------------------|-------------------------|
| | RODADURA E INTERMEDIA | | OTRAS CAPAS BITUMINOSAS |
| | RED VIARIA METROPOLITANA | RESTO DE RED VIARIA | |
| 50 | <1,5 | <1,5 | <2,0 |
| 80 | <1,8 | <2,0 | <2,5 |
| 100 | <2,0 | <2,5 | <3,0 |

CUADRO 40.63.13. - ÍNDICE DE REGULARIDAD INTERNACIONAL (IRI) (dm/hm) PARA FIRMES REHABILITADOS ESTRUCTURALMENTE

| PORCENTAJE DE HECTÓMETROS | TIPO DE VÍA | | | |
|---------------------------|-------------------------------|------|---------------------|------|
| | RED VIARIA METROPOLITANA | | RESTO DE RED VIARIA | |
| | ESPESOR DE RECRECIMIENTO (cm) | | | |
| | >10 | ≤10 | >10 | ≤10 |
| 50 | <1,5 | <1,5 | <1,5 | <2,0 |
| 80 | <1,8 | <2,0 | <2,0 | <2,5 |
| 100 | <2,0 | <2,5 | <2,5 | <3,0 |

8.4.- Macrotextura superficial y resistencia al deslizamiento

01.- La superficie de la capa deberá presentar una textura homogénea, uniforme y exenta de segregaciones.

02.- Únicamente a efectos de recepción de capas de rodadura, la macrotextura superficial, obtenida mediante el método volumétrico según la UNE-EN 13036-1, y, si el PPTP o la Dirección de las Obras lo requiere, la resistencia al deslizamiento, según el ensayo del péndulo (UNE-EN 13036-4), no deberán ser inferiores a los valores indicados en el cuadro 40.63.14.

CUADRO 40.63.14. - MACROTEXTURA SUPERFICIAL (UNE-EN 13036-1) Y RESISTENCIA AL DESLIZAMIENTO (UNE-EN 13036-4) DE LAS MEZCLAS PARA CAPAS DE RODADURA

| CARACTERÍSTICA | VALOR |
|---|-------|
| MACROTEXTURA SUPERFICIAL (*) Valor mínimo (mm) | 0,7 |
| RESISTENCIA AL DESLIZAMIENTO (**) CRT mínimo(%) | 65 |

(*) Medida antes de la puesta en servicio de la capa

(**) Medida una vez transcurridos un mes de la puesta en servicio de la capa

9.- LIMITACIONES DE LA EJECUCIÓN

01.- Salvo autorización expresa de la Dirección de las Obras, no se permitirá la puesta en obra de mezclas bituminosas:

- Cuando la temperatura ambiente a la sombra sea inferior a 5 °C, salvo si el espesor de la capa a extender fuera inferior a 5 cm, en cuyo caso el límite será de 8 °C. Con viento intenso, después de heladas, o en tableros de estructuras, la Dirección de las Obras podrá aumentar estos límites, a la vista de los resultados de compactación obtenidos.
- Cuando se produzcan precipitaciones atmosféricas.

02.- Terminada su compactación, se podrá abrir a la circulación la capa ejecutada, tan pronto como alcance la temperatura ambiente en todo su espesor o bien, previa autorización expresa de la Dirección de las Obras, cuando alcance una temperatura de 60 °C, evitando las paradas y cambios de dirección sobre la mezcla recién extendida hasta que ésta alcance la temperatura ambiente.

10.- CONTROL DE CALIDAD

10.1.- Control de procedencia de los materiales

01.- En el caso de productos que dispongan del marcado CE, de acuerdo con el Reglamento 305/2011, para el control de procedencia de los materiales, se llevará a cabo la verificación de que los valores declarados en los documentos que acompañan al marcado CE cumplan las especificaciones establecidas en este Pliego. Independientemente de la aceptación de la veracidad de las propiedades referidas en el marcado CE, si se detectara alguna anomalía durante el transporte, almacenamiento o manipulación de los productos, la Dirección de las Obras, en el uso de sus atribuciones, podrá disponer en cualquier momento la realización de comprobaciones y ensayos sobre los materiales suministrados a la obra, al objeto de asegurar las propiedades y la calidad establecidas en este artículo.

02.- En el caso de productos que no tengan la obligación de disponer de marcado CE por no estar incluidos en normas armonizadas, o corresponder con alguna de las excepciones establecidas en el artículo 5 del Reglamento, se deberán llevar a cabo obligatoriamente los ensayos para el control de procedencia que se indican en los epígrafes siguientes.

10.1.1.- Control de procedencia del ligante hidrocarbonado

01.- El ligante hidrocarbonado deberá cumplir las especificaciones establecidas en los artículos 25.12, 25.15 ó 25.18 de este Pliego, según el tipo de ligante hidrocarbonado a emplear.

02.- En el caso de betunes especiales de baja temperatura, o de otros no incluidos en los artículos mencionados, el PPTP establecerá especificaciones para el control de procedencia del ligante.

10.1.2.- Control de procedencia de los áridos

01.- Los áridos deberán disponer del marcado CE con un sistema de evaluación de la conformidad 2+, salvo en el caso de los áridos fabricados en el propio lugar de construcción para su incorporación en la correspondiente obra (artículo 5.b del Reglamento 305/2011).

02.- En el primer caso, el control de procedencia se podrá llevar a cabo mediante la verificación de que los valores declarados en los documentos que acompañan al marcado CE permiten deducir el cumplimiento de las especificaciones establecidas en este Pliego, sin perjuicio de las facultades que corresponden a la Dirección de las Obras.

03.- En el caso de los áridos fabricados en el propio lugar de construcción para su incorporación en la correspondiente obra, de cada procedencia del árido, y para cualquier volumen de producción previsto, se tomarán 4 muestras, según la UNE-EN 932-1, y de cada fracción de ellas se determinará:

- El coeficiente de Los Ángeles del árido grueso, según la UNE-EN 1097-2.
- El coeficiente de pulimento acelerado del árido grueso para capas de rodadura, según la UNE-EN 1097-8.
- La densidad relativa y absorción del árido grueso y del árido fino, según la UNE-EN 1097-6.
- La granulometría de cada fracción, según la UNE-EN 933-1.
- El equivalente de arena, según la UNE-EN 933-8, en su caso, el índice de azul de metileno, según el anexo A de la UNE-EN 933-9.
- La proporción de caras de fractura de las partículas del árido grueso, según la UNE-EN 933-5.
- El contenido de finos del árido grueso, según la UNE-EN 933-1.
- El índice de lájass del árido grueso, según la UNE-EN 933-3.

10.1.3.- Control de procedencia del polvo mineral de aportación

01.- Si el polvo mineral a emplear, dispone de marcado CE, los criterios descritos a continuación para realizar el control de procedencia no serán de aplicación obligatoria, sin perjuicio de lo que establezca el PPTP, ni de las facultades que corresponden a la Dirección de las Obras.

02.- En el supuesto de no cumplirse las condiciones indicadas en el párrafo anterior, de cada procedencia del polvo mineral de aportación, y para cualquier volumen de producción previsto, se tomarán 4 muestras y con ellas se determinará la densidad aparente, según el Anexo A de la UNE-EN 1097-3 y la granulometría, según la UNE-EN 933-10.

10.2.- Control de calidad de los materiales

10.2.1.- Control de calidad de los ligantes hidrocarbonados

01.- El ligante hidrocarbonado deberá cumplir las especificaciones establecidas en los artículos 25.12, 25.15 ó 25.18 de este Pliego, según el tipo de ligante hidrocarbonado a emplear.

En el caso de betunes especiales de baja temperatura, o de otros no incluidos en los artículos mencionados, el PPTP establecerá especificaciones para el control de procedencia del ligante.

10.2.2.- Control de calidad de los áridos

01.- Se examinará la descarga al acopio o alimentación de tolvas en frío, desechando los áridos que, a simple vista, presenten restos de tierra vegetal, materia orgánica o tamaños superiores al máximo. Se acopiarán aparte aquellos que presenten alguna anomalía de aspecto, tal como distinta coloración, segregación, lájass, plasticidad, etc. y se vigilará la altura de los acopios y el estado de sus elementos separadores y los accesos.

02.- Con cada fracción de árido que se produzca o reciba, se realizarán los siguientes ensayos:

03.- Con la misma frecuencia de ensayo que la indicada en el cuadro 40.63.15:

- Análisis granulométrico de cada fracción, según la UNE-EN 933-1;
- Según lo que establezca el PPTP, o en su defecto la Dirección de las Obras, equivalente de arena, según la UNE-EN 933-8y, en su caso, el índice de azul de metileno, según el anexo A de la UNE-EN 933-9.

- 04.- Al menos 1 vez a la semana, o cuando se cambie de procedencia:
- Índice de lajas del árido grueso, según la UNE-EN 933-3.
 - Proporción de caras de fractura de las partículas del árido grueso, según la UNE-EN 933-5.
 - Contenido de finos del árido grueso, según la UNE-EN 933-1.

- 05.- Al menos 1 vez al mes, o cuando se cambie de procedencia:
- Coeficiente de Los Ángeles: del árido grueso, según la UNE-EN 1097-2.
 - Coeficiente de pulimento acelerado del árido grueso para capas de rodadura, según la UNE-EN 1097-8.
 - Densidad relativa y absorción del árido grueso y del árido fino, según la UNE-EN 1087-6.
 - Absorción del árido grueso y del árido fino, según la UNE-EN 1097-6.
 - Valor de sulfato de magnesio, según la UNE-EN 1367-2.

06.- Para los áridos que tengan marcado CE, la comprobación de estas cuatro últimas propiedades de los áridos podrá llevarse a cabo mediante la verificación documental de los valores declarados en los documentos que acompañan al marcado CE. No obstante, el PPTP o la Dirección de las Obras, podrá disponer la realización de comprobaciones o ensayos adicionales sobre estas propiedades si lo considera oportuno.

10.2.3.- Control de calidad del polvo mineral

01.- En el caso de polvo mineral de aportación, sobre cada partida que se reciba se realizarán los siguientes ensayos:

- Densidad aparente, según el Anexo A de la UNE-EN 1097-3.
- Análisis granulométrico del polvo mineral, según la UNE-EN 933-10.

02.- Si el polvo mineral de aportación dispone de marcado CE, la comprobación de estas dos propiedades podrá llevarse a cabo mediante la verificación documental de los valores declarados, sin perjuicio de lo que establezca el PPTP, ni de las facultades que corresponden a la Dirección de las Obras.

02.- Para el polvo mineral que no sea de aportación se realizarán los siguientes ensayos:

- Al menos 1 vez al día, o cuando cambie de procedencia: Densidad aparente, según el Anexo A de la UNE-EN 1097-3.
- Al menos 1 vez a la semana, o cuando se cambie de procedencia: Análisis granulométrico del polvo mineral, según la UNE-EN 933-10.

10.3.- Control de ejecución

01.- Dada su importancia, se llevará un registro de los controles de temperatura de la mezcla efectuados en el momento de su fabricación, llegada al tajo de obra, extensión y compactación. Los equipos empleados para ello y la frecuencia de medida serán establecidos en el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares, empleándose en su defecto los criterios recogidos en la UNE-41265-1 IN.

10.3.1.- Fabricación

01.- Las mezclas bituminosas deberán disponer del marcado CE con un sistema de evaluación de la conformidad 2+ (salvo en el caso de las excepciones citadas en el artículo 5 del Reglamento 305/2011), por lo que su idoneidad se podrá comprobar mediante la verificación

de que los valores declarados en los documentos que acompañan al citado marcado CE permitan deducir el cumplimiento de las especificaciones establecidas en este Pliego, sin perjuicio de lo que establezca el PPTP, ni de las facultades que corresponden a la Dirección de las Obras.

02.- En el caso de mezclas bituminosas que no dispongan de marcado CE, se tomará diariamente un mínimo de 2 muestras, según la UNE-EN 932-1, una por la mañana y otra por la tarde, de la mezcla de áridos en frío antes de su entrada en el secador, y con ellas se efectuarán los siguientes ensayos:

- Análisis granulométrico del árido combinado, según la UNE-EN 933-1.
- Equivalente de arena, según la UNE-EN 933-8 y, en su caso, el índice de azul de metileno, según el anexo A de la UNE-EN 933-9, del árido combinado.

03.- En centrales de mezcla continua se calibrará diariamente el flujo de la cinta suministradora de áridos, deteniéndola cargada de áridos y recogiendo y pesando el material existente en una longitud elegida.

04.- Se tomará diariamente al menos 1 muestra de la mezcla de áridos en caliente, y se determinará su granulometría, según la UNE-EN 933-1, que cumplirá las tolerancias indicadas en este apartado. Al menos semanalmente, se verificará la precisión de las básculas de dosificación y el correcto funcionamiento de los indicadores de temperatura de los áridos y del ligante hidrocarbonado.

05.- Si la mezcla bituminosa dispone de marcado CE, los criterios establecidos en los párrafos precedentes sobre el control de fabricación no serán de aplicación obligatoria, sin perjuicio de lo que establezca el PPTP ni de las facultades que corresponden a la Dirección de las Obras.

06.- Para todas las mezclas, se tomarán muestras a la descarga del mezclador, y con ellas se efectuarán los siguientes ensayos a la salida del mezclador o silo de almacenamiento, sobre cada elemento de transporte:

- Control del aspecto de la mezcla y medición de su temperatura. Se rechazarán todas las mezclas segregadas, carbonizadas o sobrecalentadas, las mezclas con espuma y aquellas cuya envuelta no sea homogénea; en centrales cuyo tambor no sea a la vez mezclador, también las mezclas que presenten indicios de humedad; y en las demás centrales, las mezclas cuya humedad sea superior al 0,5% en masa del total. En mezclas semicalientes, este límite se podrá aumentar hasta el 1,5%. En estos casos de presencia de humedad excesiva, se retirarán los áridos de los correspondientes silos en caliente.
- Se tomarán muestras de la mezcla fabricada y se determinará sobre ellas la dosificación de ligante, según UNE-EN 12697-1 y la granulometría de los áridos extraídos, según la UNE-EN 12697-2, con la frecuencia de ensayo indicada en el cuadro 40.63.18, correspondiente al nivel de control X definido en el anexo A de la UNE-EN 13108-21 y al nivel de conformidad (NFC) determinado por el método del valor medio de 4 resultados definido en ese mismo anexo.

CUADRO 40.63.15.- FRECUENCIA MÍNIMA DE ENSAYO PARA DETERMINACIÓN DE GRANULOMETRÍA DE ÁRIDOS EXTRAÍDOS Y CONTENIDO DE LIGANTE (toneladas/ensayo)

| Nivel de frecuencia | NCFA | NGFB | NCFC |
|---------------------|------|------|------|
| X | 600 | 300 | 150 |

07.- Las tolerancias admisibles respecto de la granulometría de la fórmula de trabajo serán las siguientes, referidas a la masa total de áridos (incluido el polvo mineral):

- Tamices superiores al 2 mm de la UNE-EN 933-2: $\pm 4\%$
- Tamiz 2 mm de la UNE-EN 933-2: $\pm 3\%$
- Tamices comprendidos entre el 2 mm y el 0,063 mm de la UNE-EN 933-2: $\pm 2\%$
- Tamiz 0,063 mm de la UNE-EN 933-2; $\pm 1\%$

08.- La tolerancia admisible, en más ó en menos, respecto de la dotación de ligante hidrocarbonado de la fórmula de trabajo será del 0,3% en masa del total de mezcla bituminosa (incluido el polvo mineral), sin bajar del mínimo especificado en el cuadro 40.63.11 para el tipo de capa y de mezcla que se trate.

09.- En el caso de mezclas que no dispongan de marcado CE o cuando lo requiera la Dirección de las Obras, se deberán llevar a cabo los ensayos adicionales de las características de la mezcla que se indican a continuación, con las mismas probetas y condiciones de ensayo que las establecidas en el apartado 6.1 y con la frecuencia de ensayo que se indica en el cuadro 40.63.16:

- Resistencia a las deformaciones plásticas mediante el ensayo de pista de laboratorio, según UNE-EN 12697-22.
- Resistencia conservada a tracción indirecta tras inmersión según UNE-EN 12697-12.
- En mezclas de alto módulo, el valor del módulo dinámico a 20°C, según el Anexo C de UNE-EN 12697-26.

CUADRO 40.63.16.- FRECUENCIA MÍNIMA DE ENSAYO PARA ENSAYOS ADICIONALES DE CARACTERÍSTICAS DE LA MEZCLA

| Nivel de conformidad | Frecuencia de ensayo |
|----------------------|----------------------|
| NCFA | Cada 12.000 t |
| NCFB | Cada 6.000 t |
| NCFC | Cada 3.000 t |

10.- Cuando se cambien el suministro o la procedencia, o cuando la Dirección de las Obras lo considere oportuno para asegurar alguna característica relacionada con la adhesividad y cohesión de la mezcla, se determinará la resistencia conservada a tracción indirecta tras inmersión, según la UNE-EN 12697-12 y en mezclas de alto módulo además la resistencia a fatiga, según Anexo D de UNE-EN 12697-24.

10.3.2.- Puesta en obra

10.3.2.1.- Extensión

01.- Antes de verter la mezcla del elemento de transporte a la tolva de la extendidora o al equipo de transferencia, se comprobará su aspecto y se medirá su temperatura, así como la temperatura ambiente para tener en cuenta las limitaciones que se fijan en el apartado 9.

02.- Se considerará como lote el volumen de material que resulte de aplicar los criterios del apartado 10.4.

03.- Al menos 1 vez al día, y al menos 1 vez por lote, se tomarán muestras y se preparará una serie de 3 probetas según UNE-EN 12697-30 aplicando 75 golpes por cara si el tamaño máximo del árido es inferior o igual a 22 mm, o mediante UNE-EN 12697-32 o UNE-EN 12697-31 para tamaño máximo del árido superior a dicho valor, según criterio establecido en 6.1.2. Sobre esas probetas se determinará el contenido de huecos, según UNE-EN 12697-8, y la densidad aparente, según UNE-EN 12697-6 con el método de ensayo indicado en el anexo B de la UNE-EN 13108-20.

04.- En la preparación de las probetas, se cuidará especialmente que se cumpla la temperatura de compactación fijada en la fórmula de trabajo según el ligante empleado. La toma de muestras para la preparación de estas probetas podrá hacerse, a juicio de la Dirección de las Obras, en la carga o en la descarga de los elementos de transporte a obra, pero, en cualquier caso, en la medida de lo posible, se evitará recalentar la muestra para la fabricación de las probetas. En caso de necesitar recalentar la muestra se preparará de acuerdo a lo indicado en la norma UNE EN 12697-28.

05.- Para cada uno de los lotes, se determinará la densidad de referencia para la compactación, definida por la media aritmética de las densidades aparentes obtenidas en dicho lote y en cada uno de los tres anteriores.

06.- A juicio de la Dirección de las Obras se podrán llevar a cabo sobre algunas de estas muestras, ensayos de comprobación de la dosificación de ligante, según UNE-EN 12697-1, y de la granulometría de los áridos extraídos, según UNE-EN 12697-2.

07.- Se comprobará, con la frecuencia que establezca la Dirección de las Obras, el espesor extendido, mediante un punzón graduado.

10.3.2.2.- Compactación

01.- Se comprobará la composición y forma de actuación del equipo de compactación verificando:

- Que el número y tipo de compactadores son los aprobados.
- El funcionamiento de los dispositivos de humectación, limpieza y protección.
- El lastre, peso total y, en su caso, presión de inflado de los compactadores.
- La frecuencia y la amplitud en los compactadores vibratorios.
- El número de pasadas de cada compactador.

02.- Al terminar la compactación, se medirá la temperatura en la superficie de la capa.

10.4.- Control de recepción de la unidad terminada

01.- Se considerará como lote, que se aceptará o rechazará en bloque, al menor que resulte de aplicar los 3 criterios siguientes a 1 sola capa de mezcla bituminosa:

- 500 metros de calzada.
- 3.500 metros cuadrados de calzada.

- La fracción construida diariamente.

02.- Se extraerán testigos en puntos aleatoriamente situados, en número no inferior a 3, y se determinarán su densidad y espesor, según la UNE-EN 12697-6 considerando las condiciones de ensayo que figuran en el anexo B de la UNE-EN 13108-20. Sobre estos testigos se llevará a cabo también la comprobación de adherencia entre capas según la NLT-382, a la que hace referencia el artículo 40.42 de este Pliego.

03.- En su caso, se controlará la regularidad superficial del lote en tramos de 1000 m de longitud a partir de las 24 h de su ejecución y siempre antes de la extensión de la siguiente capa mediante la determinación del índice de regularidad internacional (IRI), según la NLT-330, calculando un solo valor del IRI para cada hectómetro del perfil auscultado, que se asignará a dicho hectómetro, y así sucesivamente hasta completar el tramo medido que deberá cumplir lo especificado en el apartado 8.3. En el caso de que un mismo tramo se ausculte más de un perfil longitudinal (rodada derecha e izquierda), las prescripciones sobre el valor del IRI establecidos en el 8.3 se deberán verificar independientemente en cada uno de los perfiles auscultados (en cada rodada). La comprobación de la regularidad superficial de toda la longitud de la obra, en capas de rodadura, tendrá lugar además antes de la recepción definitiva de las obras.

04.- En capas de rodadura, se realizarán los ensayos siguientes, que deberán cumplir lo establecido en el cuadro 40.63.17:

- Medida de la macrotextura superficial, según la UNE-EN 13036-1, antes de la puesta en servicio de la capa, en 5 puntos del lote aleatoriamente elegidos de forma que haya al menos uno por hectómetro.
- En su caso, determinación de la resistencia al deslizamiento, según la UNE-EN 13036-4, antes de la puesta en servicio, y si no cumple, una vez transcurrido 1 mes de la puesta en servicio de la capa, en toda la longitud del lote.

11.- CRITERIOS DE ACEPTACIÓN O RECHAZO

11.1.- Densidad

01.- La densidad media obtenida no deberá ser inferior a la especificada en el apartado 8.1; no más de 1 individuo de la muestra ensayada podrá presentar resultados individuales que bajen de la prescrita en más de 2 puntos porcentuales. De no cumplirse esta condición se dividirá el lote en 2 partes iguales y se tomarán testigos de cada uno de ellos, aplicándose los criterios anteriores.

02.- Si la densidad media obtenida es inferior a la especificada en el apartado 8.1, se procederá de la siguiente manera:

- Si la densidad media obtenida es inferior al 95% de la densidad de referencia, se levantará la capa de mezcla bituminosa correspondiente al lote controlado mediante fresado y se repondrá por cuenta de la empresa Contratista.
- Si la densidad media obtenida no es inferior al 95% de la densidad de referencia, se aplicará una penalización económica del 10% a la capa de mezcla bituminosa correspondiente al lote controlado.

11.2.- Espesor

01.- El espesor medio obtenido no deberá ser inferior al especificado en el apartado 8.2. No más de 1 individuo de la muestra ensayada del lote podrá presentar resultados inferiores al

especificado en más de un 10%. De no cumplirse esta condición se dividirá el lote en 2 partes iguales y se tomarán testigos de cada uno de ellos, aplicándose el criterio anterior.

02.- Si el espesor medio obtenido en una capa fuera inferior al especificado en el apartado 8.2, se procederá de la siguiente manera:

Para capas de base:

- Si el espesor medio obtenido en una capa de base fuera inferior al 80% del especificado en el apartado 8.2, se rechazará la capa debiendo la empresa Contratista por su cuenta levantar la capa mediante fresado y reponerla o extender de nuevo otra capa sobre la rechazada si no existieran problemas de gálibo.
- Si el espesor medio obtenido en una capa de base fuera superior o igual al 80% del especificado en el apartado 8.2, y no existieran problemas de encharcamiento, se compensará la merma de la capa con el espesor adicional correspondiente en la capa superior por cuenta de la empresa Contratista.

Para capas intermedias:

- Si el espesor medio obtenido en una capa intermedia fuera inferior al 90% del especificado en el apartado 8.2, se rechazará la capa debiendo la empresa Contratista por su cuenta levantar la capa mediante fresado y reponerla extender de nuevo otra capa sobre la rechazada si no existieran problemas de gálibo o de sobrecarga en estructuras.
- Si el espesor medio obtenido en una capa intermedia fuera superior o igual al 90% del especificado en el apartado 8.2, y no existieran problemas de encharcamiento, se aceptará la capa con una penalización económica del 10%.

Para capas de rodadura:

- Si el espesor medio obtenido en una capa de rodadura fuera inferior al especificado en el apartado 8.2, se rechazará la capa debiendo la empresa Contratista por su cuenta levantar la capa mediante fresado y reponerla o extender de nuevo otra capa sobre la rechazada si no existieran problemas de gálibo o de sobrecarga en estructuras.

11.3.- Rasante

01.- La rasante se controlará en capas de base e intermedia. Las diferencias de cota entre la superficie obtenida y la teórica establecida en los Planos del Proyecto no excederán de las tolerancias especificadas. Si se rebasaran dichas tolerancias, se procederá de la siguiente manera:

- Cuando la tolerancia sea rebasada por defecto, la Dirección de las Obras podrá aceptar la rasante siempre que se compense la merma producida con el espesor adicional necesario de la capa superior, en toda la anchura de la sección tipo, por cuenta de la empresa Contratista.
- Cuando la tolerancia sea rebasada por exceso, se corregirá mediante fresado por cuenta de la empresa Contratista, siempre que no suponga una reducción del espesor de la capa por debajo del valor especificado en el PPTP o en los Planos del proyecto.

11.4.- Regularidad superficial

01.- En su caso, si los resultados de la regularidad superficial de la capa acabada exceden los límites establecidos en el apartado 8.3, se procederá de la siguiente manera:

- Si los resultados de la regularidad superficial de la capa acabada exceden los límites establecidos en el apartado 8.3 en el 10% o más de la longitud del tramo controlado o de la longitud total de la obra para capas de rodadura, se extenderá una nueva capa de mezcla bituminosa con el espesor que determine la Dirección de las Obras por cuenta de la empresa Contratista.
- Si los resultados de la regularidad superficial de la capa acabada exceden los límites establecidos en el apartado 8.3 en menos del 10% de la longitud del tramo controlado o de la longitud total de la obra para capas de rodadura, se corregirán los defectos de regularidad superficial mediante fresado por cuenta de la empresa Contratista. La localización de dichos defectos se hará sobre los perfiles longitudinales obtenidos en la auscultación para la determinación de la regularidad superficial.

11.5.- Macrotextura superficial y resistencia al deslizamiento

01.- En capas de rodadura, el resultado medio del ensayo de la medida de 1a macrotextura; superficial no deberá resultar inferior al valor previsto en el cuadro 40.63.17. No más de 1 individuo de la muestra ensayada podrá presentar un resultado individual inferior a dicho valor en más del 25% del mismo. De no cumplirse esta condición se dividirá el lote en 2 partes iguales y se tomarán testigos de cada uno de ellos, aplicándose el criterio anterior.

02.- Si el resultado medio del ensayo de la medida de la macrotextura superficial resulta inferior al valor previsto en el cuadro 40.63.17, se procederá de la siguiente manera:

- Si el resultado medio del ensayo de la medida de la macrotextura superficial resulta inferior al 90% del valor previsto en el cuadro 40.63.17, se extenderá una nueva capa de rodadura por cuenta de la empresa Contratista.
- Si el resultado medio del ensayo de la medida de la macrotextura superficial resulta superior o igual al 90% del valor previsto en el cuadro 40.63.17, se aplicará una penalización económica del 10%.

03.- En su caso, en capas de rodadura, el resultado medio del ensayo de determinación de la resistencia al deslizamiento no deberá ser inferior al valor previsto en el cuadro 40.63.17. No más de un 5% de la longitud total medida de cada lote, podrá presentar un resultado inferior a dicho valor en más de 5 unidades.

04.- Si el resultado medio del ensayo de determinación de la resistencia al deslizamiento resulta inferior al valor previsto en el cuadro 40.63.17, se procederá de la siguiente manera:

- Si el resultado medio del ensayo de determinación de la resistencia al deslizamiento resulta inferior al 90% del valor previsto en el cuadro 40.63.17, se fresará y repondrá la capa o se extenderá una nueva capa de rodadura por cuenta de la empresa Contratista.
- Si el resultado medio del ensayo de determinación de la resistencia al deslizamiento resulta superior o igual al 90% del valor previsto en el cuadro 40.63.17, se aplicará una penalización económica del 10%.

12.- MEDICIÓN Y ABONO

01.- Únicamente cuando la capa de asiento no fuera construida bajo el mismo Contrato, se podrá abonar la comprobación y, en su caso, reparación de superficie existente, por metros cuadrados ejecutados.

02.- La preparación de la superficie existente no es objeto de abono, ni está incluida en esta unidad de obra. El riego de adherencia se abonará según lo prescrito en el artículo 40.42 "Riegos de adherencia" de este Pliego.

03.- La fabricación y puesta en obra de mezclas bituminosas tipo hormigón bituminoso se abonará por toneladas, según su tipo, medidas multiplicando las anchuras señaladas para cada capa en los planos del Proyecto, por los espesores medios y densidades medias deducidas de los ensayos de control de cada lote. En dicho abono se considerará incluido el de los áridos, el procedente de fresado de mezclas bituminosas, en su caso y si lo hubiere, el del polvo mineral y el ligante hidrocarbonado.

04.- El ligante hidrocarbonado empleado se abonará por toneladas, obtenidas multiplicando la medición correspondiente de mezclas bituminosas puestas en obra, por el porcentaje medio de ligante deducido de los ensayos de control de cada lote. Se considerará incluido en dicho precio, y por tanto no será de objeto de abono independiente, el empleo de activantes o aditivos al ligante, así como tampoco el ligante residual del material fresado de mezclas bituminosas, en su caso.

05.- El polvo mineral de aportación y las adiciones a la mezcla bituminosa, sólo se abonarán si la unidad de obra correspondiente estuviera explícitamente incluida en el Cuadro de Precios y el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares, y su medición prevista en el Presupuesto del Proyecto. Su abono se hará por toneladas, obtenidas multiplicando la medición correspondiente de mezclas bituminosas puesta en obra por su dotación media en las mismas.

06.- No serán de abono las creces laterales, ni los aumentos de espesor por corrección de mermas en capas subyacentes.

07.- El PPTP podrá establecer el abono por metros cuadrados, previa fijación de unos umbrales de dotaciones y espesores, de acuerdo con lo indicado en este artículo.

08.- En ningún caso será de abono el empleo de activantes o aditivos al ligante, así como tampoco el ligante residual del material fresado de mezclas bituminosas, si lo hubiere.

ARTÍCULO 40.64.- RECICLADO EN CALIENTE Y SEMICALIENTE EN CENTRAL DE CAPAS BITUMINOSAS

1.- DEFINICIÓN

01.- Se define como material bituminoso a reciclar, el procedente de la disgregación de capas de mezclas bituminosas (rodadura, intermedia o base), obtenido mediante fresado o demolición, eventual trituración y posterior tratamiento y clasificación. Este material debe estar compuesto por áridos de buena calidad y granulometría continua, cubiertos por betún asfáltico envejecido.

02.- Se define como reciclado en central de capas bituminosas la técnica de fabricación de mezclas bituminosas consistente en la utilización del material a reciclar con la aportación de un betún asfáltico, áridos, polvo mineral, y eventualmente, aditivos, con los que se obtiene una mezcla bituminosa (caliente y semicaliente) de las especificadas en el artículo 40.63 de este Pliego.

03.- En función de la temperatura necesaria para su fabricación y puesta en obra, las mezclas bituminosas recicladas en central se clasifican en calientes y semicalientes, definidas en el artículo 40.63 de este Pliego. En estas últimas, el empleo de betunes especiales, aditivos u otros procedimientos, hace posible que la temperatura máxima a la salida del mezclador no sea superior a 140°C.

04.- Una mezcla bituminosa reciclada contendrá una proporción en masa del material bituminoso a reciclar superior al 15 % de la masa total de la mezcla. Si dicha proporción es igual o inferior al 15% se considerará dicho material como árido y ligante para la fabricación de mezclas tipo hormigón bituminoso de las especificadas en el artículo 40.63 de este Pliego.

05.- Las mezclas bituminosas recicladas en central se clasifican como de tipo 1 (tasa baja), tipo 2 (tasa media) o tipo 3, en función de la proporción del material bituminoso a reciclar en la masa total de la mezcla, de acuerdo a lo indicado en el Cuadro 40.64.1.

CUADRO 40.64.1 - CLASIFICACIÓN DE LAS MEZCLAS BITUMINOSAS RECICLADAS

| TIPO | CONTENIDO DEL MATERIAL BITUMINOSO A RECICLAR (% sobre la masa total de la mezcla) | |
|------|--|-----------------|
| | Límite inferior | Límite superior |
| 1 | >15 | ≤ 30 |
| 2 | >30 | ≤ 60 |
| 3 | >60 | ≤ 80 |

06.- Para la ejecución de mezclas bituminosas recicladas del tipo 3, será preceptiva la autorización expresa de la Dirección General de Conservación de Vías Públicas. Se realizará en el Proyecto un estudio técnico particularizado del material bituminoso a reciclar -por capas y características de los materiales-, así como de la central de fabricación y sus instalaciones específicas. La central de fabricación de la mezcla reciclada y sus características, así como las instalaciones específicas adicionales que sean necesarias quedarán definidas explícitamente en el Proyecto.

07.- Todos los materiales recuperados de mezclas bituminosas podrán ser susceptibles de ser reciclados, incluidos los excedentes de fabricación de cualquier tipo de mezcla bituminosa que, sin presentar problemas de calidad en cuanto a sus componentes y envuelta, no hayan sido colocados en obra (material sobrante, rechazado en la extensión por baja temperatura, etc.), con las excepciones que se indican a continuación.

08.- No podrán ser reciclados con las técnicas especificadas en este artículo aquellos materiales que contengan o se encuentren contaminados por sustancias potencialmente peligrosas. Tampoco lo podrán ser aquellos materiales bituminosos que presenten en su composición sustancias procedentes de la destilación de productos carbonosos, asbesto-amianto, ni ningún otro que esté clasificado como peligroso, o que no cumpla la legislación ambiental y de seguridad y salud vigente.

09.- Las mezclas bituminosas recicladas en central no se podrán utilizar, en ningún caso, en capas de rodadura para las categorías de tráfico pesado. Solamente se podrán emplear para las categorías de tráfico medio y ligero, cuando se trate de fabricar mezclas densas o semidensas, con material bituminoso a reciclar procedente de capas de rodadura envejecidas, las cuales deberán cumplir todas las prescripciones definidas para ellas en el artículo 40.63 de este Pliego.

10.- Las mezclas bituminosas recicladas en central podrán utilizarse en capas de base e intermedias de cualquier tipo, salvo para la fabricación de las mezclas de alto módulo (MAM), definidas en el artículo 40.63 de este Pliego, que únicamente se admitirán en el caso de mezclas bituminosas recicladas del tipo 1.

11.- La fabricación de una mezcla bituminosa reciclada en central incluye las siguientes operaciones previas a las especificadas en el artículo 40.63 de este Pliego:

- Acopio del material bituminoso a reciclar procedente de firmes o pavimentos bituminosos envejecidos.
- Tratamiento del material bituminoso a reciclar (eventual trituración, eliminación de elementos metálicos contaminantes y clasificación por capas, tamaño, aplicación, etc.).
- Caracterización y acopio del material bituminoso a reciclar tratado.
- Estudio de la mezcla y obtención de la fórmula de trabajo, con la adaptación de todos los materiales de aportación (áridos, ligante, etc.) a las características del árido y ligante procedente del material bituminoso a reciclar.

12.- Todos los aspectos relativos a la puesta en obra y control de calidad de estos materiales se llevarán a cabo de conformidad a lo indicado en el artículo 40.63 de este Pliego.

2.- REFERENCIA NORMATIVA

01.- Orden Circular 2/2023 del Ministerio de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana.

3.- MATERIALES

3.1.- Consideraciones generales

01.- Se entenderá sin perjuicio de lo establecido en el Reglamento 305/2011 de 9 de marzo de 2011, del Parlamento Europeo y del Consejo, por el que se establecen las condiciones armonizadas para la comercialización de productos de construcción. Para los productos con marcado CE, el fabricante asumirá la responsabilidad sobre la conformidad de los mismos con las prestaciones declaradas, de acuerdo con el artículo 11 del mencionado Reglamento. Los productos que tengan el marcado CE deberán ir acompañados, además de dicho marcado, de la Declaración de Prestaciones, y de las instrucciones e información de seguridad del producto. Por su parte, la empresa Contratista deberá verificar que los valores declarados en los documentos que acompañan al marcado CE permitan deducir el cumplimiento de las especificaciones contempladas en el Proyecto o, en su defecto, en este Pliego, debiendo adoptar, en el caso de que existan indicios de incumplimiento de las especificaciones declaradas, todas aquellas medidas que considere oportunas para garantizar la idoneidad del producto suministrado a la obra.

02.- Independientemente de lo anterior, se estará además en todo caso, a lo dispuesto en la legislación vigente en materia ambiental, de seguridad y salud, de producción, almacenamiento, gestión y transporte de productos de la construcción, de residuos de construcción y demolición, y de suelos contaminados.

3.2.- Ligante hidrocarbonado de aportación

01.- El ligante de aportación será seleccionado en función de la proporción y las características del ligante envejecido del material bituminoso a reciclar, de forma que al combinarse con éste se obtenga un ligante con características similares a las de los indicados en el artículo 40.63 de este Pliego, en función de la capa de firme a la que se destine la mezcla bituminosa reciclada y de la categoría de tráfico pesado.

02.- El PPTP fijará el tipo de ligante hidrocarbonado de aportación a emplear de acuerdo con los artículos 25.12, 25.15 y 25.18 de este Pliego (excepto los betunes asfálticos duros). Solamente se podrán utilizar betunes asfálticos duros en el caso de MAM en mezclas bituminosas recicladas del tipo 1.

03.- En las mezclas bituminosas recicladas, se realizará un estudio completo tanto del ligante envejecido procedente del material bituminoso a reciclar como del ligante final. en este estudio se determinarán, además de la penetración con aguja (UNE-EN 1426) y de los valores del punto de reblandecimiento (método del anillo y bola, UNE-EN 1427), el punto de fragilidad Fraass (UNE-EN 12593) y, en su caso, la cohesión (fuerza-ductilidad, UNE-EN 13589 y UNE-EN 13703, para betunes modificados y solamente sobre el ligante final), de forma que se asegure que éste presenta unas características similares a los betunes especificados en el artículo 40.63 de este Pliego.

04.- La Dirección de las Obras, en el uso de sus atribuciones, podrá establecer la necesidad de realizar adicionalmente otro tipo de ensayos, como la determinación de la viscosidad dinámica usando un viscosímetro de rotación de aguja (UNE-EN 13302) y la determinación del módulo complejo de corte y del ángulo de fase mediante reómetro de corte dinámico (UNE-EN 14770).

05.- El PPTP, o en su defecto la Dirección de las Obras, podrá establecer el empleo de aditivos, tales como activantes o rejuvenecedores, que mejoren las características del ligante envejecido y del betún asfáltico resultante.

3.3.- Áridos de aportación

01.- Los áridos de aportación a emplear en las mezclas bituminosas recicladas en central deberán cumplir las correspondientes especificaciones recogidas en el artículo 40.63 de este Pliego.

3.4.- Características del material bituminoso a reciclar y su tratamiento

01.- A la central de fabricación podrán llegar materiales bituminosos procedentes de firmes y pavimentos de distintas características, los cuales se acopiarán para su eventual tratamiento y posterior utilización. En todo caso, el material bituminoso a reciclar acopiado no contendrá más de un 20 % de mezclas bituminosas distintas de las contempladas en el artículo 40.63 de este pliego. Cuando contenga una proporción superior al 20% de microaglomerados en frío, mezclas bituminosas drenantes y discontinuas, deberá acopiarse de forma independiente y ser objeto de un estudio diferenciado de su aprovechamiento.

02.- En principio, todos los materiales procedentes de mezclas bituminosas en caliente pueden ser susceptibles de ser reciclados, con las excepciones que se indican en el apartado 1. Sobre los que contengan en su composición original adiciones modificadoras de la reología del ligante bituminoso o del comportamiento resistente de la mezcla bituminosa (fibras, productos elastoméricos, etc.), se hará un estudio especial ante una eventual emisión de contaminantes a la atmósfera durante el proceso de fabricación de la nueva mezcla.

03.- El material bituminoso a reciclar que se incorpore al proceso de producción será homogéneo, no contendrá partículas de tamaño superior a 22 mm ni ningún tipo de elemento contaminante potencialmente peligroso, y estará totalmente caracterizado y referenciado. Si fuera necesario se someterá en la central a un tratamiento previo de trituración, eliminación de elementos extraños contaminantes y homogeneización mediante clasificación, para convertirlo en material apto para su uso en una mezcla bituminosa reciclada. Estos procesos convertirán el producto original acopiado en un material bituminoso a reciclar tratado.

3.4.1.- Homogeneidad

01.- Para la utilización de cualquier acopio del material bituminoso a reciclar tratado, la granulometría de los áridos tras la extracción del ligante, el contenido de éste y su penetración, deberán cumplir las tolerancias indicadas en el Cuadro 40.64.2, respecto a los valores especificados en la fórmula de trabajo.

CUADRO 40.64.2 – TOLERANCIAS ADMISIBLES RESPECTO DE LA FÓRMULA DE TRABAJO

| CARACTERÍSTICA | | NORMA | UNIDAD | TOLERANCIA |
|------------------------------------|--------------|----------------|-------------------------------------|------------|
| GRANULOMETRÍA CERNIDO TAMICES (mm) | >2 | UNE-EN 933-2 | % sobre masa total material en seco | ±4 |
| | >0,063 y ≤ 2 | | | ±4 |
| | 0,063 | | | ±1 |
| CONTENIDO DE LIGANTE | | UNE-EN 12697-1 | | ±0,3 |
| PENETRACIÓN DEL LIGANTE RECUPERADO | | UNE-EN 1426 | (1/10) mm | ±4 |

3.4.2.- Sustancias sólidas contaminantes

01.- Además de lo especificado en el Apartado 1. de este artículo, el material bituminoso a reciclar estará exento de materiales procedentes de residuos de construcción y demolición, y especialmente de aquellos que en la fabricación de la mezcla reciclada pudieran producir merma en sus propiedades o contaminación. El contenido de materia extraña gruesa y fina para el grupo 1 y 2 de materiales (UNE-EN 12697-42) deberá ser inferior al 1% en masa para el grupo 1 y del 1% en masa para el grupo 2.

3.4.3.- Ligante hidrocarbonado

01.- el ligante hidrocarbonado procedente del material bituminoso a reciclar tratado, deberá ser susceptible de mezclarse homogéneamente con el de aportación y dar lugar a un producto de características similares a los betunes especificados en el artículo 40.63 de este Pliego.

3.4.4.- Áridos

01.- Los áridos procedentes del material bituminoso a reciclar tratado no presentarán signos de meteorización y tendrán las propiedades de dureza y calidad semejantes a las exigidas a los áridos de aportación. Cumplirán las especificaciones del artículo 40.63 de este Pliego y sus propiedades se evaluarán directamente con los ensayos establecidos en el mismo.

3.5.- Aditivos

01.- El PPTP, o en su defecto la Dirección de las Obras, fijará los aditivos que pueden utilizarse, estableciendo las especificaciones que tendrán que cumplir tanto el aditivo como las mezclas bituminosas recicladas resultantes. Los métodos de incorporación, dosificación y dispersión homogénea del aditivo deberán ser aprobadas por la Dirección de las Obras.

4.- TIPO Y COMPOSICIÓN DE LA MEZCLA

01.- La designación y características de las mezclas bituminosas recicladas en central serán fijadas por el PPTP de entre las especificadas en el artículo 40.63 de este Pliego, con las complementarias indicadas a continuación en este apartado.

02.- La denominación del tipo de mezcla bituminosa reciclada en central se compondrá añadiendo a la denominación del tipo de mezcla correspondiente del artículo 40.63 de este

Pliego la letra "R" y dos dígitos que indiquen la proporción del material bituminoso a reciclar empleado en la mezcla (por ejemplo: AC 22 base 50/70 G R30). Cuando la mezcla bituminosa reciclada sea semicaliente, se añadirá esta palabra al final de la designación de la mezcla.

03.- La dotación total de ligante hidrocarbonado (el de aportación más el procedente del material bituminoso a reciclar), expresada en proporción en masa sobre el total de la mezcla, no será inferior en ningún caso al 4 % en capas intermedias y de base, y al 5 % en capas de rodadura, incluidas las correspondientes tolerancias indicadas en el Cuadro 40.64.2.

04.- La dotación de ligante de aportación será como mínimo del 50 % de la del ligante hidrocarbonado de la mezcla reciclada, incluyendo en la misma la correspondiente al eventual empleo de aditivos o ligantes rejuvenecedores.

5.- EQUIPO NECESARIO PARA LA EJECUCIÓN DE LAS OBRAS

01.- El equipo necesario para la ejecución de las obras cumplirá con las especificaciones establecidas en el artículo 40.63 de este Pliego, teniendo en cuenta además las prescripciones adicionales indicadas en este apartado.

5.1.- Centrales de fabricación de la mezcla reciclada

5.1.1.- Instalaciones de tratamiento del material bituminoso a reciclar original

01.- Previamente a su acopio en la central de fabricación se procederá al tratamiento del material bituminoso retirado, realizándose las operaciones que sean necesarias para su homogeneización y adecuada clasificación.

02.- Si el material bituminoso a reciclar original contiene partículas de tamaño superior a 22 mm se someterá en la central a un tratamiento previo de trituración y mezclado, para lo que se usarán instalaciones de machaqueo que proporcionen un producto granular uniforme con la menor cantidad posible de elementos finos, entendiéndose como tales a aquellos de tamaño inferior a 2 mm.

03.- En el caso de que haya elementos contaminantes de tipo metálico se dotará a la instalación de un dispositivo específico para su detección y eliminación.

04.- Los sistemas de clasificación empleados deberán permitir separar el producto resultante de las operaciones anteriores en al menos 2 fracciones, siendo la más fina de tamaño máximo nominal inferior a 8 mm.

5.1.2.- Central de fabricación

01.- La central utilizada para el reciclado deberá ser capaz de fabricar mezclas bituminosas recicladas que sean homogéneas y cumplan las características de este artículo.

02.- En ningún caso se calentará el material bituminoso a reciclar a una temperatura superior a la del nuevo ligante incorporado, ni los áridos de aportación a más de 220°C.

03.- Los gases producidos en el calentamiento de la mezcla, deberán ser recogidos durante el proceso de fabricación, evitando en todo momento su emisión directa a la atmósfera sin un

tratamiento previo. Se estará, en todo caso, a lo dispuesto en la legislación vigente en materia ambiental y de seguridad y salud.

6.- EJECUCIÓN DE LAS OBRAS

6.1.- Estudio da la mezcla y obtención de la fórmula de trabajo

Se cumplirán las prescripciones establecidas en el artículo 40.63 de este Pliego teniendo en cuenta, además, las prescripciones complementarias indicadas a continuación.

6.1.1.- Principios generales

01.- El material bituminoso a reciclar podrá emplearse en la misma obra de la que procede o acopiarse para su posterior utilización en otro lugar. deberá llevarse un registro de la procedencia del material bituminoso a reciclar, identificando y acopiando por separado los materiales procedentes de mezclas bituminosas distintas de las definidas en el artículo 40.63 de este Pliego.

02.- Se examinará la descarga al acopio desechando los materiales que a simple vista presenten elementos contaminantes.

03.- También se acopiarán de forma independiente los materiales para los que sea necesario realizar un estudio diferenciado de su aprovechamiento, hasta su aceptación o rechazo.

04.- El material bituminoso a reciclar original se tratará y mezclará para su homogeneización y eventual descontaminación.

6.1.2.- Caracterización de los acopios del material bituminoso a reciclar tratado

01.- Una vez tratado, el material bituminoso a reciclar se dispondrá en acopios homogéneos. Para que un acopio se considere homogéneo deberá quedar identificado y caracterizado por los ensayos del epígrafe 7.2, con las tolerancias establecidas en el Cuadro 40.64.2. Los materiales que cumplan los criterios de homogeneidad se podrán acopiar juntos y podrán emplearse en la fabricación de mezcla bituminosa reciclada en central con una misma fórmula de trabajo.

02.- Los acopios homogéneos del material bituminoso a reciclar serán considerados como lotes aislados, evitando que se mezclen y contaminen entre ellos. El volumen de cada uno de estos acopios será el suficiente para garantizar, al menos, el trabajo de un día o la producción requerida si ésta es menor, con objeto de no cambiar la fórmula de trabajo y poder controlar e identificar adecuadamente la mezcla fabricada.

6.1.3.- Estudio de la mezcla y obtención de la fórmula de trabajo

01.- La fabricación y puesta en obra de la mezcla no se iniciará hasta que se haya aprobado por la Dirección de las Obras la correspondiente fórmula de trabajo, estudiada en laboratorio y verificada en la central de fabricación.

02.- La fórmula de trabajo fijará, además de las características establecidas en el artículo 40.63 de este Pliego, las siguientes especificaciones:

- Proporción en masa de las fracciones del material bituminoso a reciclar tratado, referido a la masa total de mezcla bituminosa fabricada.
- Granulometría del árido contenido en las fracciones del material bituminoso a reciclar tratado (norma UNE-EN 933-2, serie R 20 de la norma UNE 7050-2), y contenido de ligante hidrocarbonado del material bituminoso a reciclar, referido a la masa total del mismo.
- La identificación y proporción de cada fracción del árido de aportación (incluido el polvo mineral de aportación) en la alimentación y, en su caso, después de su clasificación en caliente, referidas a la masa total.
- Granulometría de los áridos de la mezcla bituminosa fabricada (norma UNE-EN 933-2, serie R 20 de la norma UNE 7050-2).
- Tipo, características y dosificación del ligante hidrocarbonado de aportación, referido a la masa total de la mezcla bituminosa fabricada.
- Tipo y dotación de aditivos, referida a la masa total del ligante y, en su caso, el tipo y la dotación de las adiciones, referida a la masa total del árido combinado.
- Densidad mínima a alcanzar.

También se señalarán:

- Los tiempos a exigir para la mezcla del material bituminoso a reciclar y los áridos de aportación, y del conjunto con el ligante de aportación.
- Las temperaturas máxima y mínima y la humedad máxima del material bituminoso a reciclar en la tolva y en la báscula de dosificación a la entrada del mezclador.
- La temperatura máxima de calentamiento del árido de aportación.
- Las temperaturas máxima y mínima de calentamiento previo de áridos y ligante.
- En el caso de que se empleen aditivos o adiciones, se indicarán las prescripciones sobre su incorporación.

03.- Los tiempos de mezclado del material bituminoso a reciclar con los áridos y el ligante de aportación (y el eventual producto rejuvenecedor), vendrán determinados por la homogeneidad de la mezcla, la total desaparición de los nódulos del material bituminoso a reciclar y la integración de todos los ligantes presentes. el tiempo total de permanencia de la mezcla bituminosa reciclada en el mezclador será aquel que garantice un amasado uniforme homogéneo y eficaz (reblandecimiento del ligante envejecido), y deberá ser aprobado por la Dirección de las Obras.

7.- CONTROL DE CALIDAD

01.- Se cumplirán las prescripciones establecidas en el artículo 40.63 de este Pliego, teniendo en cuenta además las prescripciones complementarias siguientes.

7.1.- Control de procedencia de los materiales

01.- En el caso de productos que dispongan del marcado CE, de acuerdo con el Reglamento 305/2011, para el control de procedencia de los materiales, se llevará a cabo la verificación de que los valores declarados en los documentos que acompañan al marcado CE cumplan las especificaciones establecidas en este Pliego. Independientemente de la aceptación de la veracidad de las propiedades referidas en el marcado CE, si se detectara alguna anomalía durante el transporte, almacenamiento o manipulación de los productos, la Dirección de las Obras, en el uso de sus atribuciones, podrá disponer en cualquier momento la realización de comprobaciones y ensayos sobre los materiales suministrados a la obra, al objeto de asegurar las propiedades y la calidad establecidas en este artículo.

02.- En el caso de productos que no tengan la obligación de disponer de marcado CE por no estar incluidos en normas armonizadas, o corresponder con alguna de las excepciones establecidas en el artículo 5 del Reglamento, se deberán llevar a cabo obligatoriamente los ensayos para el control de procedencia que se indican en artículo 40.63 de este Pliego, con las prescripciones complementarias indicadas en este artículo.

7.1.1.- Control de procedencia del material bituminoso a reciclar

01.- Además de su caracterización en la carretera de la que provenga, el material bituminoso a reciclar tratado deberá serlo también en los acopios, especialmente cuando proceda de distintos orígenes, para lo que se tomarán muestras con objeto de analizar su homogeneidad y poder caracterizar dichos acopios. Se tendrán en cuenta las siguientes consideraciones:

- Se separará por fracciones el material bituminoso a reciclar tratado para poder garantizar la homogeneidad de la granulometría y del contenido de ligante. Dicha separación se realizará en al menos 2 fracciones, siendo la más fina con tamaño máximo nominal inferior a 8 mm.
- Si a lo largo de la obra la composición o propiedades del material bituminoso a reciclar tratado o el contenido de ligante varían, dicho material se dispondrá en acopios separados, correctamente identificados y con la trazabilidad que permita identificar su procedencia.

02.- Para ello, por cada 1.000 t de acopio del material bituminoso a reciclar tratado, si se va a emplear en la fabricación de la mezcla una proporción del material bituminoso a reciclar de tasa baja (tipo 1), o por cada 500 t de acopio, si se va a emplear una proporción superior (tipos 2 ó 3), se tomarán 5 muestras, y de cada una de ellas se determinará:

- Granulometría del material disgregado (UNE-EN 933-1).
- Contenido de ligante soluble (UNE-EN 12697-1).
- Granulometría de los áridos recuperados (UNE-EN 12697-2).

Además, en 2 de dichas muestras se determinará también:

- Coeficiente de Los Ángeles del árido recuperado (UNE-EN 1097-2).
- Densidad y absorción de agua del árido grueso y fino recuperados (UNE-EN 1097-6).
- Coeficiente de pulimento acelerado del árido grueso para capas de rodadura (UNE-EN 1097-8).
- Penetración con aguja del ligante recuperado (UNE-EN 1426).
- Punto de reblandecimiento, método anillo y bola, del ligante recuperado (UNE-EN 1427).
- Índice de penetración del ligante recuperado (Anexo A de las UNE-EN 12591 o UNE-EN 13924-1).
- Punto de fragilidad Fraass (UNE-EN 12593).

03.- Adicionalmente, el PPPTP, o en su defecto la Dirección de las Obras, podrán establecer la necesidad de realizar otro tipo de ensayos, como son la determinación de la viscosidad dinámica usando un viscosímetro de rotación de aguja (UNE-EN 13302) y la determinación del módulo complejo de corte y del ángulo de fase mediante reómetro de corte dinámico (UNE-EN 14770).

7.2.- Control de calidad de los materiales

7.2.1.- Control de calidad de los acopios del material bituminoso a reciclar

01.- Se examinará cada acopio homogéneo del material bituminoso a reciclar desechando los que no cumplan con los límites de tolerancias de granulometría y de contenido de ligante establecidos en la tabla 40.64.2, y se vigilará la altura de los acopios y el estado de sus elementos separadores, así como el de los accesos.

02.- Sobre cada acopio que se utilice se realizarán los siguientes ensayos:

Al menos 1 vez al día:

- Contenido de humedad del acopio (UNE-EN ISO 17892-1).
- Contenido de ligante soluble (UNE-EN 12697-1).
- Granulometría de los áridos recuperados (UNE-EN 12697-2).

Al menos 1 vez al mes, o cuando se cambie de procedencia:

- Penetración con aguja del ligante recuperado (UNE-EN 1426).
- Punto de reblandecimiento, método anillo y bola, del ligante recuperado (UNE-EN 1427).
- Índice de penetración del ligante recuperado (Anexo A de las UNE-EN 12591 o UNE-EN 13924-1).

Adicionalmente, el Pliego de PPTP, o en su defecto la Dirección de las Obras, podrán especificar alguna de las características complementarias, como son el punto de fragilidad Fraass (UNE-EN 12593), la cohesión (fuerza-ductilidad, UNE-EN 13589 y UNE-EN 13703), la viscosidad dinámica usando un viscosímetro de rotación de aguja (UNE-EN 13302), y el módulo complejo de corte y el ángulo de fase mediante reómetro de corte dinámico (UNE-EN 14770).

7.2.2.- Fabricación

01.- En centrales discontinuas, antes de comenzar la fabricación, se determinará el tiempo de mezclado realizando amasadas con la dosificación prevista del material bituminoso a reciclar y áridos de aportación, sin adición de ligantes ni polvo mineral, y a la temperatura prescrita, estableciendo así el tiempo necesario de amasado para que el material bituminoso a reciclar eleve su temperatura y se homogenice con la mezcla reciclada.

02.- En centrales continuas, antes de comenzar la fabricación en régimen normal de producción, se tomarán muestras del material bituminoso a reciclar a la entrada del proceso y tras su calentamiento a la temperatura prescrita, se llevarán a cabo los ensayos de determinación del contenido de ligante soluble (UNE-EN 12697-1) y de las características del ligante recuperado (UNE-EN 12697-3), determinando la penetración (UNE-EN 1426) y el punto de reblandecimiento (UNE-EN 1427).

8.- CRITERIOS DE ACEPTACIÓN O RECHAZO

01.- Se cumplirán las prescripciones establecidas en el artículo 40.63 de este Pliego, teniendo en cuenta además las siguientes prescripciones adicionales.

8.1.- Resistencia a tracción indirecta seca y húmeda

01.- De cada lote definido en el artículo 40.63 de este Pliego se extraerán testigos (UNE-EN 12697-27), aleatoriamente situados, y sobre ellos se determinará la resistencia a tracción

indirecta (UNE-EN 12697-12), a la temperatura de 15 °C y según el procedimiento descrito en la citada norma, que deberá cumplir los valores indicados en el Cuadro 40.64.3:

CUADRO 40.64.3 – RESISTENCIA MÍNIMA DE TRACCIÓN INDIRECTA DE LOS TESTIGOS

| TIPO DE MEZCLA | RESISTENCIA MEDIA (MPa) (*) | | | |
|---------------------------|-----------------------------|---------------|--------------|---------------|
| | ACEPTACIÓN | | PENALIZACIÓN | |
| | Seca (ITSd) | Húmeda (ITSw) | Seca (ITSd) | Húmeda (ITSw) |
| Densa (D) y Semidensa (S) | 1,7 | 1,5 | 1,4 | 1,2 |
| Gruesa (G) | 1,4 | 1,2 | 1,2 | 1,0 |

(*) Directamente sobre los testigos extraídos, en número no inferior a 3 para cada tipo de resistencia.

02.- La resistencia media húmeda de los testigos deberá ser siempre superior al 75% de la resistencia seca.

03.- Si no se cumplieran los requisitos anteriores, se procederá de la siguiente manera:

- Si no se cumple la prescripción del 75% de la relación de resistencia, se aplicará una penalización del 3% a la capa de mezcla bituminosa correspondiente al lote controlado.
- Si la resistencia media seca, o húmeda, está entre los niveles de aceptación y penalización, se aplicará una penalización del 10% a la capa de mezcla bituminosa correspondiente al lote controlado.
- Si la resistencia media seca, o húmeda, de la mezcla es inferior al umbral de penalización, se demolerá mediante fresado la capa correspondiente al lote controlado y se repondrá con una mezcla aceptada por la Dirección de las Obras, por cuenta del Contratista. El producto resultante de la demolición será tratado como residuo de construcción y demolición, según la legislación ambiental vigente, o empleado, si es posible, como indique la Dirección de las Obras, a cargo de la empresa Contratista.

04.- Adicionalmente, no se admitirá que más de 1 individuo de la muestra ensayada del lote aceptado (con o sin penalización) presente resultados inferiores al especificado en más de un 20% de los valores prescritos en la tabla 40.64.3. De no ser así, se aplicará una penalización del 3% a la capa de mezcla bituminosa correspondiente al lote controlado, con independencia de otras penalizaciones que pudieran haberse aplicado con anterioridad.

9.- MEDICIÓN Y ABONO

01.- La fabricación y puesta en obra de mezclas bituminosas recicladas en central se abonará por t, según su tipo (tipo 1, 2 o 3), obtenidas multiplicando las dimensiones señaladas para cada capa en los Planos del Proyecto por los espesores y densidades medios deducidos de los ensayos de control de cada lote. En dicho abono se considerará incluido el de los áridos (incluso los procedentes del material bituminoso a reciclar tratado) y el del polvo mineral. no serán de abono los sobrecanchos laterales, ni los aumentos de espesor por corrección de mermas en capas subyacentes.

02.- El polvo mineral de aportación y las eventuales adiciones a la mezcla bituminosa, sólo se abonarán aparte si así lo previera explícitamente el PPTP y el Cuadro de Precios del Proyecto, y su medición estuviera prevista en el Presupuesto del Proyecto. Su abono se hará por t,

obtenidas multiplicando la medición correspondiente de mezclas bituminosas puesta en obra por su dotación media en las mismas.

03.- Dentro de cada tipo de mezcla bituminosa reciclada en central, el precio se indicará por porcentaje del material bituminoso a reciclar utilizado, agrupándose por intervalos no inferiores al 5%.

04.- El ligante hidrocarbonado empleado se abonará por t, obtenidas multiplicando la medición correspondiente de mezclas bituminosas puestas en obra, por el porcentaje medio de ligante deducido de los ensayos de control de cada lote. Se considerará incluido en dicho precio, y por tanto no será de objeto de abono independiente, el empleo de activantes o aditivos al ligante, así como tampoco el ligante residual del material fresado de mezclas bituminosas, en su caso.

ARTÍCULO 40.65.- MEZCLAS BITUMINOSAS EN CALIENTE Y SEMICALIENTE PARA CAPAS DE RODADURA: MEZCLAS DRENANTES, DISCONTINUAS MUY DELGADAS, ULTRAFINAS Y SMA

1.- DEFINICIÓN

01.- Se definen como mezclas bituminosas para capas de rodadura: drenantes, discontinuas muy delgadas, discontinuas ultrafinas y SMA aquellas formadas por la combinación de un ligante hidrocarbonado, áridos con una determinada granulometría, polvo mineral y eventualmente, aditivos, de manera que todas las partículas del árido queden recubiertas por una película homogénea de ligante, y que ofrecen una macrotextura superficial elevada, superior a 1 mm. Su proceso de fabricación obliga a calentar el ligante y los áridos (excepto, eventualmente, el polvo mineral de aportación), y su puesta en obra debe realizarse a una temperatura muy superior a la del ambiente.

02.- En función de la temperatura necesaria para su fabricación y puesta en obra las mezclas bituminosas para capa de rodadura se clasifican en calientes y semicalientes. En estas últimas, el empleo de betunes especiales, aditivos u otros procedimientos, permiten disminuir la temperatura mínima de mezclado en, al menos, 40° C respecto a la mezcla equivalente, pudiéndose emplear en las mismas condiciones que aquellas en categorías de tráfico medio y ligero.

03.- Las mezclas bituminosas drenantes (PA) son aquellas que por su baja proporción de árido fino, presentan un contenido muy alto de huecos interconectados que le proporcionan características drenantes. A efectos de aplicación de este artículo se emplearán en capas de rodadura de 4 a 5 cm de espesor. Únicamente se pueden utilizar en vías de velocidad elevada y para la formación de las mezclas percoladas.

04.- Las mezclas bituminosas discontinuas son aquellas cuyos áridos presentan una discontinuidad granulométrica muy acentuada en los tamices inferiores del árido grueso. A efectos de aplicación de este artículo, se distinguen entre discontinuas muy delgadas, BBTM y discontinuas tipo AUTL.

05.- Hay dos tipos de mezclas bituminosas discontinuas muy delgadas, BBTM A y BBTM B, diferenciadas por su granulometría, contenido de huecos y contenido de ligante. Estas mezclas bituminosas se utilizan en capas de rodadura de 2 a 3 cm de espesor.

06.- Las mezclas tipo AUTL, ultrafinas, se utilizan en capas de 1 a 2 cm de espesor.

07.- Las mezclas tipo SMA son de granulometría discontinua y se distinguen por su elevado contenido de ligante, superior al 5,8% sobre masa de mezcla. Cuando este contenido es superior al 8% se denominan SMA+.

08.- La ejecución de cualquier tipo de mezcla bituminosa de las de definidas anteriormente incluye las siguientes operaciones:

- Estudio de la mezcla y obtención de la fórmula de trabajo
- Fabricación de la mezcla de acuerdo con la fórmula de trabajo
- Transporte de la mezcla al lugar de empleo.

- Preparación de la superficie que va a recibir la mezcla
- Extensión y compactación de la mezcla.

2.- NORMATIVA TÉCNICA

01.- En todo aquello no indicado por el presente pliego se aplicará lo dispuesto por el artículo 543 "Mezclas bituminosas para capas de rodadura. Mezclas drenantes y discontinuas", artículo 544 "Mezclas bituminosas tipo SMA" y artículo 545 "Mezclas bituminosas tipo AUTL para capas de rodadura" del PG-3.

02.- Las mezclas bituminosas referidas en este artículo se encuentran cubiertas por las normas armonizadas europeas:

- UNE-EN 13108-7 Mezclas bituminosas drenantes.
- UNE-EN 13108-2 Mezclas bituminosas para capas delgadas.
- UNE-EN 13108-9 Mezclas bituminosas ultrafinas (AUTL).
- UNE-EN 13108-5 Mezclas bituminosas tipo SMA.

3.- MATERIALES

3.1.- Consideraciones generales

01.- Lo dispuesto en este artículo se entenderá sin perjuicio de lo establecido en el Reglamento 305/2011 de 9 de marzo de 2011, del Parlamento Europeo y del Consejo, por el que se establecen las condiciones armonizadas para la comercialización de productos de construcción. Para los productos con marcado CE, el fabricante asumirá la responsabilidad sobre la conformidad con las prestaciones declaradas de los mismos, de acuerdo con el artículo 11 del mencionado Reglamento. Los productos que tengan el marcado CE deberán ir acompañados, además de dicho marcado, de la declaración de prestaciones, y de las instrucciones e información de seguridad del producto. Por su parte, la empresa Contratista deberá verificar que los valores declarados en los documentos que acompañan al marcado CE permitan deducir el cumplimiento de las especificaciones contempladas en el proyecto o, en su defecto, en este pliego, debiendo adoptar, en el caso de que existan indicios de incumplimiento de las especificaciones declaradas, todas aquellas medidas que considere oportunas para garantizar la idoneidad del producto suministrado a la obra.

02.- Independientemente de lo anterior, se estará además en todo caso, a lo dispuesto en la legislación vigente en materia ambiental, de seguridad y salud, de producción, almacenamiento, gestión y transporte de productos de la construcción, de residuos de construcción y demolición, y de suelos contaminados.

3.2.- Ligante hidrocarbonado

01.- El PPTP fijará el tipo de ligante hidrocarbonato a emplear, que se será seleccionando en función de la categoría de tráfico y el tipo de mezcla bituminosa, entre los que se indican en el cuadro 40.65.1 y, salvo justificación en contrario, deberá cumplir las especificaciones de los correspondientes artículos de este pliego.

CUADRO 40.65.1.- TIPO DE LIGANTE HIDROCARBONADO A EMPLEAR¹

| TIPO DE MEZCLA | CATEGORÍA DE TRAFICO | | |
|---|---|---|--|
| | PESADO | MEDIO | LIGERO |
| DRENANTE DISCONTINUA SMA AUTL | PMB 45/80-60 ² PMB 45/80-65 ² PMB 45/80-75 ² | PMB 45/80-60 ² 50/70 BC 50/70 ³ | 50/70 70/100 BC 50/70 ³ |
| SMA+ | PMB 45/80-75 ² | | |
| ¹ Se podrán emplear betunes modificados con caucho que sean equivalentes a los betunes modificados de este cuadro, siempre que cumplan las especificaciones del artículo 25.14 de este pliego. En este caso, a la denominación del betún se le añadirán una letra C mayúscula, para indicar que el agente modificador es caucho procedente de neumáticos fuera de uso. | | | |
| ² Se podrán aceptar como equivalentes a estos betunes los betunes modificados de alta viscosidad con caucho (BMAVC-1) de la O.C. 21/2007 del Ministerio de Fomento y la combinación de betunes de penetración con adiciones de caucho pretratado en el mezclador, siempre que se consigan mezclas homogéneas y con las características especificadas en este Artículo (ver 3.2.03 y 04). | | | |
| ³ Se podrán aceptar como equivalentes a estos betunes la combinación de betunes de penetración con adiciones de caucho pretratado en el mezclador, siempre que se consigan mezclas homogéneas y con las características especificadas en este Artículo (ver 3.2.03). | | | |

02.- En el caso de que se empleen betunes o aditivos especiales para mezclas bituminosas semicalientes, con objeto de reducir la temperatura de fabricación, extendido y compactación, el Contratista deberá informar de ello a la Dirección de la Obra y aportar la documentación técnica que avale su empleo y que demuestre que su comportamiento a largo plazo no resulta afectado significativamente por el uso de estos aditivos especiales.

03.- En el caso de utilizar betunes con adiciones no incluidos en los artículos 25.11 "Betunes asfálticos", 25.12 "Betunes modificados con polímeros" ó 25.14 "Betunes con caucho" de este pliego, o aditivos especiales, el PPTP, o en su defecto la Dirección de las Obras, establecerá el tipo de adición y las especificaciones que deberán cumplir, tanto el ligante como las mezclas bituminosas resultantes. La dosificación y el modo de dispersión de la adición deberán ser aprobadas por la Dirección de las Obras.

04.- En el caso de incorporación de productos (fibras, materiales elastoméricos, etc.) como modificadores de la reología de la mezcla para alcanzar una mejora significativa de alguna característica referida a la cohesión, envejecimiento o resistencia a la fisuración o arranque de partículas, se determinará su proporción, así como la del ligante utilizado, de tal manera que, además de proporcionar las propiedades adicionales que se pretendan obtener con dichos productos, se garantice un comportamiento en mezcla semejante como mínimo al que se obtuviera de emplear un ligante bituminoso de los especificados en el artículo 25.15 "Betunes modificados con polímeros" de este pliego.

05.- Si se utiliza caucho pretratado como modificador, los porcentajes que este contenga de polvo de neumático, betún y polvo mineral, así como el tipo de polvo mineral, deberán ser declarados y aprobados por la Dirección de las Obras. La dosificación del caucho pretratado se determinará en función de la tipología de mezcla bituminosa a utilizar y previo estudio y ajuste de la correspondiente fórmula de trabajo de dicha mezcla con caucho pretratado.

06.- Según lo dispuesto en el apartado 2.3.f) del Plan de neumáticos fuera de uso, aprobado por Acuerdo del Consejo de Ministros, de 5 de octubre de 2001, se dará prioridad a la utilización del producto resultante de la trituración de los neumáticos cuando sea técnica y económicamente viable.

3.2.- Áridos

3.2.1.- Características generales

01.- Los áridos a emplear en las mezclas bituminosas definidas en este artículo podrán ser naturales o artificiales siempre que cumplan las especificaciones recogidas en este artículo.

02.- El PPTP, o en su defecto la Dirección de las Obras, podrá exigir propiedades o especificaciones adicionales cuando se vayan a emplear áridos cuya naturaleza o procedencia así lo requiriese.

03.- Los áridos se producirán o suministrarán en fracciones granulométricas diferenciadas, que se acopiarán y manejarán por separado hasta su introducción en las tolvas en frío.

04.- Los áridos no serán susceptibles a ningún tipo de meteorización o alteración físico-química apreciable bajo las condiciones más desfavorables que, presumiblemente, puedan darse en la zona de empleo. Tampoco podrán dar origen, con el agua, a disoluciones que pueden causar daños a estructuras u otras capas del firme, o contaminar corrientes de agua.

05.- El PPTP, o en su defecto la Dirección de las Obras, deberá fijar los ensayos para determinar la inalterabilidad del material. Si se considera conveniente caracterizar los componentes solubles de los áridos de cualquier tipo, naturales o artificiales, que puedan ser lixiviados y que puedan significar un riesgo potencial para el medioambiente o para los elementos de construcción situados en sus proximidades, se empleará la UNE-EN 1744-3.

3.2.2.- Árido grueso

01.- Se define como árido grueso la parte del árido total retenida en el tamiz 2 mm de la UNE-EN 933-2.

02.- El árido grueso para capas de rodadura será preferiblemente de una única procedencia y naturaleza. En caso de que se empleen áridos de distinta procedencia, cada una de ellas deberá cumplir las prescripciones establecidas en este apartado.

03.- Si en el árido grueso se apreciaran partículas meteorizadas o con distinto grado de alteración, su proporción en masa no será nunca superior al 5%. El PPTP o la Dirección de las Obras podrán establecer un valor inferior al indicado.

04.- Se ha definido un árido de elevadas prestaciones para capas de rodadura, que se incluye para la categoría de tráfico especial. Para cualquier categoría de tráfico pesado el PPTP podrá considerar la categoría de tráfico especial en función de la velocidad de circulación (vías rápidas) u otras características de la vía que así lo aconsejen. En túneles o pasos inferiores se considerará siempre tráfico especial.

05.- Ningún tamaño del árido grueso a emplear en la categoría de árido especial podrá fabricarse por trituración de gravas procedentes de yacimientos granulares ni de canteras de naturaleza caliza.

06.- En el caso de que se emplee árido grueso precedente de la trituración de grava natural, el tamaño de las partículas, antes de su trituración, deberá ser superior a 6 veces el tamaño máximo del árido final.

07.- El árido grueso deberá cumplir lo fijado en el cuadro 40.65.2 para partículas total y parcialmente trituradas, índice de lajas, coeficiente de Los Ángeles, coeficiente de pulimento acelerado, contenido de finos y valor de sulfato de magnesio.

08.- El árido grueso deberá estar exento de terrones de arcilla, materiales vegetales, marga u otras materias extrañas que puedan afectar a la durabilidad de la capa.

CUADRO 40.65.2 - ÁRIDOS PARA MEZCLAS BITUMINOSAS PARA CAPA DE RODADURA

| CARACTERÍSTICA | NORMA ENSAYO UNE-EN | CATEGORÍA DE TRÁFICO PESADO | | | |
|--|---------------------|-----------------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| | | Especial | Pesado | Medio | Ligero |
| REQUISITOS GEOMÉTRICOS | | | | | |
| Equivalente de arena ¹ (sobre el 0/4 mm) | 933-8 | SE ₅₅ | | | |
| Calidad de los finos (sobre el 0/0,125 mm) ² | 933-9 | MB _F <7 g/kg | | | |
| Contenido de finos (sobre el árido grueso) | 933-1 | f _{0,5} | | | |
| Forma | 933-3 | Fl ₁₅ | Fl ₂₀ | Fl ₂₅ | |
| REQUISITOS FÍSICOS | | | | | |
| Proporción de partículas parcial y totalmente Trituradas | 933-5 | C _{100/0} | | | C _{90/1} |
| Resistencia a la fragmentación ⁴ | 1097-2 | LA ₁₅ | LA ₂₅ | | |
| Coeficiente pulimento acelerado | 1097-8 | PSV ₅₆ | PSV ₅₀ | PSV ₄₄ | |
| DURABILIDAD | | | | | |
| Valor de sulfato de magnesio | 1367-2 | MS ₁₈ | | | |

NOTAS

¹ Sobre el árido combinado, incluido el polvo mineral.

² Se aplicará esta prescripción cuando no se cumpla la correspondiente del equivalente de arena, pero si la de la categoría inferior (SE₄₅).

³ La proporción de árido fino no triturado no podrá superar la del árido fino triturado.

⁴ La resistencia a la fragmentación de cualquier selección de partículas (siempre que supongan un porcentaje superior al 5% en peso de la fracción total) debe cumplir la categoría especificada.

3.2.3.- Árido fino

01.- Se define como árido fin la parte del árido total cernida por el tamiz 2 mm y retenida por el tamiz 0,063 mm de la UNE-EN 933-2.

02.- El árido fino deberá proceder de la trituración de piedra de cantera o grava natural en su totalidad, o en parte de yacimientos naturales.

03.- El árido fino deberá estar exento de terrones de arcilla, material vegetal, marga u otras materias extrañas que puedan afectar a la durabilidad de la capa.

04.- El material que se triture para obtener árido fino deberá cumplir las condiciones exigidas al árido grueso en el apartado 3.2.2 sobre el coeficiente de los Ángeles.

05.- Se podrá emplear árido fino de otra naturaleza que mejore alguna característica, en especial la adhesividad, pero en cualquier caso procederá del árido grueso con coeficiente de Los Ángeles de la categoría LA25.

06.- Cuando se emplee árido fino de distinta procedencia que el grueso será preceptivo emplear una fracción 0/2 mm con un porcentaje retenido por el tamiz 2 mm no superior al 10% del total de la fracción, con el fin de asegurar una granulometría bien adaptada al huso granulométrico de la mezcla, así como evitar la existencia de partículas de tamaño superior a 2 mm que no cumplan las características exigidas en el epígrafe 3.2.2 y que puedan ser pulimentables.

3.2.4.- Polvo mineral

01.- Se define como polvo mineral la parte del árido total cernida por el tamiz 0,063 mm de la UNE-EN 933-2.

02.- El polvo mineral podrá proceder de los áridos, separándose de ellos por extracción en la central de fabricación, o bien aportarse a la mezcla de aquellos, como un producto comercial o especialmente preparado.

03.- La proporción de polvo mineral de aportación a emplear en la mezcla se deberá cumplir lo fijado en el cuadro 40.65.3.

CUADRO 40.65.3.- PROPORCIÓN DE POLVO MINERAL DE APORTACIÓN (% en masa del resto del polvo mineral, excluido el inevitablemente adherido a los áridos)

| CATEGORÍA DE TRÁFICO | | |
|----------------------|-------|--------|
| Pesado | Medio | Ligero |
| 100 | | ≥ 50 |

04.-El polvo que queda inevitablemente adherido a los áridos, tras su paso por el secador, en ningún caso podrá rebasar el 2% de la masa de la mezcla. Sólo si se asegurase que el polvo mineral procedente de los áridos cumple las condiciones exigidas al de aportación, la Dirección de las Obras podrá modificar la proporción mínima de este.

05.- La granulometría del polvo mineral se determinará según UNE-EN 933-10. El 100% de los resultados de análisis granulométrico debe quedar dentro del huso granulométrico general definido en el cuadro 40.65.4.

06.- Adicionalmente el 90% de los resultados de análisis granulométricos basados en los últimos 20 valores obtenidos, debe quedar incluido dentro de un huso granulométrico más estrecho, cuyo ancho máximo en los tamices corresponden a 0,125 y 0,063 mm no supere el 10%.

CUADRO 40.65.4.- ESPECIFICACIONES PARA LA GRANULOMETRIA DEL POLVO MINERAL

| ABERTURA DEL TAMIZ (mm) | Huso granulométrico general para resultados individuales Cernido acumulado (% en masa) | Ancho máximo del huso restringido (% en masa) |
|-------------------------|--|---|
| 2 | 100 | -- |
| 0,125 | 85 a 100 | 10 |
| 0,063 | 70 a 100 | 10 |

06.-La densidad aparente del polvo mineral, según el anexo A de la UNE-EN 1097-3, deberá estar comprendida entre 0,5 y 0,8 g/cm³.

3.3.- Aditivos

01.-El PPTP, o en su defecto la Dirección de las Obras, fijara los aditivos que pueden utilizarse, estableciendo las especificaciones que tendrán que cumplir tanto el aditivo como las mezclas bituminosas resultantes.

02.- Las mezclas SMA fabricadas con betún de penetración deberán incorporar fibras de celulosa u otro aditivo estabilizante para evitar el escurrimiento del ligante y la segregación del mortero durante el almacenamiento, transporte y extendido de la mezcla bituminosa. Si se utilizasen fibras de celulosa su dotación deberá ser mayor o igual del 0,3% en masa sobre mezcla.

03.- El método de incorporación, que deberá asegurar una dosificación y dispersión homogéneas del aditivo, será aprobado por la Dirección de las Obras.

4.- TIPO Y COMPOSICIÓN DE LA MEZCLA

01.- La designación de las mezclas bituminosas especificadas en este artículo se hará siguiendo el siguiente esquema:

| TIPO DE MEZCLA | D | Clase | Ligante |
|----------------|---|-------|---------|
|----------------|---|-------|---------|

Donde:

D Es el tamaño máximo del árido, expresado como la abertura del tamiz que deja pasar entre un 90% y un 100% del total del árido.

Clase Indica, en el caso de mezclas discontinuas o ultrafinas, si son del tipo A o B.

Ligante Tipo de ligante hidrocarbonado utilizado.

TIPO DE MEZCLA:

PA Indica que la mezcla bituminosa es drenante (UNE-EN 13108-7)

| | |
|------|---|
| BBTM | Indica que la mezcla bituminosa es de tipo discontinuo para capa muy delgada (UNE-EN 13108-2). |
| AUTL | Indica que la mezcla bituminosa es de tipo discontinuo para capa ultradelgada (UNE-EN 13108-9). |
| SMA | Indica que la mezcla bituminosa es SMA (UNE-EN 13108-5). Si la mezcla SMA incorpora un contenido de ligante superior al 8% en masa de la mezcla la designación será SMA+. |

02.- La granulometría del árido obtenido combinando las distintas fracciones (incluido el polvo mineral), según el tipo de mezcla, deberá estar comprendida dentro de alguno de los husos fijados en el cuadro 40.65.5. El análisis granulométrico se hará según la UNE-EN 933-1.

CUADRO 40.65.5.- HUSOS GRANULOMETRICOS. CERNIDO ACUMULADO (% en masa)

| TIPO DE MEZCLA | ABERTURA DE LOS TAMICES (mm) | | | | | | | |
|-----------------------|------------------------------|--------|--------|--------|-------|-------|-------|-------|
| | 16 | 11,2 | 8 | 5,6 | 4 | 2 | 0,5 | 0,063 |
| AUTL 5 | | | 100 | 90-100 | 35-55 | 15-25 | 8-14 | 5-9 |
| AUTL 8 ¹ | | 100 | 90-100 | 40-65 | 25-40 | 15-30 | 10-18 | 5-9 |
| AUTL 11 ¹ | 100 | 90-100 | 65-85 | 50-76 | 33-55 | 20-35 | 10-23 | 5-11 |
| BBTM 8A ² | | 100 | 90-100 | 50-70 | 28-38 | 25-35 | 12-22 | 7-9 |
| BBTM 8B ² | | 100 | 90-100 | 42-62 | 17-27 | 15-25 | 8-16 | 4-6 |
| BBTM 11A ² | 100 | 90-100 | 62-82 | - | 28-38 | 25-35 | 12-22 | 7-9 |
| BBTM 11B ² | 100 | 90-100 | 60-80 | - | 17-27 | 15-25 | 8-16 | 4-6 |
| SMA 5 | | | 100 | 90-100 | - | 30-40 | - | 7-12 |
| SMA 5+ | | | 100 | 90-100 | - | 25-35 | - | 2-12 |
| SMA 8 | | 100 | 90-100 | - | 30-45 | 25-35 | 12-22 | 7-9 |
| SMA 8+ | | 100 | 90-10 | 35-45 | - | 20-30 | - | 2-12 |
| SMA 11 | 100 | 90-100 | 55-80 | - | 22-33 | 20-30 | 12-20 | 6-10 |
| SMA 11+ | 100 | 90-100 | 50-65 | 35-45 | - | 20-30 | - | 2-12 |
| PA 11 | 100 | 90-100 | 50-70 | - | 13-27 | 10-17 | 5-12 | 3-6 |

¹La fracción del árido que pasa por el tamiz 4 mm y es retenida por el tamiz 2 mm (norma UNE-EN 933-2), será inferior al diez por ciento (10 %).

²La fracción del árido grueso que pasa por el tamiz 4 mm y es retenido por el 2 mm de la UNE-EN 933-2, será inferior al 8 %

03.- El tipo de mezcla bituminosa a emplear en función del espesor de la capa de firme, se definirá en el PPTP, según el cuadro 40.65.6.

CUADRO 40.65.6.- TIPO DE MEZCLA A UTILIZAR EN FUNCIÓN DEL ESPESOR DE LA CAPA

| ESPESOR (cm) | TIPO DE MEZCLA |
|--------------|--|
| | Denominación UNE-EN 13108-1 |
| 1 - 2 | AUTL 5/ AUTL 8/ AUTL 11 AUTL 5A/ BBTM 8A/ BBTM 11A AUTL 5B/ BBTM 8B/ BBTM 11B SMA 5/SMA 8 SMA 5+/ SMA 8+ |
| 2 - 3 | BBTM 8A/BBTM 11A BBTM 8B/BBTM 11B SMA 8/ SMA 11 SMA 8+/SMA 11+ |
| 3 - 4 | BBTM 11A ¹ BBTM 11B ¹ SMA 11/SMA 11+ ¹ PA 11 ² |
| 4 - 5 | BBTM 11A/ BBTM 11B/ SMA 11/SMA+ 11 |

¹Preferiblemente 3 cm; excepcionalmente se puede aumentar hasta a 4 cm

²Preferiblemente 4 cm

04.- El PPTP fijará la dotación mínima de ligante hidrocarbonado de la mezcla bituminosa que, en cualquier caso, deberá cumplir lo indicado en el cuadro 40.65.7, según el tipo de mezcla.

CUADRO 40.65.7- DOTACIÓN MÍNIMA¹ DE LIGANTE HIDROCARBONADO (% en masa sobre el total de la mezcla bituminosa, incluido el polvo mineral)

| TIPO DE MEZCLA | DOTACIÓN MÍNIMA (%) |
|----------------|---------------------|
| AUTL 5 | 5,60 |
| AUTL 8 | 5,20 |
| AUTL 11 | 5,00 |
| BBTM 8A | 5,20 |
| BBTM 11A | 5,20 |
| BBTM 8B | 4,75 |
| BBTM 11B | 4,75 |
| SMA 5 | 5,80 |
| SMA 8 | 5,80 |
| SMA 11 | 5,80 |
| SMA 5+ | 8,20 |

| | |
|---|------|
| SMA 8+ | 8,00 |
| SMA 11+ | 8,00 |
| PA 11 | 4,30 |
| ¹ Incluidas las tolerancias especificadas en el apartado 10.3.1. Se tendrán en cuenta las correcciones por paso específico y absorción de los áridos, si son necesarias. | |

05.- En el caso de que la densidad de los áridos (UNE-EN 1097-6) sea diferente de 2,65 g/cm³, los contenidos mínimos de ligante del cuadro 40.65.12 se deben corregir multiplicando por el factor:

$$\alpha = 2,65/\rho_d; \text{ donde } \rho_d \text{ es la densidad de las partículas del árido}$$

06.- Salvo justificante en contrario, la relación ponderal recomendable entre los contenidos de polvo mineral y ligante hidrocbonato (expresado ambos respecto de la masa total de árido seco, incluido el polvo mineral) determinada en la fórmula de trabajo, según el tipo de mezcla, deberá estar comprendida en los siguientes intervalos:

- Entre 1,1 y 1,5 para las mezclas tipo AUTL
- Entre 1,2 y 1,6 para las mezclas tipo BBTM A y SMA.
- Entre 1,0 y 1,2 para las mezclas BBTM B.
- Entre 0,9 y 1,1 para las mezclas tipo PA.

No se determinan límites para las mezclas tipo SMA+, ya que dependerán de la aplicación específica.

5.- EQUIPO NECESARIO PARA LA EJECUCIÓN DE LAS OBRAS

01.- Se estará, en todo en lo dispuesto en la legislación vigente en materia ambiental, de seguridad y salud y de transporte en lo referente a los equipos empleados en la ejecución de las obras.

5.1.- Central de fabricación

01.- Lo dispuesto en este apartado se entenderá sin perjuicio de lo establecido en las UNE-EN 13108-2, UNE-EN 13108-5, UNE-EN 13108-7 y UNE-EN 13108-9 para el mercado CE.

02.- La instalación deberá permitir fabricar una mezcla bituminosa de acuerdo con la fórmula de trabajo aceptada y las especificaciones de este artículo. Se deberá asegurar la completa homogeneización del material dentro de las tolerancias fijadas.

03.- La central de fabricación podrá ser de tipo discontinuo o continuo.

5.2.- Elementos de transporte

01.- Consistirán en camiones de caja lisa y estanca, perfectamente limpia y que se tratarán para evitar que la mezcla bituminosa se adhiera a ella, con un producto cuya composición y dotación deberán ser aprobadas por la Dirección de las Obras.

02.- La forma y altura de la caja deberá ser tal que, durante el vertido en la extendedora, el camión sólo toque a ésta a través de los rodillos provistos al efecto.

03.- Los camiones deberán estar siempre provistos de una lona o cobertor adecuado para proteger la mezcla bituminosa durante su transporte.

04.- Los medios de transporte deberán estar adaptados, en todo momento, al ritmo de ejecución de la obra teniendo en cuenta la capacidad de producción de la central de fabricación y del equipo de extensión, y la distancia entre ésta y la zona de extensión.

5.3.- Equipos de extensión

01.- Las extendedoras serán autopropulsadas y estarán dotadas de los dispositivos disponibles necesarios para extender la mezcla bituminosa en con la configuración deseada y un mínimo de precompactación, que deberá ser fijado por la Dirección de las Obras. La capacidad de sus elementos, así con su potencia, serán adecuadas al trabajo a realizar.

02.- La extendedora deberá estar dotada de un dispositivo automático de nivelación y de un elemento calefactor para la ejecución de la junta longitudinal.

03.- Para las categorías de tráfico pesado o con superficies a extender en calzada superiores a 70.000 m² o en aquellas vías principales que así lo recoja el PPTP, será preceptivo hacer la extensión de las mezclas bituminosas con dos extendedoras en paralelo y disponer, delante de las extendedoras, de un equipo de transferencia autopropulsado de tipo silo móvil, que esencialmente garantice la homogeneización granulométrica y además permita la uniformidad térmica y de las características superficiales.

04.- La anchura extendida y compactada se definirá en el PPTP o, en su defecto, por la Dirección de la Obras. Si se acoplaran piezas a las extendedoras para aumentar su anchura, éstas deberán quedar perfectamente alineadas con las originales.

5.4.- Equipos de compactación

01.- Se utilizarán preferentemente compactadores de rodillos metálicos que deberán ser autopropulsados, tener inversores de sentido de marcha de acción suave, y estar dotados de dispositivos para la limpieza de sus llantas durante la compactación y mantenerlos húmedos en caso necesario.

02.- En zonas poco accesibles para los compactadores se podrán utilizar planchas o rodillos vibrantes de características apropiadas para lograr en dichas zonas una terminación superficial y compacidad semejante al resto de la obra.

6.- EJECUCIÓN

6.1.- Estudio de la mezcla y obtención de la fórmula de trabajo

6.1.1.- Principios generales

01.- La fabricación y puesta en obra de la mezcla no se iniciará hasta que se haya aprobado por la Dirección de las Obras la correspondiente fórmula de trabajo, estudiada en el laboratorio y verificada en la central de fabricación.

02.- Dicha fórmula fijara como mínimo las siguientes características:

- Identificación y proporción de cada fracción del árido en la alimentación y, en su caso, después de su clasificación en caliente.
- Granulométrica de los áridos combinados, incluso el polvo mineral, por los tamices que correspondan para cada tipo de mezcla según el cuadro 40.65.10, expresada en porcentajes del árido total con una aproximación del 1%, con excepción del tamiz 0,063 que se expresa con aproximación del 0,1%.
- Dosificación, en su caso, de polvo mineral de aportación, expresada en porcentaje del árido total con aproximación del 0,1%.
- Dosificación, en su caso, de polvo mineral de recuperación, expresada en porcentaje del árido total con aproximación del 0,1%.
- Identificación y dosificación de ligante hidrocarbonado referida a la masa total de la mezcla, y la de aditivos al ligante, referida a la masa del ligante hidrocarbonado.
- En su caso, tipo y dotación de las adiciones a la mezcla bituminosa, referida a la masa de la mezcla total.
- Densidad mínima a alcanzar en las mezclas bituminosas tipo BBTM A, AUTL, SMA y SMA+, y el contenido de huecos en las mezclas tipo BBTM B y drenantes.

También se señalarán:

- Los tiempos a exigir para la mezcla de los áridos en seco y para la mezcla de los áridos con el ligante.
- Las temperaturas máxima y mínima de calentamiento previo de áridos y ligante. En ningún caso se introducirá en el mezclador árido a una temperatura superior a la del ligante en más de 15°C.
- En el caso de betunes modificados o mejorados con polímeros o modificados o mejorados con caucho o betunes especiales para mezclas semicalientes se tendrá en cuenta el rango recomendado por el fabricante en la temperatura de mezclado.
- La temperatura mínima de la mezcla en la descarga desde los elementos de transporte y a la salida de la extendedora, que en ningún caso será inferior a 145°C, salvo en mezclas semicalientes o justificación en contrario.
- La temperatura mínima de la mezcla al iniciar y terminar la compactación.
- En el caso de que se empleen adiciones se incluirán las prescripciones necesarias sobre su forma de incorporación y tiempo de mezclado.

03.- La temperatura mínima de la mezcla al salir del mezclador será aprobada por la Dirección de las Obras de forma que la temperatura de la mezcla en la descarga de los camiones sea superior al mínimo fijado.

04.- La dosificación de ligante hidrocarbonado en la fórmula de trabajo se fijará teniendo en cuenta los materiales disponibles, la experiencia obtenida en casos análogos y siguiendo los criterios establecidos en los apartados 6.1.2 a 6.1.6.

05.- Para todo tipo de mezcla, en el caso de categorías de tráfico pesado y medio, el PPTP, o en su defecto la Dirección de las Obras, podrá exigir un estudio de sensibilidad de las propiedades de la mezcla a variaciones de granulometría de ligante hidrocarbonato que no exceda de las admitidas en el apartado 10.3.

06.-La fórmula de trabajo de la mezcla bituminosa deberá asegurar el cumplimiento de las características de la unidad terminada en lo referente a la macrotextura superficial y, en su caso, la resistencia al deslizamiento, según lo indicado en apartado 8.4.

07.-Si la marcha de las obras lo aconseja, la Dirección de las Obras podrá exigir la corrección de la fórmula de trabajo, que se justificará mediante ensayos. Se estudiará y aprobará una

nueva fórmula de trabajo si varía la procedencia de alguno de los componentes o si, durante la producción, se rebasan las tolerancias granulométricas establecidas en el apartado 10.3.1.

08.- La empresa Contratista deberá entregar a la Dirección de las Obras, para su aceptación, las características de la mezcla respecto de las siguientes propiedades:

- Contenido de huecos y densidad aparente asociada a ese valor.
- Resistencia a la deformación permanente.
- Sensibilidad al agua.
- Pérdida de partículas en el caso de mezclas drenantes.
- Escurrimiento de ligante.

09.- El suministrador del ligante deberá indicar la temperatura de referencia para la compactación de las probetas y para la fabricación, extendido y compactación de la mezcla.

6.1.2.- Contenido de huecos

01.- El contenido de huecos en mezcla, determinado según el método de ensayo de la UNE-EN 12697-8 indicado en el anexo B de la UNE-EN 13108-20 cumplirá lo indicado en el cuadro 40.65.8. Para la realización del ensayo se emplearán probetas compactadas según la UNE-EN 12697-30, aplicando 50 golpes por cara. En el caso de las mezclas tipo AUTL se aplicarán veinticinco (25) golpes por cara, utilizando una masa de mezcla bituminosa de setecientos gramos más/menos treinta y cinco gramos (700 ± 35 g) para conseguir un espesor teórico de treinta y cinco a cuarenta y cinco milímetros (35 mm a 45 mm).

CUADRO 40.65.8.- CONTENIDO DE HUECOS EN MEZCLA (UNE-EN 12697-8) EN PROBETAS SEGÚN UNE-EN 12697-30 (50 golpes por cara)

| TIPO DE MEZCLA | Golpes por cara | % DE HUECOS |
|----------------|-----------------|-----------------------|
| AUTL | 25 | ≥ 8 y ≤ 15 |
| BBTM A | 50 | 4 a 6 |
| BBTM B | 50 | ≥ 12 y ≤ 18 |
| SMA y SMA+ | 50 | 4 a 6 |
| Drenante (PA) | 50 | ≥ 20 |

02.- La determinación del contenido de huecos en mezclas semicalientes podrá hacerse sobre probetas preparadas por compactación giratoria (UNE-EN 12697-31), a la temperatura de compactación prevista en obra. Para ello se compactarán hasta el número de giros que permitan obtener una densidad geométrica idéntica a la que se obtiene en probetas compactadas (UNE-EN 12697-30), aplicando 50 golpes por cara, en una mezcla en caliente de idénticas características con la excepción del tipo de ligante que deberá ser un betún asfáltico, modificado con polímeros en su caso, del mismo grado que el ligante que se desee emplear en la mezcla semicaliente. Los valores se considerarán válidos siempre que el número máximo de giros necesario para alcanzar dicha densidad geométrica sea de 160 para mezclas tipo drenante o de 100 giros para mezclas tipo discontinuo o SMA con molde de diámetro interior de 100 mm.

6.1.3.- Resistencia a la deformación permanente

01.- En mezclas discontinuas, SMA y SMA+ la resistencia a deformaciones plásticas determinada mediante el ensayo de pista de laboratorio, cumplirá lo establecido en el cuadro 40.65.9. Este ensayo se hará según la UNE-EN 12697-22, empleando el dispositivo pequeño,

el procedimiento B en aire, a una temperatura de 60° C y con una duración de 10.000 ciclos. Las probetas se prepararán mediante compactador de placa, con el dispositivo de rodillo de acero, según la UNE-EN 12697-33, con una densidad superior al 98% de la obtenida en probetas cilíndricas preparadas según la UNE-EN 12697-30 aplicando 50 golpes por cara.

CUADRO 40.65.9.- PENDIENTE MEDIA DE DEFORMACIÓN EN PISTA (WTS_{AIRE}) EN EL INTERVALO DE 5.000 A 10 000 CICLOS SEGÚN UNE-EN 12697-22 (mm para 10^3 ciclos de carga)

| CATEGORÍA DE TRÁFICO | |
|----------------------|--------|
| Pesado Y Medio | Ligero |
| 0,07 | 0,10 |

6.1.4.- Sensibilidad al agua

01.- En cualquier circunstancia se comprobará la adhesividad árido-ligante mediante la caracterización de la acción del agua. Para ello, la resistencia conservada en el ensayo de tracción indirecta tras inmersión, realizado a 15 °C, según la UNE-EN 12697-2, tendrá un valor mínimo del 90% para las mezclas discontinuas, ultrafinas, SMA y SMA+ y del 85% para mezclas drenantes. Las probetas se compactarán según la UNE-EN 12697-30, aplicando 50 golpes por cara a excepción de las mezclas AUTL, en cuyo caso, las probetas se compactarán según la Norma UNE-EN 12697-30 aplicando veinticinco (25) golpes por cara, utilizando una masa de mezcla bituminosa de aproximadamente setecientos gramos más/menos treinta y cinco gramos (700 ± 35 g), para conseguir un espesor teórico de treinta y cinco a cuarenta y cinco milímetros (35 mm a 45 mm).

02.- Se podrá mejorar la adhesividad entre el árido y el ligante hidrocarbonato mediante activantes directamente incorporados al ligante. En todo caso, la dotación mínima de ligante hidrocarbonato no será inferior a la indicada en el cuadro 40.65.10.

6.1.5.- Pérdida de partículas

01.- En mezclas drenantes, la pérdida de partículas a 25 °C, según la UNE-EN 12697-17, en probetas compactadas según la UNE-EN 12697-30 con 50 golpes por cara, no deberá rebasar el 20% en masa para las categorías de tráfico pesado y medio y el 25% en masa en los demás casos. En mezclas ultrafinas, en probetas compactadas (norma UNE-EN 12697-30) con veinticinco (25) golpes por cara, utilizando una masa de mezcla bituminosa de aproximadamente setecientos gramos más/menos treinta y cinco gramos (700 ± 35 g) para conseguir un espesor teórico de treinta y cinco a cuarenta y cinco milímetros (35 mm a 45 mm), la pérdida no deberá rebasar el veinte por ciento ($\neq 20$ %) en masa.

6.1.6.- Escurrimiento de ligante

01.- Para las mezclas drenantes, ultrafinas, SMA y SMA+ deberá comprobarse que no se produce escurrimiento del ligante, realizando en ensayo según la UNE-EN 12967-18. En las mezclas drenantes se utilizará el procedimiento de la cesta y en las ultrafinas y SMA el método del vaso de precipitados.

02.- El PPTP, o en su defecto la Dirección de Obras podrá exigir también la comprobación sobre el escurrimiento de ligante para las mezclas discontinuas tipo BBTM B, según el procedimiento del vaso de precipitados.

03.- El escurrimiento de ligante deberá ser inferior al 0,3% en masa sobre el total de la mezcla.

6.2.- Preparación de la superficie existente

01.- Se comprobará la regularidad superficial y el estado de la superficie sobre la que se vaya a extender la mezcla bituminosa. El PPTP, o en su defecto la Dirección de las Obras, indicará las medidas encaminadas a restablecer una regularidad aceptable antes de proceder a la extensión de la mezcla y, en su caso, a reparar las zonas con algún tipo de deterioro.

02.- La superficie existente, deberá cumplir lo indicado en el apartado 8.3 y especialmente, cuando se vaya a colocar sobre ella una mezcla en capa muy delgada o ultradelgada se deberá medir la regularidad longitudinal que deberá cumplir en todo caso lo indicado en el cuadro 40.65.10. Si la superficie existente está constituida por un pavimento heterogéneo se deberán, además, eliminar mediante fresado los excesos de ligante y sellar las zonas demasiado permeables, según las instrucciones de la Dirección de la Obras.

03.- Sobre la superficie de asiento se ejecutará un riego de adherencia, según el artículo 40.42 de este pliego y las instrucciones adicionales que establezca el PPTP, teniendo especial cuidado de que dicho riego no se degrade antes de la extensión de la mezcla.

04.- Se comprobará especialmente que, transcurrido el plazo de rotura del ligante de los tratamientos aplicados, no quedan restos de agua en la superficie; asimismo, si ha transcurrido mucho tiempo desde su aplicación, se comprobará que su capacidad de unión con la mezcla bituminosa no ha disminuido en forma perjudicial, en caso contrario, la Dirección de las Obras podrá ordenar la ejecución de un riego de adherencia adicional.

6.3.- Aprovechamiento de áridos

01.- Los áridos se producirán o suministrarán en fracciones granulométricas diferenciadas, que se acopiarán y manejarán por separado hasta su introducción en las tolvas en frío. Cada fracción será suficientemente homogénea y se podrá acopiar y manejar sin peligro de segregación. El número mínimo de fracciones será de dos para mezclas con tamaño máximo de árido inferior o igual a 8 mm y de 3 si el tamaño máximo es 11 mm³.

02.- Cada fracción del árido se acopiará separada de las demás para evitar intercontaminaciones. Si los acopios se disponen sobre el terreno natural no se utilizarán sus 15 cm inferiores, a no ser que esté pavimentado. Los acopios se construirán por capas de espesor no superior a 1,5 m, y no por montones cónicos. Las cargas del material se colocarán adyacentes, tomando las medidas oportunas para evitar su segregación.

03.- Cuando se detecten anomalías en la producción o suministro de los áridos, se acopiarán por separado hasta su aceptabilidad. Esta misma medida se aplicará cuando esté pendiente de autorización el cambio de procedencia de un árido.

04.- En el caso de obras con volumen total del árido inferior a 5.000 m³, antes de empezar la fabricación deberá haberse acopiado la totalidad de los áridos. En otro caso, el volumen mínimo a exigir será el 30% o el correspondiente a 1 mes de producción máxima del equipo de fabricación.

6.4.- Fabricación de la mezcla

01.-Lo dispuesto en este apartado se entenderá sin perjuicio de lo establecido en las UNE-EN 13108-2, UNE-EN 13108-5, UNE-EN 13108-7 y UNE-EN 13108-9 para el marcado CE. No obstante, el PPTP, o en su caso la Dirección de las Obras, podrá establecer prescripciones adicionales, especialmente en el supuesto de no ser obligatorio o no disponer de marcado CE.

02.- A la descarga de mezclador todos los tamaños del árido deberán estar uniformemente distribuidos en la mezcla, y todas sus partículas total y homogéneamente cubiertas de ligante. La temperatura de la mezcla al salir del mezclador no excederá de la fijada en la fórmula de trabajo.

03.-En el caso de utilizar adiciones al ligante o a la mezcla, se cuidará su correcta dosificación, la distribución homogénea, así como que no pierda las características previas durante todo el proceso de fabricación.

6.5.- Transporte de la mezcla

01- La mezcla bituminosa se transportará en camiones desde la central de fabricación a la extendidora. Para evitar su enfriamiento superficial, deberá protegerse durante el transporte mediante lonas u otros cobertores adecuados. En el momento de descargarla en la extendidora o en el equipo de transferencia, su temperatura no podrá ser inferior a la especificada en la fórmula de trabajo.

6.6.- Extensión de la mezcla

01.- A menos que la Dirección de las Obras de otras indicaciones, la extensión comenzará por el borde inferior y se realizará por franjas longitudinales. La anchura de estas franjas se fijará de manera que se realice el menor número de juntas posibles y se consiga la mayor continuidad de la extensión, teniendo en cuenta la anchura de la sección, el eventual mantenimiento de la circulación, las características de la extendidora y a la producción de la central.

02.- En obras sin mantenimiento de la circulación, para las categorías de tráfico Pesado y Medio o con superficies a extender en calzada superiores a 70.000 m², se realizará la extensión a ancho completo, trabajando se fuera necesario con 2 o más extendidoras ligeramente desfasadas, evitando juntas longitudinales. En los demás casos, después de haber extendido y compactado una franja, se extenderá la siguiente mientras el borde de la primera se encuentra en caliente en condiciones de ser compactado; en caso contrario, se ejecutará una junta longitudinal.

03.- En capas de rodadura con mezclas bituminosas drenantes se evitarán siempre las juntas longitudinales. Únicamente para las categorías de tráfico Pesado y Medio o en la pavimentación de zonas en las que no sea posible cortar el tráfico, dichas juntas deberán coincidir en una limateza del pavimento.

04.- La mezcla bituminosa se extenderá siempre en una tongada. La extendidora se regulará de forma que la superficie de la capa extendida resulte lisa y uniforme, sin segregaciones ni arrastres, y con un espesor tal que, una vez compactada, se ajuste a la rasante y sección transversal indicadas en los planos del proyecto, con las tolerancias establecidas en el apartado 8.2.

05.- La extensión se realizará con la mayor continuidad posible, ajustando la velocidad de la extendedora a la producción de la central de fabricación, de modo que aquella no se detenga. En caso de parada, se comprobará que la temperatura de la mezcla que quede sin extender, en la tolva de la extendedora y debajo de ésta, no baja de la prescrita en la fórmula de trabajo para el inicio de la compactación; de lo contrario, se ejecutará una junta transversal.

06.- Donde no resulte posible, a juicio de la Dirección de la Obras, el empleo de máquinas extendedoras, la puesta en obra de la mezcla bituminosa podrá realizarse por otros procedimientos aprobados por aquél. Para ello se descargará fuera de la zona en que se vaya a extender y se distribuirá en una capa uniforme y de un espesor tal que, una vez compactada, se ajuste a la rasante y sección transversal indicadas en los Planos del proyecto, con las tolerancias establecidas en el apartado 8.2.

6.7.- Compactación de la mezcla

01.- La compactación se realizará según el plan aprobado por la Dirección de las Obras en función de los resultados del tramo de prueba, aunque el número de pasadas del compactador, sin vibración, será siempre superior a 6; se deberá hacer a la mayor temperatura posible, sin rebasar la máxima prescrita en la fórmula de trabajo y sin que se produzca desplazamiento de la mezcla extendida, y se continuará, mientras la temperatura de la mezcla no sea inferior a la mínima prescrita en la fórmula de trabajo y la mezcla se halle en condiciones de ser compactada, hasta que se cumpla el plan aprobado.

02.- En mezclas bituminosas fabricadas con betunes mejorados o modificados con caucho y en mezclas bituminosas con adición de caucho, con el fin de mantener la densidad de la tongada hasta que el aumento de viscosidad del betún contrarreste una eventual tendencia del caucho a recuperar su forma, se continuará obligatoriamente el proceso de compactación hasta que la temperatura de la mezcla baje de la mínima establecida en la fórmula de trabajo, aunque se hubiera alcanzado previamente la densidad especificada en el apartado 8.1.

03.- La compactación se realizará longitudinalmente, de manera continua y sistemática. Si la extensión de la mezcla bituminosa se realizara por franjas, al compactar una de ellas se ampliará la zona de compactación para que incluya al menos 15 cm de la anterior.

04.- Los rodillos deberán llevar su rueda motriz del lado más cercano a la extendedora; los cambios de dirección se realizarán sobre mezcla ya apisonada, y los cambios de sentido se efectuarán con suavidad. Los elementos de compactación deberán estar siempre limpios y, si fuera preciso, húmedos.

6.8.- Juntas transversales y longitudinales

01.- Cuando con anterioridad a la extensión de la mezcla en capa de pequeño espesor se ejecute otra capa asfáltica, se procurará que las juntas transversales de a capa superpuesta guarden una separación mínima de 5 m, y de 15 cm para las longitudinales.

02.- Al extender franjas longitudinales contiguas, cuando la temperatura de la extendida en primer lugar no sea superior al mínimo fijado en la fórmula de trabajo para terminar la compactación, el borde de esta franja se cortará verticalmente, dejando al descubierto una superficie plana y vertical en todo su espesor. A continuación, se calentará la junta y se extenderá la siguiente franja contra ella.

03.- Las juntas transversales de la mezcla en capa de pequeño espesor se completarán transversalmente, disponiendo los apoyos precisos para el rodillo y se distanciarán en más de 5 m las juntas transversales de franjas de extensión adyacentes.

7.- TRAMO DE PRUEBA

01.- Cuando lo indique el PPTP o la Dirección de las Obras, se ejecutará un tramo de prueba antes de iniciarse la puesta en obra de cada tipo de mezcla bituminosa, será preceptiva la realización del correspondiente tramo de prueba para comprobar la fórmula de trabajo, la forma de actuación de los equipos de extensión y compactación y, especialmente, el plan de compactación.

02.- A efectos de verificar que la fórmula de trabajo puede cumplir después de la puesta en obra, las prescripciones relativas a la textura superficial y al coeficiente de rozamiento transversal, se comprobará expresamente la macrotextura superficial obtenida, mediante el método volumétrico según la UNE-EN 13036-1, que deberá cumplir los valores establecidos en el apartado 8.4.

03.- El tramo de prueba tendrá una longitud no inferior a la definida en el PPTP, y la Dirección de las Obras determinará si es aceptable su realización como parte integrante de la obra en construcción.

04.- Se tomarán muestras de la mezcla bituminosa, que se ensayarán para determinar su conformidad con las condiciones especificadas, y se extraerán testigos. A la vista de los resultados obtenidos, la Dirección de las Obras decidirá:

- Si es aceptable o no la fórmula de trabajo. En el primer caso, se podrá iniciar la fabricación de la mezcla bituminosa. En el segundo, la empresa Contratista deberá proponer las actuaciones a seguir (estudio de una nueva fórmula, conexión parcial de la ensayada, correcciones en la central de fabricación o sistemas de extendido, etc.).
- Si son aceptables o no los equipos propuestos por la empresa Contratista. En el primer caso, definirá su forma específica de actuación. En el segundo caso, la empresa Contratista deberá proponer nuevos equipos, o incorporar equipos suplementarios.

05.- Asimismo, durante la ejecución del tramo de prueba se analizará la correspondencia entre los métodos de control de la dosificación del ligante hidrocarbonado y de la densidad in situ establecidos en el PPTP, y otros métodos rápidos de control. También se estudiarán el equipo y el método de realización de juntas, así como la relación entre la dotación media de mezcla y el espesor de la capa aplicada con la que se alcance una densidad superior a la especificada en el PPTP.

06.- En el caso de mezclas tipo BBTM B con espesor superior a 2,5 cm y de mezclas drenantes, se analizará, además, la correspondencia entre el contenido de huecos en mezcla y la permeabilidad de la capa según la NLT-327.

8.- ESPECIFICACIONES DE LA UNIDAD TERMINADA

8.1.- Densidad

01.- En el caso de mezclas tipo BBTM A, SMA y SMA+, la densidad alcanzada deberá ser superior al 98%) de la densidad de referencia obtenida, según lo indicado en el apartado 10.3.2.1.

02.- En el caso de mezclas tipo BBTM B, con espesores iguales o superiores a 2,5 cm, el porcentaje de huecos en mezcla no podrá diferir en más de 2 puntos porcentuales del obtenido como porcentaje de referencia según lo indicado en el apartado 10.3.2.1.

03.- En el caso de mezclas tipo BBTM B, con espesores inferiores a 2,5 cm, como forma simplificada de determinar la compacidad alcanzada en la unidad de obra terminada, se podrá utilizar la relación obtenida en el preceptivo tramo de ensayo entre la dotación media de mezcla y el espesor de la capa.

04.- En mezclas drenantes, el porcentaje de huecos de la mezcla no podrá diferir en más de 2 puntos porcentuales del obtenido como porcentaje de referencia según lo indicado en el apartado 10.3.2.1.

05.- En mezclas ultrafinas (AUTL) Se podrá utilizar la relación obtenida en el preceptivo tramo de prueba entre la dotación media de mezcla (obtenida por el peso de la mezcla bituminosa dividido por la superficie cubierta por esta expresada en kg/m²) y el espesor de la capa como forma simplificada de determinar la densidad media alcanzada en la unidad de obra terminada.

8.2.- Rasante, espesor y anchura

01- La superficie acabada no deberá diferir de la teórica en más de 10 mm, y el espesor de la capa no deberá ser inferior, al 100% del previsto en la sección tipo de los planos de proyecto, o en su defecto al que resulte de la aplicación de la dotación media de mezcla que figure en el PPTP.

02.- En todos los semiperfiles se comprobará la anchura de extensión, que en ningún caso será inferior a la teórica deducida de la sección tipo de los Planos de proyecto.

8.3- Regularidad superficial

01.- Si el PPTP o la Dirección de las Obras lo requiere, el índice de Regularidad Internacional (IRI), según la NLT-330, y obtenido de acuerdo a lo indicado en 9.4, deberá cumplir los valores en el cuadro 40.65.10 ó 40.65.11, según corresponda.

CUADRO 40.65.10 - ÍNDICE DE REGULARIDAD INTERNACIONAL (IRI) (dm/hm) PARA FIRMES DE NUEVA CONSTRUCCIÓN

| PORCENTAJE DE HECTÓMETROS | TIPO DE VÍA | |
|---------------------------|--------------------------|---------------|
| | RED VIARIA METROPOLITANA | RESTO DE VIAS |
| 50 | <1,5 | <1,5 |
| 80 | <1,8 | <2,0 |
| 100 | <2,0 | <2,5 |

CUADRO 40.65.11 - ÍNDICE DE REGULARIDAD INTERNACIONAL (IRI) (dm/hm) PARA FIRMES REHABILITADOS ESTRUCTURALMENTE

| PORCENTAJE DE HECTÓMETROS | TIPO DE VIA | | | |
|---------------------------|-------------------------------|------|---------------|------|
| | RED VIARIA METROPOLITANA | | RESTO DE VÍAS | |
| | ESPESOR DE RECRECIMIENTO (cm) | | | |
| | >10 | ≤10 | <10 | ≤10 |
| 50 | <1,5 | <1,5 | <1,5 | <2,0 |
| 80 | <1,8 | <2,0 | <2,0 | <2,5 |
| 100 | <2,0 | <2,5 | <2,5 | <3,0 |

8.4.- Macrotextura superficial y resistencia al deslizamiento

01.- La superficie de la capa deberá presentar una textura homogénea, uniforme y exenta de segregaciones.

02.- La macrotextura superficial, obtenida mediante el método del círculo de arena según la UNE-EN 13036-1:2002, y si el PPTP o la Dirección de las Obras lo requiere, la resistencia al deslizamiento, según la UNE 41201 IN, deberán cumplir los límites establecidos en el cuadro 40.65.12.

CUADRO 40.65.12- MACROTEXTURA SUPERFICIAL (UNE-EN 13036-1 Y RESISTENCIA AL DESLIZAMIENTO (UNE 41201 IN) DE LAS MEZCLAS

| CARACTERÍSTICA | TIPO DE MEZCLA | | | |
|---|----------------|-------------|--------|------------|
| | AUTL | BBTM B y PA | BBTM A | SMA y SMA+ |
| MACROTEXTURA SUPERFICIAL (*) Valor mínimo (mm) | 1,0 | 1,5 | 1,1 | 0,9 |
| RESISTENCIA AL DESLIZAMIENTO (**) CRT mínimo | 60 | 60 | 65 | 60 |

(*) Medida antes de la puesta en servicio de la capa.

(**) Medida una vez transcurrido un mes de la puesta en servicio de la capa.

9.- LIMITACIONES DE LA EJECUCIÓN

01.- Salvo autorización expresa de la Dirección de las Obras, no se permitirá la puesta en obra de la mezcla bituminosa:

- Cuando la temperatura ambiente a la sombra, sea inferior a 8°C, con tendencia a disminuir. Con viento intenso, después de heladas, y especialmente sobre tableros de puentes y estructuras, la Dirección de las Obras podrá aumentar el valor mínimo de la temperatura.
- Cuando se produzcan precipitaciones atmosféricas.

- Cuando la temperatura del soporte sea inferior a 5°C.

02.- Se podrá abrir a la circulación la capa ejecutada tan pronto como alcance una temperatura de 60 °C, evitando las paradas y cambios de dirección sobre la mezcla recién extendida hasta que ésta alcance la temperatura ambiente.

10.- CONTROL DE CALIDAD

10.1.- Control de procedencia de los materiales

01.- En el caso de productos que dispongan del marcado CE, de acuerdo con el Reglamento 305/2011, para el control de procedencia de los materiales, se llevará a cabo la verificación de que los valores declarados en los documentos que acompañan al marcado CE cumplan las especificaciones establecidas en este pliego. Independientemente de la aceptación de la veracidad de las propiedades referidas en el marcado CE, si se detectara alguna anomalía durante el transporte, almacenamiento o manipulación de los productos, la Dirección de las Obras, en el uso de sus atribuciones, podrá disponer en cualquier momento la realización de comprobaciones y ensayos sobre los materiales suministrados a la obra, al objeto de asegurar las propiedades y la calidad establecidas en este artículo.

En el caso de productos que no tengan la obligación de disponer de marcado CE por no estar incluidos en normas armonizadas, o corresponder con alguna de las excepciones establecidas en el artículo 5 del Reglamento, se deberán llevar a cabo obligatoriamente los ensayos para el control de procedencia que se indican en los epígrafes siguientes

10.1.1.- Control de procedencia del ligante hidrocarbonado

01.- El ligante hidrocarbonado deberá cumplir las especificaciones establecidas en los artículos 25.11, 25.12 y 25.14 de este pliego, según el tipo de ligante hidrocarbonado a emplear.

02.- En el caso de betunes especiales de baja temperatura, o de otros no incluidos en los artículos mencionados, el PPTP establecerá especificaciones para el control de procedencia del ligante.

10.1.2.- Control de procedencia de los áridos

01.- Los áridos deberán disponer del marcado CE con un sistema de evaluación de la conformidad 2+, salvo en el caso de los áridos fabricados en el propio lugar de construcción para su incorporación en la correspondiente obra (artículo 5.b del Reglamento 305/2011). En el primer caso, el control de procedencia se podrá llevar a cabo mediante la verificación de que los valores declarados en los documentos que acompañan al marcado CE permiten deducir el cumplimiento de las especificaciones establecidas en este pliego, sin perjuicio de las facultades que corresponden a la Dirección de Obra.

02.- En el caso de los áridos fabricados en el propio lugar de construcción para su incorporación en la correspondiente obra, de cada procedencia del árido, y para cualquier volumen de producción previsto, se tomarán 4 muestras, según la UNE-EN 932-1, y de cada una de ellas se determinará:

- El coeficiente de Los Ángeles del árido grueso, según la UNE-EN 1097-2.
- El coeficiente de pulimento acelerado del árido grueso, según la UNE-EN 1097-8.

- La densidad relativa y absorción del árido grueso y del árido fino, según la UNE-EN 1097-6.
- La granulometría de cada fracción, según la UNE-EN 933-1.
- El equivalente de arena, según la UNE-EN 933-8 y, en su caso, el índice de azul de metileno, según el anexo A de la UNE-EN 933-9.
- La proporción de caras de fractura de las partículas del árido grueso, según la UNE-EN 933-5.
- El contenido de finos del árido grueso, según la UNE-EN 933-1.
- El índice de lajas del árido grueso, según la UNE-EN 933-3.

10.1.3.- Control de procedencia del polvo mineral de aportación

01.- Si el polvo mineral a emplear dispone de marcado CE, los criterios descritos a continuación para realizar el control de procedencia no serán de aplicación obligatoria, sin perjuicio de lo que establezca el PPTP, ni de las facultades que corresponden a la Dirección de las Obras.

02.- En el supuesto de no cumplirse las condiciones indicadas en el párrafo anterior, de cada procedencia del polvo mineral de aportación, y para cualquier volumen de producción previsto, se tomarán 4 muestras y con ellas se determinará la densidad aparente, según el Anexo A de la UNE-EN 1097-3, y la granulometría, según la UNE-EN 933-10.

10.2.- Control de calidad de los materiales

10.2.1.- Control de calidad de los ligantes hidrocarbonados

01.- El ligante hidrocarbonado deberá cumplir las especificaciones establecidas en los artículos 25.11, 25.12 y 25.14 de este pliego, según el tipo de ligante hidrocarbonado a emplear. En el caso de betunes especiales de baja temperatura, u otros no incluidos en los artículos mencionados, el PPTP establecerá especificaciones para el control de procedencia del ligante.

10.2.2.- Control de calidad de los áridos

01.- Se examinará la descarga al acopio o alimentación de tolvas en frío, desechando los áridos que, a simple vista, presenten restos de tierra vegetal, materia orgánica o tamaños superiores al máximo. Se acopiarán aparte aquéllos que presenten alguna anomalía de aspecto, tal como distinta coloración, segregación, lajas, plasticidad, etc. y se vigilará la altura de los acopios y el estado de sus separadores y de los accesos a los mismos.

02.- Para los áridos que tengan marcado CE, la comprobación de las siguientes propiedades podrá llevarse a cabo mediante la verificación documental de los valores declarados en los documentos que acompañan al marcado CE. No obstante, el PPTP o la Dirección de las Obras, podrá disponer la realización de comprobaciones o ensayos adicionales sobre estas propiedades si lo considera oportuno.

03.- En los materiales que no tengan marcado CE se deberán hacer obligatoriamente las siguientes comprobaciones:

- Con cada fracción de árido que se produzca o reciba, se realizarán los siguientes ensayos:
- Con la misma frecuencia de ensayo que la indicada en el cuadro 40.65.17:
 - Análisis granulométrico de cada fracción, según la UNE-EN 933-1.

- Según lo que establezca el PPTP, en su defecto la Dirección de las Obras, equivalente de arena, según la UNE-EN 933-8: y, en su caso, el índice de azul de metileno, según el anexo de la UNE-EN 933-9.
- Al menos 1 vez a la semana, o cuando se cambie de procedencia:
 - Índice de lajas del árido grueso, según la UNE-EN 933-3.
 - Proporción de caras de fractura de las partículas del árido grueso, según la UNE-EN 933-5.
 - Contenido de finos del árido grueso, según la UNE-EN 933-1.
- Al menos 1 vez al mes, o cuando se cambie de procedencia:
 - Coeficiente de Los Ángeles del árido grueso, según la UNE-EN 1097-2.
 - Coeficiente de pulimento acelerado del árido grueso, según la UNE-EN 1097-8.
 - Densidad relativa y absorción del árido grueso y del árido fino, según la UNE-EN 1097-6. Absorción del árido grueso y del árido fino, según la UNE-EN 1097-6.

10.2.3.- Control de calidad del polvo mineral

01.- En el caso de polvo mineral de aportación, sobre cada partida que se reciba se realizarán los siguientes ensayos:

- Densidad aparente, según el Anexo A de la UNE-EN 1097-3.
- Análisis granulométrico del polvo mineral, según la UNE-EN 933-10.

Si el polvo mineral de aportación dispone de marcado CE, la comprobación de estas dos propiedades podrá llevarse a cabo mediante la verificación documental de los valores declarados, sin perjuicio de lo que establezca el PPTP, ni de las facultades que corresponden a la Dirección de las Obras.

02.- Para el polvo mineral que no sea de aportación se realizarán los siguientes ensayos: Al menos 1 vez al día, o cuando cambie de procedencia:

- Densidad aparente, según el Anexo A de la UNE-EN 1097-3.

Al menos 1 vez la semana, o cuando se cambie de procedencia:

- Análisis granulométrico del polvo mineral, según la UNE-EN 933-10.

10.3.- Control de ejecución

01.- Dada su importancia, se llevará un registro de los controles de temperatura de la mezcla efectuados en el momento de su fabricación, llegada al tajo de obra, extensión y compactación. Los equipos empleados para ello y la frecuencia de medida serán establecidos en el pliego de Prescripciones Técnicas Particulares, empleándose en su defecto los criterios recogidos en la UNE-41265-1 IN.

10.3.1.- Fabricación

01.- Las mezclas bituminosas deberán disponer del marcado CE con un sistema de evaluación de la conformidad 2+ (salvo en el caso de las excepciones citadas en el artículo 5 del Reglamento 305/2011), por lo que su idoneidad se podrá comprobar mediante la verificación

de que los valores declarados en los documentos que acompañan al citado marcado CE permitan deducir el cumplimiento de las especificaciones establecidas en este pliego, sin perjuicio de lo que establezca el PPTP, ni de las facultades que corresponden a la Dirección de las Obras. En el caso de mezclas bituminosas que no dispongan de marcado CE, se aplicarán los siguientes criterios:

02.- Se tomará diariamente un mínimo de 2 muestras, según la UNE-EN 932-1, una por la mañana y otra por la tarde, de la mezcla de áridos en frío antes de su entrada en el secador, y con ellas se efectuarán los siguientes ensayos:

- Análisis granulométrico del árido combinado, según la UNE-EN 933-1.
- Equivalente de arena, según la UNE-EN 933-8 y, en su caso, el índice de azul de metileno. Según el anexo A de la UNE-EN 933-9, del árido combinado.

03.- En centrales de mezcla continua se calibrará diariamente el flujo de la cinta suministradora de áridos, deteniéndola cargada de áridos, y recogiendo y pesando el material existente en una longitud elegida.

04.- Se tomará diariamente al menos 1 muestra de la mezcla de áridos en caliente y se determinará su granulometría, según la UNE-EN 933-1, que cumplirá las tolerancias indicadas en este apartado. Al menos semanalmente, se verificará la precisión de las básculas de dosificación y el correcto funcionamiento de los indicadores de temperatura de los áridos y del ligante hidrocarbonado.

05.- Para todas las mezclas, se tomarán muestras a la descarga del mezclador, y con ellas se efectuarán los siguientes ensayos:

A la salida del mezclador ó silo de almacenamiento, sobre cada elemento de transporte:

- Control del aspecto de la mezcla y medición de su temperatura. Se rechazarán todas las mezclas segregadas, carbonizadas o sobrecalentadas, las mezclas con espuma y aquellas cuya envuelta no fuera homogénea; en centrales cuyo tambor no fuera a la vez mezclador, también las mezclas que presenten indicios de humedad; y en las demás centrales, las mezclas cuya humedad sea superior al 1% en masa del total. En estos casos de humedad excesiva, se retirarán los áridos de los correspondientes silos en caliente.
- Se tomarán muestras de la mezcla fabricada y se determinará sobre ellas la dosificación de ligante, según UNE-EN 12697-1, y la granulometría de los áridos extraídos, según la UNE-EN 12697-2, con la frecuencia de ensayo indicada en el cuadro 40.65.13, correspondiente al nivel de control X definido en el anexo A de la UNE-EN 13108-21 y al nivel de conformidad (NCF) determinado por el método del valor medio de 4 resultados definido en ese mismo anexo.

CUADRO 40.65.13.- FRECUENCIA MÍNIMA DE ENSAYO PARA DETERMINACIÓN DE GRANULOMETRÍA DE ÁRIDOS EXTRAÍDOS Y CONTENIDO DE LIGANTE (toneladas/ensayo)

| Nivel de frecuencia | NCF A | NCF B | NCF C |
|---------------------|-------|-------|-------|
| X | 600 | 300 | 150 |

06.- Las tolerancias admisibles respecto de la granulometría de la fórmula de trabajo serán las siguientes, referidas a la masa total de áridos (incluido el polvo mineral):

- Tamices superiores al 2 mm de la UNE-EN 933-2: $\pm 4\%$
- Tamiz 2 mm de la UNE-EN 933-2: $\pm 3\%$
- Tamices comprendidos entre el 2 mm y el 0,063 mm de la UNE-EN 933-2: $\pm 2\%$
- Tamiz 0,063 mm de la UNE-EN 933-2: $\pm 1\%$

07.- La tolerancia admisible respecto de la dotación de ligante hidrocarbonado de la fórmula de trabajo, será del 0,3% en masa del total de mezcla bituminosa (incluido el polvo mineral), sin bajar del mínimo especificado en el cuadro 45.60.11.

08.- Se deberán llevar a cabo los ensayos adicionales de las características de la mezcla que se indican a continuación, con las mismas probetas y condiciones de ensayo que las establecidas en el apartado 6.1 y con la frecuencia de ensayo que se indica en el cuadro 40.65.14:

- En mezclas ultrafinas, según lo que establezca el PPTP, o en su defecto la Dirección de las Obras, pérdida de partículas, según la UNE-EN 12697-17 y escurrimiento del ligante, según el método del vaso de precipitados de la UNE-EN 12697-18.
- En mezclas discontinuas y SMA, según lo que establezca el PPTP, o en su defecto la Dirección de las Obras, resistencia a las deformaciones plásticas mediante el ensayo de pista de laboratorio según UNE-EN 12697-22, y en las de tipo BBTM B y SMA, además, escurrimiento del ligante, según el método del vaso de precipitados de la UNE-EN 12697-18.
- En mezclas drenantes, pérdida de partículas, según la UNE-EN 12697-17, y escurrimiento del ligante, según el método de la cesta de la UNE-EN 12697-18.
- Para todo tipo de mezclas la resistencia conservada a tracción indirecta tras inmersión según UNE-EN 12697-12.

CUADRO 40.65.14.- FRECUENCIA MÍNIMA DE ENSAYO PARA ENSAYOS ADICIONALES DE CARACTERÍSTICAS DE LA MEZCLA

| Nivel de conformidad | Frecuencia de ensayo |
|----------------------|----------------------|
| NCF A | Cada 8 000 t |
| NCF B | Cada 4 000 t |
| NCF C | Cada 2 000 t |

09.- Cuando se cambien el suministro o la procedencia, o cuando la Dirección de las Obras lo considere oportuno para asegurar alguna característica relacionada con la adhesividad y cohesión de la mezcla, se determinará la resistencia conservada a tracción indirecta tras inmersión, según la UNE-EN 12697-12.

10.3.2.- Puesta en obra

10.3.2.1.- Extensión

01.- Antes de verter la mezcla del elemento de transporte en la tolva de la extendidora o en el equipo de transferencia, se comprobará su aspecto y se medirá su temperatura, así como la

temperatura ambiente para tener en cuenta las limitaciones que se fijan en el apartado 9 del pliego.

02.- Se considerará como lote el volumen de material que resulte de aplicar los criterios del apartado 10.4.

03.- Para cada uno de los lotes, en el caso de mezclas discontinuas tipo BBTM A y SMA se determinará la densidad de referencia para la compactación y en el caso de mezclas discontinuas tipo BBTM B y de mezclas drenantes el porcentaje de huecos de referencia para la compactación, precediendo de la siguiente manera:

- Al menos 1 vez al día, y al menos 1 vez por lote, se tomarán muestras y se prepararán 3 probetas según UNE-EN 12697-30 aplicando 50 golpes por cara. Sobre esas probetas se determinará el valor medio del contenido de huecos, según UNE-EN 12697-8, y la densidad aparente, según UNE-EN 12697-6 con el método de ensayo indicado en el anexo B de la UNE-EN 13108-20. En el caso de las mezclas AUTL, estas probetas se prepararán según la Norma UNE-EN 12697-30, aplicando veinticinco (25) golpes por cara, utilizando una masa de aproximadamente setecientos gramos más/menos treinta y cinco gramos ($700 \pm 35\text{g}$) para conseguir un espesor teórico de treinta y cinco a cuarenta y cinco milímetros (35 a 45 mm).
- En la preparación de las probetas, se cuidará especialmente que se cumpla la temperatura de compactación fijada en la fórmula de trabajo según el ligante empleado. La toma de muestras para la preparación de estas probetas podrá hacerse, a juicio de la Dirección de las Obras, en la carga o en la descarga de los elementos de transporte a la obra, en cualquier caso, se evitará recalentar la muestra para la fabricación de las probetas en la medida de lo posible. En caso de necesitar recalentar la muestra se preparará de acuerdo a lo indicado en la norma UNE-EN 12697-28.
- En el caso de mezclas discontinuas tipo BBTM A, mezclas ultrafinas, SMA y SMA+, la densidad de referencia para la compactación de cada lote se define como la media aritmética de las densidades aparentes obtenidas en dicho lote y en cada uno de los tres anteriores.
- En el caso de mezclas discontinuas tipo BBTM B y de mezclas drenantes, la densidad de referencia para la compactación de cada lote se define como la media aritmética del contenido de huecos obtenido en dicho lote y en cada uno de los 3 anteriores.

04.- A juicio de la Dirección de las Obras se podrán llevar a cabo sobre algunas de estas muestras, ensayos de comprobación de la dosificación de ligante, según UNE-EN 12697-1, y de la granulometría de los áridos extraídos, según UNE-EN 12697-2.

05.- Se comprobará con la frecuencia que establezca la Dirección de las Obras, el espesor extendido, mediante un punzón graduado.

10.3.2.2.- Compactación

01.- Se comprobará la composición y forma de actuación del equipo de compactación, verificando:

- Que el número y tipo de compactadores son los aprobados.
- El funcionamiento de los dispositivos de humectación, limpieza y protección.

- El lastre, y peso total de los compactadores.
- El número de pasadas de cada compactador.

02.- En mezclas tipo BBTM B y en mezclas denantes, se comprobará con la frecuencia que sea precisa la permeabilidad de la capa durante su compactación, según la NLT-327.

03.- Al terminar la compactación se medirá la temperatura en la superficie de la capa.

10.4.- Control de recepción de la unidad terminada

01.- Se considerará como lote, que se aceptará o rechazará en bloque, al menor que resulte de aplicar los 3 criterios siguientes:

- 500 metros de calzada.
- 3.500 metros cuadrados de calzada.
- La fracción construida diariamente.

02.- En mezclas tipo AUTL, se comprobará la dotación media diaria de mezcla por división de la masa total de los materiales correspondientes a la jornada, medida por diferencia de peso de los camiones antes y después de la descarga en la extendedora, por la superficie realmente tratada, medida sobre el terreno. Para ello se deberá disponer de una báscula convenientemente contrastada.

03.- En el caso de las mezclas tipo BBTM A, SMA y SMA+ se extraerán testigos en puntos aleatoriamente elegidos, en número no inferior a 3 y se determinará la densidad aparente de la probeta y el espesor de la capa.

04.- En mezclas tipo BBTM B, con espesores iguales o superiores a 2,5 cm se extraerán testigos en puntos aleatoriamente elegidos, en número no inferior a 3 y se determinará su densidad y porcentaje de huecos.

05.- En el caso de las mezclas tipo BBTM B, con espesores inferiores a 2,5 cm, se comprobará la dotación media de mezcla por división de la masa total de los materiales correspondientes a cada carga, medida por diferencia de peso del camión antes y después de cargar por la superficie realmente tratada, medida sobre el terreno. Para ello se deberá disponer de una báscula convenientemente contrastada.

06.- En mezclas drenantes, se extraerán testigos en puntos aleatoriamente situados, en número no inferior a 3, y se determinarán su espesor, contenido de huecos según la UNE-EN 12697-8, y densidad según la UNE-EN 12697-6 considerando las condiciones de ensayo que figuran en el anexo B de la UNE-EN 13108-20.

07.- Se realizará la comprobación de adherencia entre capas según la NLT-382, a la que hace referencia el artículo 40.52 de este pliego, en todos los tipos de mezclas objeto de este artículo sobre los testigos extraídos.

08.- En su caso, se controlará la regularidad superficial del lote a partir de las 24 h de su ejecución mediante la determinación del índice de regularidad Internacional (IRI), según la NLT-330, calculando un solo valor del IRI para cada hectómetro del perfil auscultado, que se asignará a dicho hectómetro, y así sucesivamente hasta completar el tramo medido que deberá cumplir lo especificado en el apartado 8.3. En el caso de que un mismo tramo se ausculte más de un perfil longitudinal (rodada derecha e izquierda), las prescripciones sobre el valor del IRI establecidos en el 8.3 se deberán verificar independientemente en cada uno de

los perfiles auscultados (en cada rodada). La comprobación de la regularidad superficial de toda la longitud de la obra tendrá lugar además antes de la recepción definitiva de las obras.

09.- Se realizarán los ensayos siguientes, que deberán cumplir lo establecido en el cuadro 40.65.12:

- Medida de la macrotextura superficial, según la UNE-EN 13036-1, antes de la puesta en servicio de la capa, en 3 puntos del lote aleatoriamente elegidos de forma que haya al menos uno por hectómetro.
- En su caso, la determinación de la resistencia al deslizamiento, según la UNE 41201 IN, antes de la puesta en servicio, si no cumpliera, una vez transcurrido 1 mes la puesta en servicio de la capa, en toda la longitud de la obra.
- A juicio de la Dirección de Obra, en el caso de que la determinación de la resistencia al deslizamiento mediante la UNE 41201 IN no se pueda realizar por limitaciones de espacio se podrá utilizar como método alternativo la determinación de la resistencia al deslizamiento/derrape según UNE-EN 13036-4 estableciendo los valores de referencia indicados en el CUADRO 40.65.12.

11.- CRITERIOS DE ACEPTACIÓN O RECHAZO

11.1.- Densidad

11.1.1.- En mezclas discontinuas BBTM A, SMA y SMA+

01.- La densidad media obtenida en el lote, según lo indicado en el apartado 10.4, no podrá ser inferior a la especificada en el apartado 8.1 y, además, no más de 1 muestra podrá presentar un resultado inferior al prescrito en más de 2 puntos porcentuales. De no cumplirse esta condición se dividirá el lote en 2 partes iguales y se tomarán testigos de cada uno de ellos, aplicándose los criterios anteriores.

02.- Si la densidad media de mezcla obtenida es inferior a la especificada en el apartado 8.1, se procederá de la siguiente manera:

- Si la densidad media de mezcla obtenida es inferior al 95% de la especificada, se levantará la capa de mezcla bituminosa correspondiente al lote controlado mediante fresado y se repondrá por cuenta de la empresa Contratista.
- Si la densidad media de mezcla obtenida no es inferior al 95% de la especificada, se aplicará una penalización económica del 10% a la capa de mezcla bituminosa correspondiente al lote controlado.

11.1.2.- En mezclas discontinuas BBTM B

01.- En mezclas tipo BBTM B, con espesores iguales o superiores a 2,5 cm, la media del porcentaje de huecos en mezcla no deberá diferir en más de 2 puntos porcentuales de los valores establecidos en el apartado 8.1; no más de 1 individuo de la muestra ensayada podrá presentar un resultado que difiera de los establecidos en más de 3 puntos porcentuales.

02.- Si no se cumpliera la condición anterior se procederá de la siguiente manera:

- Si la media del porcentaje de huecos en mezcla difiere en más de 4 puntos porcentuales, se levantará la capa de mezcla bituminosa correspondiente al lote controlado mediante fresado y se repondrá por cuenta de la empresa Contratista.

- Si la media del porcentaje de huecos en mezcla difiere en 4 o menos puntos porcentuales, se aplicará una penalización económica del 10% a la capa de mezcla bituminosa correspondiente al lote controlado.

03.- En mezclas tipo BBTM B, con espesores inferiores a 2,5 cm, la dotación media de mezcla obtenida en el lote, según lo indicado en el apartado 10.4, no podrá ser inferior a la teórica que resulte del espesor de la capa y la densidad de referencia. No más de 1 individuo de la muestra ensayada podrá presentar un resultado que difiera de los establecidos en más de 3 puntos porcentuales.

04.- Si no se cumpliera la condición anterior se procederá de la siguiente manera:

- Si la dotación media de mezcla obtenida es inferior al 95% de la especificada, se levantará la capa de mezcla bituminosa correspondiente al lote controlado mediante fresado y se repondrá por cuenta de la empresa Contratista.
- Si la dotación media de mezcla obtenida no es inferior al 95% de la especificada, se aplicará una penalización económica del 10% a la capa de mezcla bituminosa correspondiente al lote controlando.

11.1.3.- En mezclas bituminosas drenantes

01.- En mezclas drenantes, la media de los huecos de la mezcla no deberá diferir en más de 2 puntos porcentuales de los valores prescritos en el apartado 8.1; no más de 1 individuo de la muestra ensayada podrá presentar un resultado que difiera de los establecidos en más de 3 puntos porcentuales.

02.- En mezclas drenantes, si la media de los huecos de la mezcla difiere de los valores especificados en el apartado 8.1, se procederá de la siguiente manera:

- Si la media de los huecos de la mezcla difiere en más de 4 puntos porcentuales, se levantará la capa de mezcla bituminosa correspondiente al lote controlado mediante fresado y se repondrá por cuenta de la empresa Contratista.
- Si la media de los huecos de la mezcla difiere en menos de 4 puntos porcentuales, se aplicará una penalización económica del 10% a la capa de mezcla bituminosa correspondiente al lote controlado.

11.1.4.- En mezclas ultrafinas AUTL

01.- La dotación media de mezcla obtenida en el lote diario, conforme con lo indicado en el apartado 10.4, no será inferior a la especificada en el apartado 8.1. Si fuera inferior se procederá de la siguiente manera:

- Si es inferior al noventa por ciento (< 90 %) de la especificada, se fresará la capa de mezcla bituminosa correspondiente a la superficie construida en ese día y se repondrá por cuenta del Contratista.
- Si no es inferior al noventa por ciento ($\nless 90$ %) de la especificada, se aplicará una penalización económica del quince por ciento (15 %) a la capa de mezcla bituminosa correspondiente al lote controlado

11.2.- Espesor

01.- El espesor medio por lote no deberá ser en ningún caso inferior al previsto en los planos del proyecto, y, además, no más de 1 muestra podrá presentar un resultado inferior al 95% del espesor especificado.

02.- Si el espesor medio obtenido en la capa fuera inferior al especificado en el apartado 8.2, se rechazará la capa debiendo la empresa Contratista por su cuenta levantar la capa mediante fresado y reponerla.

11.3.- Regularidad superficial

01.- En su caso, si los resultados de la regularidad superficial de la capa acabada exceden los límites establecidos en el apartado 8.3, se demolerá el lote, se retirará a vertedero y se extenderá una nueva capa por cuenta de la empresa Contratista.

11.4.- Macrotextura superficial y resistencia al deslizamiento

01.- El resultado del ensayo de la medida de la macrotextura superficial no deberá resultar inferior al valor previsto en el cuadro 40.65.12. No más de 1 individuo de la muestra ensayada podrá presentar un resultado individual inferior a dicho valor en más del 25% del mismo.

02.- Si el resultado medio del ensayo de la medida de la macrotextura superficial resulta inferior al valor previsto en el cuadro 40.65.12 se procederá de la siguiente manera:

- Si el resultado medio del ensayo de la medida de la macrotextura superficial resulta superior o igual al 90% del valor previsto en el cuadro 40.65.12, se aplicará una penalización económica del 10%.
- Si el resultado medio del ensayo de la medida de la macrotextura superficial resulta inferior al 90% del valor previsto en el cuadro 40.65.12, en el caso de mezclas discontinuas se extenderá una nueva capa de rodadura por cuenta de la empresa Contratista y en el caso de mezclas drenantes se demolerá el lote, se retirará a vertedero y se repondrá la capa por cuenta de la empresa Contratista.

03.- En su caso, el resultado medio del ensayo de determinación de la resistencia al deslizamiento no deberá ser en ningún caso inferior al valor previsto en el cuadro 40.65.12. No más de un 5% de la longitud total medida de cada tote, podrá presentar un resultado inferior a dicho valor en más de 5 unidades.

04.- Si el resultado medio del ensayo de determinación de la resistencia al deslizamiento resulta inferior al valor previsto en el cuadro 40.65.12, se procederá de la siguiente manera:

- Si el resultado medio del ensayo de determinación de la resistencia del deslizamiento resulta superior o igual al 95% del valor previsto en el cuadro 40.65.12, se aplicará una penalización económica del 10%.
- Si el resultado medio del ensayo de determinación de la resistencia al deslizamiento resulta inferior al 95% del valor previsto en el cuadro 40.65.12. en el caso de mezclas discontinuas se extenderá una nueva capa de rodadura por cuenta de la empresa Contratista y en el caso de mezclas drenantes se demolerá el lote, se retirará a vertedero y se repondrá la capa por cuenta de la empresa Contratista.

12.- MEDICIÓN Y ABONO

01.- Únicamente cuando la capa de asiento construida no esté incluida en el mismo Contrato, se podrá abonar la comprobación y, en su caso, reparación de la superficie existente, por metros cuadrados ejecutados.

02.- En el resto de los casos la preparación de la superficie existente no será objeto de abono, ni se incluirá en esta unidad de obra. El riego de adherencia se abonará según lo prescrito en el artículo 40.42, "Riegos de adherencia", de este pliego.

03.- La fabricación y puesta en obra de una capa de rodadura de mezcla bituminosa discontinua, SMA, SMA+ o drenante, con el espesor mínimo previsto en los Planos de proyecto, se abonará por toneladas obtenidas multiplicando la anchura señalada para la capa en los planos del proyecto, por los espesores medios y densidades medias deducidas de los ensayos de control de cada lote. Este abono incluirá los áridos, el polvo mineral, el ligante hidrocarbonado, las adiciones y todas las operaciones de acopio, preparación, fabricación, puesta en obra y terminación. No serán de abono las creces laterales no previstas en los planos del proyecto.

04.- El PPTP podrá establecer el abono por metros cuadrados, previa fijación de unos umbrales de dotaciones y espesores, de acuerdo con lo indicado en este artículo.

05.- En ningún caso será de abono el empleo de activantes o aditivos al ligante.

ARTÍCULO 40.66.- MEZCLAS BITUMINOSAS PERCOLADAS

1.- DEFINICIÓN

01.- Se define como mezcla bituminosa percolada aquellas formadas por una mezcla bituminosa drenante cuyos huecos se rellenan con una lechada muy fluida de un compuesto de cemento, arena muy fina y resinas para hacerla resistente a los combustibles.

02.- La ejecución de las mezclas percoladas requiere las siguientes operaciones:

- Estudio de la mezcla y obtención de la fórmula de trabajo
- Fabricación de la mezcla de acuerdo con la fórmula de trabajo
- Transporte de la mezcla al lugar de empleo
- Preparación de la superficie que va a recibir la mezcla
- Extensión y compactación de la mezcla drenante.
- Relleno de la mezcla con mortero.
- Curado del pavimento.
- En su caso, retexturado

2.- MATERIALES

01.- Las especificaciones de los materiales serán las correspondientes a las mezclas drenantes y a morteros de cemento y cal, según los artículos 40.65 y 20.52, respectivamente, de este Pliego, con las complementarias que se incluyen en este artículo.

02.- La mezcla bituminosa drenante será del tipo PA, con un contenido de huecos en mezcla igual o superior al 22%.

03.- El ligante de las mezclas drenantes será un ligante 50/70 o PMB 45/80-65.

04.- El mortero anticarburante estará formado por una arena de tamaño 0,1 a 0,8 mm, cemento, resinas y aditivos.

05.- La resistencia a compresión (UNE EN 1015-11) del mortero anticarburante deberá cumplir los siguientes límites:

- A las 24 horas ≥ 25 MPa.
- A los 7 días ≥ 50 MPa.
- A los 28 días ≥ 100 MPa.

06.- El PPTP, o en su defecto la Dirección de las Obras, fijará los aditivos que pueden utilizarse, estableciendo las especificaciones que tendrán que cumplir tanto el aditivo como las mezclas bituminosas percoladas resultantes. La dosificación y dispersión homogénea del aditivo deberán ser aprobadas por la Dirección de las Obras.

3.- TIPO Y COMPOSICIÓN DE LA MEZCLA

01.- La designación de las mezclas bituminosas percoladas seguirá el esquema siguiente:

| | | | | |
|----|------|------|-------|-----------|
| PA | Tipo | Surf | 50/70 | percolada |
|----|------|------|-------|-----------|

Donde:

| | |
|-----------|---|
| PA | Indica que la mezcla es de tipo drenante. |
| Tipo | Tipo de mezcla bituminosa PA. Puede ser 11 o 16. |
| Surf | Se indica con esta abreviatura que la mezcla se va a emplear en capa de rodadura. |
| 50/70 | Es el tipo de ligante hidrocarbonado utilizado. |
| Percolada | Se indica que se trata de una mezcla percolada. |

02.- Las mezclas percoladas tendrán un espesor comprendido entre 3 y 5 cm y, generalmente, 4 cm.

4.- EQUIPO NECESARIO PARA LA EJECUCIÓN DE LAS OBRAS

01.- Los equipos para la ejecución de la mezcla bituminosa drenante son los usuales para la fabricación de estos materiales, según se definen en el artículo 40.65 de este pliego.

02.- Se dispondrá también de máquinas de fabricación y extensión de lechadas bituminosas, de acuerdo con el artículo 540 del PG-3, y, en su caso de rastras manuales para la terminación y la ejecución de zonas de difícil acceso. Las máquinas de lechadas contarán con mezclador continuo y rastras de reparto.

03.- El mortero anticarburante se podrá fabricar in situ con equipos que aseguren la fabricación de un producto homogéneo y que cumpla las especificaciones de este Pliego.

5.- EJECUCIÓN

5.1.- Estudio de la mezcla y obtención de la fórmula de trabajo

5.1.1.- Principios generales

01.- La fabricación y puesta en obra de la mezcla no se iniciará hasta que se haya aprobado por la Dirección de las Obras la correspondiente fórmula de trabajo, estudiada en laboratorio y verificada en la central de fabricación.

02.- Dicha fórmula fijará como mínimo las siguientes características:

- Identificación y proporción de cada fracción del árido en la alimentación y, en su caso, después de su clasificación en caliente.
- Granulometría de los áridos combinados, incluido el polvo mineral, por los tamices 23 mm; 16 mm; 8 mm; 4 mm; 2 mm; 0,500 mm; 0,250 mm y 0,063 mm de la UNE-EN 933-2:1996, expresada en porcentaje del árido total con una aproximación del 1%, con excepción del tamiz 0,063 que se expresará con aproximación del 0,1%.
- Dosificación, en su caso, de polvo mineral de aportación; expresada en porcentaje del árido total con aproximación del 0,1 %.
- Tipo y características del ligante hidrocarbonado.
- Dosificación de ligante hidrocarbonado referida a la masa de la mezcla total (incluido el polvo mineral), y la de aditivos al ligante, referida a la masa del ligante hidrocarbonado.
- Dosificación del mortero anticarburante, en la que se refleje su granulometría, tipo y contenido de cemento, resinas y otros modificadores.
- En su caso, tipo y dotación de las adiciones, referida a la masa de la mezcla total.

- Contenido de huecos de la mezcla drenante y densidad mínima a alcanzar.

También se señalarán:

- Los tiempos a exigir para la mezcla de los áridos en seco y para la mezcla de los áridos con el ligante.
- Las temperaturas máxima y mínima de calentamiento previo de áridos y ligante. En ningún caso se introducirá en el mezclador árido a una temperatura superior a la del ligante en más de quince grados Celsius (15°C).
- La temperatura de mezclado con betunes asfálticos se fijará dentro del rango correspondiente a una viscosidad del betún de 150-300 cSt. La temperatura mínima de la mezcla en la descarga desde los elementos de transporte.
- La temperatura mínima de la mezcla al iniciar y terminar la compactación.
- El tiempo de trabajabilidad del mortero a la temperatura prevista para la obra.
- El tiempo necesario de curado.
- En el caso de que se empleen adiciones se incluirán las prescripciones necesarias sobre su forma de incorporación y tiempo de mezclado.

03.- Si la marcha de las obras lo aconseja, la Dirección de las Obras podrá exigir la corrección de la fórmula de trabajo con objeto de mejorar la calidad de la mezcla, justificándolo debidamente mediante un nuevo estudio y los ensayos oportunos. Se estudiará y aprobará una nueva fórmula si varía la procedencia de alguno de los componentes, o si durante la producción se rebasan las tolerancias granulométricas establecidas en este artículo.

04.- Las prescripciones técnicas de las mezclas drenantes y los morteros son las correspondientes de los artículos 40.65 y 20.52 de este Pliego con las complementarias que se indican a continuación.

5.1.2.- Contenido de huecos

01.- El contenido de huecos de la mezcla drenante determinado según el método de ensayo de la UNE-EN 12697-8 indicado en el anexo B de la UNE-EN 13108-20, y con 50 golpes por cara, deberá estar ser superior al 22%.

5.1.3.- Dotación mínima de mortero

01.- La dotación mínima de mortero seco es de 6 kg/m² en capas de 40 mm de espesor.

5.1.4.- Resistencia a compresión

01.- la resistencia mínima a compresión de la mezcla percolada (UNE-EN 13286-41) tras un período de curado de 28 días a 20 °C en ambiente húmedo (99%) deberá ser superior 8 MPa.

5.1.5.- Resistencia a los combustibles

01.- La resistencia a los combustibles de la mezcla bituminosa percolada tras un período de curado de 28 días a 20 °C en ambiente húmedo (99%), determinada mediante el ensayo de resistencia al fuel (UNE-EN 12697-43) será inferior al 5% después del ensayo de cepillado y al 1% después de la inmersión en combustible. La introducción del mortero en los huecos de la mezcla bituminosa se puede realizar mediante mesa de sacudidas o vibradores fijados al molde de la probeta.

5.2.- Preparación del soporte

01.- Se aplica sobre soportes de hormigón hidráulico o asfáltico. En todos los casos, la planimetría del soporte debe ser adecuada siendo necesario repararla si la superficie a pavimentar presenta irregularidades a juicio de la Dirección de la Obra.

02.- Tras la limpieza del soporte se procede a la ejecución de un riego de adherencia con emulsión de acuerdo con el artículo 40.42 de este Pliego. La dotación no será inferior a:

- 400 gr/m² sobre soportes de hormigón.
- 300 gr/m² sobre soportes bituminosos antiguos o 200 g/m² si se ejecutan dentro del mismo contrato y la mezcla percolada se aplica inmediatamente después de su ejecución.

5.3.- Fabricación, transporte y aplicación de la mezcla drenante

Según el artículo 40.65 de este Pliego.

5.4.- Relleno de la mezcla con mortero anticarburante

01.- La operación de relleno de la MBC se puede iniciar cuando la mezcla esté a la temperatura ambiente.

02.- El mortero se realizará in situ mediante hormigonera o camión hormigonera, reguladas a su máxima velocidad de manera que se realice el mezclado durante al menos 10 min. El aditivo de resina debe incorporarse en último lugar sobre el resto de los componentes previamente mezclados.

03.- Se extenderá el mortero mediante equipo autopropulsado dotado de dispositivos de dosificación del mortero en seco y del agua de amasado.

04.- La operación de reparto del mortero se realizará al menos en 3 pasadas. En la primera se extiende en exceso y se pasan los compactadores vibrando. En la segunda se rellenan los huecos dejados en la primera pasada, pudiéndose pasar los rodillos si fuese necesario, y en la tercera no se vierte mortero y se retiran los excesos. El tiempo que transcurra entre las 3 pasadas no debe ser superior a 20 min. Finalmente se acaba con el repaso de operarios provistos de rastras de goma.

5.5.- Curado y puesta en servicio

01.- El curado se realiza manteniendo la superficie húmeda durante al menos 3 días o aplicando un producto filmógeno de curado de acuerdo con los definidos en el artículo 40.71 de este Pliego.

02.- La puesta en servicio del pavimento para la circulación no se realizará antes de los 3 días para los vehículos ligeros y de 14 días para los vehículos pesados.

03.- El curado se realiza manteniendo la superficie húmeda durante al menos 3 días o aplicando un producto filmógeno de curado de acuerdo con los definidos en el artículo 40.71 de este Pliego.

5.6.- Eliminación del mortero superficial

01.- Si el PPTP así lo especifica, se eliminará el mortero superficial del pavimento a partir de las 24 horas de la puesta en servicio (o después si el material no estuviese suficientemente

endurecido) mediante técnicas de hidrodesebaste, para alcanzar la macrotextura mínima que se requiere en esta unidad de obra.

6.- ESPECIFICACIONES DE LA UNIDAD TERMINADA

6.1.- Densidad

01.- La densidad no deberá ser inferior al 97% de la densidad de referencia.

6.2.- Rasante, espesor y anchura

01.- La superficie acabada no deberá diferir de la teórica en más de diez milímetros (10 mm) en capas de rodadura e intermedias; ni de quince milímetros (15 mm) en las de base, y su espesor no deberá ser nunca inferior al previsto para ella en la sección-tipo de los Planos de Proyecto.

02.- En todos los semiperfiles se comprobará la anchura extendida, que en ningún caso deberá ser inferior a la teórica deducida de la sección-tipo de los Planos de Proyecto.

6.3.- Regularidad superficial

01.- Si el PPTP o la Dirección de las Obras lo requieren, el índice de Regularidad Internacional (IRI), según la NLT-330, deberá cumplir los valores de los cuadros 40.63.15 ó 40.63.16, según corresponda.

CUADRO 40.63.15. - ÍNDICE DE REGULARIDAD INTERNACIONAL (IRI) (dm/hm) PARA FIRMES DE NUEVA CONSTRUCCIÓN

| PORCENTAJE DE HECTÓMETROS | TIPO DE CAPA | | |
|---------------------------|--------------------------|---------------------|-------------------------|
| | RODADURA E INTERMEDIA | | OTRAS CAPAS BITUMINOSAS |
| | RED VIARIA METROPOLITANA | RESTO DE RED VIARIA | |
| 50 | <1,5 | <1,5 | <2,0 |
| 80 | <1,8 | <2,0 | <2,5 |
| 100 | <2,0 | <2,5 | <3,0 |

CUADRO 40.63.16. - ÍNDICE DE REGULARIDAD INTERNACIONAL (IRI) (dm/hm) PARA FIRMES REHABILITADOS ESTRUCTURALMENTE

| PORCENTAJE DE HECTÓMETROS | TIPO DE VÍA | | | |
|---------------------------|-------------------------------|------|---------------------|------|
| | RED VIARIA METROPOLITANA | | RESTO DE RED VIARIA | |
| | ESPESOR DE RECRECIMIENTO (cm) | | | |
| | >10 | ≤10 | >10 | ≤10 |
| 50 | <1,5 | <1,5 | <1,5 | <2,0 |
| 80 | <1,8 | <2,0 | <2,0 | <2,5 |
| 100 | <2,0 | <2,5 | <2,5 | <3,0 |

6.4.- Macrotextura superficial y resistencia al deslizamiento

01.- La superficie de la capa deberá presentar una textura homogénea, uniforme y exenta de segregaciones.

02.- La macrotextura superficial, obtenida mediante el método del círculo de arena según la UNE-EN 13036-1, y la resistencia al deslizamiento, según el ensayo del péndulo (UNE-EN 13036-4), no deberán ser inferiores a los valores indicados en el cuadro 40.63.17.

CUADRO 40.63.17. - MACROTEXTURA SUPERFICIAL (UNE-EN 13036-1) Y DE RESISTENCIA AL DESLIZAMIENTO (NTL-336) DE LAS MEZCLAS PARA CAPAS DE RODADURA

| CARACTERÍSTICA | VALOR |
|--|-------|
| MACROTEXTURA SUPERFICIAL (*) Valor mínimo (mm) | 0,7 |
| RESISTENCIA AL DESLIZAMIENTO (**) mínimo (%) | 65 |

(*) Medida antes de la puesta en servicio de la capa

(**) Medida una vez transcurridos dos meses de la puesta en servicio de la capa

7.- LIMITACIONES DE LA EJECUCIÓN

01.- Salvo autorización expresa de la Dirección de las Obras, no se permitirá la puesta en obra de mezclas bituminosas percoladas:

- Cuando la temperatura ambiente a la sombra sea inferior a 5 °C o superior a 30°C.

8.- CONTROL DE CALIDAD

01.- El control de calidad será análogo al indicado para los componentes en los artículos 40.65 y 22.52 de este Pliego.

9.- CRITERIOS DE ACEPTACIÓN O RECHAZO

9.1.- Densidad

01.- La densidad media obtenida no deberá ser inferior a la especificada en el apartado 8.1; no más de 3 individuos de la muestra ensayada podrán presentar resultados individuales que bajen de la prescrita en más de 2 puntos porcentuales.

02.- Si la densidad media obtenida es inferior a la especificada en el apartado 8.1, se procederá de la siguiente manera:

- Si la densidad media obtenida es inferior al 95% de la densidad de referencia, se levantará la capa de mezcla bituminosa correspondiente al lote controlado mediante fresado y se repondrá por cuenta del Contratista.
- Si la densidad media obtenida no es inferior al 95% de la densidad de referencia, se aplicará una penalización económica del 10% a la capa de mezcla bituminosa correspondiente al lote controlado.

9.2.- Espesor

01.- El espesor medio obtenido no deberá ser inferior al especificado en el apartado 8.2; no más de 3 individuos de la muestra bajen del especificado en más de un 10%.

02.- Si el espesor medio obtenido en una capa fuera inferior al especificado en el apartado 8.2, se procederá de la siguiente manera:

- Si el espesor medio obtenido fuera inferior al especificado en el apartado 8.2, se rechazará la capa debiendo el Contratista por su cuenta levantar la capa mediante fresado y reponerla o extender de nuevo otra capa sobre la rechazada si no existieran problemas de gálibo o de sobrecarga en estructuras.

9.3.- Regularidad superficial

01.- Si los resultados de la regularidad superficial de la capa acabada exceden los límites establecidos en el apartado 8.3, se procederá de la siguiente manera:

- Si los resultados de la regularidad superficial de la capa acabada exceden los límites establecidos en el apartado 8.3 en menos 10% de la longitud del tramo controlado o de la longitud total de la obra para capas de rodadura, se corregirán los defectos de regularidad superficial mediante fresado por cuenta del Contratista. La localización de dichos defectos se hará sobre los perfiles longitudinales obtenidos en la auscultación para la determinación de la regularidad superficial.

9.4.- Macrotextura superficial y resistencia al deslizamiento

01.- El resultado medio del ensayo de la medida de 1a macrotextura; superficial no deberá resultar inferior al valor previsto. No más de 1 individuo de la muestra ensayada podrá presentar un resultado individual inferior a dicho valor en más del 25% del mismo.

02.- Si el resultado medio del ensayo de la medida de la macrotextura superficial resulta inferior al valor previsto, se procederá a la retexturación mediante procedimiento y equipos aprobados por la Dirección de las Obras.

03.- El resultado medio del ensayo de determinación de la resistencia al deslizamiento no deberá ser inferior al valor previsto. No más de un 5% de la longitud total medida de cada lote, podrá presentar un resultado inferior a dicho valor en más de 5 unidades.

04.- Si el resultado medio del ensayo de determinación de la resistencia al deslizamiento resulta inferior al valor previsto, se procederá a la retexturación mediante procedimiento y equipos aprobados por la Dirección de las Obras.

10.- MEDICIÓN Y ABONO

01.- Únicamente cuando la capa de asiento no fuera construida bajo el mismo Contrato, se podrá abonar la comprobación y, en su caso, reparación de la superficie existente, por metros cuadrados (m²) ejecutados.

02.- La preparación de la superficie existente no es objeto de abono, ni está incluida en esta unidad de obra. El riego de adherencia se abonará según lo prescrito en el artículo 40.52 "Riegos de adherencia" de este Pliego.

03.- La fabricación y puesta en obra de mezclas bituminosas percoladas se abonará por m² realmente ejecutados. Este abono comprende todas las operaciones y materiales necesarios

04.- No serán de abono las creces laterales, ni los aumentos de espesor por corrección de mermas en capas subyacentes.

05.- En ningún caso será de abono el empleo de activantes o aditivos.

ARTÍCULO 40.67. MEZCLAS BITUMINOSAS IMPRESAS

1.-DEFINICIÓN

01.- Se definen como mezclas bituminosas impresas aquellas en las que se replica, por indentación mediante una plantilla, una superficie similar a la del adoquinado o enlosado.

02.- La ejecución requiere las siguientes operaciones:

- Calentamiento de la superficie de la mezcla bituminosa, en su caso (si no se ejecuta a continuación de la puesta en obra).
- Impresión por presión mediante una plantilla metálica
- Colocación de una capa de pintura para conseguir el color deseado

2.- MATERIALES

01.- La aplicación requiere el empleo de una pintura a color para el revestimiento de la superficie impresa.

02.- La pintura cumplirá los requisitos definidos en el Cuadro 40.67.1.

CUADRO 40.67.1.- REQUISITOS DE LA PINTURA SUPERFICIAL

| PARÁMETRO | NORMA | REQUISITO |
|-------------------------------------|--|---------------------------------------|
| Durabilidad mediante abrasión Taber | ASTM D-4060 (desgaste húmedo); 7 días de curado, 24 horas de inmersión; Rueda H-10 | Índice de desgaste IW < 5.0 |
| Estabilidad del color | ASTM G-155; QUV 2,000 horas (unidades CIE) | Color $\Delta E < 1.5$ |
| Flexibilidad: Flexión Mandrel | ASTM D522-93A ; Película de 0,5 mm A 21 °C A -18 °C | Con 10 mm cumple Con 125 mm cumple |
| Resistencia química | ASTM D-2486 número de ciclos hasta que se expone el 50% del sustrato | >5000 |
| Adherencia a la mezcla bituminosa | ASTM D-4541 | Fallo del sustrato |
| Resistencia al deslizamiento | UNE-EN 1036-4 | >55 |
| Sensibilidad ambiental | EPA 24 ASTM D3960-05 Compuestos Orgánicos Volátiles | VOC < 150 |

3.- TIPO Y COMPOSICIÓN DE LA MEZCLA

01.- La aplicación se puede hacer sobre cualquier tipo de mezcla bituminosa que cumpla las especificaciones del artículo 40.63 de este Pliego, aunque es preferible la ejecución sobre mezclas tipo AC 11D o AC 8D.

4.- EQUIPO NECESARIO PARA LA EJECUCIÓN DE LAS OBRAS

01.- Plantillas metálicas que permitan reproducir la impresión deseada. En sitios en los que no se puedan colocar las plantillas como en las proximidades a curvas o tapas de registro pueden utilizarse otros elementos específicos para esta función. El diseño de la plantilla debe responder a lo proyectado y definido en el PPTP de la Obra.

02.- En su caso, equipos para el recalentamiento de la superficie. Deben permitir que el operador compruebe la temperatura de recalentamiento durante el proceso. Deben elevar la temperatura de manera gradual de manera que el operario pueda observar si se está calentando en exceso la superficie y puede resultar dañada. No se podrán utilizar calentadores que no dispongan de esta función.

03.- Los dispositivos portátiles manuales únicamente se podrán utilizar en zonas donde las máquinas convencionales no puedan trabajar. No se pueden utilizar como elemento único de calentamiento.

04.- Compactadores vibratorios de placas para presionar las plantillas y provocar la indentación de la superficie a imprimir con el diseño deseado.

05.- Equipo específico para extender la pintura capaz de aplicarla en una capa delgada de espesor controlado, de manera que se pueda optimizar el tiempo de secado y curado. La bomba del equipo de aplicación debe ser capaz de recircular de manera continua la pintura para mantener los sólidos en suspensión.

5.- EJECUCIÓN

01.- Se necesita una superficie estable sin deterioros. Si se tratase de una mezcla bituminosa ya en servicio la superficie no debe presentar ningún tipo de deterioros. Cuanto más antigua sea la superficie más difícil será conseguir un resultado adecuado.

02.- Sobre superficies antiguas, antes de proceder a la impresión, se deben retirar las marcas viales mediante microfresado, granallado, hidrodesebaste o cualquier otro método aprobado.

03.- La superficie debe estar seca y libre de partículas o elementos extraños como polvo o suciedad, residuos de betún o químicos o sales de deshielo.

04.- La Dirección de las Obras debe aprobar el estado final de la superficie.

05.- La impresión de la mezcla bituminosa puede hacerse inmediatamente después de su extendido o al cabo de cierto tiempo, en cuyo caso debe recalentarse la superficie.

06.- La temperatura de la superficie debe ser tal que permita el marcado de las plantillas.

07.- En superficies que se encuentren a temperatura ambiente, la temperatura óptima de calentamiento depende del tipo de mezcla, su dosificación y tipo de betún, así como de los posibles aditivos o modificadores, su edad y las condiciones climáticas. En cualquier caso, la temperatura no debe exceder los 160 °C, controlado mediante medida con termómetro de infrarrojos inmediatamente después del calentamiento.

08.- El calentamiento debe permitir que la temperatura se mantenga en un espesor mínimo de 12 mm, sin que llegue a quemarse la superficie.

09.- Una vez que la superficie calentada alcanza la temperatura deseada en la profundidad fijada, o en el caso de mezclas recién extendidas antes de que su temperatura baje de la mínima necesaria para la impresión, se colocan las plantillas en posición y se presionan contra la superficie mediante placas vibrantes. Cuando el plano superior de la plantilla esté a nivel de la superficie se puede retirar esta. Aquellas zonas en las que la impresión no penetre a una profundidad mínima de 1 cm deben calentarse de nuevo y repetir la impresión antes de aplicar la pintura. En zonas de difícil acceso para las plantillas se deben utilizar plantillas manuales.

10.- La aplicación de la pintura debe seguir las indicaciones del fabricante en cuanto a dosificación, número de capas y espesor de película recomendable. Se hará tan pronto como sea posible una vez acabada la impresión. Las condiciones ambientales deben ser adecuadas para que el curado sea adecuado. La superficie indentada debe estar completamente limpia y libre de elementos perjudiciales. Según la edad del pavimento puede ser necesaria una imprimación.

11.- La pintura debe estar completamente seca cuando se produzca la apertura al tráfico.

6.- TRAMO DE PRUEBA

01.- Antes de iniciarse la puesta en obra será preceptiva la realización del correspondiente tramo de prueba para comprobar la fórmula de trabajo, la forma de actuación de los equipos y la terminación alcanzada.

02.- Se comprobarán expresamente la macrotextura superficial obtenida, mediante el método del círculo de arena según la UNE-EN 13036-1, y la resistencia al deslizamiento mediante la UNE-EN 1036-4, que deberán cumplir los valores establecidos en el apartado 7.4.

03.- El tramo de prueba tendrá una longitud no inferior a la definida en el PPTP, y la Dirección de las Obras determinará si es aceptable su realización como parte integrante de la obra en construcción.

7.- ESPECIFICACIONES DE LA UNIDAD TERMINADA

01.- La superficie de la capa deberá presentar una textura homogénea, uniforme y exenta de segregaciones. El color alcanzado debe ser homogéneo y similar al definido y ensayado en el tramo de pruebas, a juicio de la Dirección de las Obras.

02.- La macrotextura superficial, obtenida mediante el método del círculo de arena según la UNE-EN 13036-1, y la resistencia al deslizamiento, según la UNE-EN 1036-4, deberán cumplir los límites establecidos en el cuadro 40.67.2.

CUADRO 40.67.2.- MACROTEXTURA SUPERFICIAL (UNE-EN 13036-1 Y RESISTENCIA AL DESLIZAMIENTO (UNE-EN 1036-4)

| CARACTERÍSTICA | VALOR MÍNIMO |
|--|--------------|
| MACROTEXTURA SUPERFICIAL (*) Valor mínimo (mm) | 1,1 |
| RESISTENCIA AL DESLIZAMIENTO(**) | 65 |

(*) Medida antes de la puesta en servicio de la capa.

(**) Medida una vez transcurridos dos meses de la puesta en servicio de la capa.

8.- CONTROL DE CALIDAD

01.- Se considerará como lote, que se aceptará o rechazará en bloque, al menor que resulte de aplicar los 3 criterios siguientes:

- 500 m de calzada.
- 3.500 m² de calzada.
- La fracción construida diariamente.

02.- Se realizarán los ensayos siguientes, que deberán cumplir lo establecido en el cuadro 40.67.2:

- Medida de la macrotextura superficial, según la UNE-EN 13036-1, antes de la puesta en servicio de la capa, en 5 puntos del lote aleatoriamente elegidos de forma que haya al menos 1/hm.
- Determinación de la resistencia al deslizamiento, según la UNE-EN 1036-4, una vez transcurridos 2 meses de la puesta en servicio de la capa, en toda la longitud del lote.

9.- CRITERIOS DE ACEPTACIÓN O RECHAZO

01.- El resultado medio del ensayo de la medida de la macrotextura superficial no deberá resultar inferior al valor previsto en el cuadro 40.67.2. No más de 1 individuo de la muestra ensayada podrá presentar un resultado individual inferior a dicho valor en más del 25% del mismo.

02.- Si el resultado medio del ensayo de la medida de la macrotextura superficial resulta inferior al valor previsto en el cuadro 40.67.2 se procederá de la siguiente manera:

- Si el resultado medio del ensayo de la medida de la macrotextura superficial resulta superior al 90% del valor previsto en el cuadro 40.67.2, se aplicará una penalización económica del 10%.
- Si el resultado medio del ensayo de la medida de la macrotextura superficial resulta inferior al 90% del valor previsto en el cuadro 40.67.2, se aplicará una nueva pintura que cumpla las especificaciones por cuenta de la empresa Contratista.

03.- El resultado medio del ensayo de determinación de la resistencia al deslizamiento no deberá ser en ningún caso inferior al valor previsto en el cuadro 40.67.2. No más de un 5% de la longitud total medida de cada lote, podrá presentar un resultado inferior a dicho valor en más de 5.

04.- Si el resultado medio del ensayo de determinación de la resistencia al deslizamiento resulta inferior al valor previsto en el cuadro 40.67.2, se procederá a la aplicación de una nueva pintura por cuenta de la empresa Contratista.

10.- MEDICIÓN Y ABONO

01.- Únicamente cuando la capa de asiento construida no esté incluida en el mismo Contrato, se podrá abonar la comprobación y, en su caso, reparación de la superficie existente, por metros cuadrados ejecutados.

02.- En el resto de los casos la preparación de la superficie existente no será objeto de abono, ni se incluirá en esta unidad de obra.

03.- La impresión de la mezcla bituminosa y aplicación de la pintura superficial se abonará por metros cuadrados ejecutados, incluyendo la superficie de los elementos singulares (tapas de registros, desaceleradores, etc.) a menos que diga lo contrario el PPTP.

Sección 7ª

TRATAMIENTOS SUPERFICIALES

ARTÍCULO 40.71.- RETEXTURADO. HIDRODESABASTE, GRANALLADO Y MICROFRESADO

1.- DEFINICIÓN

01.- Se define como retexturado la aplicación de un tratamiento mecánico o hidráulico para mejorar la adherencia rueda/pavimento. Los tratamientos que se contemplan en este artículo son los de: granallado mediante impactos con esferas metálicas, hidrodesebaste mediante la aplicación de agua a presión elevada y microfresado con una fresadora provista de un rotor con un número elevado de útiles de fresado.

Las operaciones incluidas en la ejecución son:

- La preparación de la superficie, en su caso.
- El replanteo de la zona a retexturar.
- La ejecución del retexturado hasta la obtención del acabado superficial deseado.
- La eliminación, carga y transporte de los residuos obtenidos hasta lugar de depósito controlado.
- La limpieza de la nueva superficie.
- Cuantos trabajos auxiliares sean necesarios para su completa ejecución.

2.- EQUIPO NECESARIO PARA LA EJECUCIÓN DE LAS OBRAS

2.1.- General

01.- Se estará, en todo caso, a lo dispuesto en la legislación vigente en materia ambiental, de seguridad y salud y de transporte de residuos de construcción en lo referente a los equipos empleados en la ejecución de las obras.

02.- Cuando sea necesario se dispondrá de un equipo de barrido, por cepillado o aspiración, que elimine cualquier resto del granallado, hidrodesebaste o microfresado, dejando una superficie de rodadura limpia y seca antes de la apertura al tráfico. Este equipo deberá permitir una retirada efectiva de los posibles residuos remanentes, evitando su dispersión hacia carriles, arcones o cunetas adyacentes, o incluso fuera de la plataforma.

03.- En zonas de difícil acceso a los equipos autopropulsados se podrán utilizar otros, manuales, que sean capaces de dotar al pavimento de las características fijadas.

2.2.- Equipo de granallado

01.- El equipo de granallado estará compuesto por una o más máquinas granalladoras autopropulsadas dotadas de un sistema automático de control, sistema de lanzamiento de granalla, sistema de aspiración de residuos y granalla, sistema magnético de recogida de granalla, separador magnético y un contenedor de residuos. Será capaz de granallar el firme

existente creando una nueva textura que cumpla las especificaciones de este pliego y produciendo una superficie homogénea.

2.3.- Equipo de hidrodesebaste

01.- El equipo de hidrodesebaste estará compuesto por una o más máquinas de hidrodesebaste autopropulsadas provistas de sistemas de control, cabezal de hidrodesebaste con inyectores de agua a alta presión y sistema de aspiración de agua y residuos.

02.- Los equipos de hidrodesebaste dispondrán de un camión cisterna para el suministro de agua a la fresadora, con capacidad suficiente para minimizar las paradas del equipo. En su caso irán provistos de un tanque para el almacenamiento de los residuos.

2.4.- Equipo de microfresado

01.- El equipo de microfresado estará compuesto por una o más máquinas fresadoras autopropulsadas de carga frontal dotadas de rotor de fresado de eje horizontal. El equipo deberá ser capaz de microfresar el firme existente en la profundidad y anchura especificadas, produciendo una superficie homogénea.

02.- Las fresadoras contarán con un rotor de fresado con una anchura mínima de dos 2 m, capaz de controlar la profundidad del fresado y generar un plano de corte geoméricamente igual al de proyecto, mediante el uso de controles electrónicos y sistemas de nivelación automáticos por ultrasonidos o equivalentes.

03.- Los útiles de corte montados en el rotor deberán estar en buen estado. Habrá una cantidad de útiles tal que produzcan un patrón de corte con espaciamiento entre ranuras no mayor de 12 mm, en una profundidad de hasta 5 mm. La empresa Contratista deberá seleccionar el número de útiles de corte por tambor que sea más adecuado para el proyecto, que en ningún caso será inferior a 274.

04.- Las fresadoras dispondrán de cilindros hidráulicos para mantener constante la presión sobre el rotor y de dispositivos para controlar su alineación, detectar variaciones en el nivel de la superficie de la capa de rodadura y ajustar automáticamente la cabeza de corte. Tendrán también una cinta elevadora para cargar el material fresado directamente al equipo de transporte.

05.- Las fresadoras estarán provistas de un sistema de enfriamiento mediante agua. También tendrán una cinta elevadora para cargar el material fresado directamente al equipo de transporte.

06.- En aquellas zonas en las que se necesite minimizar la afección a viandantes y vecinos, de acuerdo con el PPTP o en su defecto la Dirección de las Obras, será preceptivo que las fresadoras dispongan dentro de la carcasa que contiene la cabeza cortadora de un sistema de eliminación de polvo y vapor de agua por vacío o similar. En el resto de los casos deberán tener implementado, al menos, un sistema de riego con agua.

07.- Se dispondrá de un camión cisterna para el suministro de agua a la fresadora, con capacidad suficiente para minimizar las paradas del equipo.

08.- Los residuos del fresado se trasladarán mediante la cinta elevadora a camiones que los retirarán de la Obra. Los camiones deberán siempre estar provistos de una lona o cobertor adecuado.

09.- Será necesario disponer de un equipo de barrido, por cepillado o aspiración, que elimine cualquier resto del material fresado, dejando una superficie de rodadura limpia y seca antes de la apertura al tráfico. Este equipo deberá permitir una retirada efectiva de los residuos generados, evitando su dispersión hacia carriles, arcones o cunetas adyacentes, o incluso fuera de la plataforma.

3.- EJECUCIÓN

01.- La empresa Contratista debe presentar un plan de señalización de obra que deberá ser aprobado por la Dirección de las Obras. Antes de iniciar los trabajos de retexturado deberán estar instaladas las señales y los dispositivos de seguridad que se requieran conforme a la normativa vigente.

02.- La empresa Contratista deberá tomar las precauciones necesarias para evitar la contaminación del aire, suelo y aguas superficiales o subterráneas, conforme a la legislación vigente. En aquellas obras en las que se den condiciones especiales de afección a vecinos o viandantes el PPTP, o en su defecto la Dirección de las Obras, requerirá un estudio medioambiental y un plan medioambiental que contemplen necesariamente las contaminaciones acústicas y del aire y que incluyan medidas para la detección y eliminación de emisiones sonoras y partículas PM10.

03.- Sobre la superficie de la capa de rodadura, se delimitarán los tramos a retexturar que señale el Proyecto o la Dirección de las Obras. El retexturado se realizará de tal forma que no se dañen los elementos de superficie no incluidos en el objeto de la actuación, como pueden ser las juntas de dilatación o las espiras. Cuando el Proyecto o la Dirección de las Obras indiquen que el retexturado no se realice sobre las marcas viales, la distancia entre el límite de la zona retexturada y las marcas viales, no será menor de ocho 8 cm.

04.- El retexturado siempre se hará paralelamente al eje de la carretera, iniciando y terminando en líneas normales a dicho eje, salvo que exista otra indicación por parte del Proyecto o de la Dirección de las Obras.

05.- Si el retexturado se realiza también en los arcones, las diferentes pasadas del equipo de retexturado en los carriles no deberán solaparse más de 2,5 cm, haciéndose los solapes necesarios para completar las anchuras en los arcones. En zonas críticas para la acumulación de agua siempre se continuará el tratamiento hasta la mitad del arcén.

06.- No se admitirán zonas no retexturadas entre los distintos pasos de los equipos.

07.- El retexturado será continuo en tramos no menores de 50 m y a todo el ancho del carril.

08.- La superficie final presentará una apariencia uniforme.

09.- Como mínimo el 98% de la superficie deberá haber sido retexturada.

10.- Se tomarán precauciones especiales en las proximidades de juntas de trabajo o zonas débiles que puedan sufrir daños.

11.- La empresa Contratista organizará el número de pasadas y la velocidad de avance del equipo de manera que se cumplan las especificaciones, sin que esta organización modifique el abono de la obra.

12.- Si durante la ejecución del retexturado se apreciara un defecto en la superficie acabada, la Dirección de las Obras podrá imponer la paralización de los trabajos. La reanudación de los mismos se producirá una vez localizadas y corregidas las causas de los defectos aparecidos.

13.- Durante el retexturado la empresa Contratista deberá tomar las precauciones necesarias para que no se produzca ninguna contaminación medioambiental, sometiéndose en lo que corresponda, a las leyes y reglamentos de protección medio ambiental vigentes. Evitará que los residuos resultantes se desplacen a los carriles, arcenes o cunetas adyacentes, o incluso fuera de la plataforma. Los residuos serán eliminados de la superficie de rodadura inmediatamente después del retexturado.

14.- El transporte y almacenamiento de todos los materiales producto del tratamiento son responsabilidad exclusiva de la empresa Contratista y los realizará de forma tal que no contaminen. Se sujetarán, en lo que corresponda, a las leyes y reglamentos de protección medioambiental vigentes. Los residuos se cargarán y transportarán hasta lugar de depósito controlado en vehículos con cajas cerradas y protegidos con lonas, que impidan la contaminación del entorno. Se barrerá la superficie y se limpiará mediante agua a presión.

4.- TRAMO DE PRUEBA

01.- Antes de iniciarse el retexturado, si el PPTP o la Dirección de las Obras lo requiere, se realizará un tramo de prueba, que se ejecutará empleando los mismos medios que vaya a utilizar luego la empresa Contratista para la realización de las obras.

02.- Se comprobará el funcionamiento de los equipos necesarios para la ejecución de las obras y, especialmente, la forma de actuación del equipo de retexturado y su velocidad de avance para que no se produzcan daños en el pavimento. Asimismo, se verificará la conformidad del retexturado con las condiciones especificadas.

03.- El Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares, o en su defecto la Dirección de las Obras, fijará la longitud del tramo de prueba, que no será inferior a 50 m. La Dirección de las Obras determinará si es aceptable su realización como parte integrante de la unidad de obra definitiva.

04.- A efectos de verificar que los equipos de trabajo y su forma de aplicación son capaces de cumplir con las prescripciones relativas a la textura superficial y al coeficiente de rozamiento transversal, se comprobará expresamente la macrotextura superficial obtenida mediante el método volumétrico (UNE-EN 13036-1), y la resistencia al deslizamiento mediante el péndulo (UNE-EN 13036-4) que deberán cumplir los valores establecidos en el epígrafe 5.1.

05.- Durante la ejecución del tramo de prueba se podrá analizar la correspondencia, en su caso, entre el método volumétrico y un texturómetro láser como medio rápido de control. En el tramo de prueba se marcará una línea de medida donde harán al menos 5 determinaciones de la macrotextura (UNE-EN 13036-1) y la media de sus resultados se comparará con la media obtenida en esa zona con el texturómetro láser que se vaya a emplear posteriormente en el control de la obra. La correspondencia obtenida será aplicable exclusivamente para esa obra, con ese equipo concreto de medición.

06.- Además, en el tramo de prueba se ajustará la velocidad de avance del equipo para obtener la macrotextura y resistencia al deslizamiento buscadas y una textura uniforme y homogénea.

07.- La Dirección de las Obras, en vista de los resultados obtenidos decidirá si son aceptables o no los equipos propuestos por la empresa Contratista. En el primer caso, definirá su forma específica de actuación. En el segundo caso, el Contratista deberá proponer nuevos equipos, o incorporar equipos suplementarios.

08.- No se podrá proceder a la ejecución del retexturado sin que la Dirección de las Obras haya autorizado el inicio en las condiciones aceptadas después del tramo de prueba.

5.- ESPECIFICACIONES DE LA UNIDAD TERMINADA

5.1.- Macrotextura superficial y resistencia al deslizamiento

01.- La superficie de la capa deberá presentar una textura homogénea y uniforme. La macrotextura superficial, obtenida mediante el método volumétrico (UNE-EN 13036-1), y la resistencia al deslizamiento mediante el ensayo del péndulo (UNE-EN 13036-4) no deberán ser inferiores a los valores indicados en el cuadro 40.71.1.

CUADRO 40.71.1 - VALORES MÍNIMOS DE LA MACROTEXTURA SUPERFICIAL (MTD) Y RESISTENCIA AL DESLIZAMIENTO

| Características | Valor |
|---|-------|
| Macrotextura superficial (UNE-EN 13036-1) (*) (mm) | 1,5 |
| Resistencia al deslizamiento (UNE-EN 13036-4) (*) (%) | 65 |

* Medida inmediatamente tras la ejecución del retexturado

5.2.- Rasante

01.- En perfiles transversales cada 20 m, se comprobará la anchura retexturada, que en ningún caso deberá ser inferior a la teórica deducida de la sección-tipo de los Planos de Proyecto.

5.3.- Ranurado en microfresado

02.- Tras el microfresado, deberá mantenerse la inclinación transversal original de la plataforma, salvo que el Proyecto o la Dirección de las Obras prevea lo contrario.

03.- La profundidad del ranurado creado mediante el microfresado (distancia vertical entre crestas y valles creados sobre la superficie) deberá ser inferior a 5 mm y la separación máxima entre fondos de ranura inferior a 12 mm, a menos que el PPTP o la Dirección de Obra indiquen otros valores.

6.- LIMITACIONES DE LA EJECUCIÓN

01.- Salvo autorización expresa de la Dirección de las Obras, no se permitirá la ejecución del retexturado cuando se produzcan precipitaciones atmosféricas que puedan lixiviar los residuos a los terrenos circundantes.

02.- El granallado no se podrá realizar con temperaturas del pavimento superiores a 40 °C.

7.- CONTROL DE EJECUCIÓN

7.1.- Comprobación del equipo

01.- Se comprobará la composición y forma de actuación del equipo de retexturado, verificando:

- Que el número y tipo de equipos son los aprobados.
- El número y, en su caso, el solape entre pasadas de cada equipo.
- El correcto desempeño de los equipos de aspiración de polvo, limpieza y barrido del firme.
- En el microfresado, la disposición y el número total de picas dispuestas en el tambor de fresado de cada fresadora

7.2.- Control de ejecución

01.- Se considerará como “lote”, que se aceptará o rechazará en bloque, al menor que resulte de aplicar de los criterios siguientes:

- Cien metros de calzada.
- La fracción retexturada diariamente.

02.- Se controlará diariamente la medida de la macrotextura superficial (UNE-EN 13036-1) en 3 puntos del lote aleatoriamente elegidos. Si durante la ejecución del tramo de prueba se hubiera determinado la correspondencia con un equipo de medida mediante texturómetro láser, se podrá emplear el mismo equipo como método rápido de control.

03.- Se comprobará la resistencia al deslizamiento en toda la longitud de la obra (UNE-EN 13036-4) antes de la puesta en servicio.

8.- CRITERIOS DE ACEPTACIÓN O RECHAZO

01.- Los criterios de aceptación o rechazo de la unidad terminada se aplicarán sobre cada uno de los lotes definidos.

02.- Las superficies retexturadas deben presentar, a juicio de la Dirección de Obras, una textura y acabado uniformes. La superficie de la capa de rodadura estará limpia y los residuos producto del retexturado, habrán sido retirados.

03.- El resultado medio del ensayo de la medida de la macrotextura superficial no deberá resultar inferior al valor especificado. Si fuera inferior, se procederá de la siguiente manera:

- Si es superior al 90%, se aplicará una penalización económica del 10%.
- Si es inferior al 90% del valor previsto, se rechazará el lote. El Contratista deberá retexturar el lote completo por su cuenta.

04.- Adicionalmente, no se admitirá que más de 1 individuo de la muestra ensayada presente un resultado individual inferior a dicho valor en más del 25%. De no cumplirse esta condición

se dividirá el lote en 2 partes iguales y se realizarán ensayos, debiendo cumplirse los límites especificados.

05.- El resultado medio del ensayo de determinación de la resistencia al deslizamiento no deberá ser inferior al valor especificado. Si fuera inferior, se procederá de la siguiente manera:

- Si es superior o igual al 90% del valor previsto, se aplicará una penalización económica del 10%.
- Si es inferior al 90% del valor previsto, se rechazará el lote. El Contratista deberá retexturar el lote completo por su cuenta.
- Adicionalmente, no se admitirá que más de un 5% de la longitud total medida, presente 1 resultado inferior a dicho valor en más de 5 unidades. De no cumplirse esta condición se medirá de nuevo para contrastar el cumplimiento de este epígrafe.

9.- MEDICIÓN Y ABONO

01.- La ejecución del retexturado se abonará por metros cuadrados de superficie retexturada. Dicha superficie se obtendrá multiplicando las anchuras de las secciones tipo por la longitud realmente ejecutada.

02.- En dicho abono se considera incluido el retexturado, la limpieza, la carga, el transporte a gestor autorizado, la descarga y la señalización correspondiente, así como cuantas operaciones y medios materiales y humanos sean necesarios para la correcta ejecución de la unidad de obra. No serán de abono zonas solapadas o las superficies que por sus defectos haya sido necesario tratar en más de una pasada.

ARTÍCULO 40.72.- MICROAGLOMERADOS EN FRÍO

1.- DEFINICIÓN

01.- Se define como microaglomerado en frío aquella mezcla bituminosa que se fabrica a temperatura ambiente con una emulsión bituminosa, áridos, agua y, eventualmente, polvo mineral de aportación y aditivos, y cuya consistencia es adecuada para su puesta en obra inmediata.

02.- Se emplean en aplicaciones de muy pequeño espesor, habitualmente no superior a 1,5 cm, y en una o dos capas. El espesor en la puesta en obra no deberá sobrepasar significativamente el que corresponda con el tamaño máximo nominal del árido

03.- Su ejecución incluye las siguientes operaciones:

- Estudio del microaglomerado en frío y obtención de la fórmula de trabajo.
- Preparación de la superficie que va a recibir la mezcla.
- Fabricación del microaglomerado en frío de acuerdo con la fórmula propuesta.
- Extensión y, en su caso, compactación.

2.- NORMATIVA TÉCNICA

01.- Artículo 540 "Microaglomerados en frío" del PG-3.

3.- MATERIALES

3.1.- Consideraciones generales

01.- Lo dispuesto en este artículo se entenderá sin perjuicio de lo establecido en el Reglamento 305/2011 de 9 de marzo de 2011, del Parlamento Europeo y del Consejo, por el que se establecen las condiciones armonizadas para la comercialización de productos de construcción. Para los productos con marcado CE, el fabricante asumirá la responsabilidad sobre la conformidad de los mismos con las prestaciones declaradas, de acuerdo con el artículo 11 del mencionado Reglamento. Los productos que tengan el marcado CE deberán ir acompañados, además de dicho marcado, de la Declaración de Prestaciones, y de las instrucciones e información de seguridad del producto. Por su parte, la empresa Contratista deberá verificar que los valores declarados en los documentos que acompañan al marcado CE permitan deducir el cumplimiento de las especificaciones contempladas en el Proyecto o, en su defecto, en este Pliego, debiendo adoptar, en el caso de que existan indicios de incumplimiento de las especificaciones declaradas, todas aquellas medidas que considere oportunas para garantizar la idoneidad del producto suministrado a la obra.

02.- Independientemente de lo anterior, se estará además en todo caso, a lo dispuesto en la legislación vigente en materia ambiental, de seguridad y salud, de producción, almacenamiento, gestión y transporte de productos de la construcción, de residuos de construcción y demolición, y de suelos contaminados.

3.2- Emulsión bituminosa

01.- El tipo de emulsión bituminosa a emplear vendrá fijado por el PPTP en función de la categoría de tráfico, y, salvo justificación en contrario, deberá estar incluido entre los que aparecen en el cuadro 40.62.1

CUADRO 40.62.1

| CATEGORIA DE TRAFICO | |
|----------------------|-------------------------|
| Pesado y Medio | Ligero |
| C60BP4 MIC | C60BP4 MIC C60B4 MIC |

02.- Se emplearán emulsiones con betún residual, después de evaporación, de penetración menor o igual a 100 décimas de milímetro, de acuerdo con el artículo 25.13 de este Pliego.

03.- Cuando la temperatura ambiente sea elevada o cuando por las condiciones específicas de la obra así se determine durante el estudio de la fórmula de trabajo, en lugar de estas emulsiones con índice de rotura clase 4 (110-195), se podrán emplear las equivalentes de clase 5 (> 170), conforme a la norma UNE-EN 13808 y el artículo 25.13 de este Pliego.

04 - En el caso de utilizar emulsiones con adiciones no incluidas en el artículo 25.13 "Emulsiones bituminosas" de este Pliego, el PPTP, o en su defecto la Dirección de las Obras, establecerá el tipo de adición y las especificaciones que deberán cumplir las emulsiones bituminosas, su ligante residual y los microaglomerados resultantes. La dosificación y el modo de dispersión de la adición deberán ser aprobados por la Dirección de las Obras.

05 - En el caso de incorporación de productos (fibras, materiales elastoméricos, etc.) como modificadores de la reología del microaglomerado, el PPTP o, en su defecto, la Dirección de las Obras determinará su proporción, así como la del ligante utilizado, de tal manera que se garantice un comportamiento en mezcla semejante al que se obtuviera de emplear un ligante bituminoso de los especificados en el artículo 25.13 de este Pliego.

06.- Siempre que sea técnica y económicamente posible las emulsiones bituminosas a emplear podrán ser fabricadas con ligantes modificados o mejorados por adición de polvo de caucho procedente de la trituración de neumáticos fuera de uso.

3.3.- Áridos

3.2.1.- Características generales

01.- Los áridos podrán ser naturales o artificiales siempre que cumplan las especificaciones recogidas en este artículo.

02.- El PPTP, o en su defecto la Dirección de las Obras, podrá exigir propiedades o especificaciones adicionales cuando se vayan a emplear áridos cuya naturaleza o procedencia así lo requiera.

03.- Los áridos se producirán o suministrarán en fracciones granulométricas diferenciadas, las cuales se acopiarán y manejarán por separado. La combinación de las distintas fracciones en las proporciones definidas en la fórmula de trabajo se realizará en el propio acopio empleando medios mecánicos que aseguren la homogeneidad de la mezcla resultante. Los áridos

combinados se acopiarán por separado tomando las precauciones necesarias para evitar segregaciones o contaminaciones hasta el momento de la carga en el equipo de fabricación.

3.2.2.- Árido Grueso

01.- Se define como árido grueso a la parte del conjunto de fracciones granulométricas retenida en el tamiz 2 mm de la UNE-EN 933-2. En caso de que se empleen áridos de distinta procedencia, cada una de ellas deberá cumplir las prescripciones establecidas en este apartado.

02.- El árido grueso deberá cumplir lo fijado en el cuadro 40.62.2 para partículas total y parcialmente trituradas, índice de lajas, coeficiente de Los Ángeles, coeficiente de pulimento acelerado, contenido de finos y valor de sulfato de magnesio.

03.- Para cualquier tráfico, el PPTP podrá optar por uno de los dos tipos de árido que se especifican (especial o el que le corresponda a su categoría) en función de la velocidad de circulación y otras características de la vía que así lo aconsejen. En túneles o pasos inferiores se utilizará siempre árido especial.

04.- Ningún tamaño del árido grueso a emplear en los áridos de tipo especial podrá fabricarse por trituración de gravas procedentes de yacimientos granulares ni de canteras de naturaleza caliza.

05.- El árido grueso deberá estar exento de terrones de arcilla, materia vegetal, marga u otras materias extrañas que puedan afectar a la durabilidad de la capa.

06.- En caso de que no se cumplan las prescripciones establecidas respecto al contenido de finos del árido grueso, la Dirección de las Obras podrá exigir su limpieza por lavado, aspiración u otros métodos previamente aprobados, y una nueva comprobación.

07.- Si en el árido grueso se apreciaran partículas meteorizadas o con distinto grado de alteración, su proporción en masa no será nunca superior al 5%. El Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares o la Dirección de las Obras podrán establecer un valor inferior al indicado.

CUADRO 40.62.2 - ÁRIDOS PARA MICROAGLOMERADOS EN FRÍO RODADURA

| CARACTERÍSTICA | NORMA ENSAYO UNE-EN | CATEGORÍA DE TRÁFICO PESADO | | | |
|--|---------------------|-----------------------------|-------------------|-------------------|--------------------|
| | | Especial | Pesado | Medio | Ligero |
| REQUISITOS GEOMÉTRICOS | | | | | |
| Equivalente de arena ¹ (sobre el 0/4 mm) | 933-8 | SE ₆₀ | | | |
| Calidad de los finos (sobre el 0/0,125 mm) ² | 933-9 | MB _F <7 g/kg | | | |
| Contenido de finos (sobre el árido grueso) | 933-1 | f _{0,5} | | | |
| Forma | 933-3 | Fl ₂₀ | | Fl ₂₅ | |
| REQUISITOS FÍSICOS | | | | | |
| Proporción de partículas parcial y totalmente trituradas | 933-5 | C _{100/0} | | C _{90/1} | C _{50/10} |
| Resistencia a la fragmentación ³ | 1097-2 | LA ₁₅ | LA ₂₅ | | LA ₃₀ |
| Coefficiente pulimento acelerado | 1097-8 | PSV ₅₆ | PSV ₅₀ | | PSV ₄₄ |
| DURABILIDAD | | | | | |
| Valor de sulfato de magnesio | 1367-2 | MS ₁₈ | | | |

¹ Sobre el árido combinado, incluido el polvo mineral.

² Se aplicará esta prescripción cuando no se cumpla la correspondiente del equivalente de arena, pero si la de SE₅₀.

³ La resistencia a la fragmentación de cualquier selección de partículas (siempre que supongan un porcentaje superior al 5% en peso de la fracción total) debe cumplir la categoría específica da.

3.2.3- Árido fino

01.- Se define como árido fino a la parte del conjunto de fracciones granulométricas cernida por el tamiz 2 mm, de la UNE-EN 933-2, y retenida por el tamiz 0,063 mm, de la UNE-EN 933-2.

02.- El árido fino deberá proceder de la trituración de piedra de cantera o grava natural en su totalidad.

03.- Únicamente para categorías de tráfico ligero, podrá emplearse arena natural, no triturada, y en ese caso, el PPTP o, en su defecto, la Dirección de las Obras, deberá señalar la proporción máxima de arena natural, no triturada, siempre que su proporción sea inferior al 10% de la masa total del árido combinado, sin que supere, en ningún caso, el porcentaje de árido fino triturado empleado en la mezcla.

04.- El árido fino deberá estar exento de terrones de arcilla, materia vegetal, marga u otras materias extrañas.

05.- El árido fino será de la misma naturaleza que el árido grueso y deberá cumplir las condiciones exigidas en este mismo artículo para el árido grueso sobre coeficiente de Los Ángeles y coeficiente de pulimento acelerado.

06.- El PPTP, o en su defecto la Dirección de las Obras, podrá autorizar el empleo de árido fino de otra naturaleza que mejore alguna característica, en especial la adhesividad, pero éste corresponderá a una fracción 0/2 mm con una un porcentaje retenido por el tamiz 2 mm no superior al 10% del total, con el fin de evitar la existencia de partículas de tamaño superior a 2 mm que no cumplan las características exigidas al árido grueso.

07.- Las arenas naturales deberán estar constituidas por partículas estables y resistentes.

08.- El material que se triture para obtener árido fino deberá cumplir las condiciones exigidas al árido grueso en el apartado 3.2.2 sobre el coeficiente de Los Ángeles y el coeficiente de pulido acelerado.

09.- El PPTP o la Dirección de las Obras podrá autorizar el empleo de árido fino de otra naturaleza que mejore alguna característica, en especial la manejabilidad del microaglomerado recién fabricado. En cualquier caso, procederá de árido grueso con coeficiente de Los Ángeles de la categoría LA₂₅ o, en el caso de que se trate de microaglomerado para capa superior o única, de un árido con coeficiente de pulimento acelerado de categoría PSV₅₀ para tráfico Pesado y Medio y de PSV₄₄ para tráfico Ligero.

3.2.4- Polvo mineral

01.- Se define como polvo mineral a la parte del conjunto de fracciones granulométricas (árido y productos minerales de aportación) cernidas por el tamiz 0,063 mm de acuerdo con la UNE-EN 933-1.

02.- El polvo mineral procederá de los áridos y podrá incorporar un producto comercial o especialmente preparado cuya misión sea acelerar el proceso de rotura de la emulsión o activar la consecución de la cohesión final.

03.- Las proporciones y características de esta aportación se fijarán en la fórmula de trabajo del microaglomerado, de acuerdo con lo establecido en el PPTP o, en su defecto, con la aceptación de la Dirección de las Obras.

04.- La densidad aparente del polvo mineral, según el Anexo A de la UNE-EN 1097-3, deberá estar comprendida entre 0,5 a 0,8 g/cm³.

3.4.- Aditivos

01.- Se considerarán como aditivos todos aquellos productos que se puedan incorporar al microaglomerado para mejorar su fabricación y puesta en obra, en sus características mecánicas y en sus prestaciones en servicio. A efectos de aplicación de este artículo, se pueden considerar algunos aditivos de uso habitual para acortar el tiempo de curado, para mejorar la cohesión y resistencia mecánica a corto plazo, así como los reguladores de la rotura de la emulsión.

02.- El PPTP o, en su defecto, la Dirección de las Obras, en el uso de sus atribuciones, aprobará los aditivos que pueden utilizarse (a excepción del aditivo para el control de la rotura de la emulsión, que queda excluido de esta aprobación), estableciendo las especificaciones que tendrán que cumplir, tanto el aditivo como el microaglomerado resultante. La fórmula de trabajo deberá verificar y explicitar la naturaleza, contenido y características que aporta el aditivo a utilizar.

03.- Se podrá mejorar la adhesividad entre el árido y la emulsión bituminosa mediante activantes o cualquier otro producto sancionado por la experiencia. En tales casos el PPTP o, en su defecto, la Dirección de las Obras establecerá las condiciones que tendrán que cumplir dichos aditivos y los microaglomerados resultantes.

3.5.- Agua

01.- El agua que se emplee deberá cumplir las prescripciones de la vigente Instrucción de Hormigón Armado.

4.- TIPO, COMPOSICIÓN Y DOTACIÓN DEL MICROAGLOMERADO

01.- Los microaglomerados deberán tener obligatoriamente el marcado CE y la correspondiente información que debe acompañarle, conforme a lo establecido en la norma UNE-EN 12273.

02.- La designación de los microaglomerados se hará de la siguiente manera:

| | | | |
|--------|---|---------|---------|
| MICROF | D | sup/inf | Ligante |
|--------|---|---------|---------|

Donde:

| | |
|---------|--|
| MICROF | Denominación de un microaglomerado en frío. |
| D | Tamaño máximo del árido, expresado como la abertura del tamiz que deja pasar entre 90% y 100% del total del árido. |
| sup/inf | Indicación del empleo en capa única o capa superior (sup) o en capa inferior (inf). |
| Ligante | Designación de la emulsión a utilizar. |

03.- La granulometría del árido obtenido combinando las distintas fracciones de los áridos (incluido el polvo mineral), según el tipo de microaglomerado en frío, deberá estar comprendida dentro de alguno de los husos fijados en el cuadro 40.62.3. El análisis granulométrico se hará según la UNE-EN 933-1.

CUADRO 40.62.3 - HUSOS GRANULOMÉTRICOS. CERNIDO ACUMULADO (% en masa)

| TIPO | ABERTURA DE LOS TAMICES UNE-EN 933-2 (mm) | | | | | | | | | |
|-----------|---|--------|--------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | 16 | 11,2 | 8 | 5,6 | 4 | 2 | 1 | 0,500 | 0,250 | 0,063 |
| MICROF 11 | 100 | 90-100 | 77-92 | 64-83 | 55-74 | 35-55 | 25-41 | 15-30 | 9-20 | 3-7 |
| MICROF 8 | - | 100 | 90-100 | 74-82 | 60-84 | 40-64 | 25-45 | 15-31 | 10-22 | 5-9 |
| MICROF 5 | - | - | 100 | 90-10 | 78-83 | 60-80 | 44-64 | 30-48 | 19-33 | 8-14 |

04.- El PPTP fijará el tipo, la composición, la dotación media y mínima (excluida el agua total) del microaglomerado y el número de capas de su aplicación, que deberán cumplir lo especificado en el cuadro 40.62.4.

CUADRO 40.62.4 - COMPOSICIÓN, DOTACIÓN Y CAMPO DE APLICACIÓN DE LOS DISTINTOS TIPOS DE LECHADAS BITUMINOSAS

| CARACTERISTICA | TIPO DE LECHADA | | |
|--|------------------|--------------------------------|--|
| | MICROF 11 | MICROF 8 | MICROF 5 |
| DOTACION MEDIA (kg/m ²) | 12-15 | 9-12 | 7-9 |
| CAPA EN QUE SE APLICA | Superior o única | | Inferior |
| BETUN RESIDUAL (*) (% en masa del árido) | 5,0-7,0 | 6,0-8,0 | 6,5-9,0 |
| CAMPO DE APLICACION | Tráfico Pesado | Tráfico Pesado, Medio y Ligero | Capa inferior para cualquier tráfico Capa única para tráfico Ligero |

* Incluidas las tolerancias y, si son necesarias, las correcciones por peso específico y absorción de los áridos

05.- En el caso de que la densidad de los áridos (UNE-EN 1097-6) sea diferente de 2,65 g/cm³, los contenidos de betún residual del cuadro 40.62.4 se deben corregir multiplicando por el factor:

$$\alpha = \frac{2,65}{\rho d}$$

donde ρd es la densidad de las partículas de árido.

5.- EQUIPO NECESARIO PARA LA EJECUCIÓN DE LAS OBRAS

5.1.- Equipo de fabricación y extensión

01.- Lo dispuesto en este apartado se entenderá sin perjuicio de lo establecido en la UNE-EN 12273 para el mercado CE.

02.- El microaglomerado se fabricará en mezcladoras móviles autopropulsadas que simultáneamente realizarán la extensión. El equipo dispondrá de los elementos para realizar o facilitar la carga de todos los materiales (áridos, emulsión, agua de envuelta, adiciones, etc.), así como de la capacidad de carga necesaria para realizar aplicaciones en continuo de más de 400 m.

03.- El mezclador será de tipo continuo, y los tanques y tolvas de los distintos materiales deberán tener su salida sincronizada con él, con los tarados y contrastes necesarios para lograr la composición correspondiente a la fórmula de trabajo.

04.- La extensión del microaglomerado se realizará por medio de una caja repartidora o rastra, remolcada sobre la superficie a tratar, generalmente por el equipo que lleva la mezcladora.

05.- Dicha rastra será metálica, de anchura regulable, y deberá estar dotada de dispositivos de cierre laterales y de una maestra final de goma, regulable en altura, la cual deberá ser renovada cuantas veces resulte preciso. También deberá llevar en su interior un dispositivo que reparta uniformemente el microaglomerado ante la maestra.

06.- La instalación deberá permitir fabricar un microaglomerado en frío de acuerdo con la fórmula de trabajo aceptada y las especificaciones de este artículo. Se deberá asegurar la completa homogeneización del material dentro de las tolerancias fijadas.

5.2.- Equipo de compactación

01.- En los casos en que se exija compactación, se utilizarán compactadores de neumáticos, estando prohibido el uso de cualquier elemento de compactación con llanta metálica. Dichos compactadores deberán ser autopropulsados, tener inversores de sentido de marcha de acción suave y estar dotados de dispositivos para la limpieza de los neumáticos durante la compactación.

02.- No deberán llevar faldones de lona de aislamiento térmico por no ser necesarios y para poder observar si se producen adherencias del microaglomerado al neumático, en cuyo caso deberá suspenderse temporalmente la compactación hasta que el material tenga la cohesión suficiente para que no se produzcan dichas adherencias.

6.- EJECUCIÓN

6.1.- Estudio del microaglomerado en frío y obtención de la fórmula de trabajo

01.- La fabricación del microaglomerado no deberá iniciarse hasta que la Dirección de las Obras haya aprobado la correspondiente fórmula de trabajo, que habrá sido estudiada antes en el laboratorio y verificada en el tramo de prueba correspondiente, en el que se deberá alcanzar la macrotextura superficial prescrita.

02.- Dicha fórmula, como mínimo, señalará:

- La granulometría de los áridos combinados, empleando los tamices establecidos en la definición del huso granulométrico en el apartado 4 y, en su caso, los porcentajes de las distintas fracciones a emplear en la mezcla.
- El tipo de emulsión bituminosa.
- La dosificación de emulsión bituminosa, referida a la masa total de los áridos, indicando el porcentaje de ligante residual.
- La dosificación del polvo mineral, referida a la masa total de los áridos.
- Cuando se utilicen otro tipo de adiciones, su tipo y dosificación.

03.- La fórmula de trabajo se diseñará según lo establecido en el PPTP, que salvo justificación en contra cumplirá los criterios de los cuadros 40.62.4 y 40.62.5.

CUADRO 40.62.5 - CRITERIOS DE DOSIFICACIÓN DE LOS MICROAGLOMERADOS

| ENSAYO | CATEGORIA DE TRAFICO | | | |
|--|----------------------|-------|--------|-----------|
| | Pesado | Medio | Ligero | Otros (*) |
| Consistencia (UNE-EN 12274-3) (mm) | 0 a 20 | | | |
| Desgaste (g/m ²) Pérdida a la abrasión por vía húmeda (UNE-EN 12274-5) | ≤350 | ≤450 | ≤550 | ≤650 |
| Cohesión (minutos) Tiempo para alcanzar un par de torsión de 2 Nxm (UNE-EN 12274-4) | ≤30 | | ≤60 | |

(*) Cuando el microaglomerado tenga la finalidad exclusiva de sellar un pavimento.

04.- La fórmula de trabajo del microaglomerado deberá asegurar el cumplimiento de las características de la unidad terminada en lo referente a la macrotextura superficial y, en su caso, a la resistencia al deslizamiento, según lo indicado en el apartado 8.

05.- Podrá mejorarse la adhesividad entre el árido y la emulsión bituminosa mediante activantes o cualquier otro producto sancionado por la experiencia. En tales casos el PPTP o, en su defecto, la Dirección de las Obras establecerá las condiciones que tendrán que cumplir dichas adiciones y los microaglomerados resultantes.

06.- Si la marcha de las obras lo aconseja, la Dirección de las Obras podrá ordenar que se corrija la fórmula de trabajo, justificándolo debidamente con un nuevo estudio y los ensayos oportunos. Se estudiará y aprobará otra fórmula de trabajo en el caso de que varíe la procedencia de alguno de los componentes del microaglomerado en frío.

6.2.- Preparación de la superficie existente

01.- Se comprobará el estado de la superficie sobre la que se vaya a extender el microaglomerado. El PPTP, o en su defecto la Dirección de las Obras, indicará las medidas encaminadas a reparar zonas dañadas, si fuera necesario.

02.- Inmediatamente antes de proceder a la aplicación del microaglomerado se limpiará la superficie a tratar de polvo, suciedad, barro, materias sueltas o perjudiciales. Para ello se utilizarán barredoras mecánicas o aire a presión; en los lugares inaccesibles a estos equipos se podrán emplear escobas de mano. Se cuidará especialmente de limpiar los bordes de la zona a tratar.

03.- El PPTP podrá prever la ejecución de riegos de imprimación o adherencia, según los artículos 40.51 "Riegos de imprimación" y 40.52 "Riegos de adherencia" de este Pliego o de un microfresado, previamente a la extensión del microaglomerado. Su objeto será permitir una correcta adherencia del microaglomerado a la superficie subyacente.

04.- Si la superficie fuera un pavimento bituminoso, se eliminarán los excesos de ligante hidrocarbonado que pudiera haber mediante microfresado, se sellarán las zonas demasiado permeables y se repararán los desperfectos que pudieran impedir una correcta adherencia del microaglomerado.

05.- En el caso de que la superficie existente tuviera una textura fina y lisa, y no fuera posible, o aconsejable, adecuarla mediante un microfresado, para mejorar la adherencia, será preceptiva la aplicación en 2 capas, siendo la capa inferior del tipo MICROF 5.

06.- La Dirección de las Obras podrá autorizar, si lo estima conveniente, la humectación de la superficie a tratar inmediatamente antes de la aplicación del microaglomerado en frío, con la dotación de agua fijada por aquél, repartida de manera uniforme.

6.3.- Aprovechamiento de áridos

01.- Los áridos se suministrarán fraccionados; cada fracción será suficientemente homogénea, y deberá poderse acopiar y manejar sin peligro de segregación, observándose las precauciones que se detallan a continuación.

02.- Cada fracción del árido se acopiará separada de las demás, debiendo evitar intercontaminaciones. Si los acopios se disponen sobre el terreno natural, no se utilizarán los 15 cm inferiores de los mismos. Las cargas del material se colocarán adyacentes, tomando las medidas oportunas para evitar su segregación o contaminación.

03.- Cuando se detecten anomalías en el suministro de los áridos, se acopiarán por separado hasta confirmar su aceptabilidad. Esta misma medida se aplicará cuando se autorice el cambio de procedencia de un árido.

04.- El volumen mínimo de acopio de áridos antes de iniciar la fabricación del microaglomerado vendrá fijado en el PPTP y, salvo justificación en contrario, no deberá ser inferior al 50% del total de la obra o al correspondiente a un mes de trabajo.

05.- En caso de que la Dirección de las Obras lo juzgue necesario, los áridos se humectarán convenientemente

6.4.- Fabricación del microaglomerado

01.- Lo dispuesto en este epígrafe se entenderá sin perjuicio de lo establecido en la UNE-EN 12273 para el mercado CE.

02.- Las proporciones de los componentes serán conformes con la fórmula de trabajo aprobada. La incorporación de los materiales se hará de manera que la envuelta de los áridos por el ligante sea completa y homogénea, mientras el microaglomerado permanezca en la mezcladora.

03.- La mezcla fabricada deberá verter a la caja repartidora de forma continua. El desnivel entre la descarga del mezclador y la superficie deberá regularse, de forma que no se produzcan segregaciones. Toda mezcla heterogénea o que muestre una envuelta defectuosa de los áridos por la emulsión bituminosa, será rechazada.

6.5.- Extensión del microaglomerado

01.- El PPTP, o en su defecto la Dirección de las Obras, establecerá la anchura extendida en cada aplicación.

02.- El avance de los equipos de extensión se hará paralelamente al eje de la vía, con la velocidad conveniente para obtener la dotación prevista y una textura uniforme.

03.- Cuando se extienda el microaglomerado por franjas longitudinales, entre cada dos contiguas deberá establecerse un solape de 10 cm. En el caso de aplicaciones de capa superior, los solapes de la primera y la segunda capa no deberán coincidir para evitar una dotación excesiva. Al finalizar la extensión de cada franja se realizará una junta transversal de trabajo, de forma que quede recta y perpendicular al eje de la vía.

6.6.- Compactación del microaglomerado

01.- Con tráfico Pesado o en zonas de elevadas tensiones o condiciones adversas para la ganancia de cohesión el PPTP o, en su defecto, la Dirección de las Obras podrá prever el empleo de compactadores de neumáticos, una vez rota la emulsión y antes de finalizar el período de curado del material extendido.

02.- La compactación tendrá como finalidad acortar el tiempo de curado, aumentando la cohesión inicial del microaglomerado y permitiendo una apertura más rápida al tráfico.

03.- Deberá prestarse especial atención al momento de iniciar la compactación, de manera que no se produzca la adherencia de parte del tratamiento, por baja cohesión, a la superficie del neumático. Tampoco deberá retrasarse tanto que el material tenga un grado de cohesión tal que el compactador no aporte mejora alguna.

04.- El compactador deberá trabajar por franjas sobre el microaglomerado extendido con cada carga del equipo de fabricación y extensión. Se deberá empezar por el extremo inicial del extendido y compactar longitudinalmente por un borde con una o dos ruedas como máximo, observando si se produce la adherencia del material al neumático del compactador y continuando o suspendiendo temporalmente la compactación, según el comportamiento observado.

7.- TRAMO DE PRUEBAS

01.- Antes de iniciarse la puesta en obra del microaglomerado será preceptiva la realización del correspondiente tramo de prueba, para comprobar la fórmula de trabajo y la forma de actuación del equipo.

02.- El tramo de prueba tendrá una longitud no inferior a la definida en el PPTP. La Dirección de las Obras determinará si es aceptable su realización como parte integrante de la obra en construcción.

03.- Se comprobará expresamente la macrotextura superficial obtenida, mediante el método volumétrico (UNE-EN 13036-1), que deberá cumplir los valores establecidos en el apartado 8.

04.- A la vista de los resultados obtenidos, la Dirección de las Obras definirá:

- Si es aceptable o no la fórmula de trabajo. En el primer caso se podrá iniciar la fabricación del microaglomerado en frío. En el segundo, deberá proponer las actuaciones a seguir (estudio de una nueva fórmula, corrección parcial de la ensayada, etc.).
- Si son aceptables o no los equipos propuestos por la empresa Contratista. En el primer caso, definirá su forma específica de actuación. En el segundo caso, la empresa Contratista deberá proponer nuevos equipos, o incorporar equipos suplementarios.

05.- No se podrá proceder a la producción sin que la Dirección de las Obras haya autorizado el inicio, en las condiciones aceptadas después del tramo de prueba.

8.- ESPECIFICACIÓN DE LA UNIDAD TERMINADA

01.- La superficie de la capa deberá presentar una textura uniforme y exenta de segregaciones.

02.- La macrotextura superficial, según la UNE-EN 13036-1, y, si lo exige el PPTP o la Dirección de las obras, la resistencia al deslizamiento según el ensayo del péndulo (UNE-EN 13036-4), salvo justificación en contrario, no deberán ser inferiores a los valores indicados en el cuadro 40.62.6.

CUADRO 40.62.6 – MACROTEXTURA SUPERFICIAL (UNE-EN 13036-1) Y RESISTENCIA AL DESLIZAMIENTO (UNE-EN 13036-4) DE LOS DISTINTOS TIPOS DE LECHADAS BITUMINOSAS

| CARACTERÍSTICA | TIPO DE MICROAGLOMERADO | | |
|--|-------------------------|----------|----------|
| | MICROF 11 | MICROF 8 | MICROF 5 |
| MACROTEXTURA SUPERFICIAL (*) Valor mínimo (mm) | 1,2 | 1,0 | 0,7 |
| RESISTENCIA AL DESLIZAMIENTO (**) CRT mínimo (%) | 65 | | 60 |

(*) Medida lo antes posible después de la extensión del microaglomerado y antes de abrir al tráfico.

(**) Medida una vez transcurridos 7 días de la aplicación del microaglomerado en frío.

9.- LIMITACIONES DE LA EJECUCIÓN

01.- La aplicación de microaglomerado en frío se llevará a cabo sólo cuando la temperatura ambiente sea superior o igual a los 10°C, y no exista fundado temor de precipitaciones atmosféricas. Dicho límite se podrá rebajar por la Dirección de las Obras a 5°C, si la temperatura ambiente tiende a aumentar.

02.- No se extenderá microaglomerado en frío cuando se produzcan precipitaciones atmosféricas o existe riesgo de que puedan producirse de forma inmediata.

03.- Se evitará todo tipo de circulación sobre el microaglomerado mientras no haya adquirido la cohesión suficiente para resistir adecuadamente la acción del tráfico.

04.- Cuando se prevea más de 1 capa de microaglomerado en frío se aplicará la última después de haber sometido la anterior a la acción de la circulación durante al menos 1 día, y previo barrido del material desprendido.

10.- CONTROL DE CALIDAD

10.1.- Control de procedencia de los materiales

01.- En el caso de productos que dispongan del marcado CE, de acuerdo con el Reglamento 305/2011, para el control de procedencia de los materiales, se llevará a cabo la verificación de que los valores declarados en los documentos que acompañan al marcado CE cumplan las especificaciones establecidas en este Pliego. Independientemente de la aceptación de la veracidad de las propiedades referidas en el marcado CE, si se detectara alguna anomalía durante el transporte, almacenamiento o manipulación de los productos, la Dirección de las Obras, en el uso de sus atribuciones, podrá disponer en cualquier momento la realización de comprobaciones y ensayos sobre los materiales suministrados a la obra, al objeto de asegurar las propiedades y la calidad establecidas en este artículo.

02.- En el caso de productos que no tengan la obligación de disponer de marcado CE por no estar incluidos en normas armonizadas, o corresponder con alguna de las excepciones establecidas en el artículo 5 del Reglamento, se deberán llevar a cabo obligatoriamente los ensayos para el control de procedencia que se indican en los epígrafes siguientes.

10.1.1 Control de procedencia de la emulsión bituminosa

01.- La emulsión bituminosa deberá cumplir las especificaciones establecidas en el artículo 25.13 de este Pliego.

10.1.2 Control de procedencia de los áridos

01.- Los áridos deberán disponer del marcado CE con un sistema de evaluación de la conformidad 2+, salvo en el caso de los áridos fabricados en el propio lugar de construcción para su incorporación en la correspondiente obra (artículo 5.b del Reglamento 305/2011).

02.- En el primer caso, el control de procedencia se podrá llevar a cabo mediante la verificación de que los valores declarados en los documentos que acompañan al marcado CE permiten deducir el cumplimiento de las especificaciones establecidas en este Pliego, sin perjuicio de las facultades que corresponden a la Dirección de las Obras.

03.- En el caso de los áridos fabricados en el propio lugar de construcción para su incorporación en la correspondiente obra, de cada procedencia del árido, y para cualquier volumen de producción previsto, se tomarán 4 muestras, según la UNE-EN 932-1, y de cada fracción de ellas se determinará:

- El coeficiente de Los Ángeles, según la UNE-EN 1097-2.
- El coeficiente de pulimento acelerado, según la UNE-EN 1097-8.
- El índice de lajas del árido grueso, según la UNE-EN 933-3.
- La proporción de caras de fractura del árido grueso, según la UNE-EN 933-5.
- La densidad relativa y absorción del árido grueso y del árido fino, según la UNE-EN 1097-6.
- La granulometría de cada fracción, según la UNE-EN 933-1.

- El equivalente de arena (SE₄), según el Anexo A de la UNE-EN 933-8, y en su caso, el índice de azul de metileno (MBF), según el Anexo A de la UNE-EN 933-9.

04.- Estos ensayos se repetirán durante el suministro siempre que se produzca un cambio de procedencia, no pudiéndose utilizar el material hasta contar con los resultados de ensayo y la aprobación del Director de las Obras.

10.1.3 Control de procedencia del polvo mineral de aportación

01.- Si el polvo mineral a emplear dispone de marcado CE, el control de procedencia se podrá llevar a cabo mediante la verificación documental de que los valores declarados en la información que acompaña al marcado CE permitan deducir el cumplimiento de las especificaciones establecidas en este Pliego.

02.- En el supuesto de no cumplirse las condiciones indicadas en el párrafo anterior, de cada procedencia del polvo mineral de aportación, y para cualquier volumen de producción previsto, se tomarán 4 muestras y con ellas se determinará la densidad aparente, según el

10.2.- Control de calidad de los materiales

10.2.1 Control de calidad de la emulsión bituminosa

01.- La emulsión bituminosa deberá cumplir las especificaciones establecidas en el artículo 25.13 de este Pliego.

10.2.2 Control de calidad de los áridos

01.- Se examinará la descarga en el acopio desechando los materiales que a simple vista presenten materias extrañas o tamaños superiores al máximo aceptado en la fórmula de trabajo. Se acopiarán aparte aquéllos que presenten alguna anomalía de aspecto, tal como distinta coloración, segregación, lajas, plasticidad, etc., hasta la decisión de su aceptación o rechazo. Se vigilará la altura de los acopios y el estado de sus elementos separadores y de los accesos.

02.- Para los áridos que tengan marcado CE, la comprobación de las siguientes propiedades podrá llevarse a cabo mediante la verificación de los valores declarados en los documentos que acompañan al marcado CE. No obstante, el PPTP o la Dirección de las Obras, podrá disponer la realización de las comprobaciones o ensayos adicionales que considere oportunos.

03.- En los materiales que no tengan marcado CE se deberán hacer obligatoriamente las siguientes comprobaciones.

04.- Por cada 70 t, o fracción, de árido combinado, se tomarán muestras según la UNE-EN 932-1 y se realizarán los siguientes ensayos:

- Un análisis granulométrico, según la UNE-EN 933-1.
- Dos equivalentes de arena (SE₄), según el Anexo A de la UNE-EN 933-8.

05.- Con independencia de lo anteriormente establecido y cuando la Dirección de las Obras lo estime conveniente, se llevarán a cabo las series de ensayos que considere necesarios para la comprobación de las demás características reseñadas en este Pliego.

06.- Las tolerancias admisibles, en más o en menos, respecto de la granulometría de la fórmula de trabajo serán las siguientes, referidas a la masa total de áridos (incluido el polvo mineral):

- Tamices superiores al 2 mm de la UNE-EN 933-2: $\pm 4 \%$.
- Tamices comprendidos entre el 2 mm y el 0,063 mm de la UNE-EN 933-2: $\pm 3 \%$.
- Tamiz 0,063 mm de la UNE-EN 933-2: $\pm 1 \%$.

10.2.3 Control de calidad del polvo mineral de aportación

01.- Sobre cada partida que se reciba se realizará el ensayo de densidad aparente según el Anexo A de la UNE-EN 1097-3. Si el polvo mineral de aportación dispone de marcado CE, esta comprobación podrá llevarse a cabo mediante la verificación documental de los valores declarados. No obstante, el PPTP o la Dirección de las Obras, en el uso de sus atribuciones, podrá disponer en cualquier momento la realización de comprobaciones o ensayos, si lo considera oportuno, al objeto de asegurar las propiedades y la calidad establecidas en este artículo.

10.3.- Control de ejecución

01.- Se considerará como lote de microaglomerado, que se aceptará o rechazará en bloque, al correspondiente a 4 cargas consecutivas de la mezcladora móvil o a la producción diaria si es menor.

02.- La dotación de microaglomerado en frío se comprobará diariamente mediante la UNE-EN 12274-6, dividiendo la masa total de mezcla fabricada y extendida, por la superficie realmente tratada, medida sobre el terreno. La masa total de mezcla se calculará por diferencia de masa de la mezcladora antes y después de la extensión, y descontando de este valor, el agua total contenida, determinada por ensayos de control en laboratorio. Para ello deberá disponerse de una báscula contrastada.

03.- De cada lote se tomarán al menos 4 muestras, elegidas de manera que 2 de ellas correspondan a una misma carga. Sobre estas muestras, tomadas de acuerdo con la UNE-EN 12274-1 a la salida del canal que alimenta la caja repartidora, se obtendrá el contenido medio de betún residual mediante ensayos de extracción, según la UNE-EN 12274-2.

La tolerancia admisible del valor medio de los ensayos de extracción correspondientes a un mismo lote respecto de la dosificación de betún residual de la fórmula de trabajo, expresada en masa respecto del total de áridos (incluido el polvo mineral), será del $\pm 0,5 \%$ sin ser en ningún caso inferior al mínimo especificado en el cuadro 40.62.4, según el tipo de microaglomerado de que se trate.

10.4.- Control de recepción de la unidad terminada

01.- Se realizarán los ensayos siguientes, que deberán cumplir lo establecido en el cuadro 40.62.6:

- Medida de la macrotextura superficial, según la UNE-EN 13036-1, inmediatamente después de la extensión del microaglomerado en frío y de que haya roto la emulsión y antes de abrir al tráfico, en 3 puntos del lote aleatoriamente elegidos y distribuidos a lo largo de la longitud total del mismo.
- Determinación de la resistencia al deslizamiento, según la UNE-EN 13036-4, una vez transcurridos 7 días desde la extensión del microaglomerado en frío.

11.- CRITERIOS DE ACEPTACIÓN O RECHAZO

11.1.- Dotación

01.- La dotación media de microaglomerado en frío no deberá diferir de la prevista en el PPTP.

02.- Si la dotación media de microaglomerado en frío obtenida es inferior a la prevista en el PPTP, se procederá de la siguiente manera:

- Si la dotación media de microaglomerado en frío obtenida es inferior al 90% de la especificada, se levantará la capa de microaglomerado en frío correspondiente al lote controlado mediante fresado y se repondrá por cuenta de la empresa Contratista.
- Si la dotación media de microaglomerado en frío obtenida no es inferior al 90% de la especificada, se aplicará una penalización económica del 10% a la capa de microaglomerado en frío correspondiente al lote controlado.

03.- La dotación media de ligante residual no deberá diferir de la prevista en la fórmula de trabajo en más de un 0,5%. Si fuera inferior se procederá de la siguiente manera:

- Si la diferencia entre la dotación media de ligante residual y la prevista en la fórmula de trabajo no es superior a un 1%, se aplicará una penalización económica del 10% a la capa correspondiente al lote controlado.
- Si la dotación media de ligante es inferior a la prevista en la fórmula de trabajo en más de un 1%, a juicio de la Dirección de las Obras se podrá: o bien demoler, mediante fresado, la capa correspondiente al lote controlado y reponerla, o bien colocar una nueva capa de microaglomerado con todo el espesor inicialmente previsto, sobre la inicialmente construida, que cumpla lo prescrito en el Proyecto. En todos los casos las actuaciones que se realicen serán por cuenta de la empresa Contratista.
- Si la dotación media de ligante excede de la prevista en la fórmula de trabajo en más de un 1%, se demolerá mediante fresado, la capa correspondiente al lote controlado, y se repondrá, todo ello por cuenta de la empresa Contratista.

04.- Además, no se admitirá que más de 1 individuo de la muestra ensayada presente un resultado que difiera en más de un 1%. De no cumplirse esta condición se dividirá el lote en 2 partes iguales y se tomarán muestras de cada uno de ellos, aplicándose los criterios descritos en este epígrafe.

11.2.- Macrotextura superficial y resistencia al deslizamiento

01.- El resultado medio del ensayo de la medida de la macrotextura superficial, según la UNE-EN 13036-1, no deberá ser inferior al valor previsto en el cuadro 40.62.6. No más de 1 individuo de la muestra ensayada podrá presentar un resultado individual inferior a dicho valor en más del 25% del mismo. De no cumplirse esta condición se dividirá el lote en 2 partes iguales y se tomarán muestras de cada uno de ellos, aplicándose los criterios descritos en este epígrafe.

02.- Si el resultado medio del ensayo de la medida de la macrotextura superficial resulta inferior al valor previsto en el cuadro 40.62.6, se procederá de la siguiente manera:

- Si el resultado medio del ensayo de la medida de la macrotextura superficial resulta inferior al 90% del valor previsto en el cuadro 40.62.6, se levantará la capa de

microaglomerado en frío correspondiente al lote controlado mediante fresado y se repondrá por cuenta de la empresa Contratista.

- Si el resultado medio del ensayo de la medida de la macrotextura superficial resulta superior al 90% del valor previsto en la tabla 40.62.6, se aplicará una penalización económica del 10%.

03.- El resultado medio del ensayo de la determinación de la resistencia al deslizamiento, según la UNE-EN 13036-4, no deberá ser inferior al valor previsto en el cuadro 40.62.6. No más de un 5% de la longitud total ensayada podrá presentar un resultado individual inferior a dicho valor en más de 5 unidades. De no cumplirse esta condición se dividirá el lote en 2 partes iguales y se tomarán muestras de cada uno de ellos, aplicándose los criterios descritos en este epígrafe.

04.- Si el resultado medio del ensayo de determinación de la resistencia al deslizamiento resulta inferior al valor previsto en el cuadro 40.62.6, se procederá de la siguiente manera:

- Si el resultado medio del ensayo de determinación de la resistencia al deslizamiento resulta inferior al 90% del valor previsto en el cuadro 40.62.6, se levantará la capa de microaglomerado en frío correspondiente al lote controlado mediante fresado y se repondrá por cuenta de la empresa Contratista, o se colocará una nueva capa de microaglomerado con todo el espesor inicialmente previsto.
- Si el resultado medio del ensayo de determinación de la resistencia al deslizamiento resulta superior al 90% del valor previsto en el cuadro 40.62.6, se aplicará una penalización económica del 10%.

12.- MEDICIÓN Y ABONO

01.- Si el PPTP previera riegos de adherencia, éstos se abonarán según lo previsto para ellos en el artículo 40.52 "Riegos de adherencia" de este Pliego.

02.- La fabricación y extensión del microaglomerado se abonará por metros cuadrados de la superficie realmente tratada, medida sobre el terreno con arreglo a la sección-tipo de los Planos, con la fijación de unos umbrales de dotaciones, exceptuando el agua total, de acuerdo con lo indicado en este artículo. El PPTP podrá establecer, alternativamente, el abono por toneladas obtenidas como producto de la superficie tratada por la dotación media deducida de los ensayos de control, exceptuando el agua de amasado. Este abono incluirá el de la preparación de la superficie existente y el eventual del polvo mineral de aportación.

03.- La emulsión bituminosa empleada en lechadas bituminosas se abonará por toneladas, deducidas aplicando a la medición del microaglomerado abonable la dotación media de emulsión obtenida en los ensayos de control. Este abono incluirá el eventual de las adiciones.

ARTÍCULO 40.73.- PAVIMENTO CON RESINAS

1.- DEFINICIÓN

01.- Se define como pavimento con resinas a aquel formado por materiales que se fabrican con resinas. Se utilizan para diferenciar carriles o zonas con tráfico especial, conseguir efectos estéticos a partir del color o mejorar la adherencia del pavimento.

02.- Los pavimentos con resinas pueden contar con una o varias de las siguientes capas: capa inferior de sellado, imprimación o adherencia al soporte; capa intermedia o última de regularización, acondicionamiento de la superficie o rodadura; y capa adicional de terminación. alguna de estas capas puede tener una o varias manos.

03.- Los materiales de las distintas capas pueden ser morteros con resina, tratamientos superficiales con árido fino y resina, o riegos de resina o de emulsión de resina con polvo mineral (pinturas).

04.- El número y tipo de cada una de las capas dependerá del tipo y estado del soporte sobre el que se apliquen, de las condiciones de uso del pavimento, del sistema propuesto por el fabricante y del tipo de componentes y resinas utilizados, considerando la compatibilidad química entre ellos. En su conjunto el espesor del pavimento es generalmente inferior a 5 mm para viales con tráfico de automóviles y a 3 mm para carriles bici.

05.- El material para la capa de terminación o de rodadura se suele colorear mediante pigmentos añadidos a la resina o utilizando áridos de color o coloreados. Aunque la capa de terminación vaya coloreada puede ser necesario dar color también a la capa inferior. En algunas aplicaciones pueden utilizarse resinas incoloras para conseguir un material en el que sean visibles los áridos de la capa de rodadura.

06.- Los pavimentos con resinas pueden aplicarse sobre superficies asfálticas, de hormigón o metálicas. Estas superficies pueden ser de nueva construcción o ya sometidas a uso. En este último caso deberán encontrarse en buen estado sin deterioros estructurales o funcionales aparentes. Si se aplican en pavimentos bituminosos nuevos es conveniente que se hayan circulado durante una semana antes de aplicar el tratamiento para facilitar su curado y cierre por el tráfico. Cuando se aplican sobre superficies de hormigón el tiempo mínimo de espera es de cuatro semanas.

07.- Los pavimentos con resinas no se deben aplicar directamente sobre superficies porosas como mezclas drenantes, hormigón permeable o mezclas tipo BBTM 11B. Sobre este tipo de superficies debe hacerse un tratamiento previo, más económico, que cierre los huecos.

08.- El procedimiento de aplicación de estos sistemas puede variar según los componentes, por lo que deben seguirse las instrucciones del fabricante de los productos y el aplicador debe demostrar su conocimiento del sistema y experiencia en su aplicación.

09.- Su ejecución incluye las siguientes operaciones:

- Estudio de los morteros, tratamientos superficiales o riegos y obtención de las fórmulas de trabajo.
- Preparación de la superficie que va a recibir el pavimento.
- Fabricación, en su caso, de los morteros, tratamientos superficiales o riegos.

- Extensión de los morteros, tratamientos superficiales o riegos según las recomendaciones de del fabricante.
- Período de secado de cada una de las capas o manos.

2.- MATERIALES

2.1.- Consideraciones generales

01.- Lo dispuesto en este artículo se entenderá sin perjuicio de lo establecido en el Reglamento 305/2011 de 9 de marzo de 2011, del Parlamento Europeo y del Consejo, por el que se establecen las condiciones armonizadas para la comercialización de productos de construcción. Para los productos con marcado CE, el fabricante asumirá la responsabilidad sobre la conformidad de los mismos con las prestaciones declaradas, de acuerdo con el artículo 11 del mencionado Reglamento. Los productos que tengan el marcado CE deberán ir acompañados, además de dicho marcado, de la Declaración de Prestaciones, y de las instrucciones e información de seguridad del producto. Por su parte, la empresa Contratista deberá verificar que los valores declarados en los documentos que acompañan al marcado CE permitan deducir el cumplimiento de las especificaciones contempladas en el Proyecto o, en su defecto, en este Pliego, debiendo adoptar, en el caso de que existan indicios de incumplimiento de las especificaciones declaradas, todas aquellas medidas que considere oportunas para garantizar la idoneidad del producto suministrado a la obra.

02.- Independientemente de lo anterior, se estará además en todo caso, a lo dispuesto en la legislación vigente en materia ambiental, de seguridad y salud, de producción, almacenamiento, gestión y transporte de productos de la construcción, de residuos de construcción y demolición, y de suelos contaminados.

03.- La empresa contratista deberá aplicar las fichas técnicas de los productos para que pueda determinarse si el procedimiento que va a seguir de fabricación o colocación es el recomendado por el fabricante.

04.- En aquellos casos de que los materiales que constituyen el pavimento con resina contengan algún elemento potencialmente peligroso para el medio ambiente se deberá aportar, junto a las fichas de seguridad, documentación acreditativa de que no se afectará al suelo o las aguas del entorno.

05.- La empresa contratista deberá presentar, previamente, una muestra de referencia de pequeño tamaño (no inferior a 0,3x0,3 m²) del pavimento propuesto para mostrar la apariencia superficial y la estética aproximada. Esta muestra se tomará luego de referencia para el control de calidad del pavimento.

2.2.- Resina

01.- El tipo de resina a emplear vendrá fijado por el PPTP en función de la categoría de tráfico y de la función de la vía, y, salvo justificación en contrario, deberá estar incluido entre los que aparecen en el cuadro 40.73.1

CUADRO 40.73.1

| CAPA | CATEGORIA DE TRAFICO | |
|--|---|-----------------------------------|
| | Pesado, Medio y Ligero | Vías ciclistas o áreas peatonales |
| INFERIOR (imprimación, sellado, adherencia) | Acrílica sobre asfalto, Epoxy sobre hormigón y apoyo metálico | |
| INTERMEDIA/ RODADURA (acondicionamiento, regularización, rodadura) | Acrílico-epoxy o Poliuretano | Acrílica o Acrílico-epoxy |
| TERMINACIÓN ADICIONAL | Acrílica o Acrílico-epoxy | |

02.- Las resinas que se utilicen podrán ser mono o bicomponente. La empresa contratista deberá declarar las propiedades físicas y mecánicas de la resina.

2.3.- Emulsión de Resina

01.- El productor de la emulsión deberá declarar los valores del contenido de sólidos, viscosidad Brookfield y tamaño de partículas.

02.- La resina de base o residual de la emulsión deberá cumplir las especificaciones del epígrafe 3.2.

2.4.- Áridos

2.4.1 Características generales

01.- Los áridos podrán ser naturales o artificiales siempre que cumplan las especificaciones recogidas en este artículo.

02.- El PPTP, o en su defecto la Dirección de las Obras, podrá exigir propiedades o especificaciones adicionales cuando se vayan a emplear áridos cuya naturaleza o procedencia así lo requiera.

03.- Los morteros con resinas se fabricarán con árido fino, los tratamientos superficiales con árido fino y los riegos podrán incluir cargas minerales constituidas por polvo mineral.

2.4.2 Árido fino

01.- Se define como árido fino a la parte del conjunto de fracciones granulométricas cernida por el tamiz 2 mm, de la UNE-EN 933-2, y retenida por el tamiz 0,063 mm, de la UNE-EN 933-2.

02.- El árido fino deberá proceder de la trituración de piedra de cantera o grava natural en su totalidad.

03.- El equivalente de arena del árido fino, según la UNE-EN 933-8, será superior a 60 (SE(10)).

04.- El material que se triture para obtener árido fino deberá tener un coeficiente de Los Ángeles de categoría LA25 o inferior.

05.- El árido fino deberá estar exento de terrones de arcilla, materia vegetal, marga u otras materias extrañas.

06.- Los áridos finos podrán tener un tratamiento de color.

2.4.3 Polvo mineral

01.- Se define como polvo mineral a la parte del árido cernida por el tamiz 0,063 mm de acuerdo con la UNE-EN 933-1.

02.- El polvo mineral podrá proceder del mismo árido fino que se utilice o ser de aportación (producto comercial o especialmente preparado). También se podrán utilizar mezclas de polvos minerales naturales con otros de aportación.

03.- Las proporciones y características de esta aportación se fijarán en la fórmula de trabajo del material con resina, de acuerdo con lo establecido en el PPTP o, en su defecto, por la Dirección de las Obras.

04.- La densidad aparente del polvo mineral, según el Anexo A de la UNE-EN 1097-3, deberá estar comprendida entre 0,5 y 1,1 g/cm³.

2.5.- Aditivos

01.- Se considerarán como aditivos todos aquellos productos que se puedan incorporar a la emulsión sintética para mejorar la fabricación y puesta en obra del material, sus características mecánicas o sus prestaciones en servicio. Se puede considerar el empleo de aditivos para regular la rotura de la emulsión, mejorar la trabajabilidad de la mezcla o mejorar la resistencia mecánica.

02.- El PPTP o, en su defecto, la Dirección de las Obras en el uso de sus atribuciones, aprobará los aditivos que pueden utilizarse (a excepción del aditivo para el control de la rotura de la emulsión, que queda excluido de esta aprobación), estableciendo las especificaciones que tendrán que cumplir, tanto el aditivo como el material resultante. La fórmula de trabajo deberá explicitar la naturaleza y contenido de aditivo y las características que se pretenden mejorar.

2.6.- Pigmentos

01.- El pigmento a incorporar será función del color que se quiera conseguir y de la naturaleza y color natural del árido que se vaya a utilizar.

02.- La dotación de pigmento debe ser superior al 5% sobre masa de resina, a menos que se justifique una durabilidad adecuada con dotaciones inferiores.

2.7.- Agua

01.- El agua que se emplee deberá cumplir las prescripciones de la vigente Instrucción de Hormigón Estructural.

3.- TIPO, COMPOSICIÓN Y DOTACIÓN DE LOS MATERIALES

01.- El PPTP fijará el tipo, la composición, la dotación media y mínima (excluida el agua total en su caso) del mortero, tratamiento superficial o riego con resina y el número de capas de su aplicación, que deberán cumplir lo especificado en el cuadro 40.73.2. En su defecto, deberán ser propuestas por la empresa adjudicataria y aceptadas por la Dirección de Obra.

CUADRO 40.73.2 -DOTACIÓN DE LOS MATERIALES CON RESINA

| DOTACION MEDIA (kg/m ²) | TIPO DE MATERIAL | | |
|--|---|---|--------------------------|
| | SELLADO, IMPRIMACIÓN O ADHERENCIA | REGULARIZACIÓN, ACONDICIONAMIENTO, RODADURA | TERMINACIÓN ADICIONAL |
| Tráfico Pesado, Medio y Liger | 0,50 -2,50 | 1,00-2,00 (Manual) 3,00-8,00 (Pavimentadora) | 0,15-1,00 |
| Vías ciclistas o áreas peatonales | 0,20 -2,50 | | |

* Incluidas las tolerancias y, si son necesarias, las correcciones por peso específico de los áridos

** Se tendrán en cuenta las recomendaciones específicas aportadas por el suministrador del material

4.- EQUIPO NECESARIO PARA LA EJECUCIÓN DE LAS OBRAS

01.- La fabricación de las distintas unidades que compongan el pavimento con resina se podrá realizar en obra o en fábrica, suministrando en este último caso el producto preparado.

02.- Si se fabrica en obra, se deberá disponer de depósitos y batidoras de capacidad suficiente para fabricar el material en el tiempo necesario, a juicio de la Dirección de las Obras. Si se trabaja con material prefabricado se dispondrá de equipos adecuados de homogeneización.

03.- El extendido de los morteros de resina se podrá llevar a cabo de manera manual mediante bidones y rastras de goma, con llanas dentadas en casos puntuales, o mediante mezcladoras-extendedoras móviles autopropulsadas provistas de elementos para facilitar la carga y mezclado de todos los materiales y una rastra de goma que permitan la extensión en continuo, sin paradas, de más de 300 m de calzada.

04.- Los riegos de resina se extenderán mediante pulverizadores convencionales o sin aire, manuales o autopulsados.

05.- En zonas de difícil acceso se podrá recurrir al empleo de rodillos, o brochas.

06.- Se dispondrá de los equipos necesarios para la limpieza de la superficie de apoyo y la retirada de materiales sobrantes durante las obras, como barredoras y aspiradoras.

07.- Cuando el pavimento se coloca sobre firmes en servicio, para la preparación previa de los mismos será necesario contar con hidro-limpiadoras de agua a presión, así como lijadoras de pavimentos con discos de diamante de distinto tamaño o lijas de varios granos para un adecuado tratamiento mecánico. Puntualmente podrá ser necesario el empleo de herramientas manuales de corte, tipo amoladora o radial, así como máquinas de corte por agua.

08.- El número y tipo de equipos deberá ser el necesario para ejecutar la obra según las condiciones definidas en el PPTP de la obra. La condición y eficacia de los equipos se demostrará en el tramo de pruebas y deberán ser aprobados por la Dirección de las Obras.

5.- EJECUCIÓN

5.1.- Estudio del mortero o tratamiento superficial de resina y obtención de la fórmula de trabajo

01.- La fabricación del mortero o tratamiento superficial de resina no deberá iniciarse hasta que la Dirección de las Obras haya aprobado la correspondiente fórmula de trabajo, que habrá sido estudiada antes en el laboratorio y verificada en el tramo de prueba correspondiente, en el que se deberá alcanzar la macrotextura superficial prescrita.

02.- La fórmula de trabajo, como mínimo, señalará:

- En su caso, la granulometría de los áridos a emplear en el mortero o tratamiento superficial.
- El tipo de resina o emulsión de resina.
- En su caso, la dosificación de emulsión de resina, referida a la masa total de los áridos.
- En su caso, la dosificación del polvo mineral, referida a la masa total de los áridos.
- Las dotaciones de mortero de resina, tratamiento superficial o riego por metro cuadrado de superficie.
- Cuando se utilicen adiciones, su tipo, dosificación y objeto.
- La dotación de pigmento, si lo hubiera.

03.- El fabricante de los productos que componen el pavimento deberá declarar los valores de abrasión máxima Taber (UNE 48250) en seco y en húmedo, que deberán cumplir los requisitos del cuadro 40.73.3 según el tipo de pavimento.

CUADRO 40.73-3.- ABRASIONES MÁXIMAS

| ABRASIÓN TABER (g) | | |
|-------------------------|------|--------|
| PAVIMENTO (TERMINACIÓN) | SECO | HÚMEDO |
| RESINA ACRÍLICA | 0,2 | 2,0 |
| RESINA ACRÍLICO-EPOXY | 0,2 | 1,0 |
| RESINA DE POLIURETANO | 0,2 | 1,0 |
| RESINA EPOXY | 0,2 | 0,2 |

5.2.- Preparación de la superficie existente

01.- Se procederá previamente al replanteo de las dimensiones del pavimento de acuerdo con el proyecto, teniendo en cuenta la posición de elementos de mobiliario urbano, recogida de aguas, etc.

02.- La superficie sobre la que se coloque el pavimento deberá ser resistente, limpia, seca, sin elementos sueltos, regular, relativamente cerrada y exenta de polvo, grasa, exudaciones de betún y de materias extrañas.

03.- Las grietas y fisuras superficiales deberán estar tratadas adecuadamente para evitar la entrada de resina y evitar la presencia de materiales sueltos.

04.- Si existiesen marcas viales por tratarse de un pavimento antiguo, deberán eliminarse antes de aplicar el nuevo pavimento con resinas.

05.- El soporte deberá tener la regularidad y pendiente que se exija al pavimento terminado. No presentará resaltes ni irregularidades superiores a 3 mm, medidas con regla de 3 m.

06.- Se comprobará el estado de la superficie sobre la que se vaya a extender el pavimento con resina. El Pliego de PPPTP, o en su defecto la Dirección de las Obras, indicará las medidas encaminadas a reparar zonas dañadas, si fuera necesario.

07.- Inmediatamente antes de proceder a la aplicación del producto se limpiará la superficie a tratar de polvo, suciedad, barro, materias sueltas o perjudiciales. Para ello se utilizarán barredoras mecánicas o aire a presión; en los lugares inaccesibles a estos equipos se podrán emplear escobas de mano. Se cuidará especialmente de limpiar los bordes de la zona a tratar.

5.3.- Ejecución

01.- Las capas que compongan el pavimento con resina se ejecutarán de acuerdo con las instrucciones del fabricante de los productos y los procedimientos aprobados en el tramo de prueba.

02.- No se permitirá la adición de agua a los productos suministrados antes de la ejecución, excepto la necesaria para su homogeneización, siempre dentro de los márgenes indicados por el fabricante en su ficha técnica y con la autorización de la Dirección de las Obras.

03.- Una vez terminada cada capa se observará si hay acumulaciones de resina, zonas heterogéneas o irregulares, en cuyo caso, una vez seco el producto se repasará toda la superficie, lijando o corrigiendo las imperfecciones.

04.- La puesta en servicio de la capa final no se podrá hacer hasta transcurridas 48 h de la terminación. Se ampliará este plazo si se aprecia que no se encuentra totalmente seca o consistente o si el plazo recomendado por el fabricante para la puesta en servicio es superior a las 48 h.

6.- TRAMO DE PRUEBAS

01.- Cuando lo indique el PPTP o la Dirección de las Obras, se ejecutará un tramo de prueba antes de iniciarse la puesta en obra, para comprobar la forma de actuación de los equipos y el pavimento resultante.

02.- El tramo de prueba tendrá una longitud no inferior a la definida en el PPTP y en cualquier caso no inferior a 20 m² en extensiones manuales o 250 m² en extendido con pavimentadora. La Dirección de las Obras determinará si es aceptable su realización como parte integrante de la obra en construcción.

03.- En caso de que el tramo de prueba cumpla con las prescripciones técnicas y requisitos de calidad exigidos, será abonado a la empresa Contratista de acuerdo al apartado "Medición y Abono" del presente Artículo.

04.- A la vista de los resultados obtenidos, la Dirección de las Obras definirá si son aceptables o no los equipos y procedimientos propuestos por la empresa Contratista. En el primer caso,

definirá su forma específica de actuación. En el segundo caso, la empresa Contratista deberá proponer nuevos equipos o incorporar equipos suplementarios.

05.-La Dirección de Obra decidirá también si las fórmulas de trabajo de los distintos materiales son adecuadas. En caso contrario la empresa contratista deberá proponer una nueva fórmula.

06.- No se podrá proceder a la producción sin que la Dirección de las Obras haya autorizado el inicio en las condiciones aceptadas después del tramo de prueba.

7.- ESPECIFICACIÓN DE LA UNIDAD TERMINADA

01.- Dispuestas referencias, niveladas hasta milímetros con arreglo a los Planos, en el eje y bordes de perfiles transversales, cuya distancia no exceda de 10 m, se comparará la superficie acabada con la teórica que pase por dichas referencias. Los bordes de la superficie acabada no deberán diferir de los teóricos en más de 12 mm.

02.- La superficie de la capa deberá presentar una textura uniforme.

03.- La tonalidad general y el acabado del pavimento deberán ser similares a la de la muestra de referencia.

04.- La macrotextura superficial, según la UNE-EN 13036-1, y la resistencia al deslizamiento según el ensayo del péndulo (UNE-EN 13036-4), no deberán ser inferiores a los valores indicados en el cuadro 40.73.4.

CUADRO 40.73.4 – MACROTEXTURA SUPERFICIAL (UNE-EN 13036-1) Y RESISTENCIA AL DESLIZAMIENTO (UNE-EN 13036-4)

| CARACTERISTICA | TIPO DE TRÁFICO | |
|--|-----------------------|-----------------------------------|
| | Pesado, Medio, Ligero | Vías ciclistas o áreas peatonales |
| MACROTEXTURA SUPERFICIAL (*) Valor mínimo (mm) | 0,7 | 0,7 |
| RESISTENCIA AL DESLIZAMIENTO (**) Valor mínimo (%) | 65 | 45 |

(*) Medida lo antes posible después de la extensión del pavimento y antes de abrir al tráfico.

(**) Medida una vez transcurridos 7 días de la aplicación del pavimento.

8.- LIMITACIONES DE LA EJECUCIÓN

01.- La aplicación de los morteros, tratamientos superficiales con resina o riegos se llevará a cabo de acuerdo con las limitaciones dadas por el fabricante y en cualquier caso cuando la temperatura ambiente sea superior o igual a los 10°C, y no exista fundado temor de precipitaciones atmosféricas. Tampoco se podrán aplicar cuando la temperatura ambiente supere los 30 °C.

02.- Las superficies sobre las que se apliquen deben encontrarse limpias, secas y sin presencia de elementos sueltos o contaminantes.

9.- CONTROL DE CALIDAD

9.1.- Control de procedencia de los materiales

01.- En el caso de productos que dispongan del marcado CE, de acuerdo con el Reglamento 305/2011, para el control de procedencia de los materiales, se llevará a cabo la verificación de que los valores declarados en los documentos que acompañan al marcado CE cumplan las especificaciones establecidas en este Pliego. Independientemente de la aceptación de la veracidad de las propiedades referidas en el marcado CE, si se detectara alguna anomalía durante el transporte, almacenamiento o manipulación de los productos, la Dirección de las Obras, en el uso de sus atribuciones, podrá disponer en cualquier momento la realización de comprobaciones y ensayos sobre los materiales suministrados a la obra, al objeto de asegurar las propiedades y la calidad establecidas en este artículo.

02.- En el caso de productos que no tengan la obligación de disponer de marcado CE por no estar incluidos en normas armonizadas, no disponer de una Evaluación Técnica Europea o corresponder con alguna de las excepciones establecidas en el artículo 5 del Reglamento, se deberán llevar a cabo obligatoriamente los ensayos para el control de procedencia de las características declaradas por el fabricante o requeridas por el PPTP o por los artículos 26.31 o 26.32 de este Pliego.

03.- Los ensayos se repetirán durante el suministro siempre que se produzca un cambio de procedencia, no pudiéndose utilizar el material hasta contar con los resultados de ensayo y la aprobación del Director de las Obras.

9.2.- Control de calidad de los materiales

9.2.1 Control de calidad de la resina o emulsión de resina

01.- El control de calidad de las resinas se llevará a cabo de acuerdo con lo establecido en los artículos 26.31 o 26.32 de este Pliego.

02.- El control de calidad de las emulsiones de resina se hará mediante verificación documental de las características reseñadas en el albarán y en el marcado CE de la remesa corresponden a las especificadas en el proyecto. Se controlará también el suministro mediante inspección visual. Si la emulsión sintética no cuenta con marcado CE, la Dirección de Obra deberá ordenar que se comprueben mediante ensayos las características requeridas en este artículo. En este caso, de cada lote se realizará un muestreo de un 5% del material.

03.- Los resultados obtenidos en las resinas o emulsiones de resina cumplirán con las especificaciones establecidas anteriormente. En otro caso se estará a lo que disponga la Dirección de las Obras, quien podrá rechazar los materiales inadecuados.

04.- Se comprobará que las resinas o emulsiones de resina se almacenan en sus envases originales, herméticamente cerrados, en lugares secos y protegidos de la acción directa del sol, a temperaturas entre 10 y 30°C.

9.2.2 Control de calidad de los áridos

01.- Se examinará la descarga en el acopio desechando los materiales que a simple vista presenten materias extrañas o tamaños superiores al máximo aceptado en la fórmula de trabajo. Se acopiarán aparte aquéllos que presenten alguna anomalía de aspecto, tal como distinta coloración, segregación, lajas, plasticidad, etc., hasta la decisión de su aceptación o

rechazo. Se vigilará la altura de los acopios y el estado de sus elementos separadores y de los accesos.

02.- Para los áridos que tengan marcado CE, la comprobación de las siguientes propiedades podrá llevarse a cabo mediante la verificación de los valores declarados en los documentos que acompañan al marcado CE. No obstante, el PPTP o la Dirección de las Obras, podrá disponer la realización de las comprobaciones o ensayos adicionales que considere oportunos.

03.- En los materiales que no tengan marcado CE se deberán hacer las siguientes comprobaciones.

- Un análisis granulométrico, según la UNE-EN 933-1.
- Dos equivalentes de arena (SE(10)), según la UNE-EN 933-8.

04.- Con independencia de lo anteriormente establecido y cuando la Dirección de las Obras lo estime conveniente, se llevarán a cabo las series de ensayos que considere necesarios para la comprobación de las demás características reseñadas en este Pliego.

05.- Las tolerancias admisibles, en más o en menos, respecto de la granulometría de la fórmula de trabajo serán las siguientes, referidas a la masa total de áridos (incluido el polvo mineral):

- Tamices comprendidos entre el 2 mm y el 0,063 mm de la UNE-EN 933-2: $\pm 3 \%$.
- Tamiz 0,063 mm de la UNE-EN 933-2: $\pm 1 \%$.

9.2.3 Control de calidad del polvo mineral de aportación

01.- Sobre cada partida que se reciba se realizará el ensayo de densidad aparente según el Anexo A de la UNE-EN 1097-3. Si el polvo mineral de aportación dispone de marcado CE, esta comprobación podrá llevarse a cabo mediante la verificación documental de los valores declarados. No obstante, el PPTP o la Dirección de las Obras, en el uso de sus atribuciones, podrá disponer en cualquier momento la realización de comprobaciones o ensayos, si lo considera oportuno, al objeto de asegurar las propiedades y la calidad establecidas en este artículo.

9.3.- Control de ejecución

01.- Se considerará como lote de cada unidad de obra del pavimento con resina, que se aceptará o rechazará en bloque, al correspondiente a 100 m de extendido o a la producción diaria si es menor.

02.- La dotación del material extendido se comprobará mediante la colocación de bandejas para toma de muestras, o por consumos de los componentes, según criterio de la Dirección de las Obras.

03.- La tolerancia admisible del valor medio de las dotaciones de cada lote respecto de la dosificación de la fórmula de trabajo, expresada en masa respecto del total de producto, será del $\pm 5 \%$.

9.4.- Control de recepción de la unidad terminada

01.- La capa terminada deberá tener un aspecto y una textura uniformes, y estar exenta de defectos localizados.

02.- Se realizarán los ensayos siguientes, que deberán cumplir lo establecido en el cuadro 40.73.3:

- Medida de la macrotextura superficial, según la UNE-EN 13036-1, inmediatamente después de la extensión de la última capa del tratamiento, en 3 puntos del lote aleatoriamente elegidos y distribuidos a lo largo de la longitud total del mismo.
- Determinación de la resistencia al deslizamiento, según la UNE-EN 13036-4, una vez transcurridos 7 días desde la terminación del pavimento.

10.- CRITERIOS DE ACEPTACIÓN O RECHAZO

10.1.- Dotación

01.- La dotación media del material de cada capa no deberá diferir de la prevista en el PPTP.

02.- Si la dotación media de material obtenida es inferior a la prevista en el PPTP, se procederá de la siguiente manera:

- Si la dotación media es inferior al 90% de la especificada, se colocará una nueva capa de manera que el total cumpla la dotación prevista, o se levantará la capa mediante fresado y se repondrá por cuenta de la empresa Contratista.
- Si la dotación media no es inferior al 90% de la especificada, se aplicará una penalización económica del 10% a la capa correspondiente al lote controlado.

10.2.- Macrotextura superficial y resistencia al deslizamiento

01.- El resultado medio del ensayo de la medida de la macrotextura superficial, según la UNE-EN 13036-1, no deberá ser inferior al valor previsto en el cuadro 40.73.2. No más de 1 individuo de la muestra ensayada podrá presentar un resultado individual inferior a dicho valor en más del 25% del mismo. De no cumplirse esta condición se dividirá el lote en 2 partes iguales y se tomarán muestras de cada uno de ellos, aplicándose los criterios descritos en este epígrafe.

02.- Si el resultado medio del ensayo de la medida de la macrotextura superficial resulta inferior al valor previsto en el cuadro 40.73.2, se procederá de la siguiente manera:

- Si el resultado medio del ensayo de la medida de la macrotextura superficial resulta inferior al 90% del valor previsto en el cuadro 40.73.2, se colocará una nueva capa de manera que cumpla la especificación, o se levantará la capa mediante fresado y se repondrá por cuenta de la empresa Contratista.
- Si el resultado medio del ensayo de la medida de la macrotextura superficial resulta superior al 90% del valor previsto en la tabla 40.73.2, se aplicará una penalización económica del 10%.

03.- El resultado medio del ensayo de la determinación de la resistencia al deslizamiento, según la UNE-EN 13036-4, no deberá ser inferior al valor previsto en el cuadro 40.73.2. No más de un 5% de la longitud total ensayada podrá presentar un resultado individual inferior a dicho valor en más de 5 unidades. De no cumplirse esta condición se dividirá el lote en 2

partes iguales y se tomarán muestras de cada uno de ellos, aplicándose los criterios descritos en este epígrafe.

04.- Si el resultado medio del ensayo de determinación de la resistencia al deslizamiento resulta inferior al valor previsto en el cuadro 40.73.4, se procederá de la siguiente manera:

- Si el resultado medio del ensayo de determinación de la resistencia al deslizamiento resulta inferior al 90% del valor previsto en el cuadro 40.62.6, se colocará una nueva capa de manera que cumpla la especificación, o se levantará la capa mediante fresado y se repondrá por cuenta de la empresa Contratista.
- Si el resultado medio del ensayo de determinación de la resistencia al deslizamiento resulta superior al 90% del valor previsto en el cuadro 40.73.2, se aplicará una penalización económica del 10%.

11.- MEDICIÓN Y ABONO

01.- La fabricación y extensión del pavimento con resina se abonará por metros cuadrados de la superficie realmente tratada, medida sobre el terreno con arreglo a la sección-tipo de los Planos, con la fijación de unos umbrales de dotaciones, exceptuando el agua total, de acuerdo con lo indicado en este artículo. El PPTP podrá establecer, alternativamente, el abono por toneladas obtenidas como producto de la superficie tratada por la dotación media deducida de los ensayos de control, exceptuando el agua la emulsión o, en su caso, añadida. Este abono incluirá el de la preparación de la superficie existente y el eventual del polvo mineral de aportación.

02.- El abono incluirá todos los componentes utilizados.

Sección 8ª

ADOQUINADOS

ARTÍCULO 40.81.- ADOQUINADOS SOBRE ÁRIDO

1.- DEFINICIÓN

01.- Se define como adoquinado sobre árido el pavimento ejecutado con adoquines colocados sobre una capa de asiento de árido y cuyas juntas se rellenan con una arena de sellado. Los adoquinados pueden disponerse sobre bases granulares o tratadas con cemento (generalmente de hormigón).

02.- Los adoquinados sobre árido podrán ser permeables, los cuales no se emplearán con tráfico de vehículos pesados, lugares con altas cargas de sedimentos, ni zonas donde existan muchos árboles. Las condiciones dispuestas en el presente artículo serán de aplicación para los adoquinados permeables por material. Quedan fuera del objeto del presente artículo los permeables por junta.

03.- La ejecución del adoquinado sobre árido incluye las siguientes operaciones:

- Preparación de la superficie de asiento.
- Preparación o ejecución de los elementos de confinamiento lateral y de drenaje.
- Extensión de la capa de árido de asiento con una determinada granulometría.
- Colocación de los adoquines.
- Apisonado de los adoquines.
- Extensión de la arena de sellado, realización de un segundo apisonado y recebado de juntas.

04.- El dimensionamiento, materiales a emplear y el patrón de colocación se determinarán en función del uso y categoría de tráfico esperable.

2.- NORMATIVA TÉCNICA

01.- Normalización de Elementos Constructivos para Obras de Urbanización del Ayuntamiento de Madrid (NECOU).

02.- Para la pavimentación con adoquines de hormigón será de aplicación, en lo no especificado por este Pliego y la NECOU, la norma UNE 127338 "Propiedades y condiciones de suministro y recepción de los adoquines de hormigón. Complemento Nacional a la UNE-EN 1338" y sus anejos.

3.- MATERIALES

3.1.- Adoquines

01.- Se utilizarán adoquines prefabricados de hormigón o adoquines de piedra natural, debiendo cumplir las condiciones señaladas respectivamente en los artículos 22.33 "Adoquines de hormigón" y 21.13 "Adoquines de piedra natural" de este Pliego.

02.- Se podrán reutilizar adoquines procedentes de la misma obra o de otra, el proyecto establecerá las condiciones que deberán cumplir para su reutilización. Los adoquines estarán limpios y enteros debiendo contar con la aprobación de la dirección de las obras.

3.2.- Árido de asiento

01.- Se empleará para la cama de asiento de los adoquines una capa de árido que deberá proporcionar capacidad de soporte y reparto de las cargas, siendo un elemento esencial para la resistencia del pavimento. El árido suministrado se acompañará de la documentación prevista en el Reglamento 305/2011 del Parlamento Europeo y del Consejo.

02.- El árido se ajustará a una de las granulometrías del cuadro 40.81.1 obtenidas conforme a la norma UNE EN 933-1.

CUADRO 40.81.1 - HUSOS GRANULOMETRICOS ÁRIDO DE ASIENTO. CERNIDO ACUMULADO (% en masa)

| Tamiz (mm) | Huso A (tipo arena) | Huso B (tipo gravillín) |
|------------|---------------------|-------------------------|
| | % Cernido Acumulado | % Cernido Acumulado |
| 8 | 100 | 100 |
| 5,6 | 90-100 | 80-95 |
| 2 | 60-90 | 5-35 |
| 0,5 | 30-70 | 0-2 |
| 0,063 | 0-2 | 0-0,5 |

03.- En adoquinados de hormigón convencionales se utilizará el huso A o el B. Cuando sea de esperar el acceso frecuente de vehículos pesados, o con tráfico canalizado, en el huso A el porcentaje de masa que pasa por el tamiz 0,063 estará en el intervalo 0-0,5%, siendo fundamental un buen drenaje del pavimento.

04.- En adoquinados de piedra y en adoquinados permeables se utilizará el huso B.

05.- El árido será limpio, no contendrá materia orgánica ni material arcilloso y tendrá un porcentaje de humedad inferior al 8% sobre masa de la arena.

06.- El árido será duro y resistente al desgaste. No se podrá utilizar árido calizo. Para un uso de tráfico rodado, la fracción 4/6,3 mm del árido tendrá un coeficiente en el ensayo micro-deval húmedo menor del 25% según la norma UNE-EN 1097-1.

07.- El árido del huso B, y opcionalmente el huso A, procederá de la trituración de roca o grava. La proporción de partículas total y parcialmente trituradas debe ser mayor de 50%, y la proporción de partículas totalmente redondeadas inferior al 10%, determinado según la norma UNE EN 933-5. Presentará un índice de lajas inferior a 25 según la norma UNE-EN 933-3.

08.- El árido no debe contener sustancias que puedan ser perjudiciales para los bloques de hormigón, en su caso, o a elementos o aguas del entorno.

3.3.- Árido de sellado

01.- El árido suministrado se acompañará de la documentación prevista en el Reglamento 305/2011 del Parlamento Europeo y del Consejo.

02.- La arena seca deberá penetrar en la junta rellenándola en toda su profundidad. Será resistente al desgaste debiendo proceder de un material con un coeficiente en el ensayo micro-deval húmedo menor del 25% según la norma UNE-EN 1097-1.

03.- El tamaño máximo del árido no deberá exceder de 1,25 mm y se ajustará a la granulometría de la tabla 40.81.2, obtenida conforme a la norma UNE EN 933-1.

CUADRO 40.81.2 - HUSO GRANULOMETRICO ARENA DE SELLADO. CERNIDO ACUMULADO (% en masa)

| Tamiz (mm) | % Cernido Acumulado |
|------------|---------------------|
| 2 | 100 |
| 1 | 80-100 |
| 0,5 | 50-80 |
| 0,25 | 25-50 |
| 0,125 | 12-25 |
| 0,063 | 4-8 |

04.- Cuando se disponga un árido de asiento del huso B con tráfico rodado, se utilizará un árido en la junta que sea estable con el árido de asiento, u otra solución que lo garantice.

3.4.- Geotextil

01.- Se podrán utilizar geotextiles sobre las bases permeables que estabilicen el material permitiendo el paso del agua, conforme a las características del cuadro 40.81.3.

CUADRO 40.81.3 - CARACTERÍSTICAS PARA GEOTEXTIL DE TEJIDO FILTRANTE EN FIRMES PERMEABLES

| | |
|---|------------------------|
| Masa según UNE-EN ISO 9864 | ≥ 160 g/m ² |
| Punzonamiento estático (CBR) según UNE-EN ISO 12236 | ≥ 2 KN |
| Abertura característica según UNE-EN ISO 12956 | ≥ 150 μm |
| Permeabilidad vertical según UNE-EN ISO 11058 | ≥ 130 mm/s |
| Alargamiento a carga máxima en ambas direcciones según UNE-EN ISO 10319 | ≤ 55% |

4.- EQUIPOS NECESARIOS PARA LA EJECUCIÓN DE LAS OBRAS

4.1.- General

01.- Aunque la ejecución del adoquinado es fundamentalmente manual, se deberán prever medios auxiliares que permitan la elevación y colocación de las piezas, cuando estas tengan un peso que se desaconseje su carga manual. Asimismo, se podrán utilizar equipos automatizados para la extensión del árido de asiento, colocación de los adoquines o sellado de juntas siempre que sean aprobados por la dirección de las obras, permitan el cumplimiento de las prescripciones de este pliego y no dañen o causen movimientos indebidos en los adoquines.

4.2.- Reglas y enrasadoras

01.- Se utilizarán reglas longitudinales de guiado y enrasadoras.-

4.3.- Equipo de apisonado

01.- El apisonado tiene como objetivos hacer penetrar el adoquín en el árido de asiento compactando dicha capa para que no sufra desplazamientos por el efecto del paso del tráfico, así como hacer penetrar el árido en las juntas para estabilizarlas y nivelar los adoquines para que su cara vista se encuentre a la misma cota.

02.- Se utilizarán apisonadoras de placa vibrante equipada con un dispositivo de deslizamiento de placas con una suela de goma, de al menos 750 kg/m² de peso y que apliquen una fuerza centrífuga entre 7-15 kN a una frecuencia de 75 - 100 Hz sobre placas de 0,2 a 0,4 m². Podrán utilizarse otros equipos alternativos si se demuestra en tramo de prueba que su eficacia es igual o superior a la del equipo requerido, siempre que sean aprobados por la dirección de las obras.

5.- EJECUCIÓN

01.- La base de hormigón o zahorra artificial del pavimento de adoquines debe tener las rasantes indicadas en los planos y si fuese zahorra deberá estar debidamente compactada. La superficie de apoyo deberá disponer siempre una pendiente mayor del 1,5% que permita el drenaje, sin superar el 6%. La ejecución de la base y el encintado de bordillo no es objeto de este artículo.

02.- También se deberá comprobar el estado y la regularidad de la capa de base antes de proceder a la ejecución del enlosado y adoptar las medidas correctoras en caso necesario. Serán de aplicación las especificaciones de resistencia, rasante y regularidad superficial recogidas en el artículo 40.36 "Bases hidráulicas", y en capas de zahorra en los artículos 40.32 "Zahorras" y 40.33 "Zahorras con áridos reciclados de RCD" del presente pliego.

03.- Para evitar el desplazamiento lateral de los adoquines y la apertura de las juntas, se dispondrán dispositivos de confinamiento lateral, con la cara de encuentro con el pavimento recta, los cuales deberán tener una profundidad mínima de 15 centímetros bajo el nivel de los adoquines. En los encuentros con pavimento bituminoso o de hormigón no serán necesarias nuevos elementos de contención. Los elementos de contención lateral deben estar colocados previamente a la ejecución de los adoquines. Los adoquines estarán en contacto con los dispositivos de confinamiento mediante el árido de asiento. Se debe comprobar que estos elementos de contención están de acuerdo con los planos. El pavimento de adoquines no debe apoyar en los elementos de contención hasta que no tengan resistencia suficiente, según la dirección de las obras. No se comenzará a extender la cama de asiento sin la conformidad de la dirección de las obras respecto a lo indicado en los puntos anteriores.

04.- Se procederá a la extensión manual o mediante equipos repartidores de una capa de árido que servirá como cama de asiento al adoquín.

05.- En las bases permeables, previamente al extendido del árido de asiento, salvo justificación en contrario se dispondrá un geotextil cubriendo toda la superficie de la base que permita el paso del agua evitando la migración de partículas entre las capas, con las características del cuadro 40.81.3. Asimismo, en bases convencionales se dispondrá dicho geotextil en zonas donde pudiera migrar el material de la cama de asiento.

06.- El espesor de extendido será tal que después del vibrado y apisonado de los adoquines el espesor final sea de 3 a 4 cm y la arena haya penetrado aproximadamente 2 - 3 cm en las juntas. Suele cumplirse esta condición cuando el espesor previo al vibrado se encuentra entre 4 y 5 cm en estado seco, pero en cualquier caso se debe determinar el espesor inicial en el tramo de prueba.

07.- El árido de asiento se extenderá de manera que se cubra con el adoquín y se apisona en el mismo día. Si el árido extendido sufre el paso de vehículos o se humedece por lluvia deberá riparse y airearse, en su caso, y proceder a una nueva nivelación.

08.- Sobre esta cama de árido se colocarán los adoquines, de tal manera que el operario pise siempre sobre las piezas ya colocadas. La colocación de los adoquines comenzará por un borde o elemento de confinamiento lateral. Los adoquines se colocarán a tope con juntas de 2-3 mm.

09.- La disposición en planta de los adoquines se hará de acuerdo a los planos, y si no se indica en estos se colocarán de manera que el borde largo del adoquín se encuentre perpendicular a la dirección del tráfico.

10.- Se deberán utilizar piezas de dimensiones especiales para los remates (contra bordillos, fachadas, tapas de registro, etc.), que eviten utilizar recortes de piezas de dimensiones pequeñas. Cuando sea necesario cortar adoquines para ajustarlos al espacio remanente, el corte se hará con sierra de diamante o con algún elemento de corte aprobado por la dirección de las obras. Las dimensiones del adoquín cortado deben ser superiores o iguales a los 2/3 de las originales.

11.- Una vez colocados los adoquines se procederá a apisonar por medio de la bandeja vibrante, dando las pasadas necesarias para conseguir que el espesor de la arena de asiento sea el requerido.

12.- A continuación, se extenderá la arena de sellado, por medio de escobas u otros elementos de reparto, hasta rellenar los huecos de separación de adoquines. Se procederá a un nuevo apisonado y se terminará la colocación con un último recebado que rellene completamente los espacios. El exceso de arena de sellado se retirará mediante barrido con escoba dura, no permitiéndose su retirada por lavado con agua.

6.- TRAMO DE PRUEBA

01.- Cuando lo indique el proyecto o la dirección de las obras, se ejecutará un tramo de prueba antes de iniciarse la puesta en obra, para comprobar la forma de actuación de los equipos de extensión y apisonado. Se definirán los procedimientos de apisonado de manera que se cumplan los requisitos de espesor en la arena de asiento. Se comprobará también si con los procedimientos de ejecución se alcanzan las cotas y regularidad superficial necesarios. En el tramo se observarán asimismo los procedimientos para la alineación de los adoquines y los procedimientos de cortado de piezas.

02.- El tramo de prueba tendrá una longitud no inferior a la definida en el proyecto y en cualquier caso no inferior a 100 m². La dirección de las obras determinará si es aceptable su realización como parte integrante de la obra en construcción.

03.- En caso de que el tramo de prueba cumpla con las prescripciones técnicas y requisitos de calidad exigidos, será abonado a la empresa contratista de acuerdo al apartado 11 "Medición y Abono" del presente artículo.

04.- A la vista de los resultados obtenidos, la dirección de las obras definirá si son aceptables o no los equipos y procedimientos propuestos por la empresa contratista. En el primer caso, definirá su forma específica de actuación. En el segundo caso, la empresa contratista deberá proponer nuevos equipos o incorporar equipos suplementarios.

05.- No se podrá proceder a la producción sin que la dirección de las obras haya autorizado el inicio en las condiciones aceptadas después del tramo de prueba.

7.- ESPECIFICACIONES DE LA UNIDAD TERMINADA

01.- Dispuestas referencias, niveladas hasta milímetros con arreglo a los planos, en el eje y bordes de perfiles transversales, cuya distancia no exceda de 10 m, se comparará la superficie acabada con la teórica que pase por dichas referencias. La superficie acabada no deberá diferir de la teórica en más de 12 mm.

02.- La superficie acabada no deberá presentar cejas, y su regularidad superficial medida con regla de 3 m no variará en más de 5 mm, aplicada tanto paralela como normalmente al eje de la calle, y especialmente en las inmediaciones de las juntas. En la proximidad a bordillos, rigolas, canaletas u otros elementos fijos, no se admitirán variaciones negativas.

03.- No podrán existir zonas con pendiente inferior al 1,5% o que retengan agua.

04.- Las zonas en que no se cumplan las tolerancias antedichas, deberán corregirse de acuerdo con lo que, sobre el particular, ordene la dirección de las obras.

8.- CONTROL DE CALIDAD

01.- El control de los adoquines se llevará a cabo de acuerdo con lo establecido en los artículos 21.13 "Adoquines de piedra natural" y 22.33 "Adoquines de hormigón para pavimentos" de este pliego.

02.- El árido de asiento y de sellado se controlará por granulometría, resistencia al desgaste, humedad y posibles contaminantes.

03.- El control de ejecución se basará en inspecciones periódicas a la obra y vigilará especialmente el proceso de ejecución y la terminación del pavimento.

04.- Las medidas de regularidad superficial con regla de 3 m se realizarán sobre lotes de 300 m², que se aceptarán o rechazarán completos.

05.- Se comprobará mediante cordones de referencia la alineación de los adoquines.

9.- CRITERIOS DE ACEPTACIÓN Y RECHAZO

01.- La aceptación o rechazo de los adoquines se hará según lo indicado en el artículo 21.13 "Adoquines de piedra natural o 22.33 "Adoquines de hormigón para pavimentos", según corresponda, del presente Pliego.

02.- La unidad de obra cumplirá con las especificaciones del apartado 7. Asimismo, se aplicarán las tolerancias que figuran en el cuadro 40.81.4.

CUADRO 40.81.4 - CRITERIOS DE ACEPTACIÓN O RECHAZO

| CARACTERÍSTICA | DESVIACIÓN ADMISIBLE (mm) |
|--|---|
| Base de asiento | |
| Desviación de la superficie de la cota especificada | 10 |
| Regularidad medida con regla de 3 m | 10 |
| Características de la arena de asiento y sellado, %. | Desviaciones granulométricas 1 Desviaciones de humedad 2 |
| Espesor de la capa de arena de asiento(mm) | +5, -5 |
| Alineación (mm) de los adoquines en: 3 m longitud 20 m de longitud | 10 20 |
| Diferencia de cotas entre adoquines adyacentes (mm) | 3 |

10.- LIMITACIONES DE LA EJECUCIÓN

01.- Salvo autorización expresa de la dirección de las obras, no se permitirá la puesta en obra del adoquinado:

-Cuando la temperatura ambiente a la sombra sea inferior a 0 °C. Con viento intenso o después de heladas la dirección de las Obras podrá aumentar este límite, a la vista de los resultados de compactación obtenidos.

-Cuando se produzcan precipitaciones atmosféricas.

02.- No se admitirá la circulación de equipos de obra o vehículos hasta que no se hayan terminado las obras de pavimentación. Cualquier daño producido por la circulación de vehículos antes de la terminación de la obra deberá ser corregido por la empresa contratista a su cargo. Terminada la obra, se podrá abrir a la circulación la capa ejecutada, previa autorización expresa de la dirección de las obras.

11.- MEDICIÓN Y ABONO

01.- Los adoquinados sobre arena se abonarán por metros cuadrados de superficie de pavimento ejecutados, medidos según planos. El precio unitario comprende, además del suministro y colocación de los adoquines, el lecho de árido, el recebado de las juntas y el geotextil en su caso, así como todas las operaciones necesarias para la correcta terminación del pavimento.

02.- Los proyectos que incluyan la ejecución de pavimentación singular (al menos cuando sea piedra natural de características especiales), deberán prever la entrega al Ayuntamiento de Madrid de material de repuesto en una cantidad que suponga el 10% de la superficie proyectada de cada tipo de pavimento singular. El suministro, el transporte y la descarga en

palés del material de repuesto en la casilla municipal se valorará en los proyectos, en partida independiente por metro cuadrado de material entregado.

ARTÍCULO 40.82 – ADOQUINADOS SOBRE MORTERO

1.- DEFINICIÓN

01.- Se definen como adoquinados sobre mortero los pavimentos ejecutados con adoquines colocados sobre una capa de asiento de mortero de cemento, y que a su vez se encuentra sobre una base de hormigón hidráulico. Las juntas de los adoquines se rellenan con una lechada o mortero de cemento.

02.- La ejecución del adoquinado sobre mortero incluye las siguientes operaciones:

- Preparación de la superficie de asiento.
- Extensión del mortero de cemento de asiento.
- Colocación de los adoquines.
- Asiento de los adoquines.
- Relleno de las juntas.

2.- NORMATIVA TÉCNICA

01.- Normalización de Elementos Constructivos para Obras de Urbanización del Ayuntamiento de Madrid (NECOU).

02.- Para la pavimentación con adoquines de hormigón será de aplicación, en lo no especificado por este Pliego y la NECOU, la norma UNE 127338 "Propiedades y condiciones de suministro y recepción de los adoquines de hormigón. Complemento Nacional a la UNE-EN 1338" y sus anejos.

3.- MATERIALES

3.1.- Adoquines

01.- Se utilizarán adoquines prefabricados de hormigón o adoquines de piedra natural, debiendo cumplir las condiciones señaladas respectivamente en los artículos 22.33 "Adoquines de hormigón" y 21.13 "Adoquines de piedra natural" de este Pliego.

02.- Se podrán reutilizar adoquines procedentes de la misma obra o de otra. El proyecto establecerá las condiciones que deberán cumplir para su reutilización. Los adoquines estarán limpios y enteros debiendo contar con la aprobación de la dirección de obras.

3.2.- Mortero de cemento

01.- El producto será confeccionado industrialmente y se suministrará a obra en seco (sacos o silo), o ya preparado para su uso. El mortero deberá cumplir las condiciones señaladas en el artículo 20.52 "Morteros de cemento" de este pliego, entre ellas el marcado CE.

02.- Salvo especificación en contrario, se utilizará un mortero hidráulico con una resistencia de compresión a los 28 días según el cuadro 40.82.1, con control de la retracción ya sea mediante aditivo químico o fibras poliméricas. Así mismo, el proyecto o, en su caso, la

dirección de la obra en base al resultado obtenido en el tramo de prueba, especificará la consistencia a emplear que garantice la puesta en obra, que se determinará con la mesa de sacudidas (UNE-EN 1015-3).

CUADRO 40.82.1 - RESISTENCIA DEL MORTERO DE ASIENTO

| TIPO TRÁFICO ² | | BASE DE HORMIGÓN | MORTERO DE ASIENTO ³ | |
|---------------------------------|--|------------------|---------------------------------|---|
| | | | Calidad mínima | Resist. mínima para apertura al tráfico |
| Categoria A (Tráfico pesado) | | HM30 | M30 | >15MPa traf. Peatonal ¹ |
| | | | | >30MPa traf. Rodado |
| Categoria B (Tráfico medio) | | HM25 | M25 | >10MPa traf. Peatonal ¹ |
| | | | | >25MPa traf. Rodado |
| Categoria C (Tráfico Ligero) | | HM20 | M20 | >7.5MPa traf. Peatonal ¹ |
| | | | | >20MPa traf. Rodado |

Nota 1: Tráfico peatonal se refiere también al tráfico de vehículos ocasionales de servicios, y en ningún caso al tráfico definitivo habitual de esa vía.

Nota 2: En rotondas y zonas sometidas a constantes frenadas se elegirá una categoría de tráfico superior.

Nota 3: Se emplearán morteros con retracción <1,2 mm/m ensayado bajo la norma EN12617-4 (28 días).

03.- En el caso de que el mortero se fabrique listo para su uso, a su llegada a obra deberá presentar la consistencia solicitada, no se admitirá la modificación de la consistencia en obra ya sea por adición de agua y/o aditivos. En el caso de emplear morteros secos la preparación del mortero se realizará en obra siguiendo las instrucciones del fabricante. El mezclado con agua se realizará con la dosificación y tiempo de amasado conforme a lo indicado por el fabricante para conseguir la consistencia requerida en obra. Se podrán emplear aditivos plastificantes y retardadores de fraguado conforme a lo especificado por el fabricante. El procedimiento de fabricación del mortero será el aceptado por la dirección de las obras en el tramo de prueba.

04.- El proyecto deberá determinar el uso de cemento sulforesistente en los casos en que un entorno agresivo por presencia de sulfatos lo requiera.

3.3.- Mortero para el relleno de juntas

01.- El producto será confeccionado industrialmente y se suministrará a obra en seco (sacos o silo), o ya preparado para su uso. El mortero deberá cumplir las condiciones señaladas en el artículo 20.52 "Morteros de cemento" de este pliego, entre ellas el marcado CE.

02.- Salvo especificación del fabricante o el proyecto, el mortero o lechada de relleno tendrá una consistencia líquida que permita una fácil entrada en las juntas y su autocompactación, garantizando que no quedan huecos sin rellenar.

03.- Se emplearán morteros según las especificaciones de la UNE-EN 998-2 para los morteros para juntas y capas finas, con una resistencia de compresión a los 28 días de acuerdo al cuadro 40.82.2.

CUADRO 40.82.2 - RESISTENCIA DEL MORTERO DE JUNTA

| TIPO TRÁFICO ² | MORTERO DE JUNTA ³ | |
|---------------------------------|---------------------------------|---|
| | calidad mínima (Resist. Compr.) | Resist. mínima para apertura al tráfico |
| Categoría A (Tráfico pesado) | >30MPa | >10MPa traf. Peatonal ¹ |
| | | >20MPa traf. Rodado |
| Categoría B (Tráfico medio) | >25MPa | >7.5MPa traf. Peatonal ¹ |
| | | >20MPa traf. Rodado |
| Categoría C (Tráfico Ligero) | >20MPa | >6MPa traf. Peatonal ¹ |
| | | >15MPa traf. Rodado |

Nota 1: Tráfico peatonal se refiere también al tráfico de vehículos ocasionales de servicios, y en ningún caso al tráfico definitivo habitual de esa vía.

Nota 2: En rotondas y zonas sometidas a constantes frenadas se elegirá una categoría de tráfico superior.

Nota 3: Se emplearán morteros con retracción <1.2 mm/m ensayado bajo la norma EN12617-4 (28dd).

04.- La preparación del mortero se realizará en obra siguiendo las instrucciones del fabricante.

4.- EQUIPOS NECESARIOS PARA LA EJECUCIÓN DE LAS OBRAS

01.- El mezclado del mortero seco con agua y su amasado se realizará con hormigonera de obra, u otro mezclador específico que sea requerido en el proyecto, por la dirección de obra o recomendado por el fabricante.

02.- Se dispondrá de suministro del agua necesaria en la obra.

03.- La limpieza de la superficie en bases de hormigón existentes se realizará con equipo de agua a presión u otro procedimiento aceptado por la dirección de obra en el tramo de prueba.

04.- Aunque la ejecución del adoquinado es fundamentalmente manual, se deberán prever medios auxiliares que permitan la elevación y colocación de las piezas, cuando estas tengan un peso con el que se desaconseje su carga manual. Asimismo, se podrán utilizar equipos automatizados para la extensión del mortero de asiento, colocación de los adoquines o sellado de juntas siempre que sean aprobados por la dirección de las obras, permitan el cumplimiento de este pliego y no dañen o causen movimientos indebidos en los adoquines.

5. - EJECUCIÓN

01.- La base de hormigón del pavimento de adoquines deberá tener las rasantes indicadas en los planos. La ejecución de la base no es objeto de este artículo.

02.- Para la redacción de los proyectos de reparación se realizarán las comprobaciones necesarias para determinar el estado de la base de hormigón. Asimismo, en la ejecución se comprobará el estado y regularidad de la capa de base antes de proceder a la ejecución del adoquinado y se adoptarán las medidas correctoras en caso necesario. Serán de aplicación las especificaciones de resistencia, rasante y regularidad superficial recogidas en el artículo 40.36 "Bases hidráulicas" del presente pliego.

03.- En obras de renovación o reparación el proyecto deberá prever si es necesario disponer una capa de regulación de mortero, o de hormigón si el espesor requerido es mayor de 5 cm, con las resistencias referidas en el cuadro 40.82.1.

04.- Se deberá organizar la puesta en obra teniendo en cuenta los tiempos de trabajabilidad y endurecimiento que permiten cada tipo de mortero, factor que será tenido en cuenta en la elección del mismo. Dichos tiempos se establecerán siguiendo las indicaciones del fabricante, en particular:

- El tiempo de trabajabilidad del mortero se contará desde el comienzo del mezclado con agua y dentro del mismo deberán quedar los adoquines colocados y asentados. Se podrá aumentar con el empleo de retardadores de fraguado.
- El tiempo de colocación y asiento de los adoquines, desde que se dispone la capa de mortero.
- El tiempo de apertura al tráfico de peatones y/o de vehículos, en función del tiempo de endurecimiento del mortero.

05.- Antes de comenzar a preparar el mortero deberán estar todos los materiales y medios necesarios preparados en la obra.

06.- Se deberá realizar una limpieza específica de la base de hormigón, lo cual será esencial para la adherencia del mortero.

07.- Sobre la base de hormigón humedecida se procederá a la extensión manual o mediante equipos repartidores de una capa de mortero de cemento que servirá como capa de asiento a los adoquines, para absorber sus diferencias de tizón y para conseguir su adherencia al soporte. El espesor de la capa de mortero con el adoquín ya asentado estará comprendido entre 3 y 4 cm, dependiendo del ancho de junta y del hincado se establecerá el valor de recrecido del mortero en el extendido. Para una consistencia blanda del mortero se podrá realizar en dos capas, una primera capa de afino de 2 a 2,5 cm, y cuando disponga de un determinado endurecimiento, una capa final de asiento de 1 a 1,5 cm. Todo ello según el procedimiento obtenido en el tramo de prueba.

08.- Sobre la capa de mortero se colocarán los adoquines, previamente humedecidos, asentándolos y enrasándolos dentro del periodo de trabajabilidad y de colocación del mortero. Se golpearán para ajustar el espesor de las juntas y realizar un principio de hinca en la capa de mortero. Quedarán bien asentados y con su capa de rodadura en la rasante prevista según los planos con las tolerancias establecidas en el presente artículo.

09.- El proyecto definirá el patrón de colocación de los adoquines. La colocación de los adoquines comenzará por un borde lateral. Los adoquines se colocarán en hileras rectas con las juntas encontradas, respetando el ancho entre adoquines previsto en el proyecto. El

proyecto podrá prever en el diseño juntas de contracción que controlen la posible rotura por la acción térmica y reológica.

10.- Una vez colocados los adoquines se procederá a regarlos, y se realizará el relleno de las juntas en su caso, según el procedimiento previsto en el proyecto. Antes del endurecimiento del relleno de junta se eliminará la parte sobrante.

11.- La ejecución del relleno de las juntas no cambiará las características de acabado de los adoquines. Si dicho acabado se viera afectado se deberá realizar la limpieza que sea necesaria.

12.- Se realizará un curado adecuado del mortero.

6. - TRAMO DE PRUEBA

01.- Cuando lo indique el proyecto o la dirección de las obras, se ejecutará un tramo de prueba antes de iniciarse la puesta en obra para comprobar la forma de actuación de los equipos de ejecución. Se definirán los procedimientos de asiento de las piezas de manera que se cumplan los requisitos de espesor en el mortero y relleno completo de las juntas. Se comprobará también si con los procedimientos de ejecución se alcanzan las cotas y regularidad superficial necesarios. En el tramo se observará asimismo los procedimientos para la alineación de los adoquines y los procedimientos de cortado de piezas.

02.- El tramo de prueba tendrá una longitud no inferior a la definida en el proyecto y en cualquier caso no inferior a 100 m². La dirección de las obras determinará si es aceptable su realización como parte integrante de la obra en construcción.

03.- A la vista de los resultados obtenidos, la dirección de las obras definirá si son aceptables o no los equipos propuestos por la empresa contratista. En el primer caso, definirá su forma específica de actuación. En el segundo caso, la empresa contratista deberá proponer nuevos equipos, o incorporar equipos suplementarios.

04.- No se podrá proceder a la producción sin que la dirección de las obras haya autorizado el inicio en las condiciones aceptadas después del tramo de prueba.

7. - ESPECIFICACIONES DE LA UNIDAD TERMINADA

01.- Dispuestas referencias, niveladas hasta mm con arreglo a los planos, en el eje y bordes de perfiles transversales, cuya distancia no exceda de diez 10 m, se comparará la superficie acabada con la teórica que pase por dichas referencias. La superficie acabada no deberá diferir de la teórica en más o en menos de 12 mm.

02.- La superficie acabada no deberá presentar cejas, y su regularidad superficial medida con regla de 3 m no variará en más o en menos de 5 mm, aplicada tanto paralela como normalmente al eje de la calle, y especialmente en las inmediaciones de las juntas. En la proximidad a bordillos, rigolas, canaletas u otros elementos fijos, no se admitirán variaciones negativas.

03.- No podrán existir zonas con pendiente inferior al 1,5% o que retengan agua.

04.- Las zonas en que no se cumplan las tolerancias antedichas, deberán corregirse de acuerdo con lo que, sobre el particular, ordene la dirección de las obras.

8. - CONTROL DE CALIDAD

01.- El control de recepción de los adoquines se llevará a cabo de acuerdo con lo establecido en los artículos 21.13 "Adoquines de piedra natural" y 22.33 "Adoquines de hormigón" de este pliego.

02.- La recepción del mortero seco se controlará de acuerdo con el artículo 20.52 "Morteros de cemento y cal" de este pliego.

03.- Se controlará la consistencia del mortero en cada partida suministrada, así como del preparado en obra, según especifique la dirección de obra.

04.- El control del proceso de ejecución se basará en inspecciones periódicas a la obra. Se controlará la puesta en obra del mortero y colocación de los adoquines dentro del tiempo de trabajabilidad, así como el proceso del relleno completo de las juntas.

05.- Asimismo, se controlará la terminación del pavimento. Las medidas de regularidad superficial con regla de 3 m se harán sobre lotes de 300 m² o la ejecución de un día, que se aceptarán o rechazarán completos según el apartado 9.

06.- Sobre esos mismos lotes se habrán tomado, al menos 3 muestras de mortero de acuerdo con la UNE-EN 1015-2. Con ellas se fabricarán probetas prismáticas que se ensayarán a compresión simple a los 3, 7 y 28 días de edad de acuerdo con la UNE-EN 1015-11. La resistencia media a compresión no debe ser inferior a la requerida ni a la declarada.

07.- Se comprobará mediante cordones de referencia la alineación de los adoquines.

9. - CRITERIOS DE ACEPTACIÓN Y RECHAZO

01.- La aceptación o rechazo de los adoquines se hará según lo indicado en el artículo 21.13 "Adoquines de piedra natural" o 22.33 "Adoquines de hormigón", según corresponda, del presente pliego.

02.- La unidad de obra cumplirá con las especificaciones del apartado 7. Asimismo, se aplicarán las tolerancias que figuran en el cuadro 40.82.3.

CUADRO 40.82.3 - CRITERIOS DE ACEPTACIÓN Y RECHAZO

| CARACTERÍSTICA | DESVIACIÓN ADMISIBLE (mm) |
|---|---------------------------|
| Base de asiento | |
| Desviación de la superficie de la cota especificada | 10 |
| Regularidad medida con regla de 3 m | 10 |
| Espesor de la capa de mortero de asiento | +5, -5 |
| Alineación de los adoquines en: | |
| 3 m longitud | |
| 20 m de longitud | 10 20 |
| Diferencia de cotas entre adoquines adyacentes | 3 |

03.- A partir del ensayo a compresión simple a 28 días de las probetas del mortero de asiento, obtenidas con las muestras de cada lote, se aplicarán los siguientes criterios:

- Si la resistencia media no fuera inferior a la exigida, se aceptará el lote.
- Si la resistencia media fuera inferior a la exigida, pero sin bajar del 80%, se aceptará con las sanciones que establezca el PPTP.
- Si fuera inferior al 80% se demolerá el lote y se reconstruirá, por cuenta de la empresa contratista.

10. - LIMITACIONES DE LA EJECUCIÓN

01.- Salvo autorización expresa de la dirección de las obras, no se permitirá la puesta en obra del adoquinado:

- Cuando la temperatura ambiente a la sombra sea inferior a 5 °C. Con viento intenso o después de heladas la dirección de las obras podrá modificar esta limitación, a la vista de los resultados de compactación obtenidos.
- Cuando se produzcan precipitaciones atmosféricas.

02.- El pavimento terminado se abrirá al tráfico una vez alcanzada la resistencia referida en el cuadro 40.82.1 y se cuente con la autorización expresa de la dirección de las obras. Cualquier daño producido por la circulación de vehículos antes de la terminación de la obra deberá ser corregido por la empresa contratista, a su cargo.

11.- MEDICIÓN Y ABONO

01.- Los adoquinados sobre mortero se abonarán por metros cuadrados de superficie de pavimento ejecutados, medido según planos finales de obra. En el precio estará incluido el suministro y colocación de los adoquines, el lecho de mortero, el material de las juntas y todo lo necesario hasta la correcta terminación de la unidad de obra, incluida la limpieza específica de la base de hormigón y la limpieza de acabado que sea necesaria. El precio no incluirá la posible reparación de la base de hormigón y las capas de recrecido que fueran necesarias.

02.- Los proyectos que incluyan la ejecución de pavimentación singular (al menos cuando sea piedra natural de características especiales), deberán prever la entrega al Ayuntamiento de Madrid de material de repuesto en una cantidad que suponga el 10% de la superficie proyectada de cada tipo de pavimento singular. El suministro, el transporte y la descarga en palés del material de repuesto en la casilla municipal se valorará en los proyectos, en partida independiente por metro cuadrado de material entregado.

Sección 9.^a

ACERAS

ARTÍCULO 40.91.- ENCINTADOS DE BORDILLOS

1.- DEFINICIÓN

01.- Se define como encintado de bordillos la banda o cinta que delimita la superficie de la calzada, la de una acera, o cualquier otra superficie de uso diferente a la contigua, y confina el pavimento, formada por bordillos prefabricados de hormigón o granito, colocados sobre un cimientado de hormigón.

02.- La ejecución del encintado de bordillos incluye las siguientes operaciones:

- Preparación de la superficie de asiento.
- Extensión de la capa de hormigón de asiento.
- Colocación de los bordillos.
- Asiento de los bordillos.
- Extensión de la lechada de sellado.

2.- NORMATIVA TÉCNICA

01.- Normalización de Elementos Constructivos para Obras de Urbanización del Ayuntamiento de Madrid (NECOU).

02.- Para encintados con bordillos de hormigón será de aplicación, en lo no especificado por este Pliego y la NECOU, la norma UNE 127340 Complemento Nacional a la UNE-EN 1340 y sus anejos.

03.- En todo aquello no contemplado por la citada normativa se aplicará el artículo 570 "Bordillos prefabricados de hormigón" del PG-3 de la Dirección General de Carreteras.

3.- MATERIALES

3.1.- Bordillos

01.- Se utilizarán bordillos prefabricados de hormigón o bordillos de piedra natural, debiendo cumplir las condiciones señaladas respectivamente en los artículos 22.32 "Bordillos de hormigón" y 21.14 "Bordillos de piedra natural" de este pliego.

02.- Se podrán reutilizar bordillos procedentes de la misma obra o de otra. El proyecto establecerá las condiciones que deberán cumplir para su reutilización. Los bordillos estarán limpios y enteros debiendo contar con la aprobación de la dirección de obras.

3.2.- Hormigón para la capa de apoyo

01.- Salvo especificación en contrario, se utilizará hormigón hidráulico HNE-15/P/20 tal y como se define en la instrucción de hormigón vigente.

02.- Si el contenido ponderal de sulfatos solubles (SO₃) en el suelo que se vaya a estabilizar (UNE 103201), fuera superior al cinco por mil en masa, deberá emplearse un cemento resistente a los sulfatos (SR/SRC) y aislar adecuadamente estas capas de las obras de hormigón según la Instrucción RC vigente.

3.3.- Mortero de cemento

01.- En general el mortero suministrado deberá cumplir las condiciones señaladas en el artículo 20.52 "Morteros de cemento" de este pliego, debiendo contar con el marcado correspondiente de acuerdo con la UNE-EN 998-2.

02.- Salvo especificación en contrario, se utilizará un mortero hidráulico M-15 o superior.

3.4.- Lechada de cemento

01.- Se empleará una lechada de cemento para el rejuntado según las especificaciones definidas en la UNE-EN 998-2 para morteros para juntas y capas finas. Se compondrá de 600 kg/m³ de cemento portland del tipo CEM-I; y de arena, de la que no más de un 15% en peso quede retenida por el tamiz 2 UNE ni más de un 15% en peso pase por el tamiz 0,25 UNE.

4.- EQUIPOS NECESARIOS PARA LA EJECUCIÓN DE LAS OBRAS

01.- Aunque la ejecución de los encintados de bordillos es fundamentalmente manual, se deberán prever medios auxiliares que permitan la elevación y colocación de las piezas, cuando estas tengan un peso con el que se desaconseje su carga manual. Asimismo, se podrán utilizar equipos automatizados para la colocación de los bordillos o sellado de juntas siempre que sean aprobados por la dirección de las obras, permitan el cumplimiento de este pliego y no dañen o causen movimientos indebidos en los bordillos.

5.- EJECUCIÓN

01.- La base de los bordillos debe tener las rasantes y alineación indicadas en los planos. Se replanteará la alineación del encintado. La ejecución de la base no es objeto de este artículo.

02.- Se debe comprobar el estado y regularidad del cimiento antes de proceder a la ejecución del encintado y adoptar las medidas correctoras en caso necesario.

03.- El asiento de los bordillos se realizará en una cama de mortero sobre el cimiento fraguado, para absorber sus diferencias de tizón y para conseguir su adherencia al soporte. Se podrá autorizar el asiento de los bordillos sobre una capa de apoyo de hormigón fresco que sirva de cama de asiento, de espesor uniforme de 20 cm y ancho de 10 cm a cada lado del bordillo. Se procederá a la extensión manual o mediante equipos repartidores.

04.- Se colocarán topes o contrafuertes de 1/3 y 2/3 de la altura del bordillo del lado de la calzada y al dorso, respectivamente, con un mínimo de 10 cm, salvo en el caso de pavimentos flexibles. En este caso, para realizar los contrafuertes será necesario tener en cuenta la necesidad de dejar, desde la arista de encuentro con el plano superior de la calzada, una altura mínima igual al espesor de la pieza a colocar más el espesor del lecho, realizando un retaco de hormigón de altura igual al resto del canto libre del bordillo.

05.- Sobre el cimientado de hormigón, deberá quedar bien asentado el bordillo sin presencia de oquedades en el mortero u hormigón.

06.- La separación entre piezas contiguas no podrá exceder de 5 mm de anchura. Se rellenará la junta completamente con mortero o lechada 1:2.

6.- TRAMO DE PRUEBA

01.- Antes de iniciarse la puesta en obra el proyecto o la dirección de las obras podrán requerir la realización de un tramo de prueba para comprobar la forma de actuación de los equipos de ejecución. En el tramo de prueba se definirán los procedimientos de ejecución de manera que se cumplan los requisitos de este artículo. Se comprobará también si con los procedimientos de ejecución se alcanzan las cotas necesarias. En el tramo se observará asimismo los procedimientos para la alineación de los bordillos y los procedimientos de cortado de piezas.

02.- El tramo de prueba tendrá una longitud no inferior a la definida en el proyecto y en cualquier caso no inferior a 25 m. La dirección de las obras determinará si es aceptable su realización como parte integrante de la obra en construcción.

03.- A la vista de los resultados obtenidos, la dirección de las obras definirá si son aceptables o no los equipos propuestos por la empresa contratista. En el primer caso, definirá su forma específica de actuación. En el segundo caso, la empresa Contratista deberá proponer nuevos equipos, o incorporar equipos suplementarios.

04.- No se podrá proceder a la producción sin que la dirección de las obras haya autorizado el inicio en las condiciones aceptadas después del tramo de prueba.

7.- ESPECIFICACIONES DE LA UNIDAD TERMINADA

01.- Dispuestas referencias, niveladas hasta mm con arreglo a los Planos, en el eje y bordes de perfiles transversales, cuya distancia no exceda de diez 10 m, se comparará la superficie acabada con la teórica que pase por dichas referencias.

02.- La superficie acabada no deberá diferir de la teórica en más de 12 mm.

03.- La superficie acabada no deberá variar en más de 5 mm cuando se compruebe con una regla de 3 m.

04.- Las zonas en que no se cumplan las tolerancias antedichas deberán corregirse de acuerdo con lo que, sobre el particular, ordene la dirección de las obras.

8.- CONTROL DE CALIDAD

01.- El control de los bordillos se llevará a cabo de acuerdo con lo establecido en los artículos 21.14 y 22.32 de este Pliego.

02.- Los resultados obtenidos cumplirán con las especificaciones correspondientes. En otro caso se estará a lo que disponga la dirección de las obras, quien podrá rechazar los materiales inadecuados.

03.- El control de ejecución se basará en inspecciones periódicas a la obra vigilándose especialmente el proceso de colocación y terminación del encintado.

04.- Las líneas definidas por la arista superior deberán ser rectas y, en su caso, las curvas responder a las figuras prefijadas, ajustándose unas y otras a rasantes fijadas.

9.- MEDICIÓN Y ABONO

01.- Los bordillos se abonarán por metros ejecutados de cada tipo, medidos según planos. En el precio estarán incluidos la capa de mortero de asiento, el rejuntado y todas las operaciones necesarias hasta la correcta terminación de la unidad de obra.

02.- Los proyectos que incluyan la ejecución de pavimentación singular (al menos cuando sea piedra natural de características especiales), deberán prever la entrega al Ayuntamiento de Madrid de material de repuesto en una cantidad que suponga el 10% de la superficie proyectada de cada tipo de pavimento singular. El suministro, el transporte y la descarga en palés del material de repuesto en la casilla municipal se valorará en los proyectos, en partida independiente por metro lineal de material entregado.

ARTÍCULO 40.92.- ACERAS DE BALDOSAS

1.- DEFINICIÓN

01.- Aceras de baldosas son los solados constituidos por baldosas de hormigón sobre una base de hormigón en masa, de uso exclusivamente peatonal.

02.- La ejecución de las aceras de baldosas incluye las siguientes operaciones:

- Preparación de la superficie de asiento.
- Extensión de la capa de mortero de cemento de asiento.
- Colocación de las baldosas.
- Asiento de las baldosas.
- Extensión de la lechada de sellado.

2.- NORMATIVA TÉCNICA

01.- Normalización de Elementos Constructivos para Obras de Urbanización del Ayuntamiento de Madrid (NECOU).

3.- MATERIALES

3.1.- Baldosas

01.- Se utilizarán baldosas de hormigón o baldosas de terrazo, debiendo cumplir las condiciones señaladas respectivamente en los artículos 22.36 "Baldosas de hormigón" y 22.31 "Baldosas de terrazo. Uso exterior" de este pliego.

02.- Se podrán reutilizar baldosas procedentes de la misma obra o de otra. El proyecto establecerá las condiciones que deberán cumplir para su reutilización. Las baldosas estarán limpias y enteras debiendo contar con la aprobación de la dirección de obras.

3.2.- Mortero de cemento

01.- El proyecto especificará el tipo de mortero. Deberá cumplir las condiciones señaladas en el artículo 20.52 "Morteros de cemento" de este Pliego, debiendo contar con el marcado correspondiente de acuerdo con la UNE-EN 998-2. Se podrá suministrar en sacos o a granel.

02.- Salvo especificación en contrario, se utilizará mortero hidráulico de clase resistente M-7,5 o superior y consistencia seca según UNE-EN 1015-3.

03.- La dirección de las obras podrá autorizar, en casos especiales y para zonas de poca extensión, la fabricación del mortero en la obra.

04.- El proyecto deberá determinar el uso de cemento sulforesistente en los casos en que el entorno sea agresivo por presencia de sulfatos.

3.3.- Lechada de cemento

01.- La lechada de cemento para el rejuntado cumplirá las especificaciones definidas en la UNE-EN 998-2 para morteros para juntas y capas finas. Se compondrá de 600 kg/m³ de cemento portland del tipo CEM-I; y de arena, de la que no más de un 15% en peso quede retenida por el tamiz 2 UNE ni más de un 15% en peso pase por el tamiz 0,25 UNE.

4. EQUIPOS NECESARIOS PARA LA EJECUCIÓN DE LAS OBRAS

01.- El mezclado del mortero seco con agua y su amasado se realizará con hormigonera de obra. El proyecto justificadamente podrá prever la extensión de mortero seco o semisecho.

02.- En cualquier caso, se dispondrá de suministro del agua necesaria en la obra.

03.- En el caso de emplear lechadas o morteros adhesivos se deberán emplear mezcladores específicos para su preparación según las instrucciones del fabricante.

04.- Aunque la ejecución del enlosado es fundamentalmente manual, se deberán prever medios auxiliares que permitan la elevación y colocación de las piezas, cuando estas tengan un peso con el que se desaconseje su carga manual. Asimismo, se podrán utilizar equipos automatizados para la colocación de las baldosas o sellado de juntas siempre que sean aprobados por la dirección de las obras, permitan el cumplimiento de este pliego y no dañen o causen movimientos indebidos en las baldosas.

5.- EJECUCIÓN DE LAS OBRAS

01.- La base de hormigón de las aceras de baldosas debe tener las rasantes indicadas en los planos. La ejecución de la base no es objeto de este artículo.

02.- Se debe comprobar el estado y regularidad de la capa de base antes de proceder a la ejecución del enlosado y adoptar las medidas correctoras en caso necesario. Serán de aplicación las especificaciones de resistencia, rasante y regularidad superficial recogidas en el artículo 40.36 "Bases de Hormigón Magro Vibrado" del presente Pliego.

03.- Antes de comenzar a preparar el mortero deberán estar todos los materiales y medios necesarios preparados en la obra.

04.- Sobre la base de hormigón humedecida se procederá a la extensión manual o mediante equipos repartidores de una capa de mortero de cemento que servirá como capa de asiento de las baldosas, para compensar irregularidades de superficie de la base de hormigón y para conseguir su adherencia al soporte. El espesor de la capa será de 2 a 3 cm.

05.- Sobre el mortero fresco se colocarán las baldosas previamente humedecidas, asentándolas dentro del periodo de trabajabilidad del mortero golpeándolas para reducir al máximo las juntas y lograr un principio de hincas en la capa de mortero. Para mejorar la adherencia se podrá extender una fina capa de cemento en polvo o lechada de cemento sobre el mortero fresco.

06.- Si se espera que en la acera pueda existir acceso de vehículos será de aplicación lo dispuesto en el artículo 40.94 de este Pliego "Enlosados sobre Mortero".

07.- Asentadas las baldosas, y sin que haya pasado el tiempo de trabajabilidad del mortero, se macearán con pisones de madera, hasta que queden perfectamente enrasadas según los planos con las tolerancias establecidas en el presente artículo. Se corregirá la posición de las que queden fuera de las tolerancias establecidas o presenten cejillas, extrayendo la baldosa y rectificando el espesor de la capa de asiento de mortero si fuera preciso. Las juntas no excederán de 2 mm.

08.- La disposición en planta de las baldosas se hará de acuerdo a los planos.

09.- Las baldosas que hayan de ir colocadas en los remates del solado deberán cortarse con cuidado para que las juntas resulten de espesor mínimo.

10.- Una vez asentadas y enrasadas las baldosas se procederá a regarlas y a continuación se rellenarán las juntas con lechada de cemento. Antes del endurecimiento de la lechada se eliminará la parte sobrante, siendo recomendable a las 3 ó 4 horas de su extensión.

11.- La ejecución del relleno de las juntas no cambiará las características de acabado de las baldosas. Si dicho acabado se viera afectado se deberá realizar la limpieza que sea necesaria.

12.- La empresa contratista mantendrá constantemente húmeda la superficie del pavimento durante al menos 3 días.

6.- TRAMO DE PRUEBA

01.- Cuando lo indique el proyecto o la dirección de las obras, se ejecutará un tramo de prueba antes de iniciarse la puesta en obra, para comprobar la forma de actuación de los equipos de ejecución. Se definirán los procedimientos de asiento de las piezas de manera que se cumplan los requisitos de espesor en el mortero de asiento. Se comprobará también si con los procedimientos de ejecución se alcanzan las cotas y regularidad superficial necesarios. En el tramo se observará asimismo los procedimientos para la ejecución de juntas y los procedimientos de cortado de piezas.

02.- El tramo de prueba tendrá un área no inferior a la definida en el proyecto y en cualquier caso no inferior a 100 m². La dirección de las obras determinará si es aceptable su realización como parte integrante de la obra en construcción

03.- A la vista de los resultados obtenidos, la dirección de las obras definirá si son aceptables o no los equipos propuestos por la empresa contratista. En el primer caso, definirá su forma específica de actuación. En el segundo caso, la empresa contratista deberá proponer nuevos equipos, o incorporar equipos suplementarios.

04.- No se podrá proceder a la producción sin que la dirección de las obras haya autorizado el inicio en las condiciones aceptadas después del tramo de prueba.

7.- ESPECIFICACIONES DE LA UNIDAD TERMINADA

01.- Dispuestas referencias, niveladas hasta mm con arreglo a los planos, en el eje y bordes de perfiles transversales, cuya distancia no exceda de 10 m, se comparará la superficie acabada con la teórica que pase por dichas referencias. La superficie acabada no deberá diferir de la teórica en más o en menos de 12 mm.

02.- La superficie acabada no deberá presentar cejas, y su regularidad superficial medida con regla de 3 m no variará en más o en menos de 5 mm, aplicada tanto paralela como normalmente al eje de la calle, y especialmente en las inmediaciones de las juntas. En la proximidad a bordillos, rigolas, canaletas u otros elementos fijos, no se admitirán variaciones negativas.

03.- No podrán existir zonas con pendiente inferior al 1% o que retengan agua.

04.- Las zonas en que no se cumplan las tolerancias antedichas, deberán corregirse de acuerdo con lo que, sobre el particular, ordene la dirección de las obras.

8.- CONTROL DE CALIDAD

01.- El control en la recepción de los materiales, tanto documental como de calidad, se llevará a cabo de acuerdo con lo establecido en los artículos 21.15, 22.31, 22.36 y 20.52, según corresponda, de este pliego.

02.- Los resultados obtenidos cumplirán con las especificaciones establecidas anteriormente; en otro caso se estará a lo que disponga la dirección de las obras, quien podrá rechazar los materiales inadecuados.

03.- El control de ejecución se basará en inspecciones periódicas a la obra en las que se vigilará especialmente el proceso de ejecución y la terminación del pavimento, con las tolerancias y especificaciones indicadas anteriormente. La periodicidad de las inspecciones será establecida por la dirección de las obras.

04.- Se comprobará la terminación del pavimento. Las medidas de regularidad superficial con regla de 3 m se harán sobre lotes de 300 m² o la ejecución de un día, que se aceptarán o rechazarán completos.

05.- Se comprobará mediante cordones de referencia la alineación de las baldosas.

9.- CRITERIOS DE ACEPTACIÓN O RECHAZO

01.- La aceptación o rechazo de las baldosas se hará según lo indicado en los artículos 21.15 "Baldosas de piedra natural, 22.31 "Baldosas de terrazo. Uso exterior" o 22.36 "Baldosas de hormigón", según corresponda, del presente Pliego.

02.- La unidad de obra cumplirá con las especificaciones del apartado 7. Asimismo, se aplicarán las tolerancias que figuran en el cuadro 40.92.1.

CUADRO 40.92.1 - CRITERIOS DE ACEPTACIÓN Y RECHAZO

| CARACTERÍSTICA | DESVIACIÓN ADMISIBLE (mm) |
|---|---------------------------|
| Base de asiento | |
| Desviación de la superficie de la cota especificada | 10 |
| Regularidad medida con regla de 3 m | 10 |
| Espesor de la capa de mortero | +5, -5 |
| Alineación de las baldosas en: 3 m longitud | |

| CARACTERÍSTICA | DESVIACIÓN ADMISIBLE (mm) |
|---|---------------------------|
| 20 m de longitud | 10 20 |
| Diferencia de cotas entre baldosas adyacentes | 3 |

10.- LIMITACIONES DE LA EJECUCIÓN

01.- Salvo autorización expresa de la dirección de las obras, no se permitirá la puesta en obra de las baldosas:

- Cuando la temperatura ambiente a la sombra sea inferior a 0 °C.
- Cuando se produzcan precipitaciones atmosféricas.

11.- MEDICIÓN Y ABONO

01.- Las aceras y pavimentos de baldosas se medirán y abonarán por metros cuadrados ejecutados. En el precio estará incluido el suministro y colocación de las baldosas, el asiento de mortero, el material de junta y todo lo necesario hasta la correcta terminación de la unidad de obra, incluida la limpieza específica de la base de hormigón y la limpieza de acabado que sea necesaria. El precio no incluirá la reparación de la base de hormigón y las capas de recrecido que fueran necesarias.

02.- Los proyectos que incluyan la ejecución de pavimentación singular (al menos cuando sea piedra natural de características especiales), deberán prever la entrega al Ayuntamiento de Madrid de material de repuesto en una cantidad que suponga el 10% de la superficie proyectada de cada tipo de pavimento singular. El suministro, el transporte y la descarga en palés del material de repuesto en la casilla municipal se valorará en los proyectos, en partida independiente por metro cuadrado de material entregado.

ARTÍCULO 40.93.- ENLOSADOS SOBRE ARIDO

1.- DEFINICIÓN

01.- Se define como enlosados sobre árido el pavimento ejecutado con losas colocadas sobre una capa de asiento de árido y cuyas juntas se rellenan con una arena de sellado. Los enlosados se pueden disponer sobre bases granulares o tratadas con cemento (generalmente de hormigón magro vibrado). No se dispondrán donde esté previsto el acceso de vehículos, salvo que la circulación de estos sea circunstancial.

02.- La ejecución del enlosado sobre árido incluye las siguientes operaciones:

- Preparación de la superficie de asiento.
- Preparación o ejecución de los elementos de confinamiento lateral.
- Extensión de la capa de árido de asiento con una determinada granulometría.
- Colocación de las losas.
- Apisonado de las losas.
- Extensión de la arena de sellado, realización de un segundo apisonado y recebado de juntas.

2.- NORMATIVA TÉCNICA

01.- Normalización de Elementos Constructivos para Obras de Urbanización del Ayuntamiento de Madrid (NECOU).

02.- Para la pavimentación con baldosas de hormigón será de aplicación, en lo no especificado por este Pliego y la NECOU, la norma UNE 127339 "Propiedades y condiciones de suministro y recepción de las baldosas de hormigón. Complemento Nacional a la UNE-EN 1339" y sus anejos.

3.- MATERIALES

3.1.- Losas

01.- A efectos del presente artículo se entenderá por losa una baldosa de hormigón o de piedra natural, debiendo cumplir las condiciones señaladas respectivamente en los artículos 22.36 "Baldosas de hormigón" y 21.15 "Baldosas de piedra natural" de este Pliego.

02.- Salvo justificación en contrario, las losas tendrán un tamaño máximo de 40x40 cm.

03.- En el proyecto se tendrá en cuenta la disposición de las losas a fin de evitar en lo posible el corte de piezas en obra.

04.- Se podrán reutilizar losas procedentes de la misma obra o de otra, el proyecto establecerá las condiciones que deberán cumplir para su reutilización. Las losas estarán limpias y enteras debiendo contar con la aprobación de la dirección de obras.

3.2.- Árido de asiento

01.- Se empleará para la cama de asiento de las losas una capa de árido que deberá proporcionar capacidad de soporte y reparto de las cargas, siendo un elemento esencial para la resistencia del pavimento. El árido suministrado se acompañará de la documentación prevista en el Reglamento 305/2011 del Parlamento Europeo y del Consejo.

02.- Salvo justificación en contra, el árido se ajustará a una de las granulometrías del cuadro 40.81.1 obtenidas conforme a la norma UNE EN 933-1.

03.- El árido será limpio, no contendrá materia orgánica ni material arcilloso y tendrá un porcentaje de humedad inferior al 8% sobre masa del árido.

04.- El árido será duro y resistente a la fricción. Se evitará el uso de árido calizo.

05.- El árido no debe contener sustancias que puedan ser perjudiciales para los bloques de hormigón, en su caso, o a elementos o aguas del entorno.

3.3.- Árido de sellado

01.- El árido suministrado se acompañará de la documentación prevista en el Reglamento 305/2011 del Parlamento Europeo y del Consejo.

02.- La arena seca deberá penetrar en la junta rellenándola en toda su profundidad. Será resistente al desgaste debiendo proceder de un material con un coeficiente en el ensayo micro-deval húmedo menor del 25% según la UNE-EN 1097-1.

03.- El tamaño máximo del árido no deberá exceder de 1,25 mm y se ajustará a la granulometría del cuadro 40.81.2, obtenida conforme a la norma UNE EN 933-1.

3.4.- Geotextil

01.- Se podrán utilizar geotextiles sobre las bases permeables, conforme a las características del cuadro 40.81.3.

4.- EQUIPOS NECESARIOS PARA LA EJECUCIÓN DE LAS OBRAS

4.1.- General

01.- Aunque la ejecución del enlosado es fundamentalmente manual, se deberán prever medios auxiliares que permitan la elevación y colocación de las piezas, cuando estas tengan un peso con el que se desaconseje su carga manual. Asimismo, se podrán utilizar equipos automatizados para la colocación de las losas o sellado de juntas siempre que sean aprobados por la dirección de las obras, permitan el cumplimiento de este Pliego y no dañen o causen movimientos indebidos en las losas.

4.2.- Reglas y enrasadoras

01.- Se utilizarán reglas longitudinales de guiado y enrasadoras.

4.3.- Equipo de apisonado

01.- El apisonado tiene como objetivos compactar la capa de asiento para que no sufra desplazamientos por el uso; hacer penetrar la arena en las juntas para estabilizarlas, asentar y enrasar las losas para que su cara vista se encuentre a la misma cota.

02.- Para realizar esta acción se emplearán pisonos de madera. Podrán utilizarse placa vibradora con suela de goma u otros equipos alternativos si se demuestra en el tramo de prueba que su eficacia es igual o superior a la del equipo requerido y que no deterioran las losas.

5.- EJECUCIÓN

01.- La base de hormigón o zahorra artificial del pavimento de losas debe tener las rasantes indicadas en los planos y si fuese zahorra deberá estar debidamente compactada. Se deberá disponer siempre una pendiente mayor del 1,5% que permita el drenaje. La ejecución de la base y el encintado de bordillo no es objeto de este artículo.

02.- También se deberá comprobar el estado y la regularidad de la capa de base antes de proceder a la ejecución del enlosado y adoptar las medidas correctoras en caso necesario. Serán de aplicación las especificaciones de resistencia, rasante y regularidad superficial recogidas en el artículo 40.36 "Bases de Hormigón Magro Vibrado", y en capas de zahorra en los artículos 40.32 "Zahorras" y 40.33 "Zahorras con áridos reciclados de RCD" del presente Pliego.

03.- Para evitar el desplazamiento lateral de las losas y la apertura de las juntas, se dispondrán dispositivos de confinamiento lateral, con la cara de encuentro con el pavimento recta, los cuales deberán tener una profundidad mínima de 15 centímetros bajo el nivel de las losas. En los encuentros con pavimento bituminoso o de hormigón no serán necesarias nuevos elementos de contención. Los elementos de contención lateral deben estar colocados previamente a la ejecución de las losas. Las losas estarán en contacto con los dispositivos de confinamiento mediante el árido de asiento. Se debe comprobar que estos elementos de contención están de acuerdo con los planos. El pavimento de losas no debe apoyar en los elementos de contención hasta que no tengan resistencia suficiente, según la dirección de las obras. No se comenzará a extender la cama de asiento sin la conformidad de la dirección de las obras respecto a lo indicado en los puntos anteriores.

04.- En las bases permeables, previamente al extendido del árido de asiento, salvo justificación en contrario se dispondrá un geotextil cubriendo toda la superficie de la base que permita el paso del agua evitando la migración de partículas entre las capas, con las características del cuadro 40.81.3. Asimismo, en bases convencionales se dispondrá dicho geotextil en zonas donde pudiera migrar el material de la cama de asiento.

05.- Se procederá a la extensión manual o mediante equipos repartidores de una capa de árido que servirá como cama de asiento de las losas.

06.- El espesor de extendido será tal que después del apisonado de las losas el espesor final sea de 2 a 3 cm de árido. Para ello se requerirá en general que el espesor previo al vibrado se encuentre entre 2 y 4 cm en estado seco, pero en cualquier caso se deberá determinar el espesor inicial en el tramo de prueba.

07.- El árido de asiento se extenderá de manera que se cubra con la losa y se apisona en el mismo día. Si el árido extendido sufre el paso de vehículos o se humedece por lluvia deberá riparse y airearse, en su caso, y proceder a una nueva nivelación.

08.- Sobre la cama de asiento se colocarán las losas, de tal manera que el operario pise siempre sobre las piezas ya colocadas. La colocación de las losas comenzará por un borde o elemento de confinamiento lateral. Las losas se colocarán a tope, con juntas que no excederán de 3 mm. El enlosado sin junta y sin bisel no se admitirá si pudieran acceder vehículos.

09.- La disposición en planta del enlosado se hará de acuerdo a los planos.

10.- Cuando sea necesario cortar losas para ajustarlos al espacio remanente, el corte se hará con sierra de diamante o con algún elemento de corte aprobado por la dirección de las obras.

11.- Una vez colocadas las losas se procederá a apisonar por medio de pisones de madera, dando los golpes necesarios para conseguir que las losas queden debidamente asentadas y que el espesor del árido de asiento sea el requerido.

12.- A continuación, se extenderá la arena de sellado, por medio de escobas u otros elementos de reparto, hasta rellenar los huecos de separación de las losas. Se procederá a un nuevo apisonado y se terminará la colocación con un último recebado que rellene completamente los espacios. El exceso de arena de sellado se retirará mediante barrido con escoba dura, no permitiéndose su retirada por lavado con agua.

6.- TRAMO DE PRUEBA

01.- Cuando lo indique el proyecto o la dirección de las obras, se ejecutará un tramo de prueba antes de iniciarse la puesta en obra, para comprobar la forma de actuación de los equipos de extensión y apisonado. Se definirán los procedimientos de apisonado de manera que se cumplan los requisitos de espesor en la arena de asiento. Se comprobará también si con los procedimientos de ejecución se alcanzan las cotas y regularidad superficial necesarios. En el tramo se observarán asimismo los procedimientos para la alineación de las losas y los procedimientos de cortado de piezas.

02.- El tramo de prueba tendrá una longitud no inferior a la definida en el proyecto y en cualquier caso no inferior a 100 m². La dirección de las obras determinará si es aceptable su realización como parte integrante de la obra en construcción.

03.- En caso de que el tramo de prueba cumpla con las prescripciones técnicas y requisitos de calidad exigidos, será abonado a la empresa contratista de acuerdo al apartado 11 "Medición y Abono" del presente artículo.

04.- A la vista de los resultados obtenidos, la dirección de las obras definirá si son aceptables o no los equipos y procedimientos propuestos por la empresa contratista. En el primer caso, definirá su forma específica de actuación. En el segundo caso, la empresa contratista deberá proponer nuevos equipos o incorporar equipos suplementarios.

05.- No se podrá proceder a la producción sin que la dirección de las obras haya autorizado el inicio en las condiciones aceptadas después del tramo de prueba.

7.- ESPECIFICACIONES DE LA UNIDAD TERMINADA

01.- Dispuestas referencias, niveladas hasta milímetros con arreglo a los planos, en el eje y bordes de perfiles transversales, cuya distancia no exceda de 10 m, se comparará la superficie acabada con la teórica que pase por dichas referencias. La superficie acabada no deberá diferir de la teórica en más de 12 mm.

02.- La superficie acabada no deberá presentar cejas, y su regularidad superficial medida con regla de 3 m no variará en más de 5 mm, aplicada tanto paralela como normalmente al eje de la calle, y especialmente en las inmediaciones de las juntas. En la proximidad a bordillos, rigolas, canaletas u otros elementos fijos, no se admitirán variaciones negativas.

03.- No podrán existir zonas con pendiente inferior al 1,5% o que retengan agua.

04.- Las zonas en que no se cumplan las tolerancias antedichas, deberán corregirse de acuerdo con lo que, sobre el particular, ordene la dirección de las obras.

8.- CONTROL DE CALIDAD

01.- El control de las losas se llevará a cabo de acuerdo con lo establecido en los artículos 21.15 "Baldosas de piedra natural" y 22.36 "Baldosas de hormigón" de este Pliego.

02.- El árido de asiento y de sellado se controlará por granulometría, resistencia, humedad, y posibles contaminantes.

03.- El control de ejecución se basará en inspecciones periódicas a la obra y vigilará especialmente el proceso de ejecución y la terminación del pavimento.

04.- Las medidas de regularidad superficial con regla de 3 m se harán sobre lotes de 300 m², que se aceptarán o rechazarán completos.

05.- Se comprobará mediante cordones de referencia la alineación de las losas.

9.- CRITERIOS DE ACEPTACIÓN Y RECHAZO

01.- La aceptación o rechazo de las losas se hará de acuerdo con lo establecido en los artículos 21.15 "Baldosas de piedra natural" y 22.36 "Baldosas de hormigón" de este Pliego.

02.- La unidad de obra cumplirá con las especificaciones del apartado 7. Asimismo, se aplicarán las tolerancias que figuran en el cuadro 40.93.1.

CUADRO 40.93.1 - CRITERIOS DE ACEPTACIÓN O RECHAZO

| CARACTERÍSTICA | DESVIACIÓN ADMISIBLE (mm) |
|--|---|
| Base de asiento | |
| Desviación de la superficie de la cota especificada | 10 |
| Regularidad medida con regla de 3 m | 10 |
| Características de la arena de asiento y sellado, %. | Desviaciones granulométricas 1 Desviaciones de humedad 2 |
| Espesor de la capa de arena de asiento(mm) | +5, -5 |
| Alineación (mm) de las losas en: 3 m longitud | |

| | |
|---|----------|
| 20 m de longitud | 10 20 |
| Diferencia de cotas entre losas adyacentes (mm) | 3 |

10.- LIMITACIONES DE LA EJECUCIÓN

01.- Será de aplicación lo dispuesto en el apartado 10 del artículo 40.81 “Adoquinados sobre árido” de este Pliego.

11.- MEDICIÓN Y ABONO

01.- Los enlosados sobre arena se abonarán por metros cuadrados de superficie de pavimento ejecutados, medidos según planos. El precio unitario comprende, además del suministro y colocación de las losas, el lecho de árido, el recebado de las juntas y el geotextil de no indicarse en el proyecto lo contrario, así como todas las operaciones necesarias para la correcta terminación del pavimento.

02.- Los proyectos que incluyan la ejecución de pavimentación singular (al menos cuando sea piedra natural de características especiales), deberán prever la entrega al Ayuntamiento de Madrid de material de repuesto en una cantidad que suponga el 10% de la superficie proyectada de cada tipo de pavimento singular. El suministro, el transporte y la descarga en palés del material de repuesto en la casilla municipal se valorarán en los proyectos, en partida independiente por metro cuadrado de material entregado.

ARTÍCULO 40.94.- ENLOSADOS SOBRE MORTERO

1.- DEFINICIÓN

01.- Se definen como enlosados sobre mortero los pavimentos ejecutados con losas colocadas sobre una capa de asiento de mortero de cemento, y que a su vez se encuentra sobre una base de hormigón magro vibrado. Las juntas de las losas se rellenan con una lechada o mortero de cemento. No se dispondrán donde esté previsto el acceso de vehículos, salvo que la circulación de estos sea circunstancial.

2.- NORMATIVA TÉCNICA

01.- Normalización de Elementos Constructivos para Obras de Urbanización del Ayuntamiento de Madrid (NECOU).

02.- Para la pavimentación con baldosas de hormigón será de aplicación, en lo no especificado por este Pliego y la NECOU, la norma UNE 127339 "Propiedades y condiciones de suministro y recepción de las baldosas de hormigón. Complemento Nacional a la UNE-EN 1339" y sus anejos.

3.- MATERIALES

3.1.- Losas

01.- A efectos del presente artículo se entenderá por losa una baldosa de hormigón o de piedra natural, debiendo cumplir las condiciones señaladas respectivamente en los artículos 22.36 "Baldosas de hormigón" y 21.15 "Baldosas de piedra natural" de este pliego.

02.- Salvo justificación en contrario, las losas tendrán un tamaño máximo de 40x40 cm.

03.- En el proyecto se tendrá en cuenta la disposición de las losas a fin de evitar en lo posible el corte de piezas en obra.

04.- Se podrán reutilizar losas procedentes de la misma obra o de otra, el proyecto establecerá las condiciones que deberán cumplir para su reutilización. Las losas estarán limpias y enteras debiendo contar con la aprobación de la Dirección de Obras.

3.2.- Mortero de cemento

01.- El producto será confeccionado industrialmente y se suministrará a obra en seco (sacos o silo), o ya preparado para su uso. El mortero deberá cumplir las condiciones señaladas en el artículo 20.52 "Morteros de cemento" de este pliego, entre ellas el marcado CE.

02.- Salvo especificación en contrario, se utilizará un mortero hidráulico de alta resistencia mecánica, M-20 o superior (a los 28 días), con control de la retracción ya sea mediante aditivo químico o fibras poliméricas. Así mismo, el proyecto o, en su caso, la Dirección de la obra en base al resultado obtenido en el tramo de prueba, especificará la consistencia a emplear que garantice la puesta en obra, que se determinará con la mesa de sacudidas (UNE-EN 1015-3).

03.- En el caso de que el mortero se fabrique listo para su uso, a su llegada a obra deberá presentar la consistencia solicitada, no se admitirá la modificación de la consistencia en obra ya sea por adición de agua y/o aditivos. En el caso de emplear morteros secos la preparación del mortero se realizará en obra siguiendo las instrucciones del fabricante. El mezclado con agua se realizará con la dosificación y tiempo de amasado conforme a lo indicado por el fabricante para conseguir la consistencia requerida en obra. Se podrán emplear aditivos plastificantes y retardadores de fraguado conforme a lo especificado por el fabricante. El procedimiento de fabricación del mortero será el aceptado por la Dirección de las Obras en el tramo de prueba.

04.- El proyecto deberá determinar el uso de cemento sulforesistente en los casos en que un entorno agresivo por presencia de sulfatos lo requiera.

3.3.- Mortero para el relleno de juntas

01.- El producto será confeccionado industrialmente y se suministrará a obra en seco (sacos o silo), o ya preparado para su uso. El mortero deberá cumplir las condiciones señaladas en el artículo 20.52 "Morteros de cemento" de este pliego, entre ellas el marcado CE.

02.- Salvo especificación del fabricante o el proyecto, el mortero o lechada de relleno tendrá una consistencia líquida que permita una fácil entrada en las juntas y su autocompactación, garantizando que no quedan huecos sin rellenar.

03.- Se emplearán morteros según las especificaciones de la UNE-EN 998-2 de morteros para juntas y capas finas, con una resistencia de compresión a los 28 días de 20 MPa o superior.

04.- La preparación del mortero se realizará en obra siguiendo las instrucciones del fabricante.

4.- EQUIPOS NECESARIOS PARA LA EJECUCIÓN DE LAS OBRAS

01.- El mezclado del mortero seco con agua y su amasado se realizará con hormigonera de obra, u otro mezclador específico que sea requerido en el proyecto, por la Dirección de obra o recomendado por el fabricante.

02.- Se dispondrá de suministro del agua necesaria en la obra.

03.- Aunque la ejecución del enlosado es fundamentalmente manual, se deberán prever medios auxiliares que permitan la elevación y colocación de las piezas, cuando estas tengan un peso con el que se desaconseje su carga manual. Asimismo, se podrán utilizar equipos automatizados para la extensión del mortero de asiento, colocación de las losas o sellado de juntas siempre que sean aprobados por la Dirección de las obras, permitan el cumplimiento de este pliego y no dañen o causen movimientos indebidos en las losas.

5.- EJECUCIÓN

01.- La base de hormigón del pavimento de losas deberá tener las rasantes indicadas en los planos. La ejecución de la base no es objeto de este artículo.

02.- En los proyectos de reparación se deberán haber realizado las comprobaciones necesarias del estado de la base de hormigón. En la ejecución se comprobará el estado y

regularidad de la capa de base antes de proceder a la ejecución del enlosado y se adoptarán las medidas correctoras en caso necesario. Serán de aplicación las especificaciones de resistencia, rasante y regularidad superficial recogidas en el artículo 40.36 "Bases de Hormigón Magro Vibrado" del presente pliego.

03.- En obras de renovación o reparación el proyecto deberá prever si es necesario disponer una capa de regulación de mortero M-20, o de hormigón HM-20 si el espesor requerido es mayor de 5 cm.

04.- Se deberá organizar la puesta en obra teniendo en cuenta los tiempos que permite cada tipo de mortero, factor que será tenido en cuenta en la elección del mismo. Dichos tiempos se establecerán siguiendo las indicaciones del fabricante, en particular:

- El tiempo de trabajabilidad del mortero. Se contará desde el comienzo del mezclado con agua y dentro del mismo deberán quedar las losas colocadas y asentadas. Se podrá aumentar con el empleo de retardadores de fraguado.
- El tiempo de colocación y asiento de las losas, desde que se dispone la capa de mortero.
- Tiempo de apertura al tráfico de peatones y/o de vehículos, en función del tiempo de endurecimiento del mortero.

05.- Antes de comenzar a preparar el mortero deberán estar todos los materiales y medios necesarios preparados en la obra.

06.- Se deberá haber realizado una limpieza específica de la base de hormigón, lo cual será esencial para la adherencia del mortero.

07.- Sobre la base de hormigón humedecida se procederá a la extensión manual o mediante equipos repartidores de una capa de mortero de cemento que servirá como capa de asiento a las losas, para absorber sus diferencias de tizón y para conseguir su adherencia al soporte. El espesor de la capa de mortero con la losa ya asentada estará comprendido entre 3 y 4 cm, dependiendo del ancho de junta y del hincado se establecerá el valor de recrecido del mortero en el extendido.

08.- Sobre la capa de mortero se colocarán las losas, previamente humedecidas, asentándolas y enrasándolas dentro del periodo de trabajabilidad y de colocación del mortero. Se golpearán para ajustar el espesor de las juntas y realizar un principio de hincado en la capa de mortero. Quedarán bien asentadas y enrasadas, con su capa de rodadura en la rasante prevista según los planos con las tolerancias establecidas en el presente artículo.

09.- El proyecto definirá el patrón de colocación de las losas. La colocación de las losas comenzará por un borde lateral. Las losas se colocarán en hileras rectas con las juntas encontradas, respetando el ancho entre losas previsto en el proyecto. El proyecto podrá prever en el diseño juntas de contracción que controlen la posible rotura por la acción térmica y reológica.

10.- Una vez colocadas las losas se procederá a regarlas, y se procederá al relleno de las juntas según el procedimiento previsto en el proyecto. Antes del endurecimiento del relleno de junta se eliminará la parte sobrante.

11.- La ejecución del relleno de las juntas no cambiará las características de acabado de las losas. Si dicho acabado se viera afectado se deberá realizar la limpieza que sea necesaria.

12.- Se realizará un curado adecuado del mortero.

13.- Se podrá utilizar una solución reforzada consistente en la aplicación de una fina capa de mortero adhesivo sobre la base de hormigón, extensión de la cama de mortero de asiento, y aplicación del mortero adhesivo en la cara inferior de las piezas cuando se colocan. Todo ello en el tiempo de trabajabilidad del mortero de asiento.

6.- TRAMO DE PRUEBA

01.- Cuando lo indique el proyecto o la Dirección de las obras, se ejecutará un tramo de prueba antes de iniciarse la puesta en obra para comprobar la forma de actuación de los equipos de ejecución. Se definirán los procedimientos de asiento de las piezas de manera que se cumplan los requisitos de espesor en el mortero y relleno completo de las juntas. Se comprobará también si con los procedimientos de ejecución se alcanzan las cotas y regularidad superficial necesarios. En el tramo se observará asimismo los procedimientos para la alineación de las losas y los procedimientos de cortado de piezas.

02.- El tramo de prueba tendrá una longitud no inferior a la definida en el proyecto y en cualquier caso no inferior a 100 m². La Dirección de las obras determinará si es aceptable su realización como parte integrante de la obra en construcción.

03.- A la vista de los resultados obtenidos, la Dirección de Obra definirá si son aceptables o no los equipos propuestos por la empresa contratista. En el primer caso, definirá su forma específica de actuación. En el segundo caso, la empresa contratista deberá proponer nuevos equipos, o incorporar equipos suplementarios.

04.- No se podrá proceder a la producción sin que la Dirección de las obras haya autorizado el inicio en las condiciones aceptadas después del tramo de prueba.

7.- ESPECIFICACIONES DE LA UNIDAD TERMINADA

01.- Dispuestas referencias, niveladas hasta mm con arreglo a los planos, en el eje y bordes de perfiles transversales, cuya distancia no exceda de diez 10 m, se comparará la superficie acabada con la teórica que pase por dichas referencias. La superficie acabada no deberá diferir de la teórica en más o en menos de 12 mm.

02.- La superficie acabada no deberá presentar cejas, y su regularidad superficial medida con regla de 3 m no variará en más o en menos de 5 mm, aplicada tanto paralela como normalmente al eje de la calle, y especialmente en las inmediaciones de las juntas. En la proximidad a bordillos, rigolas, canaletas u otros elementos fijos, no se admitirán variaciones negativas.

03.- No podrán existir zonas con pendiente inferior al 1,5% o que retengan agua.

04.- Las zonas en que no se cumplan las tolerancias antedichas, deberán corregirse de acuerdo con lo que, sobre el particular, ordene la Dirección de Obra.

8.- CONTROL DE CALIDAD

01.- El control de las losas se llevará a cabo de acuerdo con lo establecido en los artículos 21.15 "Baldosas de piedra natural" y 22.36 "Baldosas de hormigón" de este pliego.

02.- El control de recepción del mortero se controlará de acuerdo con el artículo 20.52 "Morteros de cemento y cal" de este pliego.

03.- El control del proceso de ejecución se basará en inspecciones periódicas a la obra. Se controlará la puesta en obra del mortero y colocación de las losas dentro del tiempo de trabajabilidad del mortero u hormigón, así como el proceso del relleno completo de las juntas.

04.- Asimismo, se controlará la terminación del pavimento. Las medidas de regularidad superficial con regla de 3 m se harán sobre lotes de 300 m² o la ejecución de un día, que se aceptarán o rechazarán completos según el apartado 9.

05.- Sobre esos mismos lotes se habrán tomado, al menos 3 muestras de mortero de acuerdo con la UNE-EN 1015-2. Con ellas se fabricarán probetas prismáticas que se ensayarán a compresión simple a los 3, 7 y 28 días de edad de acuerdo con la UNE-EN 1015-11. La resistencia media a compresión no debe ser inferior a la requerida ni a la declarada.

06.- Se comprobará mediante cordones de referencia la alineación de las losas.

9.- CRITERIOS DE ACEPTACIÓN Y RECHAZO

01.- La aceptación o rechazo de las losas se hará de acuerdo con lo establecido en los artículos 21.15 "Baldosas de piedra natural" y 22.36 "Baldosas de hormigón" de este Pliego.

02.- La unidad de obra cumplirá con las especificaciones del apartado 7. Asimismo, se aplicarán las tolerancias que figuran en el cuadro 40.94.1.

CUADRO 40.94.1 - CRITERIOS DE ACEPTACIÓN Y RECHAZO

| CARACTERÍSTICA | DESVIACIÓN ADMISIBLE (mm) |
|---|---------------------------|
| Base de asiento | |
| Desviación de la superficie de la cota especificada | 10 |
| Regularidad medida con regla de 3 m | 10 |
| Espesor de la capa de mortero de asiento | +5, -5 |
| Alineación de las losas en: | |
| 3 m longitud | 10 |
| 20 m de longitud | 20 |
| Diferencia de cotas entre losas adyacentes | 3 |

03.- A partir del ensayo a compresión simple a 28 días de las probetas del mortero de asiento, obtenidas con las muestras de cada lote, se aplicarán los siguientes criterios:

- Si la resistencia media no fuera inferior a la exigida, se aceptará el lote.
- Si la resistencia media fuera inferior a la exigida, pero sin bajar del 80%, se aceptará con las sanciones que establezca el PPTP.

10.- LIMITACIONES DE LA EJECUCIÓN

01.- Salvo autorización expresa de la Dirección de las obras, no se permitirá la puesta en obra del enlosado:

- Cuando la temperatura ambiente a la sombra sea inferior a 5 °C o superior a 35°C. Con viento intenso o después de heladas la Dirección de las obras podrá aumentar este límite, a la vista de los resultados de compactación obtenidos.
- Cuando se produzcan precipitaciones atmosféricas.

02.- El pavimento terminado se abrirá para su uso una vez que el mortero haya alcanzado una resistencia suficiente y se cuente con la autorización expresa de la Dirección de las Obras. Cualquier daño producido antes de la terminación de la obra deberá ser corregido por la empresa contratista, a su cargo.

11.- MEDICIÓN Y ABONO

01.- Los enlosados sobre mortero se abonarán por metros cuadrados de superficie de pavimento ejecutados, medido según planos finales de obra. En el precio estará incluido el suministro y colocación de las losas, el lecho de mortero, el material de las juntas y todo lo necesario hasta la correcta terminación de la unidad de obra, incluida la limpieza específica de la base de hormigón y la limpieza de acabado que sea necesaria. El precio no incluirá la reparación de la base de hormigón y las capas de recrecido que fueran necesarias.

02.- Los proyectos que incluyan la ejecución de pavimentación singular (al menos cuando sea piedra natural de características especiales), deberán prever la entrega al Ayuntamiento de Madrid de material de repuesto en una cantidad que suponga el 10% de la superficie proyectada de cada tipo de pavimento singular. El suministro, el transporte y la descarga en palés del material de repuesto en la casilla municipal se valorarán en los proyectos, en partida independiente por metro cuadrado de material entregado.

CAPÍTULO 41.-ESTRUCTURAS

Sección 1.^a

OBRAS DE PASO

ARTÍCULO 41.10.- GENERALIDADES

1.- DEFINICIONES

01.- A efectos del presente capítulo se considera:

- **Obras de paso o pasos a distinto nivel.** Son los puentes, las pasarelas y los túneles.
- **Puente.** Obra de paso para vehículos y/o peatones que permite salvar una discontinuidad en un trazado.
- **Pasarela.** Puente ligero para uso peatonal y/o ciclista.
- **Túnel.** Obra de paso subterránea para vehículos y/o peatones que permite salvar una discontinuidad en un trazado.
- **Elementos resistentes.** Aquellos que componen la estructura de la obra de paso.
- **Elementos no resistentes.** Aquellos que no forman parte de la estructura de la obra de paso.
- **Equipamiento.** Lo componen los elementos no resistentes de la obra de paso que son accesorios a la misma, y se pueden gestionar de forma separada a la estructura, tales como la señalización, el alumbrado, los servicios urbanos, etcétera.

2.- CONDICIONES GENERALES

01.- Se debe aplicar el Código Estructural aprobado por el Real Decreto 470/2021, de 29 de junio, o marco reglamentario que lo sustituya, por el que se establecen las exigencias que deben cumplir las estructuras de hormigón, las de acero y las mixtas hormigón-acero para satisfacer los requisitos de seguridad estructural y seguridad en caso de incendio, además de la protección del medio ambiente y la utilización eficiente de recursos naturales, proporcionando procedimientos que permitan demostrar su cumplimiento con suficientes garantías técnicas. Dichas exigencias deben cumplirse tanto en el proyecto como en la construcción de las estructuras, así como en su mantenimiento.

02.- Asimismo, se aplicarán los Eurocódigos Estructurales (las normas UNE-EN 1990, UNE-EN 1991, UNE-EN 1992, UNE-EN 1993, UNE-EN 1994, UNE-EN 1995, UNE-EN 1996, UNE-EN 1997 y la UNE-EN 1998), junto con sus correspondientes Anejos Nacionales.

03.- Los proyectos de estructuras de nueva construcción, se redactarán para una vida útil de al menos 100 años.

04.- Todos los nuevos puentes deberán someterse a pruebas de carga previamente a su recepción, de acuerdo con lo dispuesto en la "Instrucción sobre las acciones a considerar en el proyecto de puentes de carretera" (IAP-11) del Ministerio de Fomento, y teniendo en cuenta las "Recomendaciones para la realización de pruebas de carga de recepción en puentes de carretera" publicado por el Ministerio de Fomento en 1999. Igualmente se someterán las estructuras de los túneles cuando sea posible reproducir estados de carga en las mismas.

05.- En todo aquello no contemplado por, el presente pliego, el pliego de prescripciones técnicas particulares, las indicaciones de la dirección facultativa o del servicio municipal competente, se aplicará lo dispuesto por la normativa técnica aprobada para las obras de paso de las carreteras del Estado.

ARTÍCULO 41.11.- APOYOS ESTRUCTURALES

1.- DEFINICIÓN

01.- Los apoyos estructurales son elementos que transmiten cargas entre dos elementos estructurales, permitiendo determinados giros y/o movimientos.

2.- NORMATIVA TÉCNICA

01.- Se aplicará la serie de normas EN 1337 en todas sus partes:

- EN 1337-1 Apoyos estructurales. Parte 1: Reglas generales de diseño.
- EN 1337-2 Apoyos estructurales. Parte 2: Elementos de deslizamiento.
- EN 1337-3 Apoyos estructurales. Parte 3: Apoyos elastoméricos.
- EN 1337-4 Apoyos estructurales. Parte 4: Apoyos de rodillo.
- EN 1337-5 Apoyos estructurales. Parte 5: Apoyos «pot»
- EN 1337-6 Apoyos estructurales. Parte 6: Apoyos oscilantes
- EN 1337-7 Apoyos estructurales. Parte 7: Apoyos de PTFE cilíndricos y esféricos.
- EN 1337-8 Apoyos estructurales. Parte 8: Apoyos guía y apoyos de bloqueo.
- EN 1337-9 Apoyos estructurales. Parte 9: Protección.
- EN 1337-10 Apoyos estructurales. Parte 10: Inspección y mantenimiento.
- EN 1337-11 Apoyos estructurales. Parte 11: Transporte, almacenamiento e instalación

02.- Se aplicarán las “Recomendaciones para el proyecto y puesta en obra de los apoyos elastoméricos para puentes de carretera”, publicadas por el MOPU en el año 1982, y la “Nota técnica sobre aparatos de apoyo para puentes de carretera”, publicada por el Ministerio de Obras Públicas, Transportes y Medio Ambiente en 1995.

03.- Asimismo, es de aplicación la Monografía “Conservación de aparatos de apoyo, juntas y drenaje en puentes” de ACHE/ATC de 2011, en todo aquello no contemplado por las anteriores normas.

3.- MATERIALES

3.1.- Aparatos de apoyo

01.- Se emplearán las tipologías de aparatos de apoyo que están cubiertas por una norma europea armonizada, y que, por tanto, se comercializan con las garantías del marcado CE y del Reglamento (UE) n.º 305/2011. Se atenderá a lo establecido en el artículo 26.21 del presente Pliego.

02.- En el caso de apoyos elastoméricos, el pliego de prescripciones técnicas particulares definirá la composición y características mecánicas del material y, en particular, su dureza, módulo de deformación transversal y porcentaje máximo de variación de sus características mecánicas, después de someter al material a un proceso definido de envejecimiento artificial.

03.- En los apoyos elastoméricos armados, el acero de las placas empleadas en los zunchos será al menos de resistencia y calidad 235 JR según la norma EN 10025. El Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares definirá la carga tangencial mínima que deberá ser capaz

de resistir la unión al material elastomérico, sin presentar ningún despegue, así como la deformación angular correspondiente.

3.2.- Mortero de nivelación

01.- El mortero de nivelación tiene como objetivo lograr una superficie de apoyo plana y perfectamente horizontal.

02.- Se utilizarán morteros fluidos sin retracción de alta resistencia. Se atenderá a lo establecido en el artículo 20.56 del presente pliego.

4.- CONDICIONES DE DISEÑO

01.- No se admitirán diseños con estados de carga en los que algún apoyo quede descomprimido.

02.- Los proyectos de obra de nueva construcción, así como los de reparación y/o refuerzo que incluyan la sustitución de apoyos, deberán determinar justificadamente el sistema de apoyo a disponer. El diseño y cálculo de los apoyos seguirán los criterios establecidos en las normas técnicas de aplicación.

03.- La cara superior e inferior del aparato de apoyo deben ser perfectamente paralelas y estar en planos horizontales, al igual que las superficies de contacto con el apoyo, tanto del tablero como de la pila o estribo. La manera habitual de conseguir esta condición de planeidad y horizontalidad será mediante la creación de mesetas de nivelación y tacones de apoyo, que deberán estar definidas en los proyectos.

04.- Los apoyos de neopreno zunchado siempre se colocarán con el lado mayor paralelo a la línea de apoyos al objeto de ofrecer la mínima coacción posible al giro longitudinal del tablero. Los apoyos se asentarán en mesetas de nivelación de, al menos, dos centímetros (2 cm) de altura.

05.- Las mesetas de mortero cumplirán con las siguientes características:

- La capa o lecho de asiento deberá ocupar toda la superficie en planta del apoyo más cinco centímetros (5 cm) como mínimo en cada dirección.
- Cuando la altura de la meseta de nivelación sea superior a cinco centímetros (5 cm) se armará, con una armadura que soporte una carga del 4% de la carga máxima vertical en dos direcciones ortogonales.

06.- Los proyectos de obra de nueva construcción, y los de reparación y/o refuerzo, deberán prever la futura inspección, mantenimiento y sustitución de los apoyos, respetando siempre los espacios libres y accesibles que sean necesarios para el levantamiento del tablero y la manipulación de los apoyos.

07.- Se garantizará una separación mínima de 15 cm entre la cara superior de la pila o estribo y la cara inferior del tablero para facilitar la inspección y mantenimiento de los apoyos.

08.- El tablero debe estar dimensionado para ser elevado desde puntos de apoyo provisionales distintos de los definitivos.

09.- Los proyectos deberán incluir en el plan de mantenimiento de la estructura el diseño de la operación de sustitución de los apoyos, indicando las posiciones previstas de los gatos hidráulicos y sus características.

5.- EJECUCIÓN

01.- El apoyo se colocará sobre una cama inferior, o meseta de nivelación.

02.- La ejecución de las mesetas de mortero cumplirán con las siguientes condiciones:

- La superficie de la pila o estribo previamente a la ejecución de la meseta se picará ligeramente para asegurar el agarre del mortero.
- La meseta se deberá encofrar con la geometría definitiva.
- La superficie debe ser completamente plana, sin rugosidades, y perfectamente horizontal.
- No podrán existir zonas duras ni vacíos.

02.- La tolerancia en cuanto a la planeidad de las mesetas de nivelación será de un milímetro (± 1 mm), y a la horizontalidad del 0,3%.

03.- Los apoyos colocados previamente al hormigonado del elemento estructural deberán estar protegidos con un sellado especial del encofrado para impedir el contacto con la lechada de cemento.

04.- En el caso de apoyos deslizantes se cuidará la fijación de estos para impedir que puedan inclinarse o desplazarse por la acción del hormigón fresco. Tras la ejecución o colocación del tablero, se deberán liberar los tornillos de fijación.

05.- En los aparatos de apoyo deslizantes, se deberá realizar el reglaje de la placa superior en el momento de su colocación (desplazamiento del centro de la placa con respecto al centro del apoyo) en función de los movimientos, reversibles o no y de su sentido, que queden por producirse, para que en ningún momento se pueda dar otro contacto que no sea entre los elementos del apoyo. Este reglaje será función de la temperatura media en el momento del montaje, de la edad del hormigón del tablero (deformaciones por retracción y fluencia), de los incrementos máximos y mínimos de temperatura posibles y del proceso constructivo seguido. El reglaje (valor y sentido) de las placas de acero de los apoyos deslizantes deberá estar perfectamente definido en el proyecto.

06.- Los apoyos de rodillo, tipo pot, esféricos y oscilantes se ejecutarán con una tolerancia de $\pm 0,003$ rad. respecto a la inclinación estipulada en el proyecto.

07.- Las bandejas superior e inferior de los apoyos de rodillo, tipo pot, esféricos y oscilantes deben quedar anclados mediante fijaciones roscadas con tuercas que permitan su desapriete y sustitución.

6.- MEDICIÓN Y ABONO

01.- Los apoyos elastoméricos se abonarán según plano. Por decímetro cúbico (dm^3) de apoyo elastomérico, o por unidades (ud) para el resto de tipos de apoyo, realmente colocados, según su tipo y dimensiones. El precio unitario incluirá cuantas operaciones sean necesarias para que la unidad quede perfectamente ejecutada.

02.- Las mesetas de nivelación y tacones de apoyo se abonarán según plano, teniendo en cuenta el tipo y dimensiones. El precio unitario incluirá cuantas operaciones sean necesarias para que la unidad quede perfectamente ejecutada.

ARTÍCULO 41.12.- SISTEMAS DE IMPERMEABILIZACIÓN

1.- DEFINICIONES

01.- Se entiende por sistema de impermeabilización el conjunto de elementos que intervienen para lograr una capa impermeable que cubre la estructura impidiendo el paso del agua a la misma.

2.- CLASIFICACIÓN

01.- Los principales sistemas de impermeabilización son los siguientes:

- **Membranas líquidas poliméricas:** son sistemas basados en un producto líquido o de consistencia pastosa de naturaleza polimérica que endurecen formando una capa impermeable totalmente adherida al soporte.
- **Membranas líquidas polimérico-bituminosas:** sistemas en base brea epoxi, o epoxi betún.
- **Morteros hidráulicos:** son sistemas en base a aglomerantes cementosos, áridos seleccionados de granulometría fina, aditivos especiales y polímeros sintéticos en dispersión acuosa.
- **Láminas bituminosas prefabricadas de betún modificado:** son sistemas realizados con láminas bituminosas prefabricadas de betún modificado están constituidos por una capa de imprimación (puente de unión) que se aplica sobre el soporte, y las láminas prefabricadas de betún modificado que se sueldan al soporte. El sistema podrá ser mediante membrana monocapa o membrana bicapa.
- **Sistemas másticos-bituminosos:** son morteros constituidos por un agregado mineral fino rico en filler, fibras y un ligante bituminoso en forma de emulsión asfáltica. Pueden ser de aplicación en frío o en caliente.

3.- GENERALIDADES

01.- Los proyectos determinarán justificadamente el sistema de impermeabilización a emplear definiendo prestaciones tales como estanqueidad, uso, humedad admisible en soporte y rugosidad del soporte.

02.- Se deberá tener en cuenta si existen patologías relacionadas con ataques químicos al hormigón por ingreso de agua, en cuyo caso se requerirá una estanqueidad elevada.

03.- La unión entre diferentes sistemas de impermeabilización se estudiará específicamente. Se atenderá a las indicaciones del proyecto y de la dirección de obra en cuanto al orden de ejecución.

04.- El tratamiento de impermeabilización se continuará hasta que se garantice la salida del agua del tablero. Será condición de aceptación de la unidad la continuidad entre la impermeabilización del tablero y el sistema de drenaje.

05.- Los requisitos a exigir en la impermeabilización se basarán en las prestaciones requeridas. Al menos deberán definirse en el proyecto las indicadas en el CUADRO 41.12.1, indicando la categoría exigida de las reflejadas en el mismo.

CUADRO 41.12.1
CATEGORÍAS DE LAS PRESTACIONES QUE DEBEN REQUERIRSE A LOS SISTEMAS DE IMPERMEABILIZACIÓN

| Prestación | Categorías | | Valores |
|------------------------------|------------------|---|-------------|
| Humedad admisible en soporte | (%) ¹ | | |
| Rugosidad | R1 | Sin rugosidad aparente | < 0,125 mm |
| | R2 | Rugosidad suave | < 3,17 mm |
| | R3 | Rugosidad media | < 12,7 mm |
| | R4 | Rugosidad alta | > 12,7 mm |
| Vida útil | V1 | Vida útil inferior a 10 años | |
| | V2 | Vida útil entre 10 y 20 años | |
| | V3 | Vida útil superior a 20 años | |
| Estanqueidad | E1 | Estanqueidad normal | |
| | E2 | Estanqueidad elevada | |
| Tráfico soportado | T4B | IMD nula a muy baja (T4B) | < 25 |
| | T4A | IMD muy baja (T4A) | 25 - 49 |
| | T3B | IMD baja a muy baja (T3B) | 50 - 99 |
| | T3A | IMD baja (T3A) | 100 - 199 |
| | T2B | IMD baja a media (T2B) | 200 - 399 |
| | T2A | IMD media (T2A) | 400 - 799 |
| | T1 | IMD media a alta (T1) | 800 - 1999 |
| | T0 | IMD alta (T0) | 2000 - 3999 |
| | T00 | IMD muy alta (T00) | > 4000 |
| Uso | U1 | Impermeabilización bajo pavimento | |
| | U2 | Impermeabilización en aceras o zonas de tránsito peatonal | |
| | U3 | Impermeabilización en zonas expuestas, pero no transitables | |

¹ Se indicará la humedad admisible

4.- PREPARACIÓN DEL SOPORTE

01.- El soporte sobre el que se ejecuta la impermeabilización tiene que estar en unas condiciones que garanticen la buena adhesión del sistema de impermeabilización.

02.- El soporte no presentará defectos.

03.- En soportes de hormigón se deberá obtener un grado de rugosidad admisible para el sistema de impermeabilización que se vaya a emplear. El cuadro 41.12.2 relaciona el grado de

rugosidad del soporte, según el índice CSP (*Concrete Surface Profiles*) del *International Concrete Repair Institute*, con el espesor máximo del sistema de impermeabilización.

CUADRO 41.12.2
ESPESOR MÁXIMO DEL SISTEMA DE IMPERMEABILIZACIÓN EN FUNCIÓN DEL
ACABADO DEL HORMIGÓN

| Condición | | Grado de rugosidad | Espesor (mm) | Método de obtención |
|------------------------|----|--------------------|------------------|------------------------------------|
| Sin rugosidad aparente | R1 | CSP 1 | Hasta 0,125 | Limpieza con ácido / Lijado |
| | | CSP 2 | Hasta 0,125 | Chorro abrasivo ligero (con arena) |
| | | CSP 3 | Hasta 0,125 | Granallado |
| Rugosidad suave | R2 | CSP 4 | De 0,125 a 1,25 | Chorro abrasivo medio (con arena) |
| | | CSP 5 | De 0,125 a 3,175 | Chorro abrasivo fuerte |
| Rugosidad media | R3 | CSP 6 | De 1,25 a 12,7 | Microfresado |
| | | CSP 7 | De 3,175 a 12,7 | Abujardado |
| Rugosidad alta | R4 | CSP 8 | Más de 12,7 | Fresado |
| | | CSP 9 | Más de 12,7 | Picado |

5.- MEMBRANAS LÍQUIDAS POLIMÉRICAS

5.1.- Generalidades

01.- Se deberá garantizar el buen comportamiento del aglomerado sobre la membrana.

02.- El sistema se empleará cumpliendo al menos con las condiciones del cuadro 41.12.3, de acuerdo con la clasificación del cuadro 41.12.1.

CUADRO 41.12.3
MEMBRANAS LÍQUIDAS POLIMÉRICAS
CONDICIONES DE APLICACIÓN

| Condición | Categorías adecuadas |
|--------------------------------------|----------------------|
| Humedad máxima admisible del soporte | 4% |
| Rugosidad del soporte | R1 o R2 |
| Vida útil | V3 |
| Estanqueidad requerida | E2 |
| Tráfico soportado | Cualquiera |
| Uso | Cualquiera |

5.2.- Ejecución

01.- Cuando la membrana sea en base a poliureas (puras o híbridas), el sistema constará de las siguientes fases:

- Una capa inicial de imprimación epoxi, poliuretano u otros productos específicos. En función de la porosidad del hormigón puede ser necesario la aplicación de dos o más capas.
- Una vez curada, se aplicará la membrana de poliurea.
- Aplicación de una capa de adherencia y protección.

- Finalmente se dispondrá una capa de protección contra la radiación UV, evitando así el amarilleamiento de la poliurea.

02.- Cuando la membrana sea en base a poliuretano, el sistema constará de las siguientes fases:

- Aplicación de una imprimación (tipo epoxi, poliuretano, etc.).
- Una vez curada, se aplicará la membrana de poliuretano.
- Aplicación de una capa de protección a base de poliuretano sobre la que se espolvorea árido a saturación.
- Capa de adherencia y protección frente al asfaltado a base de emulsión bituminosa.

03.- Cuando la membrana sea en base a poliuretano metacrilato, el sistema constará de las siguientes fases:

- Aplicación de una capa de imprimación con resina reactiva sobre la que se espolvorea árido a saturación.
- Una vez curada, se aplicará la membrana de uretano modificado aplicada por proyección o extendido manual.
- Aplicación de una capa de acabado con resina reactiva sobre la que se esparce árido síliceo de tamaño 2-4 mm.
- Bajo pavimento, se dispone de una capa de bitumen modificado que garantiza la adherencia entre el sistema de impermeabilización y el pavimento, con una dotación de 0,6 a 1 kg/m².

04.- Se deberá comprobar antes de su ejecución que no se supera la humedad admisible del soporte.

05.- Se deberá lograr la adherencia de la membrana en el 100% de la superficie tratada.

6.- MEMBRANAS LÍQUIDAS POLIMÉRICO-BITUMINOSAS

6.1.- Generalidades

01.- Las membranas polimérico-bituminosas tienen una alta compatibilidad con el asfalto.

02.- El producto cumplirá con la norma UNE-EN 1504-2 Reparación y protección de estructuras de hormigón: membranas de impermeabilización.

03.- El sistema se empleará cumpliendo al menos con las condiciones del cuadro 41.12.4, de acuerdo con la clasificación del cuadro 41.12.1.

CUADRO 41.12.4
MEMBRANAS LÍQUIDAS POLIMÉRICO-BITUMINOSAS
CONDICIONES DE APLICACIÓN

| Condición | Categorías adecuadas |
|--------------------------------------|----------------------|
| Humedad máxima admisible del soporte | 8% |
| Rugosidad del soporte | R1 o R2 |
| Vida útil | V1 |
| Estanqueidad requerida | E1 |
| Tráfico soportado | T4B a T1 |
| Uso | U1 |

6.2.- Ejecución

01.- El sistema constará de las siguientes fases:

- Aplicación de una primera capa diluida con agua, que hace de imprimación.
- Aplicación de una o más capas puras.
- Espolvoreado sobre la última capa de árido silíceo de granulometría aproximada a 0,4 - 1 mm. Se realizará a saturación, con soplado del árido no adherido, una vez haya endurecido la membrana.

02.- Se deberá lograr la adherencia de la membrana en el 100% de la superficie tratada.

7.- MORTEROS HIDRÁULICOS

7.1.- Generalidades

01.- El producto cumplirá con la norma UNE-EN 1504-2 Reparación y protección de estructuras de hormigón: membranas de impermeabilización.

02.- El sistema se empleará cumpliendo al menos con las condiciones del cuadro 41.12.5, de acuerdo con la clasificación del cuadro 41.12.1.

CUADRO 41.12.5
MEMBRANAS EN BASE DE MORTEROS HIDRÁULICOS
CONDICIONES DE APLICACIÓN

| Condición | Categorías adecuadas |
|--------------------------------------|----------------------|
| Humedad máxima admisible del soporte | 50% |
| Rugosidad del soporte | Cualquiera |
| Vida útil | V1 |
| Estanqueidad requerida | E1 |
| Tráfico soportado | T4B a T2A |
| Uso | Cualquiera |

7.2.- Ejecución

01.- Se aplicará al menos en dos capas. Se seguirán las instrucciones del fabricante en cuanto al modo de mezcla y amasado, sistema de aplicación, número de capas y espesor de las mismas, condiciones ambientales de aplicación, etc.

02.- El tiempo de curado será el que marque el fabricante, aunque la segunda capa se aplicará al menos cuando la primera alcanza adherencia y consistencia suficiente para no ser levantada con el rodillo.

03.- En general se suspenderá la aplicación de productos cuando la temperatura del soporte de aplicación sea inferior a +5°C o superior a +40°C salvo que se indique lo contrario en la ficha técnica del producto considerado.

04.- Se deberá lograr la adherencia de la membrana en el 100% de la superficie tratada.

8.- LÁMINAS BITUMINOSAS PREFABRICADAS DE BETÚN MODIFICADO

8.1.- Generalidades

01.- El producto cumplirá con la norma UNE-EN 14695 Láminas flexibles para la impermeabilización de tableros de puente de hormigón y otras zonas de tráfico rodado.

02.- El sistema se empleará cumpliendo al menos con las condiciones del cuadro 41.12.6, de acuerdo con la clasificación del cuadro 41.12.1.

CUADRO 41.12.6
LÁMINAS BITUMINOSAS PREFABRICADAS DE BETÚN MODIFICADO
CONDICIONES DE APLICACIÓN

| Condición | Categorías adecuadas |
|--------------------------------------|----------------------|
| Humedad máxima admisible del soporte | 5% |
| Rugosidad del soporte | R1 o R2 |
| Vida útil | V2 |
| Estanqueidad requerida | E2 |
| Tráfico soportado | Cualquiera |
| Uso | U1 o U3 |

8.2.- Ejecución

01.- La superficie donde va a aplicarse la impermeabilización no debe presentar irregularidades ni resaltes mayores de 1,5 mm, para evitar el riesgo de que pueda producirse su punzonado o rotura. En el caso de resaltes puntuales se emplearán medios mecánicos para eliminarlos. En el caso de huecos, o de una falta de planimetría del soporte, se uniformizará la superficie con la ayuda de un mortero adecuado (por ejemplo, mortero mejorado con resinas epoxídicas o bien con un mortero bituminoso).

02.- La edad de curado del hormigón de la base será al menos de 14 días.

03.- No deberán realizarse trabajos de impermeabilización cuando las condiciones climatológicas puedan resultar perjudiciales, en particular cuando haya nieve o hielo sobre el soporte, o cuando llueva o nieve, o cuando sople viento fuerte.

04.- El sistema de impermeabilización constará de las siguientes fases:

- Se aplicará una imprimación bituminosa como puente de unión.
- Una vez seca la imprimación se aplicarán las láminas bituminosas, soldándolas al soporte con ayuda de un soplete. Las láminas se dispondrán en el sentido de circulación (siguiendo el eje longitudinal de la vía). Se colocarán desde la parte más baja a la más alta, con los solapes longitudinales siempre a favor de agua.
- Al finalizar la colocación de la lámina se harán las oportunas comprobaciones: no existencia de pliegues, adecuada adhesión al soporte, dimensiones de los solapes y todas aquellas cuestiones indicadas por el fabricante de las láminas como un correcto control de obra.

05.- Los solapes longitudinales serán superiores a 8 cm y los trasversales a 12 cm.

06.- Se eliminará el gránulo o el geotextil en los extremos de los rollos para realizar la unión del solape transversal.

07.- Se evitará la coincidencia de solapes trasversales de dos hileras consecutivas y la unión de tres láminas en un solo punto.

08.- Se deberá lograr la adherencia de la lámina en el 100% de la superficie tratada.

9.- SISTEMAS MÁSTICOS-BITUMINOSOS

9.1.- Generalidades

01.- El producto cumplirá con la norma UNE-EN 1504-2 Reparación y protección de estructuras de hormigón: membranas de impermeabilización.

02.- El sistema se empleará cumpliendo al menos con las condiciones del cuadro 41.12.7, de acuerdo con la clasificación del cuadro 41.12.1.

CUADRO 41.12.7
SISTEMAS MÁSTICOS-BITUMINOSOS
CONDICIONES DE APLICACIÓN

| Condición | Categorías adecuadas |
|--------------------------------------|----------------------|
| Humedad máxima admisible del soporte | 8% |
| Rugosidad del soporte | R1 a R3 |
| Vida útil | V1 |
| Estanqueidad requerida | E1 |
| Tráfico soportado | T4B a T1 |
| Uso | U1 |

9.2.- Ejecución

01.- Cuando se aplica en frío, el sistema de impermeabilización constará de las siguientes fases:

- Imprimación con una emulsión bituminosa aniónica en frío de baja viscosidad, diluida con agua, aplicada mediante extendido con rodillo.
- Extendido del mortero bituminoso de manera mecánica (por proyección) o manual (extendido con rastra de goma) en una sola capa.

02.- Cuando se aplica en caliente, el sistema de impermeabilización constará de las siguientes fases:

- Imprimación a base de un riego con emulsiones normales o modificadas.
- Capa de 2 a 3 cm de aglomerado asfáltico denso.
- Membrana de estanquidad, constituida por un riego de betún modificado con elastómeros.
- Capa de rodadura.

10.- MEDICIÓN Y ABONO

01.- La impermeabilización se medirá y abonará en metros cuadrados (m²) impermeabilizados, incluyendo la preparación de superficie, así como todas las operaciones y materiales necesarios para la total ejecución de la unidad.

ARTÍCULO 41.13.- JUNTAS DE DILATACIÓN DE TABLERO

1.- DEFINICIÓN

01.- Las juntas de dilatación de tablero son dispositivos de cierre superficial en las interrupciones entre el tablero y el estribo, o entre tableros, que permiten movimientos relativos del tablero sin coacción a la estructura, asegurando la continuidad de la superficie de forma adecuada para su uso y evitando el paso de agua a los elementos situados en un plano inferior.

2.- CLASIFICACIÓN

01.- Las juntas se pueden clasificar según la magnitud de la variación de la abertura máxima, en los grupos siguientes:

- Juntas con variación de abertura < 5 mm.
- Juntas con variación de abertura \geq 5 mm.

02.- Las juntas con variación de abertura menor de cinco milímetros se podrán resolver por medio de dispositivos ocultos, es decir, tapajuntas y mallas textiles en el pavimento o mástico de betún modificado.

03.- Las juntas con variación de abertura mayor de cinco milímetros requerirán de un aparato de junta con perfil elastomérico, material bituminoso, materiales metálicos, o mixto.

3.- CONDICIONES GENERALES

01.- El proyecto deberá definir justificadamente el tipo de junta y los materiales que la constituyen.

02.- La disposición de la junta será en el sentido perpendicular al de la marcha de la circulación.

03.- El proyecto definirá el detalle de paso de la junta entre la calzada y la acera, o la calzada y la mediana.

04.- Los proyectos de nueva construcción, o en los que se sustituyan las juntas de dilatación, valorarán si la estructura permite la eliminación de las juntas de dilatación según la Guía para la concepción de puentes integrales en carreteras publicada por el Ministerio de Fomento en 2000.

05.- La variación máxima de la abertura se determinará por cálculo teniendo en cuenta las acciones térmicas, mecánicas, y reológicas en caso de hormigón. Se tendrá en cuenta la capacidad de movimiento (extensión y contracción) del material dispuesto en la junta a la hora de fijar el tamaño de la misma. No se dispondrán juntas con una apertura innecesariamente alta.

06.- Las juntas de dilatación de tablero deberán ser estancas, formando parte de la impermeabilización de la estructura. En general se dispondrá una banda elastomérica haciendo babero para la recogida y canalización del agua. Debe diseñarse la salida lateral del agua que discurre sobre la arruga de la lámina.

4.- MATERIALES

01.- Las juntas de elastómero armado están constituidas por una banda de material elastómero, generalmente compuesta por una mezcla de cauchos con base de cloropreno, que contiene refuerzos metálicos de acero. El conjunto se anclará mediante pernos a los bordes de la estructura.

02.- El material elastomérico de las juntas armadas será elástico, resistente y de alta durabilidad, cumplirá con los límites del cuadro 41.13.1.

CUADRO 41.13.1
CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DEL ELASTÓMERO

| Características | Límites | Método de ensayo |
|--|-----------------------|------------------|
| Dureza Shore A | 60 ±5 | UNE-EN ISO 868 |
| Resistencia a la tracción | 15 Mpa | UNE-ISO 37 |
| Alargamiento hasta rotura | 450% | UNE-ISO 37 |
| Deformación por compresión durante 22 h a 100° C | 35% | UNE-ISO 815-1 |
| Flexibilidad a baja temperatura | No quebradizo a 40° C | |
| Resistencia al ozono: expuesto a 100 ppm de ozono durante 70 horas a 38° C | No aparecerán grietas | UNE-ISO 1431-1 |

03.- Los refuerzos metálicos en cada módulo de junta de elastómero armado deberán haberse unido solidariamente al material de cloropreno durante el proceso de vulcanizado. El acero en general será de calidad S235JR.

04.- El anclaje de las juntas de elastómero armado deberá realizarse con resina epoxídica al hormigón estructural. La resina de anclaje de los pernos tendrá una resistencia a la tracción superior de la rotura del hormigón. Las tuercas serán autoblocantes y resistirán la corrosión, al igual que las arandelas.

05.- Para las bandas de transición de la junta de elastómero armado se emplearán morteros especiales para tal fin, que serán de naturaleza elástica.

06.- En las juntas de dilatación de betún modificado se empleará un mástico bituminoso, con betún de alto contenido en elastómeros SBS y carga mineral seleccionada.

07.- Las bandas de elastómeros termoplásticos (TPE) empleadas para la recogida del agua que pasa a través de la junta cumplirán con las siguientes características:

- Dureza Shore: 85 ± 5.
- Resistencia a tracción: 6 MPa.

08.- Las mallas textiles para refuerzo de pavimentos estarán formadas generalmente por fibras de alta resistencia y mostrarán buena adherencia. Cumplirán las siguientes características:

- Resistencia a la tracción: 50.000 N/m.
- Resistencia a la temperatura: 235°C.

5.- EJECUCIÓN

01.- El modelo de junta a disponer contará con la conformidad de la dirección de obra, la cual deberá aprobar un plan de colocación de la junta.

02.- Antes de montar la junta, se ajustará la abertura inicial de acuerdo al plan de colocación, que será en función de la temperatura media de la estructura en ese momento y los movimientos futuros.

03.- La banda elastomérica de recogida de agua se colocará creando un canalillo que mantenga una pendiente uniforme de desagüe, que se deberá comprobar.

04.- El montaje de la junta se realizará de acuerdo con las instrucciones del fabricante con especial atención a la sujeción al tablero y al enrase con el pavimento.

05.- En la sustitución de juntas se deberá restituir la conexión entre la impermeabilización existente y la junta nueva para lo cual se dispondrán transiciones más amplias a cada lado del dispositivo de junta para hacer un buen solape.

06.- Las cavidades de los anclajes de las juntas de elastómero quedarán selladas con ligante en caliente.

6.- CRITERIOS DE ACEPTACIÓN Y RECHAZO

01.- Los aparatos de junta serán revisados por la dirección de obra antes de su instalación. Se rechazarán variaciones dimensionales superiores al 5% sobre plano, y del 2% dentro de la misma partida.

02.- El sellado de las zonas de transición solo se realizará después de la comprobación de la junta anclada por la dirección de obra.

7.- MEDICIÓN Y ABONO

01.- Las juntas de dilatación de tablero se abonarán según plano, por metros (m) de junta realmente ejecutada.

02.- El precio unitario incluirá todos los materiales, así como la banda de elastómero estanca, resinas, anclajes, soldaduras, morteros, pinturas, materiales de transición y cuantos trabajos sean necesarios para su completa ejecución.

ARTÍCULO 41.14.- PROTECCIÓN DEL METAL MEDIANTE SISTEMA DE PINTURA

1.- DEFINICIONES

01.- Sistemas de pintura son los métodos de protección frente a la corrosión del acero expuesto a la atmósfera, el agua o enterrado, que consisten en medidas que separan el metal del medio.

2.- CONDICIONES GENERALES

01.- Se aplicará lo dispuesto en la Sección 2ª del Capítulo 36 de este Pliego.

3.- NORMATIVA TÉCNICA

01.- Se deberán aplicar las siguientes normas:

- Anejo nacional AN/UNE-EN 1993-2. Eurocódigo 3: Proyecto de estructuras de acero. Parte 2: Puentes.
- Anejo nacional AN/UNE-EN 1994-2. Eurocódigo 4: Proyecto de estructuras mixtas de acero y hormigón. Parte 2: Reglas generales y reglas para puentes.
- Norma UNE-EN ISO 4628 Pinturas y barnices. Evaluación de la degradación de los recubrimientos.
- Norma UNE-EN ISO 12944 Pinturas y barnices. Protección de estructuras de acero frente a la corrosión mediante sistemas de pintura protectores.
- Norma UNE-EN ISO 8501 Preparación de sustratos de acero previa a la aplicación de pinturas y productos relacionados. Evaluación visual de la limpieza de las superficies.
- Norma UNE-EN ISO 8504 Preparación de sustratos de acero previa a la aplicación de pinturas y productos relacionados. Métodos de preparación de las superficies.

4.- CONDICIONES DE DISEÑO

01.- Para el diseño de estructuras metálicas, se considerarán las recomendaciones contempladas en la norma 12944-3, Eurocódigo 3 para estructuras metálicas y Eurocódigo 4 para estructuras mixtas.

02.- Para la rehabilitación de un sistema de pintura se deberán considerar en proyecto los siguientes aspectos:

- La evaluación del sistema de protección existente según la norma UNE-EN ISO 4628.
- La preparación del sustrato que será necesaria según la norma UNE-EN ISO 8501.

-Selección del sistema de protección según la norma UNE-EN ISO 12944.

03.- En las actuaciones de pintado únicamente se utilizarán sistemas de pintura de durabilidad Alto (A) o Muy Alto (MA) conforme a la norma UNE-EN ISO 12944-1.

04.- Para determinar el sistema de pintura a emplear, se deberá describir el impacto ambiental sobre las estructuras de acero conforme a la norma UNE-EN ISO 12944-2, debiendo determinar el ambiente a considerar, tanto atmosférico como el correspondiente a estructuras sumergidas en agua o enterradas en el suelo. En las actuaciones de pintado del Ayuntamiento de Madrid no se considerará un ambiente atmosférico con una categoría de corrosividad inferior al C4 según la citada norma.

04.- Con el fin de compensar la pérdida lenta por corrosión del material en las caras inaccesibles que componen los elementos de la estructura a lo largo de su vida se deberá dar un sobre-espesor y una protección de alta durabilidad a todos los elementos que la componen, según el ambiente que corresponda. Se justificará el sobre-espesor conforme al Eurocódigo 3 y la norma UNE-EN ISO 9223.

05.- Se determinará un sistema de pintura genérico conforme a los establecidos en la norma EN ISO 12944-5.

5.- EJECUCIÓN

5.1.- Preparación de la superficie existente

01.- Las superficies se deberán preparar con un grado de limpieza que deberá ser compatible con el tipo de sistema de pintura a utilizar.

02.- En el caso de limpieza por proyección se utilizarán métodos de los tipos Sa2 ½ ó Sa3 definidos en la norma UNE-EN ISO 8501-1.

03.- Los métodos de limpieza con agua a presión se emplearán conforme a las normas NACE/SSPC WJ-1, WJ-2, WJ-3, y WJ-4.

04.- Entre la terminación de la preparación de la superficie de acero y la aplicación de la primera imprimación no pasarán más de 8 horas.

5.2.- Sistema de pintura

01.- El sistema de pintura que sea propuesto deberá ser evaluado conforme a la norma UNE-EN ISO 12944-6 para su aceptación por la dirección facultativa.

02.- Las condiciones y los métodos de aplicación del sistema de pintura responderán a lo especificado en la norma UNE-EN ISO 12944-7.

03.- No se admitirán espesores individuales de película seca inferiores al 100% del espesor nominal. El espesor máximo de película seca no será mayor que tres veces el espesor nominal.

04.- Tras la primera imprimación se efectuará el sellado de posibles rendijas o huecos por los que pueda penetrar el agua.

05.- El color de acabado deberá ser validado por la dirección facultativa, pudiendo requerir muestras de color in situ sin coste para la propiedad.

6.- MEDICIÓN Y ABONO

01.- El sistema de pintura se medirá y abonará según lo dispuesto en la Sección 2ª del Capítulo 36 de este Pliego.

02.- La preparación de la superficie se medirá y abonará por metro cuadrado (m²).

ARTÍCULO 41.15.- SISTEMAS DE CONTENCIÓN Y BARANDILLAS

1.- DEFINICIONES

01.- Barreras de seguridad son los elementos de contención de vehículos que se instalan en los márgenes y medianas de las vías, para disponer de un cierto nivel de contención a un vehículo mitigando las consecuencias de un accidente de circulación por salida de la vía.

02.- Los pretiles son funcionalmente análogos a las barreras de seguridad, pero específicamente diseñados para su instalación en los bordes de los tableros de obras de paso o coronaciones de muros.

03.- Las barandillas son barreras de protección peatonal para el riesgo de caída por desnivel.

2.- NORMATIVA TÉCNICA

Serán de obligada aplicación los siguientes documentos:

- Norma UNE-EN 1317. Sistemas de contención para carreteras.
- Recomendaciones aprobadas por la Orden Circular 35/2014 del Ministerio de Fomento sobre Criterios de aplicación de sistemas de contención de vehículos.
- Adecuación de sistemas de contención a puentes existentes. ATC. 2012
- Orden TMA/851/2021, de 23 de julio, por la que se desarrolla el documento técnico de condiciones básicas de accesibilidad y no discriminación para el acceso y la utilización de los espacios públicos urbanizados.

3.- GENERALIDADES

01.- El proyecto deberá evaluar los riesgos que se puedan producir como consecuencia de la salida descontrolada de un vehículo de la calzada, y estudiará las posibles alternativas para prevenirlo y minimizar los riesgos de acuerdo con las características de la vía y la mayor eficacia.

02.- La deformación de un sistema de contención será acorde con el espacio disponible en la obra de paso, y con la seguridad de los peatones.

03.- Se tendrán en consideración las limitaciones de visibilidad que imponga el sistema de contención.

04.- Cuando los sistemas de contención limiten con zonas peatonales, se deberá tener en cuenta los requisitos establecidos en el documento técnico aprobado por la Orden TMA/851/2021.

05.- Se valorará la disponibilidad del espacio necesario para realizar las labores de conservación y reposición de los elementos del sistema con la menor afección al flujo de tráfico.

06.- El tablero de los puentes deberá ser capaz de resistir los esfuerzos derivados del impacto de un vehículo sobre el sistema de contención. La instalación de barreras y pretilas en un tablero existente requerirá la comprobación en proyecto de su resistencia ante las cargas que transmitan los anclajes de la barrera o pretil, diseñando el refuerzo estructural si es preciso.

4.- BARRERAS DE SEGURIDAD Y PRETILES

01.- Las barreras de seguridad y los pretilas cumplirán alguno de los ensayos de comportamiento definidos en la Norma UNE-EN 1317.

02.- De acuerdo con el Reglamento (UE) nº 305/2011 los sistemas de contención para carreteras deberán tener el marcado CE conforme a la Norma EN 1317-5, incluso los sistemas que hayan sido modificados posteriormente a su obtención. La elección del nivel de contención se efectuará siguiendo las recomendaciones de la Orden Circular 35/2014 del Ministerio de Fomento, o documento que lo sustituya.

03.- Las barreras de seguridad y pretilas en los que no es de aplicación el marcado CE dispondrán del correspondiente certificado de conformidad con la norma de aplicación emitido por un organismo acreditado para tal fin.

04.- El proyecto fijará justificadamente las características de la barrera de seguridad o pretil, indicando la clase y nivel de contención, el índice de severidad, la anchura de trabajo, la deflexión dinámica y el tipo de superficie de sustentación.

05.- La barrera rígida de hormigón prefabricada podrá estar anclada o no al tablero de una estructura de acuerdo con las especificaciones del fabricante.

06.- Las barreras de seguridad deberán contar en cada extremo con un elemento específico de remate o terminación homologado para la barrera.

07.- En caso de conexión entre diferentes tipos de barreras de seguridad, deben contar con un elemento específico de transición entre ambos homologado para la barrera.

08.- Las barreras y pretilas metálicas tendrán de fábrica un sistema de protección contra la corrosión por tratamiento galvanizado en caliente de acuerdo con la Norma UNE-EN 1461 con un espesor mínimo de 70 micras y una dotación aproximada de 500 gr/m². La calidad del Zinc será conforme a la Norma UNE 1179 y posteriormente se pintará por termolacado con pintura en polvo. Antes de la aplicación de la pintura se procederá al desengrase, fosfatado y pasivado de las piezas en instalación automática de pintura. La pintura se realizará a una temperatura de 200°C, el espesor medio de la pintura será entre 60 y 80 micras.

5.- BARANDILLAS DE PROTECCIÓN PEATONAL

5.1.- Condiciones de diseño

01.- Deberán cumplir las condiciones de seguridad y accesibilidad dispuestas por el documento técnico aprobado por la Orden TMA/851/2021.

02.- Las barandillas estarán diseñadas para resistir sin deformarse cualquier acción proveniente del uso peatonal o ciclista del puente.

03.- Las barandillas dispuestas en el borde de los tableros tendrán una altura mínima de 1,10 metros en espacio peatonal y de 1,40 metros si está prevista la circulación junto a ella de bicicletas o vehículos de movilidad personal.

04.- En el diseño de las barandillas de pasarelas se tendrá en cuenta la minimización de la sensación de vértigo en los peatones.

5.2.- Ejecución

01.- Las barandillas metálicas contarán con un sistema de protección ante la corrosión. Deberán llegar a obra provistas de, al menos, la capa de imprimación, de acuerdo con el sistema de protección definido.

02.- En las barandillas de acero los empalmes serán por soldadura y galvanizados en caliente en taller. Las uniones de los distintos tramos se realizarán con soldadura continua y uniforme. La fijación al suelo se realizará con soldadura en placas solidarias al tablero.

03.- En el caso de barandillas formadas por tubos de acero, se asegurará que el agua no pueda entrar al interior de los tubos, para lo que se colocarán tapas en los extremos y no se realizarán perforaciones por las que pueda entrar el agua.

04.- Una vez presentada toda la barandilla, y antes de su fijación definitiva, se procederá a una minuciosa alineación de la misma en planta y alzado fijándose provisionalmente a los anclajes mediante puntos de soldadura o atornillado suave, soldando o atornillando definitivamente una vez corregido el desplome que dicha sujeción hubiera podido causar.

6.- MEDICIÓN Y ABONO

01.- Las barreras de seguridad y los pretilos se medirán y abonarán por metros lineales (m) realmente dispuestos, incluidos los anclajes, sistema de pintura, juntas y cuantos trabajos sean necesarios para el total acabado de la unidad.

02.- Las piezas de específicas de cierre de las barreras de seguridad y los pretilos, se medirán y abonarán por unidades (ud) de elementos realmente dispuestos, incluidos los anclajes, sistema de pintura, juntas y cuantos trabajos sean necesarios para el total acabado de la unidad.

03.- Las barandillas de protección peatonal se medirán y abonarán por metros lineales (m) realmente dispuestos, incluidos los anclajes, sistema de pintura, juntas y cuantos trabajos sean necesarios para el total acabado de la unidad.

04.- No se incluirán en el precio los zunchos, zapatas y refuerzos que sean necesarios para su instalación.

ARTÍCULO 41.16.- SISTEMA DE DRENAJE

1.- DEFINICIÓN

01.- El sistema de drenaje tiene por objetivo la canalización del agua al exterior de la obra de paso. Forman parte del sistema de drenaje los sumideros, goterones, vierteaguas, drenajes del terreno, mechinales, bandejas, canalones, bajantes, canaletas, registros, conducciones y demás elementos que tengan por función recoger y canalizar el agua de la obra de paso.

02.- En la ciudad se considerará que forman parte del sistema de drenaje de la obra de paso todos los elementos que recojan y conduzcan el agua que se recoge en la obra de paso hasta la red general de alcantarillado, o sistema de drenaje urbano sostenible (SUDS).

03.- Se considera red general de alcantarillado en la ciudad de Madrid a la red gestionada por el Canal de Isabel II conforme al Convenio de Encomienda de Gestión de los Servicios de Saneamiento entre el Ayuntamiento de Madrid, la Comunidad de Madrid y el Canal de Isabel II, suscrito el 19 de diciembre de 2005.

2.- NORMATIVA TÉCNICA

01.- Será de obligada aplicación en lo que no se oponga al presente pliego la siguiente normativa técnica:

- Normalización de Elementos Constructivos de Obras de Urbanización del Ayuntamiento de Madrid.
- Normas para Redes de Saneamiento del Canal de Isabel II.

3.- CONDICIONES GENERALES

01.- En general el agua se deberá conducir hasta la red de alcantarillado municipal o SUDS, incluyendo las obras que sean necesarias para ello.

02.- El sistema de drenaje urbano sostenible podrá formar parte de la obra de paso si ha sido construido para la misma.

03.- Cuando se requiera de una ampliación de la red general de alcantarillado municipal, se cumplirá con lo dispuesto en el Convenio con el Canal de Isabel II, debiendo el proyecto atender lo dispuesto por el Canal de Isabel II y el servicio municipal competente.

04.- Serán de aplicación las condiciones técnicas de alcantarillado para todo aquello no especificado en el presente artículo.

05.- El sistema de drenaje de la obra de paso tendrá capacidad hidráulica suficiente debiéndose justificar en el correspondiente proyecto.

06.- Los elementos de canalización dispondrán de una pendiente suficiente para evitar el depósito de sedimentos, que no será menor del 1%. Las bandejas y canalones tendrán una pendiente entre el 2% y el 4%.

07.- Todos los conductos contarán con registros que permitan su inspección y mantenimiento.

08.- No se admitirán desagües que viertan en zonas pavimentadas o de paso.

09.- Los sumideros se situarán fuera de la zona de circulación de la calzada.

10.- Se evitará el escurrimiento del agua hacia la cara inferior del tablero mediante la disposición de vierteaguas. En tableros de hormigón de nueva ejecución se deberá materializar mediante una ranura o escalón en los paramentos horizontales inferiores, mediante la colocación de los elementos oportunos en el encofrado.

11.- Deberá existir continuidad entre la impermeabilización del tablero y el sistema de drenaje, esta continuidad se examinará tanto en la ejecución de los elementos de drenaje del tablero, como en la ejecución de la impermeabilización.

4.- MEDICIÓN Y ABONO

01.- El sistema de drenaje se abonará por medición de las diferentes unidades de obra.

ARTÍCULO 41.17.- TRANSICIONES

1.- DEFINICIONES

01.- Las transiciones son los elementos, integrantes de la obra de paso, con los que se proporciona al paso de un vehículo una transición gradual del módulo de deformación de la plataforma entre el terraplén y la estructura.

02.- La cuña de transición consigue este objetivo mediante la formación de un terraplén mejorado o bloque técnico con materiales que proporcionan mayor rigidez.

03.- La losa de transición consiste en una losa de hormigón armado apoyada en el estribo de la obra de paso y en el terraplén.

2.- NORMATIVA TÉCNICA

01.- En las losas de transición se aplicará la “Nota de Servicio sobre losas de transición en obras de paso” de Julio de 1992 de la Dirección General de Carreteras.

02.- Las dimensiones, tipos de materiales, densidades y demás características de las cuñas de transición cumplirán lo establecido en la “Guía de Cimentaciones de Obras de Carretera” publicada por el Ministerio de Fomento en 2002.

3.- CONDICIONES DE DISEÑO

01.- Deberán existir transiciones entre el terraplén y la estructura a fin de garantizar el mantenimiento de la continuidad de la rasante a lo largo del tiempo. El proyecto estudiará los asientos previsibles cumpliendo con los máximos admisibles.

02.- En general se combinará la losa de transición construida sobre una zona de material mejor compactado en forma de cuña. En calles urbanas siempre se dispondrá la losa de transición.

03.- No se dispondrán canalizaciones subterráneas bajo las zonas de transición.

4.- EJECUCIÓN

01.- La ejecución de la cuña de transición cumplirá lo establecido en el artículo 32.32 del presente pliego.

02.- En aquellas zonas en las que el proyecto o la dirección de obra consideren que existe un espesor determinado de material inadecuado para servir de apoyo a la correspondiente cuña, se procederá al saneo del mismo y sustitución por un material de las mismas características que el resto de la cuña de transición, o bien se realizará algún tipo de tratamiento geotécnico, de acuerdo con los artículos 33.20 a 33.27 del presente pliego.

03.- La compactación requerida para la cuña de transición deberá lograrse en la totalidad del relleno, pudiendo ser necesario para ello la ejecución de un relleno de mayor ancho, eliminando los excedentes una vez compactado.

04.- La cuña de transición se construirá lo más pronto posible y la losa de transición lo más tarde posible, para permitir que la cuña haya asentado cuando se construya la losa.

05.- Como norma general, el terraplén adyacente a una estructura se ejecutará al mismo tiempo, por tongadas sucesivas, que la cuña de transición correspondiente, excepto en el caso de cuñas tratadas con cemento, en el que preferiblemente el terraplén adyacente a la estructura se ejecutará después, por tongadas sucesivas, de la cuña de transición correspondiente.

5.- MEDICIÓN Y ABONO

01.- La cuña de transición se medirá en metros cúbicos (m³) realmente ejecutados, medidos según los planos.

02.- La losa de transición se medirá según lo establecido en el artículo 35.11 para el hormigón armado.

ARTÍCULO 41.18.- REVESTIMIENTOS

1.- DEFINICIONES

01.- Se entienden por revestimientos a los elementos no resistentes que proporcionan un acabado final de los paramentos verticales de las obras de paso.

2.- CONDICIONES DE DISEÑO

01.- El proyecto definirá justificadamente las características que deben cumplir los revestimientos, en función de la zona. En particular para cumplir los siguientes requisitos:

- Reflectancia
- Absorción acústica
- Resistencia y reacción al fuego

02.- Se prestará atención a la coloración de las paredes y techos, considerando esta como un elemento más de su seguridad. Se emplearán colores claros en las paredes y oscuros en el techo o bóveda.

03.- Se deberá garantizar la estabilidad del revestimiento, debiendo estar anclado al elemento resistente en toda su altura.

04.- Si pudiera existir riesgo de impacto de vehículos en el revestimiento, se deberán prever barreras exteriores o formando parte del revestimiento, que permitan el redireccionamiento del vehículo. Estas barreras serán preferentemente de hormigón.

05.- El revestimiento no podrá servir de soporte a las instalaciones que discurren por la obra de paso.

06.- El revestimiento deberá permitir la inspección y el mantenimiento de los elementos e instalaciones que puedan ocultar. A tal efecto se emplearán preferentemente revestimientos desmontables. En el caso de los revestimientos de ladrillo deberán existir suficientes registros.

07.- Los revestimientos garantizarán el drenaje de las filtraciones o escorrentías de los hastiales, debiéndose disponer canaletas que serán accesibles para su mantenimiento.

3.- MEDICIÓN Y ABONO

01.- Se medirá y abonará la superficie revestida en metros cuadrados (m²). El precio incluirá todas las operaciones y materiales para su total ejecución.

ARTÍCULO 41.19.- CONDICIONES PARA LA RECEPCIÓN DE LAS OBRAS

01.- Previamente a la recepción o entrega de una obra, ya sea de nueva construcción, ampliación, reparación o refuerzo, la dirección facultativa, tras su aprobación, deberá entregar al Ayuntamiento de Madrid la siguiente documentación mínima:

1. Relación de inventario de los elementos ejecutados con medición.
2. Proyecto de liquidación de lo realmente construido.
3. Memoria elaborada por la empresa constructora adjudicataria de la obra, que recoja las incidencias principales de la ejecución, reportaje fotográfico de las diferentes fases de la ejecución y en especial de las partes ocultas.
4. Certificado de la empresa constructora adjudicataria de cumplimiento en la obra de lo estipulado en el Código Estructural aprobado por el Real Decreto 470/2021, de 29 de junio, o marco reglamentario que lo sustituya.
5. Documentación del control de calidad efectuado de la obra. Contendrá un informe de conformidad de la dirección de obra, con reseña organizada de todos los controles recogidos en el plan de control y aquellos que hayan surgido en el transcurso de la obra.
6. Certificados y fichas técnicas de los materiales, productos y elementos que se hayan colocado en la obra, de manera que quede constancia de su calidad y se asegure su trazabilidad.
7. Plan de mantenimiento actualizado.
8. Actas de las pruebas de carga en su caso.

02.- Para la recepción de obras de paso, el Ayuntamiento de Madrid realizará una auditoria de su estado conforme al sistema de gestión vigente en el servicio municipal de conservación, en la que se deberá obtener una calificación de estado de al menos 75 sobre 100 (siendo 100 la mejor calificación).

CAPÍTULO 42.- ALCANTARILLADO

Sección 1ª

ALCANTARILLADO

ARTÍCULO 42.10.- GENERALIDADES (PCTG99)

1.- CAMPO DE APLICACIÓN

01.- El presente capítulo del PCTG se refiere a la realización de obras de la red de alcantarillado (canalizaciones y obras complementarias) con o sin empleo de elementos prefabricados, con destino a la evacuación de aguas pluviales y residuales, domésticas o industriales.

02.- En los Artículos siguientes se establecen especificaciones correspondientes al "Alcantarillado tubular" (Artículo 42.11), "Alcantarillado visitable" (Artículo 42.12) y "Elementos complementarios de la red de saneamiento" (Artículo 42.13).

2.- NORMATIVA TÉCNICA

2.1.- Pliegos de aplicación obligatoria

01.- "Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para Tuberías de Saneamiento de Poblaciones" del M.O.P.U.

2.2.- Normas básicas de referencia

01.- Normas Tecnológicas para la Edificación

- Galerías (NTE ADG)
- Alcantarillado (NTE ISA)
- Depuración y vertido (NTE ISD)

02.- Ordenanza General de Obras, Servicios e Instalaciones en las vías y espacios públicos municipales. Ayuntamiento de Madrid.

3.- CONDICIONES DE SERVICIO

01.- Los elementos prefabricados o contruidos "in situ" deberán calcularse para resistir los esfuerzos producidos por las cargas exteriores y por las interiores derivadas de una puesta en carga fortuita de la red durante un tiempo limitado. No obstante, cuando se estimen por el proyectista circunstancias tales que justifiquen incluir en proyecto tramos en carga, deberá determinarse la máxima presión admisible y se proyectarán dichos tramos según lo dispuesto en el "Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para Tuberías de Abastecimiento de Agua" del M.O.P.U.

4.- CONDICIONES GENERALES QUE DEBEN CUMPLIR LAS OBRAS

01.- Las obras de alcantarillado comprenden las actividades que se citan en los restantes párrafos de este Apartado, junto con los Capítulos de este Pliego que resultan de aplicación para las mismas.

02.- Preparación del terreno y la demolición, en su caso, de las calzadas y/o aceras afectadas por la traza de las obras. A este efecto será de aplicación lo dispuesto en el Capítulo 30 "Demoliciones" de este Pliego.

03.- Ejecución de las excavaciones o minas que fueren necesarias y relleno de las mismas, incluso entibaciones y agotamientos, cualesquiera que sea su importancia. A este respecto, se tendrá en cuenta lo establecido en el Capítulo 31 "Agotamientos y obras de drenaje" y Capítulo 32 "Movimientos de tierras".

04.- Suministro e instalación o la construcción "in situ" de las canalizaciones y acometidas, así como la realización de juntas y enlaces necesarios a las obras y canalizaciones existentes o pendientes de construir.

05.- Construcción de obras complementarias tales como pozos de registro, absorbaderos, desarenadores, pozos de ventilación, etc.

06.- Transporte a vertedero de los materiales no aptos para el relleno y de los sobrantes.

07.- Reparación de servicios y restablecimiento de calzadas y aceras afectados durante la realización de las obras.

5.- MATERIALES

5.1.- Áridos

01.- Los áridos cumplirán las condiciones fijadas en la vigente "Instrucción de Hormigón Estructural", además de las que se fijen en el PCTP.

5.2.- Cementos

01.- El cemento cumplirá las condiciones del Artículo 20.13 "Cementos", de este Pliego.

5.3.- Aditivos

01.- Los aditivos cumplirán las condiciones fijadas en los Artículos 20.20, 20.21, 20.22, 20.23, 20.24 y 20.25.

5.4.- Agua

01.- El agua cumplirá las condiciones fijadas en la vigente "Instrucción de Hormigón Estructural".

5.5.- Hormigón

01.- Los hormigones empleados en todas las obras de la red de saneamiento cumplirá las condiciones de la "Instrucción de Hormigón Estructural".

5.6.- Acero para armaduras

01.- El acero empleado cumplirá las condiciones exigidas en la vigente "Instrucción de Hormigón Estructural".

5.7.- Ladrillos

01.- Los ladrillos utilizados en todas las obras de la red de saneamiento serán del tipo M (macizo) señalado en la Norma UNE 67019-96 y cumplirán las especificaciones que se señalan en el Artículo 21.21 de este Pliego, titulado "Ladrillos de arcilla cocida".

6.- CONDICIONES DE SEGURIDAD EN EL TRABAJO

01.- Cuando se prevea la existencia de canalizaciones en servicio en la zona de excavación, se determinará su trazado y se solicitará, si fuera necesario, el corte de fluido o el desvío, paralizándose los trabajos hasta que se haya adoptado una de las dos alternativas, o por la Dirección se ordenen las condiciones de trabajo.

02.- Cuando la ejecución sea en zanja y se prevea el paso de personas o vehículos ajenos a la obra, se dispondrán a todo lo largo de ella, en el borde contrario al que se acopian los productos de la excavación, o a ambos lados si se retiraran, vallas que se iluminarán cada quince metros (15 m) con luz roja. Igualmente se colocarán sobre las zanjas pasos a distancia no superior a cincuenta metros (50 m).

03.- Si la ejecución es en mina, en cada tajo el número mínimo de operarios será de dos (2) manteniéndose un tercero de retén en el exterior que podrá actuar como ayudante en el trabajo y dará la alarma caso de producirse alguna anomalía.

04.- En zanjas y pozos se comprobará la ausencia de gases y vapores. De existir, se ventilará la zanja o pozo, antes de comenzar los trabajos hasta eliminarlos.

05.- No se trabajará en el interior de minas con motores de combustión ni se renovará el aire con botellas de oxígeno comprimido. Siempre que la ventilación natural sea insuficiente se instalará un sistema adecuado de ventilación forzada.

06.- Se suspenderán los trabajos cuando llueva, nieve o exista viento con una velocidad superior a cincuenta kilómetros por hora (50 km/h); en este último caso se retirarán los materiales y herramientas que puedan desprenderse.

07.- Se dispondrá en obra de los medios adecuados de bombeo para achicar rápidamente cualquier inundación que pueda producirse.

08.- Cuando se prevea entibación ésta se ejecutará a continuación de la excavación. Estas se revisarán al empezar cada jornada.

09.- Los operarios encargados del montaje o manejo de armaduras irán provistos de guantes y calzado de seguridad, mandiles, cinturón y portaherramientas. Los que manejen el hormigón llevarán guantes y botas que protejan su piel.

10.- En todos los tajos será imprescindible el uso de casco protector.

11.- Se protegerá a los operarios de ambientes con concentración de gases peligrosos, pulvígenos o de ruidos.

12.- En las instalaciones de energía eléctrica para elementos auxiliares de accionamiento eléctrico, como hormigoneras y vibradores, se dispondrá a la llegada de los conductores de acometida un interruptor diferencial, según el Reglamento Electrónico para Baja Tensión, y para su puesta a tierra, se consultará la NTE-IEP: "Instalaciones de Electricidad. Puesta a tierra". Cuando se utilicen vibradores eléctricos, éstos serán de doble aislamiento.

13.- Se cumplirán, además, todas las disposiciones generales que sean de aplicación de la Ordenanza General de Seguridad y Salud en el Trabajo.

ARTÍCULO 42.11. ALCANTARILLADO TUBULAR (PCTG99)

1.- DEFINICIONES

01.- En este Artículo se contempla únicamente la red de alcantarillado constituida por tubos de sección circular u ovoide. En el Artículo 42.12 se trata de las redes de sección visible.

02.- Presión interior: Como principio general la red de saneamiento debe proyectarse de modo que, en régimen normal, las tuberías que la constituyen no tengan que soportar presión interior. Sin embargo, dado que la red de saneamiento puede entrar parcialmente en carga debido a caudales excepcionales o por obstrucción de una tubería, la resistencia a rotura de la red deberá ser como mínimo superior a un kilopondio por centímetro cuadrado (1 kp/cm²).

03.- Diámetro nominal: El diámetro nominal (DN) es un número convencional de designación, que sirve para clasificar por dimensiones los tubos, piezas y demás elementos de las conducciones, expresado en milímetros, de acuerdo con la siguiente convención:

- En tubos de hormigón, amianto-cemento, gres y poliéster reforzado con fibra de vidrio, el DN es el diámetro interior teórico.
- En tubos de policloruro de vinilo no plastificado y polietileno de alta densidad, el diámetro nominal es el diámetro exterior teórico.

04.- Diámetro mínimo en la red de saneamiento: El diámetro nominal de los tubos de la red de saneamiento no será inferior a trescientos milímetros (300 mm).

2.- CLASIFICACIÓN DE LOS TUBOS

01.- Según el tipo de material de que están contruidos, los tubos para saneamiento se clasifican de la forma siguiente:

- Tubos de amianto-cemento.
- Tubos de hormigón en masa, armado o pretensado.
- Tubos de gres.
- Tubos de policloruro de vinilo no plastificado (UPVC).
- Tubos de polietileno.
- Tubos de poliéster reforzado con fibra de vidrio.

3.- CONDICIONES DE LOS TUBOS

01.- Los tubos para saneamiento se caracterizan por su diámetro nominal, por su resistencia a la flexión transversal, y por su resistencia al aplastamiento. En relación con esta última característica se establecerán las diferentes series de tubos.

02.- Los tubos de amianto-cemento, hormigón en masa, hormigón armado y gres cumplirán, respectivamente, las especificaciones señaladas para tubos de saneamiento en los Artículos 22.11 "Tuberías de fibrocemento para conducciones sin presión", 22.21 "Tubos de hormigón para conducciones sin presión" y 21.25 "Tubos de gres"

03.- Si por los tubos de fibrocemento y hormigón discurrieran aguas con una concentración de sulfatos superior a dos décimas de gramo por litro (0,2 g/l), se empleará en su fabricación cementos resistentes a los sulfatos (SR).

04.- Los tubos de policloruro de vinilo no plastificado (UPVC) cumplirán las condiciones establecidas para tubos de saneamiento en el Artículo 26.52 de este Pliego, titulado "Tubos y accesorios de policloruro de vinilo no plastificado (UPVC)".

05.- Los tubos de polietileno de alta y media densidad (HDPE y MDPE) satisfarán las especificaciones que figuran para tubos de saneamiento en el Artículo 26.53 de este Pliego, titulado "Tubos y accesorios de polietileno (PE)".

06.- Los tubos de poliéster reforzado con fibra de vidrio cumplirán las condiciones que se enumeran, para tubos de saneamiento, en el Artículo 26.55 de este Pliego, titulado "Tubos y accesorios de poliéster reforzado con fibra de vidrio".

07.- Podrá aceptarse el empleo de materiales de uso no corriente en las redes de saneamiento, pero dicha aceptación obligará a una justificación previa y en su caso a la realización de ensayos necesarios para determinar el correcto funcionamiento, las características del material de los tubos y de las piezas especiales y su comportamiento en el futuro sometidos a las acciones de toda clase que deberán soportar, incluso la agresión química.

08.- En este último caso, se fijarán en el PCTP las condiciones para la recepción de los tubos.

4.- JUNTAS Y UNIONES

01.- En la elección del tipo de junta, el proyectista deberá tener en cuenta las solicitudes a que ha de estar sometida la tubería, especialmente las externas, rigidez de la cama de apoyo, etc., así como la agresividad del terreno, del efluente y de la temperatura de éste y otros agentes que puedan alterar los materiales que constituyen la junta. En cualquier caso, las juntas serán estancas tanto a la presión de prueba de estanquidad de los tubos, como a posibles infiltraciones exteriores; resistirán los esfuerzos mecánicos y no producirán alteraciones apreciables en el régimen hidráulico de la tubería.

02.- El proyectista fijará las condiciones que deben cumplir las juntas, así como los elementos que las formen. El Contratista está obligado a presentar planos y detalles de la junta que se va a emplear de acuerdo con las condiciones del proyecto, así como tolerancias, características de los materiales, elementos que la forman y descripción del montaje, al objeto de que el Director, en caso de aceptarla, previas las pruebas y ensayos que juzgue oportunos, pueda comprobar en todo momento la correspondencia entre el suministro y montaje de las juntas y la proposición aceptada.

03.- Las juntas que se utilizarán podrán ser según el material con que está fabricado el tubo: Manguito del mismo material y características del tubo con anillos elásticos, copa con anillo elástico, soldadura u otras que garanticen su estanquidad y perfecto funcionamiento. Los anillos serán de caucho natural o sintético y cumplirán la UNE-EN-681-1-96, podrán ser de sección circular, sección en V o formados por piezas con rebordes, que aseguren la estanquidad.

04.- El sistema podrá estar constituido por varios anillos elásticos y los manguitos o la copa podrán llevar en su interior rebajes o resaltes para alojar y sujetar aquéllos.

05.- La estanquidad de las juntas efectuadas con corchete es muy difícil de conseguir, por lo que no deben utilizarse, salvo que se justifique en el proyecto y se extremen las precauciones de ejecución.

06.- Las juntas de los tubos de polietileno de alta densidad se harán mediante soldadura a tope, que se efectuarán según lo indicado en la UNE 53394-92 por operario especialista expresamente calificado por el fabricante.

07.- Para las juntas que precisen en obra trabajos especiales para su ejecución (soldadura, hormigonado, retacado, etc.), el Contratista propondrá al Director los planos de ejecución de éstas y el detalle completo de la ejecución y características de los materiales, en el caso de que no estén totalmente definidas en el proyecto. El Director, previos los análisis y ensayos que estime oportunos, aceptará la propuesta o exigirá las modificaciones que considere convenientes.

08.- Para usos complementarios podrán emplearse, en tubos de policloruro de vinilo no plastificado, uniones encoladas con adhesivos, y sólo en los tubos de diámetro igual o menor de doscientos cincuenta milímetros (250 mm), con la condición de que sean ejecutados por un operario especialista expresamente calificado por el fabricante, y con el adhesivo indicado por éste, que no deberá despegarse con la acción agresiva del agua y deberá cumplir la UNE-EN-681-1-96.

09.- El lubricante que eventualmente se emplee en las operaciones de unión de los tubos con junta elástica no debe ser agresivo, ni para el material del tubo, ni para el anillo elastomérico, incluso a temperaturas del efluente elevadas.

10.- El sistema de unión deberá estar suficientemente contrastado, entendido como tal la aportación de:

- Documentación Técnica que defina el sistema y sus condicionantes.
- Ensayos de "tipo" de Laboratorio homologado.
- Certificado y controles del fabricante.

5.- EJECUCIÓN DE LAS ZANJAS

5.1.- Generalidades

01.- Será de aplicación lo dispuesto en los Artículos de este Pliego 32.23 "Excavación en zanjas y pozos" y 32.24 "Entibación en zanjas y pozos"

5.2.- Profundidad de las zanjas

01.- La profundidad mínima de las zanjas y sin perjuicio de consideraciones funcionales, se determinará de forma que las tuberías resulten protegidas de los efectos de tráfico y cargas exteriores, así como preservadas de las variaciones de temperatura del medio ambiente. Para ello, el proyectista deberá tener en cuenta la situación de la tubería (según sea bajo calzada o lugar de tráfico más o menos intenso, o bajo aceras o lugar sin tráfico), el tipo de relleno, la pavimentación si existe, la forma y calidad del lecho de apoyo, la naturaleza de las tierras, etc.

02.- Como Norma general, bajo las calzadas o en terreno de tráfico rodado posible, la profundidad mínima será tal que la generatriz superior de la tubería quede por lo menos a un metro (1 m) de la superficie; en aceras o lugares sin tráfico rodado puede disminuirse este recubrimiento a sesenta centímetros (60 cm). Si el recubrimiento indicado como mínimo no pudiera respetarse por razones topográficas, por otras canalizaciones, etc., se tomarán las medidas de protección necesarias.

03.- Las conducciones de saneamiento se situarán en plano inferior a las de abastecimiento, con distancia vertical y horizontal entre una y otra no menor de un metro (1 m), medido entre planos tangentes, horizontales y verticales a cada tubería más próximos entre sí. Si estas distancias no pudieran mantenerse justificadamente o fuera preciso cruces con otras canalizaciones, deberán adoptarse precauciones especiales.

5.3. Ancho de las zanjas

01.- El ancho de la zanja depende del tamaño de los tubos, profundidad de la zanja, taludes de las paredes laterales, naturaleza del terreno y consiguiente necesidad o no de entibación, etc. Como Norma general, la anchura mínima no debe ser inferior a setenta centímetros (70 cm) y se debe dejar un espacio de veinte centímetros (20 cm) a cada lado del tubo según el tipo de juntas.

02.- Al proyectar la anchura de la zanja se tendrá en cuenta si su profundidad o la pendiente de su solera exigen el montaje de los tubos con medios auxiliares especiales (pórticos, carretones, etc.)

5.4.- Apertura de zanjas

01.- Se recomienda que no transcurran más de ocho días (8 d) entre la excavación de la zanja y la colocación de la tubería.

02.- En el caso de terrenos arcillosos o margosos de fácil meteorización, si fuese absolutamente imprescindible efectuar con más plazo la apertura de las zanjas, se deberá dejar sin excavar unos veinte centímetros (20 cm) sobre la rasante de la solera para realizar su acabado en plazo inferior al citado.

5.5.- Realización de las zanjas

01.- Las zanjas pueden abrirse a mano o mecánicamente, perfectamente alineadas en planta y con la rasante uniforme, salvo que el tipo de junta a emplear precise que se abran nichos. Estos nichos del fondo y de las paredes no deben efectuarse hasta el momento de montar los tubos y a medida que se verifique esta operación, para asegurar su posición y conservación.

02.- Se excavará hasta la línea de la rasante siempre que el terreno sea uniforme; si quedan al descubierto elementos rígidos tales como piedras, rocas, fábricas antiguas, etc., será necesario excavar por debajo de la rasante para efectuar un relleno posterior. De ser preciso efectuar voladuras para las excavaciones, en general en poblaciones, se adoptarán precauciones para la protección de personas o propiedades, siempre de acuerdo con la legislación vigente y las ordenanzas municipales, en su caso.

03.- El material procedente de la excavación se apilará lo suficientemente alejado del borde de las zanjas para evitar el desmoronamiento de éstas o que el desprendimiento del mismo pueda poner en peligro a los trabajadores. En el caso de que la parte de los materiales procedentes de la excavación o demolición de pavimentos puedan ser usados en el relleno o en la restauración de los mismos deberán ser separados por tipos de material y bien diferenciados de los materiales de desecho.

6.- COLOCACIÓN DE LOS TUBOS

6.1.- Tipología de terrenos

01.- A los efectos del presente Artículo, los terrenos de las zanjas se clasifican en las tres calidades siguientes:

- Estables: Terrenos consolidados, con garantía de estabilidad. En este tipo de terrenos se incluyen los rocosos, los de tránsito, los compactos y análogos.
- Inestables: Terrenos con posibilidad de expansiones o de asentamientos localizados, los cuales mediante un tratamiento adecuado, pueden corregirse hasta alcanzar unas características similares a las de los terrenos estables. En este tipo de terreno se incluyen las arcillas, los rellenos y otros análogos.
- Excepcionalmente inestables: Terrenos con gran posibilidad de asentamientos, de deslizamientos o fenómenos perturbadores. En esta categoría se incluyen los fangos, arcillas expansivas, los terrenos movedizos y análogos.

6.2.- Acondicionamiento de la zanja

01.- En terrenos estables se dispondrá una capa de gravilla o de piedra machacada, con un tamaño máximo de veinticinco milímetros (25 mm) y mínimo de cinco milímetros (5 mm) a todo lo ancho de la zanja con espesor de un sexto del diámetro exterior del tubo y mínimo de diez centímetros (10 cm).

02.- En terrenos inestables se colocará sobre el fondo de la zanja una capa de hormigón pobre de quince centímetros (15 cm) de espesor. Sobre esta capa se situarán los tubos dispuestos sobre una cama de hormigón de resistencia característica no inferior a ciento veinticinco kilopondios por centímetro cuadrado (125 kp/cm²), de forma que el espesor entre la generatriz inferior del tubo y la capa de hormigón pobre sea de quince centímetros (15 cm). El hormigón se colocará hasta que la cama de apoyo corresponda a un ángulo de ciento veinte grados sexagesimales (120°) en el centro del tubo, siendo recomendable para los tubos de diámetros superiores a mil quinientos milímetros (1500 mm) el hormigonado a ciento ochenta grados (180°). Para tubos de diámetro inferior a sesenta centímetros (60 cm) la cama

de hormigón podrá sustituirse por una cama de arena dispuesta sobre la capa de hormigón, con un espesor mínimo de diez centímetros (10 cm).

03.- Los terrenos excepcionalmente inestables se tratarán con disposiciones debidamente justificadas en cada caso, siendo criterio general el procurar evitarlos.

04.- Con independiencia de lo anteriormente expuesto se efectuará el cálculo mecánico, que en el supuesto de los tubos de hormigón se basará en el procedimiento homologado en el anexo de la Norma UNE-127010-EX-95.

6.3.- Montaje de los tubos

01.- Antes de bajar los tubos a la zanja se examinarán éstos y se apartarán los que presenten deterioros.

02.- Una vez los tubos en el fondo de la zanja, se examinarán nuevamente para cerciorarse de que su interior está libre de tierra, piedras, útiles de trabajo, etc., y se realizará su centrado y perfecta alineación, conseguido lo cual se procederá a calzarlos y acodalarlos con un poco de material de relleno para impedir su movimiento.

03.- Cada tubo deberá centrarse perfectamente con el adyacente. Si se precisase reajustar algún tubo, deberá levantarse el relleno y prepararlo como para su primera colocación.

04.- Las tuberías y zanjas se mantendrán libres de agua; para ello es buena práctica montar los tubos en sentido ascendente asegurando el desagüe en los puntos bajos.

05.- Al interrumpirse la colocación de la tubería se evitará su obstrucción y se asegurará su desagüe, procediendo no obstante esta precaución a examinar con todo cuidado el interior de la tubería al reanudar el trabajo por si pudiera haberse introducido algún cuerpo extraño en la misma.

7.- RELLENO DE LAS ZANJAS

01.- Será de aplicación lo dispuesto en el Artículo 32.32 "Rellenos localizados" de este Pliego.

02.- Generalmente, no se colocarán más de cien metros (100 m) de tubería sin proceder al relleno, al menos parcial, para proteger los tubos en lo posible de los golpes.

03.- Una vez colocada la tubería, el relleno de las zanjas se compactará por tongadas sucesivas. Las primeras tongadas hasta unos treinta centímetros (30 cm) por encima de la generatriz superior del tubo se harán evitando colocar piedras o gravas con diámetro superiores a dos centímetros (2 cm) y con un grado de compactación no menor del noventa y cinco por ciento (95%) del Proctor normal. Las restantes podrán contener material más grueso, recomendándose, sin embargo, no emplear elementos de dimensiones superiores a los veinte centímetros (20 cm) y con un grado de compactación del cien por cien (100%) del Proctor normal. En los casos en que el colector esté situado en una zona de relleno tipo terraplén, se exigirá el mismo grado de compactación que el correspondiente al terraplén.

04.- Cuando los asientos previsibles de las tierras de relleno no tengan consecuencias de consideración, se podrá admitir el relleno total con una compactación del noventa y cinco por cien (95%) del Proctor normal.

05.- Si se utilizan para el relleno de la zanja materiales sin cohesión libremente drenantes, tales como arenas y gravas, deben compactarse hasta alcanzar una densidad relativa no menor del setenta por ciento (70%), o del setenta y cinco por ciento (75%) cuando la compactación exigida en el caso de relleno cohesivo sea del noventa y cinco por cien (95%) o del cien por cien (100%) del Proctor normal, respectivamente.

06.- Se tendrá especial cuidado en el procedimiento empleado para terraplenar zanjas y consolidar rellenos, de forma que no produzcan movimientos de las tuberías. No se rellenarán las zanjas, normalmente, en tiempo de grandes heladas o con material helado.

07.- Cuando por circunstancias excepcionales en el montaje de la tubería tengan que colocarse apoyos aislados, deberá justificarse y comprobarse el comportamiento mecánico, habida cuenta la presencia de tensiones de tracción. Por otra parte, la forma de enlace entre tubería y apoyo se ejecutará de manera que se garantice el cumplimiento de las hipótesis del proyecto.

8.- INSTALACIÓN DE TUBERÍAS DE UPVC, HDPE Y POLIÉSTER REFORZADO CON FIBRA DE VIDRIO

01.- Debido a la importante influencia que para la estabilidad de las tuberías de material plástico tienen las condiciones geotécnicas del terreno natural y del relleno que las envuelve, además de lo establecido en los epígrafes 4, 5 y 6, de este Artículo, deberán cumplirse para las tuberías de UPVC, HDPE y poliéster reforzado las prescripciones que se indican a continuación.

02.- Se extremarán las precauciones a tomar tanto en lo que respecta a la naturaleza del material de apoyo y relleno como en lo que se refiere al modo y grado de compactación. Asimismo, la forma y anchura del fondo de la zanja deberán ser las adecuadas para que las cargas ovalizantes que han de soportar los tubos sean las menores posibles.

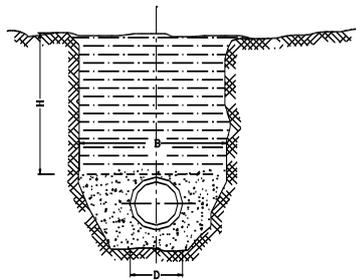
03.- La tubería enterrada puede ser instalada de alguna de las siguientes formas (véase Fig. 42.11.1):

- En zanja (estrecha y ancha)
- En zanja terraplenada
- En terraplén

04.- En los dos primeros casos, cuando la generatriz superior o coronación del tubo quede por encima de la superficie del terreno natural, se excavará una caja de sección rectangular en una capa de relleno ya compactado del terraplén, previamente colocada. El ancho del fondo de la zanja o caja hasta el nivel de coronación de los tubos será el menor compatible con una buena compactación del relleno. Como mínimo será igual al diámetro exterior del tubo más cincuenta centímetros (50 cm).

FIGURA 42.11.1

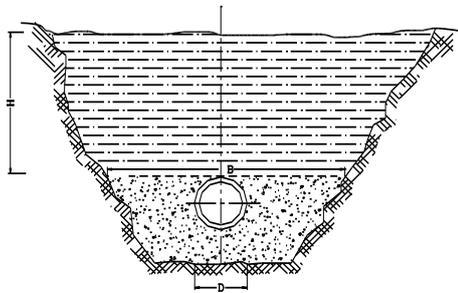
TIPOS DE INSTALACION
(UPVC, HDPE Y POLIESTER REFORZADO)



a1) ZANJA ESTRECHA

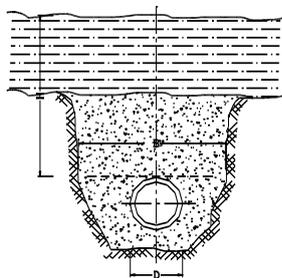
$$B \leq 2D \text{ Y } H \geq 1.5B \text{ (1)}$$

$$2D < B \leq 3D \text{ y } H \geq 3.5 B \text{ (2)}$$

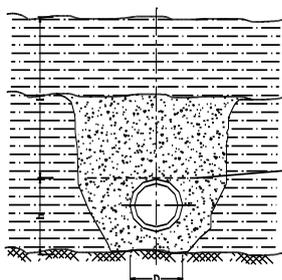


a2) ZANJA ANCHA

NO CUMPLE NINGUNA DE LAS
CONDICIONES (1) Y (2)



b) ZANJA TERRAPLENADA



c) BAJO TERRAPLEN

2º FASE DE TERRAPLEN

ZANJA EXCAVADA EN EL RELLENO

1º FASE DEL TERRAPLEN

05.- La tubería se apoyará sobre una cama nivelada, con un espesor mínimo de diez centímetros (10 cm), formada por material de tamaño máximo no superior a veinte milímetros (20 mm). La fracción cernida por el tamiz 0,080 UNE será menor que la mitad de la fracción cernida por el tamiz 0,40 UNE. El material será no plástico y su equivalente de arena, (EA) será superior a treinta (30). (Normas de ensayo NLT-105, NLT-106 y NLT-113). El material se compactará hasta alcanzar una densidad no inferior al noventa y cinco por ciento (95%) de la máxima obtenida en el ensayo Proctor Normal.

06.- Una vez colocada la tubería y ejecutadas las juntas se procederá al relleno de ambos lados del tubo con el mismo material que el empleado en la cama. El relleno se hará por capas apisonadas de espesor no superior a quince centímetros (15 cm), manteniendo constantemente la misma altura, a ambos lados del tubo hasta alcanzar la coronación de este, la cual debe quedar vista. El grado de compactación a obtener será el mismo que el de la cama. Se cuidará especialmente que no queden espacios sin rellenar bajo el tubo.

07.- En una tercera fase, se procederá al relleno de la zanja o caja, hasta una altura de treinta centímetros (30 cm) por encima de la coronación del tubo, con el mismo tipo de material empleado en las fases anteriores. Se apisonará con pisón ligero a ambos lados del tubo y se dejará sin compactar la zona central, en todo el ancho de la proyección horizontal de la tubería.

08.- A partir del nivel alcanzado en la fase anterior se proseguirá el relleno por capas sucesivas de altura no superior a veinte centímetros (20 cm), debidamente compactadas.

9.- CONDICIONES DE UTILIZACIÓN DE LA SERIE NORMALIZADA DE TUBOS DE UPVC

01.- Los tubos de UPVC de la serie Normalizada (véase CUADRO 26.52.2) podrán utilizarse sin necesidad de cálculo mecánico justificativo cuando se cumplan las condiciones que se señalan en los párrafos siguientes.

02.- Altura máxima de relleno sobre la generatriz superior.

- En zanja estrecha: seis metros (6 m)
- En zanja ancha, zanja terraplenada y bajo terraplén: cuatro metros (4 m).

03.- Altura mínima de relleno sobre la generatriz superior.

- Con sobrecargas móviles no superiores a doce toneladas (12 t) o sin sobrecargas móviles, un metro (1 m).
- Con sobrecargas móviles comprendidas entre doce toneladas (12 t) y treinta toneladas (30 t), un metro y medio (1,50 m).

04.- Terreno natural de apoyo y de zanja hasta una altura sobre la generatriz superior del tubo no inferior a dos (2) veces el diámetro; roca y suelos estables (que no sean arcillas expansivas o muy plásticas, fangos, ni suelos orgánicos CN, OL y OH de Casagrande).

05.- Máxima presión exterior uniforme debida al agua intersticial o a otro fluido en contacto con el tubo de seis décimas de kilopondio por centímetro cuadrado (0,6 kp/cm²).

06.- Si las condiciones de instalación de carga difieren de las indicadas, la elección del tipo de tubo deberá hacerse mediante algún método de cálculo sancionado por la práctica, pudiendo

utilizarse los descritos en la UNE 53331-97, "Criterios para la comprobación de los tubos de UPVC y HDPE sin presiones sometidos a cargas externas"

10.- CONDICIONES DE UTILIZACIÓN DE LA SERIE NORMALIZADA DE TUBOS DE HDPE

01.- Los tubos de HDPE de la serie A Normalizada (véase CUADRO 26.53.3) podrán utilizarse sin necesidad de cálculo mecánico justificativo cuando se cumplan las condiciones que se señalan en los párrafos siguientes.

02.- Altura máxima de relleno sobre la generatriz superior.

- En zanja estrecha: seis metros (6 m).
- En zanja ancha, zanja terraplenada y bajo terraplén: cuatro metros (4 m).

03.- Altura mínima de relleno sobre la generatriz superior.

- Con sobrecargas móviles no superiores a doce toneladas (12 t), o sin sobrecargas móviles: un metro (1 m).
- Con sobrecargas móviles comprendidas entre doce y treinta toneladas (12 t y 30 t): un metro y medio (1,50 m).

04.- Terreno natural de apoyo y de zanja hasta una altura sobre la generatriz superior del tubo no inferior a dos (2) veces el diámetro; rocas y suelos estables (que no sean arcillas expansivas o muy plásticas, fangos ni suelos orgánicos CN, OL y OH de Casagrande).

05.- Máxima presión exterior uniforme debida al agua intersticial o a otro fluido en contacto con el tubo, seis décimas de kilopondio por centímetro cuadrado (0,6 kp/cm²).

06.- Si las condiciones de instalación o de carga difieren de las indicadas, la elección del tipo de tubo, se hará bien utilizando la serie B (véase CUADRO 26.53.3), o en cualquier otra de las series utilizadas para conducción de agua a presión, los cálculos se justificarán mediante algún método sancionado por la práctica, pudiendo utilizarse los descritos en la UNE 53331-97.

11.- CONTROL Y CRITERIOS DE ACEPTACIÓN Y RECHAZO

11.1.- Control de materiales

01.- Los materiales utilizados en la construcción, tuberías, materiales de relleno y sellado de juntas, y todos aquellos que sean necesarios para la correcta y completa terminación de la obra, cumplirán las especificaciones generales del presente Pliego y las particulares derivadas de las condiciones de la obra y de las propiedades de dichos materiales.

11.2.- Control de ejecución

01.- El control de ejecución tiene por objeto vigilar y comprobar que las operaciones incluidas en esta unidad se ajustan a lo especificado en el Pliego.

02.- Los resultados deberán ajustarse al Pliego y a lo indicado por el Director de la obra durante la marcha de la misma.

11.3.- Control geométrico

01.- Su objeto es la comprobación geométrica de las superficies resultantes de la excavación terminada en relación con los planos y el PCTP. En ningún caso se producirán puntos de retención de aguas o que causen cambios en el régimen del caudal debidos a errores de alineación en planta como en alzado.

02.- Las irregularidades que excedan de las tolerancias admitidas deberán ser corregidas por el Contratista y en el caso de exceso de excavación no se computará a efectos de medición y abono.

11.4.- Pruebas de estanquidad de la tubería instalada

01.- Se deberá probar al menos el diez por ciento (10%) de la longitud total de la red, salvo que el PCTP fije otra distinta. El Director determinará los tramos que deberán probarse.

02.- Una vez colocada la tubería de cada tramo, construidos los pozos y antes del relleno de la zanja, el Contratista comunicará al Director que dicho tramo está en condiciones de ser probado. El Director, en el caso de que decida probar ese tramo, fijará la fecha; en caso contrario, autorizará el relleno de la zanja.

03.- Las pruebas se realizarán obturando la entrada de la tubería en el pozo de aguas abajo y cualquier otro punto por el que pudiera salirse el agua; se llenará completamente la tubería y el pozo de aguas arriba del tramo a probar.

04.- Transcurridos treinta minutos (30 min) del llenado se inspeccionarán los tubos, las juntas y los pozos, comprobándose que no ha habido pérdida de agua. Todo el personal, elementos y materiales necesarios para la realización de las pruebas serán de cuenta del Contratista.

05.- El Director podrá sustituir este sistema de prueba por otro suficientemente contrastado que permita la detección de fugas, como puede ser la prueba neumática (ASTM-C-924M-86).

06.- Si se aprecian fugas durante la prueba, el Contratista las corregirá, procediéndose a continuación a una nueva prueba. En este caso el tramo en cuestión no se tendrá en cuenta para el cómputo de la longitud total a ensayar.

07.- Una vez finalizada la obra y antes de la recepción provisional, se comprobará el buen funcionamiento de la red vertiendo agua en los pozos de registro de cabecera o, mediante las cámaras de descarga si existiesen, verificando el paso correcto de agua en los pozos de registro aguas abajo.

08.- El Contratista suministrará el personal y los materiales necesarios para esta prueba.

12.- MEDICIÓN Y ABONO

01.- Cada una de las unidades de obra se medirá y abonará según lo indicado en los Artículos correspondientes del presente Pliego.

ARTÍCULO 42.12.- ALCANTARILLADO VISITABLE (PCTG99)

1.- DEFINICIONES

01.- Se consideran en este Artículo las alcantarillas de sección visitable destinadas a la evacuación de aguas pluviales y residuales desde las respectivas acometidas hasta el cauce receptor o hasta la estación depuradora.

02.- Se denomina alcantarillado visitable a cielo abierto al que se ejecuta mediante una excavación en zanja o trinchera, la cual se vuelve a rellenar una vez construida in situ o colocada la sección estructural.

03.- Se denomina alcantarillado visitable en mina aquél en el que la excavación y la ejecución del revestimiento se realiza bajo la superficie del terreno natural.

2.- CLASIFICACIÓN

01.- Según la forma de la sección transversal se distinguen como más habituales los tipos incluidos en el documento "Normalización de Elementos Constructivos".

02.- Atendiendo al material de revestimiento, pueden ser:

- De hormigón en masa o armado, "in situ" o prefabricado.
- De fábrica de ladrillo

3.- CONDICIONES GENERALES

01.- Para un correcto diseño deberá disponerse de la mayor información posible sobre los siguientes puntos:

- Topografía
- Geotecnia
- Condiciones del trazado en planta y alzado
- Solicitaciones de diseño

02.- Se tendrán en cuenta los condicionantes del equipo de ejecución, de los materiales disponibles para la entibación y revestimiento, el plazo de construcción, etc.

03.- Cuando se prevea la existencia de obstáculos o elementos que puedan interferir con la red o ser afectados por ésta se solicitará de los organismos o propietarios correspondientes información sobre su posición exacta con el fin de adoptar las medidas oportunas.

04.- Debe advertirse que la apertura de una galería produce asientos en el terreno, los cuales sólo pueden evitarse con medidas constructivas especiales.

05.- En general se recurrirá al empleo de hormigón en masa para alcantarillados subterráneos, armando únicamente las secciones singulares (embocaduras en los pasos bajo estructuras muy cargadas, etc.).

4.- EJECUCIÓN

4.1.- Alcantarillado visitable en mina

01.- Será de aplicación lo establecido en los Artículos de este Pliego 32.41 "Excavación en mina", 32.23 "Excavación en zanja y pozo" y 32.24 "Entibación en zanjas y pozos".

02.- El procedimiento a seguir en los trabajos de excavación subterránea, así como los sistemas de entibación, sostenimiento y anclaje que el Contratista proponga y las zonas en que prevea el empleo de cada uno de ellos deberán ser sometidos a la aprobación del Director previamente al inicio de las obras.

03.- A este respecto se señala que el Contratista es libre de organizar el trabajo en la forma que considere más conveniente de acuerdo con su propia experiencia y con la técnica aplicable a trabajos de este tipo, debiendo tener en cuenta las normas y prescripciones existentes sobre seguridad, siendo el único responsable de las consecuencias que puedan derivarse de la ignorancia de tales normas y prescripciones o de no haber adoptado en cualquier caso las precauciones debidas.

04.- Cuando la alcantarilla se construya desde pozos, éstos se ejecutarán según las normas correspondientes hasta el nivel de solera de aquélla, procediendo a continuación a excavar de un pozo a otro.

05.- Cuando del estudio preliminar del terreno se deduzca la presencia eventual de vetas acuíferas, se tendrán dispuestos en el interior sistemas de evacuación y agotamiento en número y caudal suficiente. Las bocas de entrada al alcantarillado deberán ser fácilmente accesibles y sin que se presente en ellas ningún tipo de obstáculo.

06.- Todos los obstáculos o puntos singulares de la red, los cambios de sección, los elementos especiales de refuerzo, y cualquier elemento extraordinario incorporado, incluso la entibación, deberán señalizarse convenientemente para evitar accidentes.

07.- El revestimiento definitivo se construirá a medida que avanza la excavación, salvo que ésta sea suficientemente estable.

08.- El contacto del revestimiento con el terreno se asegurará si fuere necesario, mediante inyección de mortero de cemento o retacado con material granular compacto.

09.- Siempre que sea posible, el revestimiento se ejecutará a sección completa de la galería, incluida la solera.

4.2.- Alcantarillado visitable a cielo abierto

01.- Será de aplicación lo establecido en los Artículos de este Pliego 32.23 "Excavación en zanja y pozo", 32.24, "Entibación en zanjas y pozos" y 32.32 "Rellenos localizados".

02.- Las excavaciones tendrán la anchura necesaria para permitir la colocación de encofrados, apeos y todos los elementos precisos para la ejecución de la alcantarilla y de sus instalaciones anejas.

03.- Asimismo la anchura será la mínima compatible con las necesidades de espacio para una correcta ejecución. Las paredes de la excavación serán lo más verticales posibles.

04.- La colocación del relleno a los lados de la galería se hará por tongadas de espesor no superior a veinte centímetros (20 cm) las cuales se extenderán alternativamente a ambos lados, evitando en todo momento el desequilibrio de cargas sobre la alcantarilla.

05.- Sobre la bóveda, el material se colocará en capas aproximadamente concéntricas. La primera capa, en contacto con la bóveda tendrá un espesor de sesenta centímetros a un metro (0,60 m - 1 m). Las demás capas pueden tener espesores de cincuenta centímetros (0,50 m).

06.- Durante la ejecución del relleno se evitará cualquier daño al revestimiento, controlando si es necesario las deformaciones del mismo y reparando, antes de proseguir la obra, los desperfectos eventualmente ocasionados.

5.- JUNTAS

5.1.- Juntas de dilatación

01.- Sirven para absorber las deformaciones del revestimiento por cambios de temperatura o retracción. Se estudiará su necesidad en alcantarillas muy superficiales sometidas a variaciones climáticas.

5.2.- Juntas de trabajo

01.- Señalan la interrupción de los trabajos de hormigonado, debiendo acondicionarse para asegurar la continuidad del revestimiento.

02.- Para ello pueden dejarse embebidas al interrumpir el hormigonado barras metálicas, láminas de metal desplegado, etc.

03.- Para la limpieza y picado de juntas, se cumplirán las especificaciones vigentes para obras de hormigón en masa.

04.- Cuando las juntas sean longitudinales, se dispondrán radialmente.

05.- Las juntas de los elementos prefabricados se realizarán de modo que aseguren la continuidad de la sección y la estanquidad del colector.

5.3.- Juntas de asentamiento

01.- Deben disponerse cuando partes contiguas de la obra se construyan sobre terrenos distintos o estén sometidas a solicitaciones muy diferentes. Su misión es la de equilibrar los previsibles asientos diferenciales.

6.- CONTROL Y CRITERIOS DE ACEPTACIÓN Y RECHAZO

6.1.- Control de materiales

01.- Los materiales utilizados en la construcción, materiales de relleno y sellado de juntas, acabado de paramentos y todos aquellos que sean necesarios para la correcta y completa terminación de la obra, cumplirán las especificaciones generales del presente Pliego y las particulares derivadas de las condiciones de la obra y de las propiedades de dichos materiales.

6.2.- Control de ejecución

01.- El control de ejecución tiene por objeto vigilar y comprobar que las operaciones incluidas en esta unidad se ajustan a lo especificado en el Pliego.

02.- Los resultados deberán ajustarse al Pliego y a lo indicado por el Director de la obra durante la marcha de la misma.

6.3.- Control geométrico

01.- Su objeto es la comprobación geométrica de las superficies resultantes de la excavación terminada en relación con los planos y el PCTP.

02.- Las irregularidades que excedan de las tolerancias admitidas deberán ser corregidas por el Contratista y en el caso de exceso de excavación no se computará a efectos de medición y abono.

7.- MEDICIÓN Y ABONO

01.- La medición y abono de cada una de las unidades de obra se ajustará a lo establecido en los Artículos correspondientes de este Pliego.

02.- No obstante, en el proyecto podrá fijarse un precio de alcantarillado visitable por metro de longitud detallando si incluye todas o parte de las unidades de obra constituyentes.

ARTÍCULO 42.13.- ELEMENTOS COMPLEMENTARIOS DE LA RED DE SANEAMIENTO (PCTG99)

1.- CLASIFICACIÓN.

01.- Los elementos complementarios de la red de saneamiento más habituales son los siguientes:

- Absorbederos.
- Pozos de registro.
- Cámaras de descarga.
- Aliviaderos de crecida.
- Acometidas de edificios.
- Pozos de ventilación.
- Rápidos.
- Dispositivos de cubrimiento y cierre.
- Pates.

02.- Para completar la función de la red pública hay que disponer en el interior de los edificios otra red privada de evacuación de las aguas domésticas y dotarla de aparatos adecuados para efectuar la recogida. Las prescripciones contenidas en el presente Artículo se refieren exclusivamente a la primera.

2.- CONDICIONES GENERALES

01.- Las obras complementarias de la red, pozos de registro, sumideros, unión de colectores, acometidas y restantes obras especiales pueden ser prefabricadas o construidas "in situ". Estarán calculadas para resistir, tanto las acciones del terreno, como las sobrecargas definidas en el proyecto y serán ejecutadas conforme al proyecto.

02.- La solera de éstas será de hormigón en masa o armado, y su espesor no será inferior a veinte centímetros (20 cm).

03.- Los alzados construidos "in situ" podrán ser de hormigón en masa o armado, o bien de fábrica de ladrillo macizo. Su espesor no podrá ser inferior a diez centímetros (10 cm) si fuesen de hormigón armado, veinte centímetros (20 cm) si fuesen de hormigón en masa, ni a veinticinco centímetros (25 cm) si fuesen de fábrica de ladrillo.

04.- En el caso de utilización de elementos prefabricados construidos por anillos con acoplamientos sucesivos, se adoptarán las convenientes precauciones que impidan el movimiento relativo entre dichos anillos. En los casos en que existan acometidas de otras líneas, sumideros, etc., las aperturas de entronque en los anillos nunca se realizarán entre la unión de dos de ellos y dichas aperturas vendrán realizadas de fábrica o se realizarán en obra con métodos que no dañen al anillo.

05.- El hormigón utilizado para la construcción de la solera no será de inferior calidad al que se utilice en alzados cuando éstos se construyan con este material. En cualquier caso, la resistencia característica a compresión a los veintiocho (28) días del hormigón que se utilice en soleras no será inferior a doscientos kilopondios por centímetro cuadrado (200 kp/cm²).

06.- Las superficies interiores de estas obras serán lisas y estancas. Para asegurar la estanquidad de la fábrica de ladrillo estas superficies serán revestidas de un enfoscado bruñido de dos centímetros (2 cm) de espesor.

07.- Las obras deben estar proyectadas para permitir la conexión de los tubos con la misma estanquidad que la exigida a la unión de los tubos entre sí.

08.- La unión de los tubos a la obra de fábrica se realizará de manera que permita la impermeabilidad y adherencia a las paredes conforme a la naturaleza de los materiales que la constituyen; en particular la unión de los tubos de material plástico exigirá el empleo de un sistema adecuado de unión.

09.- Deberán colocarse en las tuberías rígidas juntas suficientemente elásticas y a una distancia no superior a cincuenta centímetros (50 cm) de la pared de la obra de fábrica, antes y después de acometer a la misma, para evitar que, como consecuencia de asientos desiguales del terreno, se produzcan daños en la tubería o en la unión de la tubería a la obra de fábrica.

10.- Los tipos y clases de las obras complementarias a la red se ajustarán a lo establecido en el documento "Normalización de Elementos Constructivos".

3.- POZOS DE REGISTRO

01.- Los pozos de registro tienen por objeto permitir el acceso a la red para proceder a su inspección y limpieza.

02.- Se dispondrán obligatoriamente en los casos siguientes:

- En los cambios de alineación y de pendientes de la tubería.
- En las uniones de los colectores o ramales.
- En los tramos rectos de tubería en general a una distancia máxima de cincuenta metros (50 m). Esta distancia máxima podrá elevarse hasta setenta y cinco (75 m) en función de los métodos de limpieza previstos.

03.- Los pozos de registro tendrán un diámetro interior de setenta centímetros (70 cm). Si fuese preciso construirlos por alguna circunstancia de mayor diámetro, habrá que disponer elementos partidores de altura cada tres metros como máximo.

04.- Podrán emplearse también pozos de registro prefabricados, siempre que cumplan las dimensiones interiores, estanquidad y resistencia exigidas a los no prefabricados.

05.- Se ajustarán a lo establecido en la "Normalización de Elementos Constructivos".

06.- Conviene distinguir entre registros de alcantarillado no visitable y de alcantarillado visitable. Entre los primeros pueden considerarse los siguientes grupos:

- Registros de inspección y limpieza.
- Registros especiales de cámaras de limpieza, aliviaderos, compuertas o pasos determinados.

07.- Con carácter general, los registros de alcantarillas visitables deben colocarse lateralmente a la red y situados sobre las aceras.

4.- ABSORBEDEROS.

01.- Se denominan también sumideros o imbornales y tienen por finalidad la incorporación de las aguas superficiales a la red; existe el peligro de introducir en ésta elementos sólidos que puedan producir atascos.

02.- Por ello no es recomendable su colocación en calles no pavimentadas, salvo que cada sumidero vaya acompañado de una arqueta visitable para la recogida y extracción periódica de las arenas y detritos depositados (areneros).

03.- El número y disposición de los mismos se fijará en proyecto a la vista de la intensidad y frecuencia de las lluvias locales así como de las pendientes de las calles.

04.- El pozo de registro correspondiente, la acometida al colector y los elementos metálicos (cercos, tapas y rejillas) se ajustarán a lo establecido en la "Normalización de Elementos Constructivos".

05.- Los dispositivos de cubrimiento y cierre cumplirán las prescripciones establecidas en el Apartado 10 de este Artículo.

5.- CÁMARAS DE DESCARGA

01.- Se dispondrán en los orígenes de colectores que por su situación estime el proyectista, depósitos de agua con un dispositivo que permita descargas periódicas fuertes de agua limpia, con objeto de limpiar la red de saneamiento.

02.- Se ajustarán a lo establecido en la ficha correspondiente de la "Normalización de Elementos Constructivos".

6.- ALIVIADEROS DE CRECIDA

01.- Su finalidad consiste en eliminar el caudal que exceda del que se considera que debe discurrir hacia la instalación de tratamiento o hacia colectores inferiores.

02.- Con objeto de no encarecer excesivamente la red y cuando el terreno lo permita, se dispondrán aliviaderos de crecida para desviar excesos de caudales excepcionales producidos por aguas pluviales, que sean visitables, siempre que la red de saneamiento no sea exclusivamente de aguas negras.

03.- El caudal a partir del cual empieza a funcionar el vertedero se justificará en cada caso teniendo en cuenta las características del cauce receptor y las del efluente.

04.- Cuando las secciones de las alcantarillas no sean grandes, los aliviaderos de crecida pueden instalarse en los pozos de registro, ampliando convenientemente el diámetro de éstos.

7.- ACOMETIDAS DE EDIFICIOS

01.- La acometida de edificios a la red de saneamiento tendrá su origen en arquetas que recojan las aguas de lluvia de las azoteas y patios, y las aguas negras procedentes de las viviendas, bastando una arqueta en el caso de redes unitarias. Desde la arqueta se acometerá a la red general preferentemente a través de un pozo registro.

02.- Siempre que un ramal secundario o una acometida se inserte en otro conducto se procurará que el ángulo de encuentro sea como máximo de sesenta grados (60°).

03.- En el caso de que el alcantarillado sea tubular, la acometida será también tubular y tendrá un diámetro mínimo de treinta centímetros (30 cm). Las pendientes estarán comprendidas entre el dos y el cuatro por ciento (2-4%).

04.- Su ejecución será normalmente en zanja hasta profundidades de cuatro metros y medio (4,5 m) y en los casos en que proceda su ejecución en mina, la acometida se dispondrá dentro de una galería según la disposición establecida en la "Normalización de Elementos Constructivos".

05.- Cuando la profundidad sea superior a cuatro metros y medio (4,5 m), la acometida será siempre en mina en las mismas condiciones anteriores, pudiéndose justificar y aprobar situaciones puntuales en zanja en casos imprescindibles.

06.- Si la red de alcantarillado es visitable, la acometida será también visitable y se ajustará a lo dispuesto en la "Normalización de Elementos Constructivos".

8.- POZOS DE VENTILACIÓN

01.- Consisten en pozos terminados en un registro con rejilla colocado en calzada. Su efecto es análogo al de un absorbedero visitable y coadyuvan con ellos a la circulación del aire.

02.- Se ajustarán a lo dispuesto en la "Normalización de Elementos Constructivos".

03.- Las rejillas deberán cumplir lo indicado en el Apartado 10 de este Artículo para los dispositivos de cubrimiento y cierre.

9.- RÁPIDOS

01.- Se intercalan en la red de alcantarillado en aquellos tramos en los que la pendiente de la misma resultaría excesiva de seguir la general del terreno.

02.- Se ajustarán a lo establecido en la "Normalización de Elementos Constructivos".

10.- DISPOSITIVOS DE CUBRIMIENTO Y CIERRE.

10.1.- Definiciones.

01.- Cotas de paso (mm): Diámetro del mayor círculo inscrito en la abertura libre del marco.

02.- Abertura libre (m²): Superficie libre de la abertura entre asientos.

03.- Masa superficial (kg/m²): Relación entre la masa total de la tapa o rejilla expresada en kilogramos (kg) y la abertura libre expresada en metros cuadrados (m²).

10.2.- Normativa técnica aplicable.

10.2.1.- Normas UNE de obligado cumplimiento.

01.- UNE-EN-124-95: "Dispositivos de cubrimiento y de cierre para zonas de circulación utilizadas por peatones y por vehículos. Principios de construcción, ensayos de tipo, marcado, Control de Calidad".

10.3.- Características.

01.- Las características de los dispositivos de cubrimiento y cierre (tapas de registro, cercos y absorbedores o sumideros) serán las indicadas en la "Normalización de Elementos Constructivos".

02.- Los dispositivos de cubrimiento y cierre metálicos estarán fabricados preferiblemente con fundición de grafito esferoidal tipo EN-GJS-500-7 ó EN-GJS-600-3.

03.- Los dispositivos de cubrimiento y cierre no metálicos estarán fabricados con alguno de los materiales indicados en los Apartados 6.1.1. y 6.1.2. de la Norma UNE-EN-124-95, siempre que se verifique lo indicado en el Apartado 01 anterior.

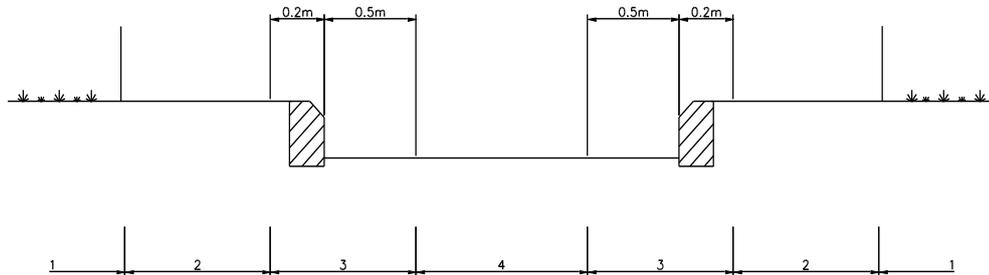
04.- Los dispositivos de cubrimiento y cierre se dividen en las clases indicadas en el CUADRO 42.13.1.

CUADRO 42.13.1.

CLASIFICACIÓN DE LOS DISPOSITIVOS DE CUBRIMIENTO Y CIERRE

| Clase | Lugar de instalación | Fig. 42.13.1 |
|-------|--|-----------------|
| A15 | Zonas exclusivamente utilizadas por peatones y ciclistas | 1 |
| B125 | Aceras y zonas peatonales | 2 |
| C250 | Calzadas (a menos de 0,5 m del bordillo de acera) | 3 |
| D400 | Calzadas (a más de 0,5 m del bordillo de acera) | 4 |
| E600 | Áreas por donde circulan vehículos de gran tonelaje (muelles, etc) | - |

FIGURA 42.13.1.



04.- Los dispositivos de cubrimiento y cierre deben ser ensayados como conjuntos completos y en sus condiciones de utilización, al ser sometidos al ensayo de resistencia indicado en el Apartado 8 de la Norma UNE-EN-124-95, no presentarán fisuración ni signos de agotamiento al aplicárseles la fuerza de control indicada en el CUADRO 42.13.2.

05.- Asimismo cumplirán lo indicado para la flecha residual, medida en el centro de la tapa o rejilla, tras la quinta aplicación una carga igual a dos tercios ($2/3$) de la fuerza de control.

CUADRO 42.13.2

FUERZA DE CONTROL

| Clase | Fuerza de Control (*) |
|-------|-----------------------|
| A15 | 15 |
| B125 | 125 |
| C250 | 250 |
| D400 | 400 |
| E600 | 600 |

* Cuando la cota de paso (CP) sea inferior a 250 mm, la fuerza de control será la indicada en el CUADRO, multiplicada por CP/250

CUADRO 42.13.3.

FLECHA RESIDUAL ADMISIBLE

| Clase | Flecha residual admisible (mm) | |
|--------------|---|---|
| A15 B125 | $\frac{1}{100} CP^*$ | |
| C250 | Tapa o rejilla asegurada en el marco mediante dispositivo de acerrojado o similar | Tapa o rejilla asegurada en el marco mediante suficiente masa superficial |
| D400 E600 | $\frac{1}{300} CP^{**}$ | $\frac{1}{500}^{***}$ |

* $\frac{CP}{50}$ cuando $CP < 450$ mm

** Máximo 1 mm cuando $CP < 300$ mm

*** Máximo 1 mm cuando $CP < 500$ mm

06.- Todas las tapas, rejillas y marcos deberán ir marcados de forma clara y duradera, reseñando los siguientes aspectos:

- a) EN-124
- b) La clase apropiada o las clases apropiadas a los marcos que puedan ser utilizados por varias clases.
- c) El nombre o sigla del fabricante y el lugar de fabricación.
- d) La marca de un organismo de certificación.

11.- PATES.

01.- Los pates son elementos individuales que, empotrados en la pared interna de los pozos, forman la escalera de acceso interior a los mismos.

02.- El material de los pates deberá ser de características suficientes para garantizar su durabilidad a lo largo del tiempo y en las condiciones ambientales propias del interior de una red de saneamiento. No se admitirán pates de acero al carbono, ni pates de fundición sin la protección adecuada, recomendándose la utilización de pates de acero galvanizado y de polipropileno con alma de acero.

03.- Los pates tendrán forma de U, debiendo cumplir las siguientes condiciones geométricas:

- El travesaño de apoyo deberá tener una longitud mínima entre extremos de 300 mm y máxima de 400 mm.
- La separación mínima de la pared del pozo en su punto medio será de 120 mm y máxima de 160 mm.
- La longitud de empotramiento en la pared del pozo estará comprendida entre 75 mm y 85 mm.

- La sección transversal mínima de travesaño de apoyo será de \varnothing 20 mm y la máxima de \varnothing 35 mm.
- El pate tendrá el diseño adecuado para el travesaño de apoyo tenga topes laterales que impidan el deslizamiento del pie en esa dirección.
- El travesaño de apoyo tendrá estrías, resaltes, etc, a fin de favorecer la seguridad frente al deslizamiento.
- Los pates se situarán en alineación perfectamente vertical de forma que la separación entre ellos esté comprendida entre 250 mm y 350 mm. En todo caso, la diferencia de separación entre pates respecto del diseño tendrá una tolerancia de \pm 10 mm. La separación del pate superior más próximo a la boca de acceso en un módulo cónico estará comprendida entre 400 mm y 500 mm.

04.- Los módulos prefabricados podrán suministrarse con pates incorporados, en cuyo caso el fabricante deberá garantizar que, una vez colocados los módulos en obra, la separación entre ellos cumpla los requisitos indicados en el Apartado 03.

05.- Los pates instalados por el fabricante en los diferentes módulos deberán cumplir los siguientes requisitos:

- Resistir una carga vertical de 2 kN sin presentar deformación superior a 10 mm bajo carga, ni a 2 mm remanente.
- Resistir una carga de tracción horizontal de 3,5 kN.

12.- CONTROL DE CALIDAD

12.1.- Control de la obra civil

01.- El Control de calidad de la obra civil se realizará según lo indicado en los Artículos correspondientes de este Pliego.

12.2.- Recepción de dispositivos de cubrimiento y cierre

01.- Cada partida de materiales metálicos (tapas y marcos de pozos, rejillas, etc.) llegará a obra acompañada de su correspondiente certificado en el que se haga constar el nombre del fabricante, el control de calidad realizado por éste sobre los lotes objeto de suministro y los resultados de los ensayos independientes de los productos terminados.

02.- Se realizará una inspección visual al cien por cien (100%) de todas las piezas de cada tipo comprobando su acabado superficial, y en especial la ausencia de "uniones frías".

13.- MEDICIÓN Y ABONO

01.- La medición y abono de la obra civil se realizará según lo indicado en los Artículos correspondientes.

03.- Las piezas especiales (rejillas, tapas, cercos, pates, etc.) se medirán y abonarán por unidades, según el tipo a que pertenezcan.

CAPÍTULO 43.- ALUMBRADO EXTERIOR

Sección 1.^a

NORMAS GENERALES PARA LA REDACCIÓN DE PROYECTOS DE ALUMBRADO EXTERIOR

ARTÍCULO 43.10.- DISPOSICIONES GENERALES (PCTG10)

Todas las instalaciones de alumbrado exterior y las conectadas a ellas, cumplirán el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión vigente (REBT) y el Reglamento de Eficiencia Energética en Instalaciones de Alumbrado Exterior (REEIAE) e Instrucciones Técnicas Complementarias (ITC).

1- EFICIENCIA ENERGÉTICA

01.- Las instalaciones de Alumbrado Exterior se proyectarán de tal forma que se cumplan las condiciones señaladas en el REEIAE y las recogidas en este Pliego. En caso de discrepancia entre ambos se aplicará la condición más restrictiva.

02.- Con el fin de optimizar el consumo de energía, todas las instalaciones que se proyecten según este Pliego de Condiciones tendrán la calificación energética "A".

03.- Las instalaciones de Alumbrado Exterior se proyectarán de tal forma que la potencia instalada, por unidad de superficie, de las mismas sea inferior a un vatio por metro cuadrado en calzada y aceras (1 W/m²). No obstante, en casos excepcionales y debidamente justificados, podrá llegarse a potencias instaladas, por unidad de superficie, de uno coma cinco vatios por metro cuadrado (1,5 W/m²). En todos los proyectos se incluirá el cálculo del anterior coeficiente de potencia instalada. No podrá aprobarse ningún proyecto que carezca del mismo y del correspondiente estudio justificativo cuando se supere el vatio por metro cuadrado (1 W/m²).

04.- Con la finalidad de ahorrar energía, las instalaciones de alumbrado exterior se proyectarán con dispositivos o sistemas para regular el nivel luminoso, en periodo nocturno de actividad reducida, salvo que por razones de seguridad, características del ámbito o por interés público, a justificar en el proyecto, no resultara recomendable efectuar variaciones temporales o reducción de los niveles de iluminación, conforme al REEIAE.

Para proyectar la instalación de sistemas de regulación deberán tenerse en cuenta las siguientes especificaciones:

- Por razones de seguridad, los viales con intensidad media de tráfico diario superior a 50.000 vehículos (IMD > 50.000) no se proyectarán con regulación del nivel luminoso. La instalación permanecerá en régimen de nivel normal durante todo el horario de encendido.

- Si los niveles de iluminación media en servicio proyectados se ajustan a los mínimos indicados en las tablas 43.10.1.1 y 43.10.1.2, por razones de seguridad, no será necesaria la instalación de sistemas de regulación.

- Si los niveles de iluminación media en servicio proyectados se ajustan a los máximos, podrán efectuarse disminuciones de dichos niveles en el 25% con respecto al proyectado para régimen normal.

- Los proyectos que incluyan la instalación de sistema de regulación, deberán aportar estudio luminotécnico, indicando los niveles de iluminación media en servicio y coeficiente de uniformidad media mínimo, con el sistema de regulación implantado. En ningún caso, podrán proyectarse niveles de iluminación, para régimen de funcionamiento con nivel reducido, inferiores a los niveles mínimos de referencia indicados en los cuadros 43.10.1.1 - 43.10.1.2, manteniendo los coeficientes de uniformidad.

- Se podrán instalar balastos electrónicos de potencia regulable, balastos tipo inductivo para doble nivel de potencia sin línea de mando o estabilizadores reguladores de flujo en cabecera de línea.

Atendiendo a los apartados anteriores, y para facilitar las labores de mantenimiento de las instalaciones, solamente podrán instalarse balastos electrónicos o de doble nivel con única regulación del 25% sobre el nivel de iluminación media en servicio máximo indicado en los cuadros referenciados.

- En aquellas actuaciones cuya reforma afecte parcialmente a instalaciones existentes, la regulación del nivel de iluminación se realizará sólo en el ámbito estudiado en dicho proyecto, no afectando a vías que no han sido calculadas para este régimen de funcionamiento.

05.- Cuando las instalaciones existentes sean objeto de modificaciones de importancia, que afecten a más del 50% de la potencia o luminarias instaladas, será de aplicación el REEIAE.

2.- NIVELES DE ILUMINANCIA

01.- El proyecto fijará como mínimo los valores de los siguientes parámetros fotométricos:

- Iluminancia media en servicio.
- Uniformidad media.
- Iluminancia media en servicio y uniformidad media con sistema de regulación del nivel luminoso, para horario de niveles reducidos, en caso de proyectarse la instalación con estos sistemas.

02.- Los niveles de iluminancia media en servicio y los coeficientes de uniformidad medios, se fijarán en instalaciones nuevas y para cada vía urbana según los criterios indicados en la instrucción ITC-EA-02 del REEIAE y según los niveles de referencia indicados en los cuadros 43.10.1.1 y 43.10.1.2 de este artículo.

Dada la dificultad de efectuar mediciones fiables de luminancias en las calles y plazas por las condiciones del propio procedimiento de medida (CIE N°30), los diversos tipos de pavimentos y los problemas derivados del tráfico, los valores de luminancia pueden convertirse en valores de iluminancia tomando como valor medio equivalente una candela / metro cuadrado igual a quince lux ($1 \text{ cd/m}^2 = 15 \text{ lux}$).

03.- Como complemento a lo anterior y para caso de áreas conflictivas y especiales, se tendrán en cuenta las recomendaciones de la publicación de la Comisión Internacional de Alumbrado (CIE), número ciento quince (115) de 1995.

04.- Para los túneles se tendrá en cuenta la instrucción ITC-EA-02 3.8. del REEIAE y los niveles de referencia indicados en el cuadro 43.10.2 de este artículo.

05.- En todos los proyectos se estudiarán los anteriores parámetros fotométricos tanto en calzadas como en aceras. Solamente se complementarán las instalaciones de puntos de luz en aceras, cuando la instalación proyectada para el alumbrado de las calzadas no permita alcanzar los niveles de iluminación requeridos.

06. Para determinar el nivel de iluminación media en servicio se considerará un valor del factor de mantenimiento calculado según se indica en la ITC-EA-06 del REEIAE. En ningún caso se considerarán valores inferiores a cero coma siete (0,7)

07.- En los Proyectos de todas las instalaciones de alumbrado exterior se tendrán en cuenta tanto el consumo de energía, como las medidas a adoptar para reducir al mínimo la contaminación lumínica (tipos de luminaria, flujos máximos emitidos al hemisferio superior, etc).

08.- En parques y jardines sólo se iluminarán las zonas de paseo y estancias más importantes. Los circuitos correspondientes a estas zonas deberán independizarse del resto del alumbrado de viales, para que puedan tener distinta programación de funcionamiento.

09.-Cuando el Proyecto de Alumbrado Exterior incluya también elementos de alumbrado ornamental o decorativo, éstos se alimentarán con circuitos independientes, con el fin de poder programar distintos horarios de funcionamiento.

10.- Se reforzará el alumbrado para los pasos de peatones conforme a lo establecido en la ITC EA 02.3.3 del REEIAE y al Reglamento Técnico de Desarrollo en Materia de Promoción de la Accesibilidad y Supresión de Barreras Arquitectónicas, Decreto 13/2007 de 15 de marzo de la Comunidad de Madrid.

Con independencia de la señalización que se realice por parte de los servicios de circulación, el alumbrado de los pasos de peatones se proyectará de forma que se alcancen en el mismo, los niveles máximos calculados para la vía. Para ello se replanteará la situación de los puntos de luz aumentando el nivel en la zona de paso. Si fuera necesario se podrá instalar un punto de luz de refuerzo o se podrá incrementar la potencia de la lámpara a otra de rango superior a la instalada en el resto del viario.

NIVELES DE REFERENCIA DE ILUMINACIÓN MEDIA EN SERVICIO
 INSTALACIONES DE ALUMBRADO VIAL FUNCIONAL
 CUADRO 43.10.1.1

| JERARQUÍA VIARIA | TIPO DE VIA O ÁREA | ILUMINANCIA MEDIA EN SERVICIO (lux) | | COEFICIENTE UNIFORMIDAD MEDIA MÍN. |
|---|---|-------------------------------------|--------|------------------------------------|
| | | Mínima | Máxima | |
| Vía Metropolitana (IMD > 110.000) | Calzadas de autopistas, autovías, vías arteriales, radiales y de circunvalación | 25 | 30 | 0,4 |
| Vía Urbana (110.000 > IMD > 70.000) | Calzadas de ejes de distrito y vías de distribución urbana | 22 | 30 | 0,4 |
| Vía Básica Distrital (70.000 > IMD > 20.000) | Calzadas de calles colectoras de barrio y vías de tráfico importante | 18 | 25 | 0,4 |
| Vía Local Colectora (20.000 > IMD > 7.000) | Calzadas de calles locales y residenciales | 13 | 20 | 0,4 |
| Vía Secundaria (IMD < 7.000) | Calzadas de calles de marcado carácter local | 10 | 13 | 0,4 |

NIVELES DE REFERENCIA DE ILUMINACIÓN MEDIA EN SERVICIO
 INSTALACIONES DE ALUMBRADO VIAL AMBIENTAL
 CUADRO 43.10.1.2

| TIPO DE AREA | ZONA | ILUMINANCIA MEDIA EN SERVICIO (lux) | | COEFICIENTE UNIFORMIDAD MEDIA MÍN. |
|---|---------------------------------------|--|--------------------|------------------------------------|
| | | Mínima | Máxima | |
| Vías urbanas de baja velocidad con soportes de 4-5m de altura | Centros históricos y vías comerciales | 15 | 22 | 0,3 |
| Aceras y espacios peatonales | Centros históricos y vías comerciales | 15 | Estudio específico | Estudio específico |
| | Zona de flujo alto de peatones | 15 | 20 | 0,4 |
| | Zona de flujo bajo de peatones | 10 | 13 | 0,2 |
| Parques y jardines | Paseos | 7 | 10 | - |
| | Plazas y zonas estanciales | 7 | 15 | 0,2 |
| | Focos especial interés | 10 | Estudio específico | Estudio específico |
| Pasarelas peatonales | | 15 | 30 | 0,4 |
| Aparcamientos en superficie | | 10 | 15 | 0,4 |
| Carriles bici | Independientes de calzada | 10 | 15 | 0,2 |
| | Integrados en calzada u otras áreas. | Mismo nivel de la vía o área en que se encuentre | | - |

Para iluminación de los itinerarios peatonales accesibles se dispondrá de un nivel de iluminación de 20 lux de acuerdo con la orden VIV/561/2010 de 1 de febrero de 2010.

NIVELES EN SERVICIO EN TÚNELES Y PASOS SUBTERRANEOS DE PEATONES
CUADRO 43.10.2

| Longitud en (m) | Tipo | Días claros | | Días nublados | | Nocturno | |
|-----------------|---------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|--------------------------------------|-------------------------------------|
| | | Iluminancia media en servicio (lux) | Coefficiente de uniformidad extrema | Iluminación media en servicio (lux) | Coefficiente de uniformidad extrema | Iluminancia media en servicio (lux) | Coefficiente de uniformidad extrema |
| ≤ 15 | Sólo peatones | 100 | 0,5 | - | - | 100 | 0,5 |
| ≥ 15 | Sólo peatones | Estudio específico | 0,5 | - | - | Estudio específico | 0,5 |
| ≤ 25 | Con vehículos | Sin alumbrado público | | Sin alumbrado público | | Igual tratamiento que la vía pública | |
| 25 a 50 | Con vehículos | 300 | 0,5 | 150 | 0,4 | 50 | 0,5 |
| 50 a 150 | Con vehículos Radio => 250 m | 800 | 0,6 | 500 | 0,5 | 50 | 0,4 |
| | Radio < 250 m | 1000 | 0,65 | 500 | 0,5 | 50 | 0,4 |

3.- LIMITACIÓN DE LA LUZ INTRUSA O MOLESTA

01.- Se aplicará lo dispuesto en la instrucción ITC-EA-03 del REEIAE.

4.- LÁMPARAS Y OTROS COMPONENTES DE LA INSTALACIÓN

01.- Con carácter general se emplearán lámparas de vapor de sodio de alta presión, con las salvedades definidas en el artículo 43.60, apartado 1 párrafos 03 y 04.

02.- En ningún caso podrán instalarse lámparas que no estén homologadas conforme a los Artículos 43.81. y 49.12 de este PCTG.

03.- Los componentes de las instalaciones referenciados en la ITC-EA-04, del REEIAE, deberán cumplir los requisitos mínimos indicados en el Pliego.

5.- SOPORTES

01.- Por razones de seguridad, los puntos de luz se situarán siempre a una altura mínima de 3,20 metros del nivel del pavimento, salvo los del Apartado 8 (Instalaciones Singulares).

02.- Como norma general, para las vías urbanas y salvo en casos debidamente justificados, la altura de los soportes para fuentes de luz de vapor de sodio alta presión, se ajustará a las determinaciones del CUADRO 43.10.3., en función de la potencia de las lámparas proyectadas.

CUADRO 43.10.3

| Potencia de lámparas | Altura del soporte |
|----------------------|--------------------|
| 70, 100, 150W | 3,20 a 6 metros |
| 100,150 W | 6 a 10 metros |
| 250 W | 10 a 12 metros |
| 400 W | 12 a 14 metros |
| 600,750 W | 14 a 16 metros |
| 1000 W | 18 ó más metros |

03.- En el caso de vías de circulación rápida como autopistas o autovías urbanas, las alturas serán las referidas en el CUADRO 43.10.4.

CUADRO 43.10.4

| Potencia de lámparas | Altura del soporte |
|----------------------|--------------------|
| 250 W | 10 a 12 metros |
| 400 W | 12 a 14 metros |
| 600 a 1.000 W | 16 a 18 metros |

04.- Como norma general, se evitará la colocación de soportes de puntos de luz en las medianas de las vías de tráfico muy intenso.

05.- En las vías sin tráfico peatonal y con circulación rodada importante no se pintarán los soportes de puntos de luz, debiendo tener, por tanto, una terminación de galvanizado.

06.- Los soportes de los puntos de luz deberán ser accesibles a los vehículos del Servicio de Conservación o bien ser abatibles para posibilitar el correcto mantenimiento de las luminarias, para alturas de montaje mayores de cuatro metros (4 m). Los soportes abatibles deberán cumplir el REBT, estar certificados por entidad acreditada por ENAC, su plantilla será igual a la de los soportes normalizados de igual categoría y altura y deberán poder albergar en su interior la caja de conexión normalizada.

07.- Los soportes clásicos de fundición (AE-26 al AE-33) podrán instalarse como una opción más dentro del material normalizado en todos los parques y jardines, pero en las vías públicas su empleo queda restringido a las existentes en el interior de la M-30 o cascos históricos de distritos periféricos definidos en el PGOUM.

6.- CENTROS DE MANDO

01.- El número de centros de mando de cada instalación será el menor posible, haciendo compatible esta exigencia con los cálculos de sección de los cables, no superándose una caída de tensión mayor del tres por ciento (3%) ni secciones superiores a veinticinco (25) mm²; también quedará limitada a la potencia máxima del regulador, en caso de su instalación, de cincuenta (50) KVA o setenta y cinco (75) A por fase.

02.- En los túneles, los centros de mando se situarán en armarios normalizados en las aceras exteriores o en locales interiores con accesos independientes al tráfico rodado.

03.- En túneles con un sólo centro de mando, éste alimentará con circuitos independientes todas las luminarias de cada muro para facilitar las labores de mantenimiento y evitar que en caso de avería en uno de ellos quede parte del túnel sin servicio.

04.- En túneles con más de un centro de mando se colocarán, a ser posible, en cada una de las bocas de entrada, alimentando cada uno de ellos todas las luminarias de un mismo muro al menos para el circuito permanente.

05.- El contratista de la obra o el fabricante en lo que se refiere al procedimiento de homologación, será responsable de que todos los mecanismos incluidos o montados en el centro de mando cumplan todas las exigencias de los apartados que le corresponden de este Pliego.

06.- En aquellos casos en que el proyecto contemple la conexión de la nueva instalación a Centros de Mando o redes de alumbrado existentes, se deberán comprobar el estado de las mismas, requiriendo la conformidad del Departamento de Alumbrado Público.

7.- TÚNELES

01.- La canalización eléctrica discurrirá en bandeja metálica o de PVC que no permita la retención de agua y accesible para los labores de conservación. Las bandejas metálicas estarán galvanizadas según R.D. 2531/1985 y UNE EN ISO 1461. Las bandejas de PVC cumplirán la Norma UNE 23727, y UNE 20672 párrafo 2.1 el grado de reacción al fuego será M1. La temperatura de servicio se ajustará a los señalados en la Norma UNE EN 61537. El grado de severidad será 650°C según UNE EN 60695-2-1. La resistencia al impacto no será menor de 6 Julios.

02.- Los conductores serán unipolares, de cobre y aislamiento a mil voltios (1.000 V) tipo RZ1. Serán de tipo no propagador de incendio, estarán libres de halógenos, y con emisión de humos y opacidad reducida, según Norma UNE EN 50265, UNE EN 50266, UNE EN 50267 y UNE EN 50268. Las derivaciones a las luminarias se realizarán a través de bornas, de grado de hermeticidad mínimo IP 65, sin cortar ni pelar el conductor con cable de dos coma cinco milímetros (2 x 2,5 mm²) de sección y aislamiento a mil voltios (1.000 V) o a través de cajas normalizadas del tipo según la NEC, AE-34. Los mismos requisitos son exigibles al conductor de tierra. Los circuitos correspondientes al alumbrado permanente no autónomo estarán constituidos por conductores que además de cumplir las Normas UNE señaladas anteriormente, serán resistentes al fuego según UNE EN 50200, tipo SZ1.

03.- Todas las luminarias tendrán equipos de Clase II y cada punto de luz dispondrá dentro de la propia luminaria o en las cajas normalizadas del correspondiente fusible de protección.

04.- En los denominados túneles largos (longitud mayor de ciento cincuenta metros - 150 m -) y en los cortos con trazado tal que no sea visible una de las bocas desde alguna posición dentro del túnel, se dispondrá un sistema que garantice un alumbrado de emergencia en caso de interrupción del suministro de energía eléctrica. Para ello se seguirán las siguientes pautas (Apartados 05, 06, 07).

05.- En túneles con más de un Centro de Mando, y que exista más de un transformador próximo a los mismos, el suministro de energía se realizará desde dos transformadores distintos, salvo circunstancias que lo hagan inviable.

06.- En los túneles largos y cortos anteriores se instalará un sistema de doble acometida de distintas compañías, siendo una de ellas la de socorro para que actúe en caso de fallo de la principal. En caso de imposibilidad de que las compañías sean diferentes, se garantizará mediante dos acometidas a dos transformadores distintos de la misma compañía. Independientemente, se instalará el alumbrado de emergencia de tipo estanco, ubicado a una altura entre 0,5 y 1 metro del nivel del suelo, de acuerdo con el REBT.

07.- En los anteriores circuitos de alumbrado permanente de estos túneles con alumbrado de emergencia se instalarán lámparas del tipo de doble tubo de descarga, que garanticen un encendido instantáneo y una vida útil superior a treinta mil (30.000) horas.

08.- Siempre que sea posible, en túneles largos se instalarán pórticos en los accesos que permitan la entrada de la luz diurna evitando la radiación directa del sol, para así crear un primer escalón de niveles de iluminación.

8.- INSTALACIONES SINGULARES

01.- Se entiende por Declaración de Singularidad la resolución adoptada por el Ayuntamiento de Madrid permitiendo la instalación de elementos de mobiliario urbano y alumbrado exterior no homologados, por concurrir en una actuación o emplazamiento, circunstancias relevantes desde el punto de vista paisajístico, cultural artístico, histórico o de cualquier otra índole.

La solicitud de declaración de singularidad se dirigirá al órgano que tenga atribuida la competencia para proponer dicha declaración y seguirá el procedimiento administrativo indicado en la ordenanza aplicable en materia de mobiliario urbano.

02.- Se consideran instalaciones singulares de alumbrado exterior, aquellas cuyos soportes (candelabros, columnas o brazos) y luminarias pueden tener formas, dimensiones y materiales que no figuran entre las normalizadas. El resto de los elementos que componen la instalación como canalizaciones, red eléctrica, centros de mando, etc, deberán cumplir los artículos del PCTG y NEC que les afectan.

En cualquier caso, los soportes de alumbrado deberán cumplir el REBT y estar certificados por entidad acreditada por ENAC, para un mínimo en Categoría del terreno Clase II, velocidad del viento 100 Km/h aplicando coeficiente de seguridad Clase A y se verificará el ensayo de resistencia al impacto. En el certificado deberá hacerse constar, además de los requerimientos anteriores, la calidad del material del soporte y sus características geométricas principales.

Su plantilla será, en cuanto a formas, distancia entre pernos y situación, la misma que la de los elementos normalizados de igual categoría y altura. Deberán poder albergar en su interior la caja de conexión normalizada, y la sujeción de la misma se realizará de acuerdo a la NEC, AE-18 y AE- 21.2. La apertura de la puerta de registro se realizará mediante tortillería de cabeza triangular M8x25 mm de latón.

Por lo que respecta a las luminarias, las exigencias fotométricas, de incremento de tensión de arco y de estanqueidad serán del mismo rango que las normalizadas.

En los casos en que la pavimentación se realice con piezas especiales, se podrá autorizar, para las arquetas en aceras, la sustitución de la tapa de fundición normalizada, por otra de la misma forma y dimensiones que cumpla las especificaciones de la Norma UNE-EN 124. El diseño de la misma deberá permitir su fácil apertura. La autorización de su instalación se incluirá en la declaración de singularidad.

03.- Será condición indispensable obtener documentalmente la condición de singularidad para que la instalación pueda ser incluida en la conservación municipal. Esta condición será establecida por el órgano que tenga atribuida la competencia.

04.- En este tipo de instalaciones, se dejará un acopio de 10% del material singular instalado (soportes, luminarias y/o lámparas), que será entregado en el Almacén Municipal del Departamento de Alumbrado Público.

05.- En este tipo instalaciones de acuerdo con el apartado 5 (soportes), no regirá la prohibición de instalar puntos de luz con menos 3,20 metros de altura. En caso de instalaciones proyectadas con puntos de luz en altura inferior a la indicada, se podrán exigir las protecciones adicionales que se consideren necesarias.

06.- También Se considerarán instalaciones singulares aquellas que incluyan elementos surgidos por el desarrollo de la tecnología LED, para su utilización como alumbrado de la vía pública.

En este caso, la fuente luminosa cumplirá los requisitos mínimos exigidos para lámparas indicados en el artículo 43.60 y en cuanto a la luminaria o proyector, sus exigencias fotométricas, estanqueidad y calidad de sus componentes serán, como mínimo, las requeridas en los artículos 43.50 y 43.51 a los elementos normalizados, en aquellos apartados que le sean de aplicación.

Se aportará documentación acreditada de las características de los siguientes elementos:

LED ó MÓDULO LED:

- Potencia nominal, corriente de alimentación, temperatura de color, índice de reproducción cromática, temperatura de funcionamiento, flujo luminoso, eficacia en lm/w y vida útil, aportando datos de mantenimiento lumínico en función de la temperatura de unión.
- Cumplimiento de las especificaciones contenidas en la Norma UNE-EN 62471 sobre seguridad fotobiológica.
- El módulo led cumplirá las especificaciones contenidas en la norma UNE-EN 62031.

DISPOSITIVO DE CONTROL ELECTRÓNICO:

- Temperatura de funcionamiento, consumo y vida del equipo en horas de funcionamiento.
- Marcado CE
- Cumplirá las especificaciones contenidas en la norma UNE-EN 61347-2-13 y UNE-ENE 62384.

LUMINARIA O PROYECTOR:

- Potencia nominal, consumo total del sistema, fotometría, grado de hermeticidad del sistema óptico, flujo luminoso emitido por la luminaria, flujo luminoso emitido al hemisferio superior en posición de trabajo, rango de temperaturas de funcionamiento sin alteración en sus características técnicas, eficacia, rendimiento y vida útil del sistema óptico instalado en la luminaria.
- Se acreditará que, en la luminaria, no se superan las temperaturas críticas indicadas para todos los componentes.
- La luminaria cumplirá las especificaciones contenidas en la norma UNE-EN 60598-2-3 y en caso de proyectores la norma UNE-EN 60598-2-5
- El diseño de la carcasa de la luminaria no permitirá la acumulación de suciedad u otros elementos del medio ambiente que podrían perjudicar su eficacia, de forma que se garantice su funcionamiento sin requerir labores de conservación y limpieza distintas de las programadas para las luminarias normalizadas.
- El elemento deberá disponer del marcado CE

07.- Las instalaciones singulares incluirán preceptivamente en el proyecto un estudio económico en el que se cuantifiquen, conforme al artículo 43.60 de este PCTG y a los Pliegos de Condiciones para el mantenimiento de las instalaciones de Alumbrado Público, los siguientes conceptos:

- Costes de primera instalación.
- Costes de funcionamiento (consumos)
- Costes de mantenimiento y conservación

durante una vida de la instalación de veinte (20) años.

En este caso, teniendo en cuenta las características técnicas de las instalaciones de alumbrado exterior, se excepciona el plazo previsto para el cálculo de estos costes en las disposiciones de la ordenanza aplicable en materia de mobiliario urbano.

El conjunto de estos costes no será superior al doble de los de una instalación normalizada, por lo que el proyecto incluirá estudio comparativo con instalación normalizada equivalente a la diseñada.

08.- Se aportará documentación que acredite el cumplimiento de las características técnicas de cada elemento, susceptible de singularización, indicadas en este artículo.

Se podrán requerir cuantas muestras y ensayos se estimen necesarios de cada elemento, para poder emitir informe previo a su declaración de singularidad.

9.- CONDICIONES DE SEGURIDAD

01.- Todo el material de las instalaciones deberá cumplir las normas de seguridad que le son de aplicación, y en concreto el marcado CE según Reales Decretos 7/88 "Exigencias de seguridad del material eléctrico", R.D. 444/1994 "Requisitos de protección, relativos a compatibilidad electromagnética de equipos, sistemas e instalaciones" y R.D. 154/95 "Exigencias del marcado CE" y R.D. 1801/2003 de 26 Diciembre de 2003 sobre Seguridad General de los Productos.

02.- Le será de aplicación la ley 10/1998 de 21 de Abril de Residuos y el R.D. 208/2005 Gestión de Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos.

03.- En instalaciones temporales de fiestas y/o Navidad se aplicará la parte correspondiente del REBT y del REEIAE y se exigirá al instalador autorizado la legalización de la instalación.

10.- ESTUDIO ECONÓMICO

Todas las instalaciones normalizadas que el Presupuesto de Ejecución Material sea superior a doscientos mil (200.000) euros incluirán preceptivamente en el proyecto un estudio económico en el que se cuantifiquen, conforme al Artículo 43.60 de este PCTG y a los Pliegos de Condiciones para el mantenimiento de las instalaciones de Alumbrado Público, los siguientes conceptos:

- Costes de primera instalación.
- Costes de funcionamiento (consumos).
- Costes de mantenimiento y conservación.

durante una vida de la instalación de veinte (20) años.

11.- DOCUMENTACIÓN A PRESENTAR EN EL PROYECTO.

Teniendo en cuenta las disposiciones generales contenidas en este artículo, todo proyecto que incluya instalaciones de alumbrado exterior, de más de 1 kW de potencia instalada, deberá justificar al menos las siguientes especificaciones en documento de proyecto o anexo:

- Justificación del cumplimiento del REEIAE y calificación energética de la instalación, para cada una de las soluciones adoptadas, en función de su índice de eficiencia energética. Se indicará la situación de proyecto y características del tipo de vía o área.
- Cálculo de los siguientes parámetros fotométricos:
Iluminancia media en servicio.
Coeficiente de uniformidad media mínimo.
- Régimen de funcionamiento previsto, descripción del sistema de regulación luminoso en caso de que se proyecte, y cálculo de los siguientes parámetros en régimen de funcionamiento reducido:
Iluminancia media en servicio.
Coeficiente de uniformidad media mínimo.
- Factor de utilización y de mantenimiento de la instalación de alumbrado exterior, eficiencia de las lámparas y equipos, rendimiento de la luminaria, flujo al hemisferio superior instalado.
- Cálculo de la potencia instalada por unidad de superficie en W/m².
- Cálculo de ahorro energético proyectado con régimen de nivel de iluminación reducido, en caso de que se considere su instalación.
- Cálculos eléctricos de los distintos circuitos de alumbrado de acuerdo con el REBT y los centros de mando proyectados o conexiones con instalaciones de alumbrado existentes.

- Estudio económico si el presupuesto de ejecución material es superior a doscientos mil (200.000) euros.

Para instalaciones singulares, además de lo indicado anteriormente, será de aplicación el apartado 8 de este artículo.

Sección 2.^a**ACOMETIDAS Y CENTROS DE MANDO**

ARTÍCULO 43.20.- ACOMETIDA ELÉCTRICA (PCTG10)

01.- Cumplirá el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión (REBT) tanto para las redes aéreas como para las enterradas.

02.- Todos los elementos que componen la acometida, es decir: conductores, zanjas, tubos, etc., desde el centro de mando de la instalación hasta el punto que designe la Compañía Eléctrica para su conexión, serán a cargo del Ayuntamiento según prescripciones de la Compañía Suministradora, por lo que deben figurar en el Presupuesto del Proyecto, debiéndose incluir, además, una cantidad en conceptos de acometida, enganche y verificación a abonar por el cliente (R.D.1955/2000 de 1 Diciembre).

03.- El pago de los kilovatios consumidos anteriores a la recepción por el Ayuntamiento, será abonado por el promotor de la instalación.

04.- Excepcionalmente, en aquellos casos en los que la C.G.P. y medida, por distancia a la red de B.T. de la compañía suministradora, no pueda instalarse en el centro de mando normalizado, la C.G.P. y medida se dispondrán en un armario metálico galvanizado con envolventes interiores de las mismas características y dimensiones que el módulo de compañía del centro de mando que se indica en la NEC.

ARTÍCULO 43.21.- CENTROS DE MANDO (PCTG10)

01.- Para el accionamiento y protección de las unidades luminosas, se instalarán centros de mando, cuyo emplazamiento figurará en los planos del Proyecto. Se ajustará a la NEC, AE-5.1, AE-5.2, AE-5.3, AE-5.4 ó AE-5.5, cumpliendo el REBT.

02.- Serán accesibles, sin el permiso de terceras personas, y no estarán sujetos a servidumbres.

03.- El armario metálico de chapa de acero de 3mm de espesor y galvanizado en caliente, de uno de los tipos indicados en la NEC, se instalará lo más próximo posible a la caseta de transformación, con conexión a tierra de treinta y cinco milímetros cuadrados (35 mm²) de sección V-750V verde-amarillo. La cimentación se ajustará a lo señalado en la NEC, AE-7.1 y AE-7.2 y AE-7.3

04.- El centro de mando tendrá posibilidad de incorporar telegestión modular. Los centros indicados en la NEC, AE-5.3 y AE-5.4 tendrán posibilidad además, de incorporar en la misma envolvente el regulador de flujo. Sin embargo los modelos AE-5.1 y AE-5.2 sólo tendrán la posibilidad de incorporar el regulador en envolvente independiente según modelo AE-5.5, incluyendo también los elementos de accionamiento del mismo.

05.- El grado de estanqueidad del conjunto será IP-55 según Norma EN 60529 y UNE 20324 y el grado de protección al impacto será IK-10 según Norma UNE EN 50102.

06.- El galvanizado del armario se ajustará a las especificaciones contenidas en la Norma UNE-EN ISO 1461, "Recubrimientos de galvanización en caliente sobre piezas de hierro y acero. Especificaciones y métodos de ensayo" con un espesor de recubrimiento medio mínimo de 70 micras de zinc y un espesor local mínimo de 55 micras de zinc.

07.- Los centros de mando constarán de un interruptor general magnetotérmico con protección y corte omnipolar.

Por cada circuito de salida: un contactor accionado mediante interruptor horario astronómico y de forma opcional mediante célula fotoeléctrica, un interruptor diferencial rearmable (30 reconexiones: 20s, 40s, 28 a 5min) y regulable (0,03-3A y 0,2-1s) normalizado según la NEC, AE-3.1, AE-3.2, AE-3.3, AE-4.1 y AE-4.2, que actúa sobre el propio contactor, un interruptor automático de curva "c" de protección y corte omnipolar, protegiendo a la línea con menor sección, para casos de maniobra manual un interruptor rotativo, cumpliendo la Norma UNE EN 60439-5.

La aparamenta se instalará en cajas modulares con tapas de policarbonato transparente. Los módulos incorporarán mirillas abatibles para acceder a los mandos de accionamiento de los distintos elementos de control (automáticos, diferenciales, conmutadores, contador, interruptor horario, toma de corriente, etc.)

08.- Los interruptores magnetotérmicos se ajustarán a las Normas CEI 947/2 y UNE EN 60898.

09.- El interruptor diferencial cumplirá las especificaciones contenidas en la Norma UNE EN 61008 "Interruptores automáticos para actuar por corriente diferencial residual".

10.- El contactor cumplirá las especificaciones contenidas en la Norma CEI-158/1.

11.- El número de centros de mando de cada instalación será el menor posible, haciendo compatible esta exigencia con los cálculos de sección de los cables, no superándose una caída de tensión mayor del tres por ciento (3%) ni secciones superiores a veinticinco (25) mm²; también quedará limitada a la potencia máxima del regulador, en caso de su instalación, de cincuenta (50) KVA ó setenta y cinco (75) A por fase.

12.- El control automático de los encendidos y apagados de estas instalaciones de alumbrado exterior, se efectuará, preferentemente, mediante interruptor horario astronómico y reserva de marcha, conforme al REEIAE.

13.- El interruptor horario astronómico tendrá doble circuito; uno de ellos para encendido y apagado solar y otro con encendido solar y apagado voluntario. Ambos circuitos tendrá más menos cincuenta y nueve (± 59) minutos como mínimo de posibilidad de regulación.

14.- La precisión del interruptor horario será superior a un (1) segundo al día y podrá funcionar entre menos diez y más cuarenta y cinco grados centígrados (-10 y + 45° C) de forma normal. En funcionamiento extremo entre menos veinte y más cincuenta y cinco grados (-20 y + 55°).

15.- De manera automática deberá adecuarse a la hora oficial española durante el periodo de verano en las fechas legalmente establecidas.

16.- La célula fotoeléctrica tendrá posibilidad de regulación entre cuatro (4) y cincuenta (50) lux y un retardo mínimo de funcionamiento de diez (10) segundos contra luces parásitas. Cumplirá la Norma UNE EN 60669-2-1.

Sección 3ª

REDES DE DISTRIBUCIÓN

ARTÍCULO 43.30.- GENERALIDADES (PCTG10)

01.- Las instalaciones de Alumbrado Exterior se diseñarán de acuerdo con lo que establece el REBT, y en especial la Instrucción ICT-BT-09 relativa a este tipo de instalaciones.

02.- Las Instalaciones de Alumbrado Exterior se realizarán mediante redes de alimentación en baja tensión subterráneas, sobre fachadas o aéreas, siguiendo este orden de prioridad.

03.- Las redes aéreas se ejecutarán únicamente para instalaciones provisionales o cuando, por causas justificadas, no sea posible la alimentación con líneas subterráneas o sobre fachada. En estos casos dichas redes se ejecutarán únicamente con conductores aislados a mil voltios (1.000 V).

04.- Queda prohibida la instalación de conductores desnudos en las redes de alimentación.

05.- Todas las instalaciones se diseñarán para una tensión de servicio de cuatrocientos voltios (400 V), con las excepciones imprescindibles debidamente justificadas y siempre con neutro, y conductor de protección.

ARTÍCULO 43.31.- REDES AÉREAS (PCTG10)

1.- CONDUCTORES

01.- Los conductores serán de cobre, con aislamiento a mil voltios (1.000 v), de sección no inferior a seis milímetros cuadrados (6 mm²), multipolares (manguera de 5x6 mm²), uno de los cuales servirá como red de tierra y tendrá la misma sección que los de fase y neutro.

02.- Irán soportados mediante un cable fiador de acero trenzado y galvanizado de cinco milímetros (5 mm) de diámetro. Las grapas de fijación al cable fiador serán metálicas, plastificadas, con una interdistancia no superior a medio metro (0,5 m).

03.- Los conductores cumplirán las prescripciones contenidas en las siguientes normas:

- UNE EN 60228, "Conductores de cables aislados".
- UNE 21123, "Cables de utilización industrial de tensión asignada 0,6/1KV".

04.- Los empalmes de cables o cambios de sección sólo se admitirán en las cajas de derivación al punto de luz.

05.- La línea aérea se situará en los cruces de calzada a una distancia mínima de la rasante de cinco metros (5 m).

06.- Los ensayos para la homologación previa serán los indicados en la norma siguiente:

- UNE 21123, " Cables de transporte de energía aislados con dieléctricos secos extruidos para tensiones nominales de 1 kV a 30 kV".

07. Los ensayos de rutina se referirán al marcado y control dimensional.

2.- APOYOS

01.- Los apoyos serán de hormigón, admitiéndose de madera solamente para las instalaciones provisionales.

02.- Los postes de madera serán de pino asilvestrado descortezado, sin grietas y tratados adecuadamente en toda su longitud, debiéndose ajustar a la NEC, AE-8.

03.- El extremo a empotrar se encontrará protegido mediante alquitrán en una longitud de dos metros (2 m).

04.- Los postes de madera cumplirán las prescripciones contenidas en las siguientes normas:

- UNE 12465, "Postes de madera de pino para líneas eléctricas".
- UNE 21092, "Ensayo de flexión estática de postes de madera".
- UNE 21094, "Impregnación con creosota a presión de los postes de madera de pino. Sistema Ruping".
- UNE 21097, "Preservación de los postes de madera. Condiciones de la creosota".

05.- El montaje de los postes de madera se ajustará a la NEC, AE-8 y AE-9.

06.- Los ensayos tipo a realizar en la homologación previa vienen definidos en la Norma UNE EN 12465, "Postes de madera para líneas eléctricas".

07.- Los ensayos de rutina consistirán en realizar, como mínimo y en el orden siguiente, las comprobaciones que se citan a continuación:

- Comprobación visual de las características del poste y de su protección superficial.
- Comprobación dimensional del mismo.

08.- Cuando el Director lo considere oportuno, ordenará la realización de ensayos relativos a la composición, características de la impregnación y resistencia mecánica.

09.- Los postes de hormigón cumplirán las prescripciones de la Norma UNE 21080.

3.- AISLADORES, TIRANTES Y TORNAPUNTAS PARA POSTES DE MADERA

01.- Cuando exista un cambio de dirección importante en la línea aérea, o en el último apoyo de la misma, podrán emplearse tirantes o tornapuntas que deberán cumplir la ITC-BT-06.

02.- Los tirantes serán de cable de acero galvanizado, de diámetro no inferior a diez milímetros (10 mm), e irán anclados a un dado de hormigón de las mismas dimensiones que la cimentación del poste.

03.- Se protegerá la parte más próxima a la cimentación hasta una altura de dos metros (2 m), con un tubo de acero galvanizado de treinta y seis milímetros (36 mm) de diámetro.

04.- Estos tirantes estarán interrumpidos por aisladores de retención apropiada, situados como mínimo a treinta centímetros (30 cm), en proyección horizontal, del conductor más próximo, y a una altura sobre el suelo no inferior a cuatro metros (4 m).

05.- Serán fijados sobre los apoyos en el mismo punto en el que se instale el cable fiador de la línea.

06.- Sólo en el caso en el que no sea posible la instalación de tirantes se podrán emplear tornapuntas del mismo material que el apoyo, y fijados a él en el punto más próximo posible al de aplicación de la resultante de los esfuerzos actuantes sobre el mismo.

07.- Los ensayos de rutina se referirán al control dimensional y de ejecución de la instalación.

4.- CIMENTACIONES

01.- En el caso de postes de madera y cuando se prevea que la instalación, por su carácter provisional, se va a desmontar en un plazo no superior a dos (2) meses, puede introducirse directamente el poste en el vaciado de la cimentación, que tendrá las dimensiones adecuadas a la altura del poste y en ningún caso inferior a un metro (1m) de profundidad, retacando con la propia tierra de la excavación.

02.- Si la duración de la instalación se estima superior a dos (2) meses, se cimentará el poste como indica en la NEC, AE-9.

03.- Estos perfiles, que sobresalen un metro diez centímetros (1,10 cm) de la cimentación, abrazan y fijan el poste según los detalles que figuran en la NEC, AE-9.

ARTÍCULO 43.32.- REDES SOBRE FACHADA (PCTG10)

1.- CONDUCTORES

01.- Los conductores serán de cobre, con aislamiento a mil voltios (1.000 V), de sección no inferior a seis milímetros cuadrados (6 mm^2) multipolares (manguera de $5 \times 6 \text{ mm}^2$), uno de los cuales servirá como red de tierra y tendrá la misma sección que los de fase y neutro. Se dispondrán a una altura mínima de tres metros (3 m) siempre que sea posible, aprovechando las posibilidades de ocultación que brinden las fachadas, de modo que destaquen lo menos posible, y si no, se ajustará a lo señalado en el REBT.

02.- Para su fijación se emplearán grapas metálicas plastificadas con una interdistancia no superior a medio metro (0,5 m).

03.- Los empalmes, cambios de sección o derivaciones a los puntos de luz sólo se permitirán en las cajas de derivación.

04.- Se procurará evitar el paso de cables por zonas de posibles cerramientos posteriores como terrazas o balcones. Deberán respetarse las distancias mínimas exigidas en el REBT, ITC-BT-06.

05.- Al igual que los de instalaciones aéreas, cumplirán las Normas UNE EN 60228, UNE 21123-1 y UNE 20448.

06.- Los cruces de calzada, si están pavimentados, serán subterráneos. En caso de adoptarse cruces aéreos, la Dirección de Obra determinará la solución a emplear. En este último caso la línea aérea se situará a una distancia mínima del suelo de seis metros (6 m) y se ejecutará de acuerdo con lo establecido en este capítulo para líneas aéreas en el Artículo 43.31. En caso contrario, el proyecto o, en su defecto, la Dirección de Obra determinará la solución a emplear.

07.- Si el cruce de calzada ha de ser subterráneo, la línea grapada llegará hasta una caja de fundición situada en la esquina del cruce, sobre la fachada y a tres metros (3 m) del suelo. Desde esta caja y hasta la arqueta correspondiente situada en la acera a pie de la bajada, el cable estará protegido por un tubo de acero galvanizado, de 48 mm de diámetro, conectado a tierra y tubo interior de plástico, grapado asimismo a la fachada, siendo los cables unipolares conforme al artículo 43.33.4 para redes subterráneas.

08.- Los ensayos para la homologación previa serán los indicados en una de las dos Normas siguientes:

- UNE 21123-1, "Cables de utilización industrial de tensión asignada 0,6/1KV".
- UNE 20448 "Cables concéntricos con aislamiento y cubierta de policloruro de vinilo para tensiones hasta 1000 V"

09.- Los ensayos de rutina, se referirán al marcado y control dimensional.

ARTÍCULO 43.33.- REDES SUBTERRÁNEAS (PCTG10)

1.- ZANJAS

01.- Las zanjas se ajustarán a las dimensiones mínimas indicadas en la NEC, AE-10, AE-11 y AE-12.

02.- No se procederá al tapado de las zanjas hasta que hayan sido inspeccionados, por la Dirección de Obra, los tubos de protección de los conductores.

03.- La apertura, relleno y compactación de las zanjas, se ajustará a lo especificado sobre excavación en zanja y pozo y rellenos localizados de este PCTG, con los condicionantes indicados en el párrafo siguiente.

04.- En los cruces de calzadas, el relleno situado entre la cara superior del macizo protector de los tubos y la cara inferior de la base del pavimento, se ejecutará con arena de miga a la que se le exigirán las mismas condiciones de compactación que a la sub-base granular del firme adyacente a la zanja. Para conseguir este grado de compactación la arena de miga se extenderá y compactará en una (1) o dos (2) capas, según sea el espesor del relleno a realizar.

2.- ARQUETAS

01.- Las arquetas se ajustarán a las dimensiones mínimas indicadas en la NEC, AE-14.1, AE-14.2, AE-14.3, AE-14.4 y AE-14.5

02.- Se podrán construir de hormigón o de fábrica de ladrillo macizo y/o polipropileno reforzado.

03.- Si el material empleado es hormigón, y la construcción se realiza in situ, se dotará a las paredes laterales de un ligero desplome para facilitar la retirada del encofrado.

04.- Si las arquetas se construyen de fábrica de ladrillo se enfoscarán las paredes laterales interiores.

05.- Para facilitar el drenaje de la arqueta, el fondo de las mismas será de tierra, sin restos de hormigón, cemento o enfoscado de la misma. En aquellos casos en que la arqueta se encuentre sobre un forjado, losa o estructura, se impedirá la acumulación de agua en la misma con la instalación de un tubo de drenaje, situado en la parte inferior, que se conectará a la red de pluviales.

06.- Si las arquetas son prefabricadas de polipropileno según la NEC, AE-14.3, cumplirán la Norma UNE 201004.

07.- Las tapas de arquetas serán de fundición según Norma UNE EN 124, clase B-125 según forma y dimensiones de la NEC, AE-13.

08.- Estas arquetas podrán compartirse con los sistemas de regulación de tráfico, en cuyo caso se señalará en la tapa tal y como se indica en la NEC, AE-13.

09.- Las arquetas a ubicar en las zonas de tierra, parques y jardines se ejecutarán de acuerdo con la NEC, AE-14.4 con tapa de hormigón, a 10 cm por debajo del nivel del terreno, pudiendo ser de hormigón en masa, fábrica de ladrillo macizo o polipropileno reforzado.

10.- Se evitará la instalación de la arqueta definida en la NEC, AE.14.4 para zonas de tierra parques y jardines, en zona de césped o pradera con algún elemento vegetal, ya que puede quedar descubierta y accesible al vandalismo.

11.- En zonas de posible vandalismo se podrá sustituir, para las arquetas en aceras, la tapa de fundición por otra de hormigón de acuerdo a la NEC, AE-14.5, quedando bajo el pavimento debidamente señalizado.

12.- En zonas de posible vandalismo, con arqueta registrable, se autorizará a cubrir el cableado con arena de río y a continuación con diez (10) cm de mortero hormigón H-12,5 conforme a la NEC.

13.- Los tubos se sellarán con espuma de poliuretano conforme a la NEC.

3.- TUBOS DE PROTECCIÓN.

01.- Se instalarán como mínimo dos (2) tubos de protección en aceras y jardines, y tres (3) en calzadas.

02.- Los tubos utilizados serán de polietileno de alta densidad de ciento diez milímetros (110 mm) de diámetro exterior, de doble capa corrugada y de color rojo la exterior y lisa e incolora la interior.

03.- Los tubos cumplirán la Norma UNE EN 50086-2-4(uso normal N) y las especificaciones complementarias que se definen a continuación.

04.- Dimensiones.

- Diámetro exterior: 110 mm. Tolerancia: $\pm 2,0$ mm.
- Diámetro interior mínimo: 82 mm.

Los espesores serán los indicados por el fabricante en sus catálogos y se comprobarán a su recepción. La unión de los tubos se realizará mediante manguitos de unión, que suministrará el fabricante.

05.- Deberán emplearse tapones suministrados por el fabricante para el posible cierre del sistema de tubos y, en todo caso, para asegurar su limpieza durante el proceso de construcción de las canalizaciones.

06.- Aspecto.

La superficie exterior corrugada será uniforme, sin deformaciones acusadas. Estará coloreada en el proceso de extrusión, sin que se admita su pintado por imprimación. No se admitirán tubos cuya superficie presente burbujas, ralladuras longitudinales profundas, quemaduras o poros.

07.- Propiedades mecánicas.

Se ajustarán a lo señalado en la Norma UNE EN 50086-2-4.

08.- En los tapones sólo se marcará el nombre del fabricante o la marca de fábrica. Los tubos deberán estar marcados a intervalos regulares entre un mínimo de un metro (1 m) y un máximo de tres metros (3 m). El marcado será fácilmente legible y duradero, lo que se comprobará conforme a la Norma UNE EN 50086-2-4.

09.- El tendido de los tubos se efectuará cuidadosamente, asegurándose que en la unión los manguitos queden perfectamente acoplados. Los tubos se colocarán completamente limpios por dentro, y durante la obra se cuidará de que no entren materiales extraños, por lo que deberán taparse, de forma provisional, las embocaduras desde las arquetas.

10.- En los cruces de calzada se cuidará, especialmente, el hormigonado exterior de los tubos con el fin de conseguir un perfecto macizado de los mismos.

11.- Los ensayos previos de homologación se realizarán de acuerdo con la Norma UNE EN 50086-2-4.

12.- Los ensayos de rutina se referirán al marcado y control dimensional.

4.- CONDUCTORES

01.- Todos los conductores empleados en la instalación serán unipolares de cobre rígido y deberán cumplir la Norma UNE 21123. Deberán tener una tensión de aislamiento 0,6/1 KV. Se instalarán 3F+N del principio al final de la instalación, siendo el neutro de la misma sección que las fases en todos los circuitos.

02.- El aislamiento y cubierta serán de polietileno reticulado.

03.- No se admitirán cables que presenten desperfectos iniciales ni señales de haber sido usados con anterioridad o que no sean suministrados en su bobina de origen.

04.- No se permitirá el empleo de materiales de procedencia distinta en un mismo circuito.

05.- En las bobinas deberán figurar el nombre del fabricante, el tipo de cable y su sección.

06.- Los cambios de sección en los conductores se harán en el interior de los soportes.

07.- Los conductores de alimentación a los puntos de luz que van por el interior de los soportes, deberán ser aptos para trabajar en régimen permanente, a temperatura ambiente de setenta grados centígrados (70°C). Estos conductores deberán ser soportados mecánicamente en la parte superior del soporte o en la luminaria, no admitiéndose que cuelguen directamente de las bornas de equipo.

08.- Cuando se haga alguna derivación de la línea principal, para alimentar otros circuitos o se empalmen conductores de distintas bobinas, se realizarán por el sistema de "KITS" y aislante a base de resina o bornas según Norma CEI 1238-1, UNE HD 623 y UNE 20234 (IP68)

09.- Los ensayos previos de homologación se realizarán de acuerdo con las Normas UNE 21123 y UNE 20448.

10.- Los ensayos de rutina, se referirán al marcado y control dimensional.

5.- TOMAS DE TIERRA

01.- Se conectarán a tierra todas las partes metálicas accesibles de la instalación, los brazos murales en fachadas y el armario metálico. En el caso de fachadas, se pondrá una puesta a tierra por cada cinco (5) brazos murales, y siempre en el primero y en el último; en las redes enterradas un electrodo de puesta a tierra por cada elemento metálico accesible. En cualquier caso, la tierra del armario metálico se conecta siempre a la red equipotencial de los soportes.

02.- Se unirán todos los puntos de luz (báculos, candelabros, brazos, etc.) de un circuito mediante un cable de cobre con aislamiento a setecientos cincuenta voltios (750 V) en color verde-amarillo, de sección igual a la máxima existente en los conductores activos y mínimo de dieciséis milímetros cuadrados (16 mm^2) para canalizaciones enterradas y de seis milímetros cuadrados (6 mm^2) para las redes posadas. Este cable discurrirá por el interior de la canalización. La unión del conductor con las placas de tierras se ajustará a la NEC, AE-15, AE-16, empalmado mediante soldadura de alto punto de fusión y perrillo de forma conjunta los distintos tramos, si no es posible su instalación en una sola pieza. De este cable principal saldrán las derivaciones a cada uno de los puntos a unir a tierra, con cables de la misma sección y material, unidos al soporte mediante tornillo y tuerca de latón métrica seis (6). Los brazos murales en fachada se pondrán a tierra mediante el conductor de protección del cable de alimentación.

03.- La línea principal de tierra, es decir, la que une la placa o la pica hasta el elemento metálico a proteger tendrá siempre una sección de treinta y cinco milímetros cuadrados (35 mm^2) V-750V verde- amarillo.

04.- Las placas serán de cobre, de forma cuadrada y tendrán de sección mínima, medio metro cuadrado ($0,5 \text{ m}^2$) y dos milímetros (2 mm) de espesor, y se instalarán en todas las arquetas adosadas a cada elemento metálico.

05.- Las placas se colocarán en posición vertical y se unirán al cable principal de tierra mediante una soldadura de alto punto de fusión y perrillo latón o cobre, conforme a la NEC.

06.- En los casos en los que pueda comprobarse que no existen en el subsuelo otros servicios, podrán emplearse picas de dos metros (2 m) de longitud mínima y catorce con seis milímetros (14,6 mm) de diámetro mínimo, cumpliendo las especificaciones contenidas en la Norma UNE 21056.

07.- Las picas se unirán al cable principal de tierra mediante una soldadura de alto punto de fusión y perrillo de latón conjuntamente.

08.- Tanto las placas como las picas se situarán en arquetas registrables, para conseguir un valor de la resistencia a tierra igual o menor a cinco ohmios (5) en instalaciones con red equipotencial. En la adecuación de instalaciones existentes a Normativa sin red equipotencial, la resistencia a tierra de los electrodos individuales podrá ser de treinta (30) ohmios.

09.- En los túneles la red de tierras con conductor de setecientos cincuenta voltios (750 V) de color verde-amarillo y sección de treinta y cinco milímetros cuadrados (35 mm^2) discurrirá junto al resto de conductores en la bandeja de cada muro y comunicará en cada extremo con arqueta y placa de tierra normalizada.

Las derivaciones a las luminarias se realizarán con bornas de presión sin pelar ni cortar el cable y con derivaciones del mismo tipo de conductor y de dos y medio milímetros cuadrados (2,5 mm²) de sección.

10.- Cuando la red de alumbrado exterior discurra por galería de servicio, cumplirá lo establecido en la ITC-BT-07 del REBT. Se instalará en superficie una arqueta y toma de tierra por cada punto de luz. Los conductores serán unipolares del tipo RZ1, preferentemente sin empalmes ni cajas de conexión en el interior de la galería.

Sección 4ª

SOPORTES DE PUNTOS DE LUZ

ARTÍCULO 43.40.- CIMENTACIONES Y PERNOS DE ANCLAJE (PCTG10)

01.- Siempre y cuando las condiciones de la rasante lo permitan, las cimentaciones de columnas de hasta seis metros (6 m) de altura, de báculos o columnas de ocho (8) a dieciocho metros (18 m) de altura y de candelabros modelos Villa, Calatrava, Fernando VII o Bailén se ajustarán como mínimo, a las especificaciones indicadas en la NEC, AE-17.

02.- Si la existencia de taludes o de cualquier otro condicionante impidiese la adopción de una cimentación normalizada, las cimentaciones necesarias se construirán de acuerdo con lo especificado en los documentos del Proyecto.

03.- En cualquier caso, los pernos de anclaje para los soportes indicados en el párrafo anterior, serán de la forma y dimensiones indicadas en la NEC.

04.- El sistema de sustentación será siempre el de placa de asiento.

05.- Para situar correctamente los pernos en la cimentación, el Contratista suministrará una plantilla por cada diez (10) soportes o fracción.

06.- El acero utilizado para los pernos de anclaje será del tipo F-III, según la Norma UNE EN 10083-1, "Aceros para temple y revenido". Será perfectamente homogéneo y carecerá de sopladuras, impurezas y otros defectos de fabricación.

07.- La rosca de los pernos de anclaje será realizada por el sistema de fricción, según la Norma UNE 17704, "Rosca métrica ISO de empleo general. Medidas básicas".

08.- En aquellos casos en que el pavimento esté constituido por zonas terrazas, ajardinadas, adoquinado sobre lecho de arena o terreno compactado, se mantendrán los condicionantes geométricos impuestos en la NEC, en particular, la distancia entre la cara superior de la cimentación y la rasante definitiva del terreno, será de once centímetros (11 cm).

09.- En el supuesto descrito en el párrafo anterior, una vez colocada la columna o el báculo, se rellenará con hormigón HM-20 el volumen comprendido entre la cara superior de la cimentación y el pavimento.

10.- Siempre que sea posible, se adosarán al cimientado del soporte las arquetas de paso o de derivación.

11.- El par de apriete de los pernos de anclaje se ajustará a lo señalado en la NEC, AE-17.

ARTÍCULO 43.41.- BÁCULOS Y COLUMNAS (PCTG10)

1.- NORMATIVA

01.- Los báculos y columnas para alumbrado exterior, cumplirán las condiciones indicadas en las Normas UNE EN 40.3.1, UNE EN 40.2 y UNE ENE 40.5, UNE EN 40.6, UNE 72401 y NEC, AE-18, 21.1, 21.2, y 25.1 a 25.6.

02.- Los báculos y columnas para alumbrado exterior cumplirán las condiciones indicadas en el Real Decreto 2531/1985 de 18 de diciembre y Orden de 13 Enero de 1999 por el que se modifican parcialmente algunos requisitos del Decreto, por el que se declaran de obligado cumplimiento las especificaciones técnicas de los recubrimientos galvanizados en caliente sobre productos, piezas y artículos diversos construidos o fabricados con acero y otros materiales férreos y su homologación por el Ministerio de Industria y Energía.

2.- COLOCACIÓN DE BÁCULOS Y COLUMNAS.

01.- El izado y colocación de los báculos o columnas se efectuará de modo que queden perfectamente aplomados en todas las direcciones.

02.- Para conseguir el montaje a plomo definitivo, se emplearán cuñas o calzos que serán, necesariamente, metálicos, quedando excluidos los de madera u otros materiales.

03.- Los báculos y las columnas, que llevarán soldada al fuste la placa de fijación, se anclarán en la cimentación por medio de los pernos de anclaje (Véase el Artículo 43.40), se instalará tuerca y contratuerca. Las puertas de registro de las mismas estarán conectadas a tierra con cable V-750V verde- amarillo de seis (6) mm² conforme al REBT.

04.- El par de apriete de los pernos de la cimentación se ajustará a lo señalado en la NEC, AE-17.

05.- Las columnas de gran altura, mayores de 18m, dispondrán de corona móvil equipada con sistema de enclavamiento en la posición de servicio y sistema de frenado de seguridad paracaídas de acción instantánea. Estos sistemas de seguridad serán dimensionados en función del peso de la corona y de los proyectores a instalar.

3.- TERMINACIÓN

01.- Los báculos y columnas se recibirán en obra galvanizados cuando tengan una altura igual o superior a 8 metros y pintados al horno para alturas iguales o inferiores a 6 metros. (Véase el Apartado 02 de este Artículo).

02.- Posteriormente, se procederá al pintado de los mismos para una altura igual o superior a 8 metros. (Véase el Artículo 43.45).

03.- Todos los báculos y columnas dispondrán de puerta de registro con cerradura normalizada y tornillo de cabeza triangular, métrica 8x25 mm de latón, conforme a la NEC, AE-18 y AE-21-2.

4.- CONDICIONES DE ACEPTACIÓN Y RECHAZO

01.- Solamente se aceptarán aquellos báculos y columnas que se reciban en obra certificados por entidad acreditada por ENAC u otro organismo autorizado. Deberán estar certificados conforme a las normas indicadas en este artículo, para un mínimo en categoría del terreno Clase II, velocidad del viento 100 Km/h aplicando coeficiente de seguridad Clase A y se verificará el ensayo de resistencia al impacto.

En el certificado de producto deberá hacerse constar, además de los requerimientos anteriores, la calidad del acero y las características geométricas principales del soporte (altura, diámetro en punta, espesor del fuste, espesor de la placa base y conicidad)

Los detalles constructivos cumplirán con las disposiciones de este Pliego y de la NEC para Obras de Urbanización.

5.- MEDICIÓN Y ABONO.

01.- Los báculos y columnas se medirán y abonarán por unidades de iguales características.

ARTÍCULO 43.42.- CANDELABROS Y PALOMILLAS. MODELOS VILLA, CALATRAVA, FERNANDO VII, BAILÉN, MONUMENTAL, RIBERA Y CLÁSICO (PCTG10)

1.- CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS

01.- Los candelabros de los modelos Villa, Calatrava, Fernando VII, Bailén, Monumental, Ribera y Clásico y las palomillas de los modelos Villa, Fernando VII se ajustarán, geoméricamente, a las especificaciones indicadas en la NEC.

02.- Los candelabros serán de fundición de hierro gris.

03.- Las palomillas serán del mismo tipo de fundición de hierro que los candelabros o de fundición de aluminio de uno de los tipos de las Norma UNE EN 1706.

04.- La puerta de registro se conectará a tierra con cable V-750V verde-amarillo de seis (6) mm².

2.- CLASIFICACIÓN

2.1.- Candelabro modelo Villa

01.- En función de su altura, definida tal y como se indica en la NEC, se distinguen los dos tipos que se indican en el CUADRO 43.43.1 y AE-26.1.

CUADRO 43.43.1

| Tipo de candelabro modelo Villa | Altura (m) | Peso mínimo (kg) |
|---------------------------------|------------|------------------|
| V-1 | 4,00 | 150 |
| V-2 | 3,20 | 130 |
| V-3 | 3,60 | 140 |

02.- Los candelabros de 3,20 y 3,60 metros se instalarán únicamente en reposiciones y remodelaciones de instalaciones existentes.

03.- Para instalaciones nuevas, se instalarán sólo los candelabros de 4 metros.

2.2.- Candelabro modelo Fernando VII

01.- En función de su altura, definida tal y como se indica en la NEC, se distingue el tipo que se indica en el CUADRO 43.43.2 y AE-27.

CUADRO 43.43.2

| Tipo de candelabro modelo Fernando VII | Altura (m) | Peso mínimo (kg) |
|--|------------|------------------|
| F-2 | 4,15 | 290 |

2.3.- Candelabro modelo Calatrava

01.- En función de su altura definida tal y como se indica en la NEC, se distingue el tipo que se indica en el cuadro 43.43.3 y AE-26.2.

CUADRO 43.43.3

| Tipo de Candelabro modelo Calatrava | Altura (m) | Peso mínimo (kg) |
|-------------------------------------|------------|------------------|
| C-1 | 4,00 | 175 |

2.4.- Candelabro modelo Bailén

01.- En función de su altura definida tal y como se indica en la NEC, se distingue el tipo que se indica en el cuadro 43.43.4 y AE-28

CUADRO 43.43.4

| Candelabro modelo tipo Bailén | Altura (m) | Peso mínimo (kg) |
|-------------------------------|------------|------------------|
| Para dos o tres faroles | 5,95 | 730 |

2.5.- Candelabro modelo Monumental

01.- En función de su altura definida tal y como se indica en la NEC, se distingue el tipo que se indica en el cuadro 43.43.5 y AE-29

CUADRO 443.43.5

| Candelabro Monumental | Altura (m) | Peso mínimo (kg) |
|---------------------------------|------------|------------------|
| Para 4 ó 5 faroles Fernando VII | 6,90 | 1450 |

2.6.- Candelabro modelo Ribera

01.- En función de su altura definida tal y como se indica en la NEC, se distingue el tipo que se indica en el cuadro 43.43.6 y AE-30

CUADRO 43.43.6

| Candelabro Ribera | Altura (m) | Peso mínimo (kg) |
|-------------------|------------|------------------|
| Con 1 ó 2 globos | 5,04 | 330 |

2.7.- Candelabro modelo Clásico

01.- En función de su altura definida tal y como se indica en la NEC, se distingue el tipo que se indica en el cuadro 43.43.7 y AE-31

CUADRO 43.43.7

| Candelabro Clásico | Altura (m) Hasta posición de farol | Peso mínimo (kg) |
|--|------------------------------------|------------------|
| Para 2 ó 4 faroles Clásicos o Fernando VII | 3,70 | 410 |

2.8.- Palomilla modelo Villa

01.- En función de su longitud, definida según se indica en la NEC, se distinguen los tres tipos de palomillas modelo Villa que se recogen en el CUADRO 43.43.8.y AE-32.

CUADRO 43.43.8

| Tipo de palomilla modelo Villa | Longitud (cm) | Peso mínimo (kg) | |
|--------------------------------|---------------|------------------|--------------------|
| | | Fundición hierro | Fundición Aluminio |
| PV-1 | 90 | 22 | 10 |
| PV-2 | 70 | 13 | 4,5 |
| PV-3 | 52 | 10 | 3 |

2.9.- Palomilla modelo Fernando VII

01.- En el CUADRO 43.43.9 se indican, en función de su longitud definida según se indica en la NEC, AE-33 los tres tipos existentes de palomillas modelo Fernando VII.

CUADRO 43.43.9

| Tipo de palomilla Modelo Fernando VII | Longitud (cm) | Peso mínimo (kg) | |
|--|------------------|------------------|--------------------|
| | | Fundición Hierro | Fundición Aluminio |
| PF-1 | 115,5 | NO | 34 |
| PF-2 | 86 | NO | 19,5 |
| PF-3 | 65 | 36 | 10 |

3.- CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DE LA FUNDICION

01.- La dureza Brinell estará comprendida entre 165 y 195 HB según UNE EN 10003.

02.- En cuanto a la composición química deberá satisfacer los valores siguientes:

- El % de carbono (C) estará comprendido entre 3 y 3,7.
- El % de fósforo (P) será inferior a 0,05.
- El % de azufre (S) será inferior a 0,15.

4.- TERMINACIÓN

01.- Su puerta de registro tendrá un grado de protección IK-10 según Norma UNE EN 50102. El grado de estanqueidad IP 44 según Norma UNE 20324.

02.- La fundición de los dibujos se realizará con machos.

03.- Después de obtenidas las piezas de fundición, se someterán a un decapado por proyección de chorro de arena y a continuación se les dará una mano de imprimación antioxidante de acuerdo con lo indicado en el Párrafo 02 del Apartado 1 del Artículo 43.45.

04.- Los candelabros y palomillas se recibirán en obra con la terminación indicada en el párrafo anterior. Posteriormente se procederá al pintado de los mismos (Véase el Artículo 43.45).

05.- Todos los candelabros tendrán, frente a la puerta de registro y en su interior, soldada una pletina de treinta por tres milímetros (30 x 3 mm), como mínimo, con tres (3) taladros de seis milímetros (6 mm) de diámetro, dos (2) de los cuales servirán para fijar la caja de conexión y el otro para la toma de tierra.

06.- La zona de ensamblaje de las distintas piezas estará mecanizada para su mejor ajuste. Las palomillas llevarán un conducto interior para el alojamiento del cable de alimentación.

5.- COLOCACIÓN DE CANDELABROS MODELOS VILLA, CALATRAVA, FERNANDO VII, BAILÉN, MONUMENTAL, RIBERA Y CLÁSICO.

01.- El izado y colocación de los candelabros se efectuará de modo que queden perfectamente aplomados en todas las direcciones.

02.- Para conseguir el montaje a plomo definitivo se emplearán cuñas o calzos que serán, necesariamente, metálicos, quedando excluidos los de madera u otros materiales.

03. Los candelabros se anclarán a la cimentación por medio de los pernos de anclaje (Véase el Artículo 43.41), instalándose tuerca y contratuerca. El par de apriete se ajustará a lo señalado en la NEC, AE-17. Una vez instalados, las puertas quedarán del lado de la fachada.

6.- CONDICIONES DE ACEPTACIÓN Y RECHAZO

01.- Las pruebas previas de homologación se referirán a la composición del material y a su peso.

02.- Las pruebas de rutina se referirán al dimensionado y al dibujo.

7.- MEDICIÓN Y ABONO

01.- Los candelabros y palomillas se medirán y abonarán por unidades de iguales características.

ARTÍCULO 43.43.- BRAZOS MURALES PARA LUMINARIAS Y GLOBOS (PCTG10)

1.- NORMATIVA TÉCNICA

01.- Los brazos murales para luminarias y globos cumplirán las condiciones indicadas en el Real Decreto 2531/1985 de 18 de diciembre, por el que se declaran de obligado cumplimiento las especificaciones técnicas de los recubrimientos galvanizados en caliente sobre productos, piezas y artículos diversos construidos o fabricados con acero u otros materiales férreos y su homologación por el Ministerio de Industria y Energía.

El galvanizado se ajustará a las especificaciones contenidas en la Norma UNE-EN ISO 1461, "Recubrimientos de galvanización en caliente sobre piezas de hierro y acero. Especificaciones y métodos de ensayo"

2.- CARACTERÍSTICAS GENERALES

01.- Los brazos murales para luminarias se construirán con tubo de acero sin soldadura y con las dimensiones que se especifiquen en la NEC.

02.- Los brazos murales irán dotados de una placa de asiento de perfil metálico o chapa plegada en "U" que se fijará a las fachadas mediante dos o tres (2 ó 3) pernos de anclaje recibidos según la NEC, AE-23.1, AE-23.2, AE-24.1 y AE-24.2.

03.- La soldadura del tubo de acero al perfil en "U" será de calidad dos (2) según las Normas UNE EN 1290 y UNE EN 571-1.

3.- TERMINACIÓN

01.- Los brazos murales se recibirán en obra galvanizados (Véase el Apartado 1 de este Artículo).

4.- CONDICIONES DE ACEPTACIÓN Y RECHAZO

01.- Las condiciones para la homologación, se referirán a la calidad de la soldadura, al control dimensional y al certificado de galvanización.

5.- MEDICIÓN Y ABONO

01.- Los brazos murales para luminarias cerradas y globos se medirán y abonarán por unidades de iguales características

02.- El precio de abono de cada unidad incluirá dos o tres (2 ó 3) pernos de anclaje con sus correspondientes tuercas y arandelas así como la parte proporcional de una (1) plantilla metálica de situación de los pernos de anclaje que el contratista deberá suministrar por cada treinta (30) brazos murales o fracción.

ARTÍCULO 43.44.- CRUCETAS RECTAS (PCTG10)

1.- DEFINICIÓN

01.- Reciben este nombre los elementos de sustentación de dos (2), tres (3) ó cuatro (4) luminarias en columnas. Se ajustarán a la NEC, AE-22.

2.- CARACTERÍSTICAS GENERALES

01.- Las crucetas rectas para columnas de cuatro metros (4 m) y seis metros (6 m) y de ocho (8) a doce metros (12 m) de altura, tendrán la forma y dimensiones que se especifican en la NEC, AE-19 y AE-22.

02.- La chapa de acero será del mismo tipo que las empleadas en las columnas, es decir, acero AE235-JR S/N según la Norma UNE EN 10025.

03.-El galvanizado en caliente cumplirá las prescripciones establecidas en el Real Decreto 2531/1985.

El galvanizado se ajustará a las especificaciones contenidas en la Norma UNE-EN ISO 1461, "Recubrimientos de galvanización en caliente sobre piezas de hierro y acero. Especificaciones y métodos de ensayo"

04.- Los ensayos realizados por líquidos penetrantes de las soldaduras serán acordes con lo señalado en la Norma UNE EN 571-1.

05.-Los ensayos realizados por partículas magnéticas de las soldaduras serán acordes con lo señalado en la Norma UNE EN 1290.

3.- TERMINACIÓN

01.- Las crucetas rectas se recibirán en obra galvanizadas. (Véase el Apartado 1 del Artículo 43.43).

02.- Posteriormente, se procederá al pintado de las mismas (Véase el Artículo 43.45).

4.- CONDICIONES DE ACEPTACIÓN Y RECHAZO

01.- Las condiciones para su homologación se referirán a la calidad de la chapa y soldaduras, al control dimensional y al certificado de galvanizado.

5.- MEDICIÓN Y ABONO

01.- Las crucetas para luminarias cerradas y globos, se medirán y abonarán por unidades de iguales características.

ARTÍCULO 43.45.- PINTADO DE BÁCULOS, COLUMNAS, CANDELABROS, PALOMILLAS, BRAZOS MURALES Y CRUCETAS RECTAS (PCTG10)

1.- CONDICIONES GENERALES

01.- Los productos que se apliquen al pintado de soportes y armarios, deberán estar en posesión de los certificados emitidos por laboratorios acreditados por ENAC o entidad equivalente de las características específicas de cada producto.

- Acabado: El color se ajustará al RAL 6003 (verde oliva),RAL 9006 (aluminio blanco)ó RAL 9007 (gris aluminio), aplicándose una (1) capa de espesor mínimo especificado en cada tipo de tratamiento.

02.- A los elementos de fundición o de chapas sin galvanizar se les dará en taller una mano de imprimación antioxidante de clorocaucho. En obra se dará una (1) mano de pintura de acabado de la misma calidad, color y espesor que para los elementos galvanizados en caliente.

03.- Los candelabros de fundición y los de acero con altura no mayor de seis metros (6 m) que se instalen en zonas monumentales o históricas se pintarán en color negro forja o metálico con esmalte sintético a base de resinas alquílicas con óxido de hierro micáceo. En parques, la pintura también podrá ser de color RAL 6003.

04.- En todos los casos habrá que hacer una adecuada preparación de la superficie a pintar, previa retirada de los carteles y grafitis existentes. Seguidamente se aplicará una capa de imprimación y finalmente las capas de acabado.

05.- Los soportes de acero galvanizado hasta diez metros (10 m) de altura podrán pintarse en fábrica con secado al horno.

2.- TIPOS DE TRATAMIENTOS

Se definen dos tipos de tratamiento:

TIPO A

El tratamiento de la protección antioxidante de la base o parte baja del soporte hasta la altura del registro.

01.- Los soportes podrán incorporar un tratamiento específico de protección en función del material de que esté hecho, y como protección suplementaria los soportes de acero galvanizado o de aluminio, incorporarán un tratamiento de pintura antioxidante a la base hasta la altura del registro.

Las características de este tratamiento serán:

- Preparación de la base y acondicionamiento superficial de soporte.

- Aplicación en brocha de una capa de imprimación epoxi/poliamida de dos componentes, especial para galvanizados, con un grueso en película seca de 30 micras.
- Aplicación de dos capas de pintura del mismo tipo que del acabado tipo C.

TIPO B

Los tratamientos de pintura en general, de aplicación a la totalidad del soporte y que puede ser complementario con el tratamiento anterior, o de aplicación independiente.

01.- Repintado de soportes de acero galvanizados:

- Retirada de los carteles existentes y limpieza de grafitis, si hace falta.
- Preparación de la base y acondicionamiento superficial del soporte (cepillar mecánicamente todas las zonas que presenten oxidación a lo largo de toda la superficie del soporte.)
- Posterior fase de pintado 02

02.- Pintado de los soportes galvanizados:

- Imprimación: Clorocaucho pigmentado con óxido de hierro micáceo, siendo el espesor de película seca de cincuenta (50) micrómetros de acuerdo con el cuadro N°3
- Acabado: Pintado de clorocaucho de acuerdo con el cuadro N°3 para exteriores en brillo. El color se ajustará a los tipos RAL 6003 (verde oliva), RAL 9006 (aluminio blanco) ó RAL 9007 (aluminio gris), aplicándose una (1) capa de cuarenta (40) micrómetros de espesor de película seca.

CUADRO N°2. CARACTERÍSTICAS DE LA PINTURA DE IMPRIMACIÓN Y ACABADO TIPO B

| Composición | Normas de referencia | Imprimación | Pintura de acabado |
|--|---|---|---|
| Contenido en pigmento, en peso | UNE 48235 | 30-50 % | Mín. 20 % |
| Contenido en vehículo, en peso | UNE 48238 | Mín. 15 % | Mín. 30 % |
| Materia fija a 105°C, en peso | UNE EN ISO 3251 | Mín. 50 % | Mín. 50 % |
| Materia volátil, en peso | UNE EN ISO 3251 | Máx. 40 % | Mín. 50 % |
| Identificación del vehículo por I.R. | UNE 48236 | Positivo | Positivo |
| Materia fija en volumen | UNE 48090 | Mín. 30-35 % | Mín. 30 % |
| Conservación en el envase | UNE 48083 | Aceptable | Aceptable |
| Propiedades de aplicación: - A brocha - Índice de nivelación - Índice de descuelgue | UNE 48069 UNE 48043 UNE 48068 | Sin defectos Máx. 4 Mín. 8 | Sin defectos Máx. 4 Mín. 8 |
| Peso específico a 23°C | UNE EN ISO 2811.1 | 1,3-1,5 g/ml | 1,2-1,4 g/ml |
| Viscosidad krebs-stormer | UNE 48076 | 80-95 U.K. | Máx. 85 U.K. |
| Temperatura de inflamación en vaso cerrado TAG | UNE 48061 | Mín. 25°C | Mín. 25°C |
| Agua sin combinar, en peso | UNE 48170 | Máx. 1 % | Máx. 1 % |
| Finura de molienda | UNE EN 21524 | 35-70 µm | Máx. 25 µm |
| Tiempo de secado - Seco - Total | UNE EN ISO 3678 | Máx. 2 horas Máx. 24 horas | Máx. 2 horas Máx. 24 horas |
| Poder cubriente | UNE 48035 | 8-10 m ² /l para 50 µm de espesor en seco | 12-13 m ² /l para 40 µm de espesor en seco |
| Color | UNE 48073-2 | --- | S 6030-G70Y de UNE 48103-94 Negro metálico |
| Brillo | UNE EN ISO 2808 | --- | 40 (60°) |
| Adherencia | UNE EN ISO 2409 | 0-1 | 0-1 |
| Flexibilidad | UNE EN ISO 6860 | Sin defectos | Sin defectos |
| Embutición | UNE EN ISO 1520 | Sin defectos (a 5 mm) | Sin defectos (a 5 mm) |
| Dureza König | UNE EN ISO 1522 | Mín. 35 s. | Mín. 35 s. |
| Resistencia a la inmersión: - Agua destilada - Hidróxido sódico al 10% - Ácido sulfúrico al 10% | UNE EN ISO 2812-1 UNE EN ISO 2812-2 UNE EN ISO 2812-2 | Sin alteración 48 horas 48 horas 48 horas | Sin alteración 48 horas 48 horas 48 horas |
| Resistencia a la niebla salina | UNE EN ISO 7253 | Sin defectos al cabo de 300 horas. Sin defecto a una distancia superior a 2 mm. de las líneas diagonales de la Cruz de San Andrés | Sin defectos al cabo de 300 horas. Sin defecto a una distancia superior a 2 mm. de las líneas diagonales de la Cruz de San Andrés |

03.- Repintado de soportes de fundición:

- Retirada de los carteles existentes y limpieza de grafitis, si hace falta.
- Preparación de la base y acondicionamiento superficial del soporte.
- Posterior fase de pintado

04.- Pintado de soportes de fundición:

- Los candelabros de fundición y los de acero con altura no mayor de seis (6) metros que se instalen en zonas monumentales o históricas, se pintarán en color negro forja o metálico con esmalte sintético a base de resinas alquílicas con óxido de hierro micáceo.

Los disolventes, imprimación y pintura que se utilicen tendrán el certificado de calidad actualizado del INTA y su aplicación se hará siempre que la humedad no supere el 85%.

3.- PREPARACIÓN DE LA SUPERFICIE DEL SOPORTE

Esta operación será de aplicación en todas las operaciones de pintado, independientemente del tipo de aplicación y en función del estado de la superficie del soporte. La intensidad de la aplicación será la que corresponda según el estado del soporte o de la superficie a tratar.

El material nuevo o de reciente implantación solo hará falta hacer la preparación de la base para garantizar la correcta adherencia de las capas de imprimación y acabado.

- Retirada de los carteles existentes y limpieza de grafitis

La eliminación inicial de los grafitis solo se hará donde sea necesario, y en función de los tratamientos de pintura que sean de aplicación en aquel soporte o superficie a tratar.

Siempre que se tengan que eliminar los grafitis como tratamiento previo, se hará respetando el tipo de soporte para no dañarlo, y se aplicarán productos específicos con un grado de agresividad creciente hasta su completa eliminación

La limpieza de carteles se hará por medios mecánicos, utilizando las herramientas apropiadas para garantizar la calidad y homogeneidad del trabajo, y la retirada de los restos se pondrán en una bolsa homologada y se tirarán en los contenedores de basura indiferenciada más próximos.

Considerando que los soportes y cuadros que se tienen que pintar son envolventes de instalaciones eléctricas, no se utilizarán generadores de vapor de agua a baja presión especialmente en el caso de cuadros en que existen terminales con tensión eléctrica. En los soportes de alumbrado, se garantizará la desconexión permanente y segura del alumbrado, caso de que haya que utilizar este método de limpieza en función de la superficie a tratar

No tendrá que producirse ninguna degradación del soporte en caso de destrucción de materiales, el adjudicatario será responsable y tendrá que soportar la carga de la sustitución de los elementos deteriorados (material y mano de obra)

Los productos necesarios para la retirada de los carteles no tendrán que anular la eficacia de los revestimientos originales ya existentes.

Se podrán utilizar métodos de microproyecciones de partículas o bien otra técnicas específicas a estos trabajos.

Una vez los soportes limpios se protegerán con vallas hasta su posterior protección.

- Preparación de la base y acondicionamiento superficial del soporte

Una vez hecha la limpieza, si la pintura del soporte se encuentra en buen estado, se realizará un desengrase. En caso contrario se hará un decapado mecánico hasta la altura de pintado y se empezará esta operación en la parte inferior del soporte al objeto a detectar de manera inmediata los posibles defectos en la base del soporte que tendrán que ser comunicados a la dirección de obra.

La preparación de los sustratos de acero se hará según la norma Internacional estándar ISO8504:1992(E).

En el decapado mecánico de todas las zonas que presentan oxidación a lo largo de toda la superficie del soporte se conseguirá el grado St-2(limpieza manual o mecánica profunda) de las norma ISO 8501-1-1988.

Los procedimientos de desengrasado recomendados se describen en la norma internacional ISO 8504:1992 (E) y SSPC-SP1. El desengrasado general del soporte se hará mediante textiles impregnados en disolvente que satisfaga la norma INTA 16.23.12.

El resto del tratamiento de la capa de imprimación y capas de acabado se especifica para cada tipo de tipología de pintado dentro de los apartados siguientes.

Se limpiarán con productos biodegradables sin rayar la superficie para sacar las manchas provocadas por las colas de los adhesivos o grafitis.

En caso de permanecer las manchas o bien en caso de que el soporte haya sido rayado se aplicará una imprimación polivinílica de dos componentes, después de su secado, se aplicará un esmalte a base de poliéster modificado/isocianato alifático metalizado de dos componentes RAL a determinar, para cubrir las rayadas y las manchas provocadas con agentes exteriores, que ya no pueden desaparecer.

4.- APLICACIÓN DEL TRATAMIENTO DE LA PINTURA

- Aplicación de la capa de fijación imprimación

Este punto consiste en aplicar una imprimación o primera capa con la finalidad de preparar la superficie para la recepción de la capa de protección asegurando de esta forma un buen anclaje de la capa de protección, una saturación de los poros para evitar los fenómenos de absorción de la capa de protección en las superficies porosas.

- Aplicación de la capa de protección

Una vez aplicado la imprimación y haber esperado el tiempo marcado por el fabricante, se aplicará la capa de protección que dará, una vez pasado el tiempo de curación marcado por el fabricante, las prestaciones descritas anteriormente.

El acabado podrá ser brillante o mate.

5.- OPERACIONES COMUNES A TODOS LOS ELEMENTOS

Previamente a cualquier operación se tiene que completar un desengrase para obtener una superficie perfectamente limpia.

Comprobación visual y mecánica y detección de eventuales anomalías (agujeros, defectos, se tienen que corregir y eliminar los posibles defectos del soporte, excepto y como es lógico, los que tenga el soporte a causa de su envejecimiento o degradación. En estos casos se tendrá que notificar a la Dirección de Obra, la cual decidirá la mejor opción, incluso su sustitución.

Si se trabaja sobre elementos de chapa galvanizada, las operaciones se harán sin estropear el galvanizado existente.

Sobre soportes galvanizados se tiene que prever un cepillado antes de aplicar la capa de imprimación.

El sistema de aplicación de la pintura se tiene que escoger de acuerdo con las instrucciones del fabricante.

6.- CRITERIOS DE EJECUCIÓN

Se tienen que detener los trabajos si se produce alguna de las condiciones siguientes:

- La temperatura del medio ambiente es inferior a 4°C o superior a 43°C
- La humedad relativa es superior al 85%
- Velocidad del viento es superior a 50 Km/h
- Exposición a la lluvia o bien previsión de lluvia en el día siguiente de la aplicación

Si una vez realizados los trabajos se dan estas condiciones, se tiene que revisar el trabajo hecho el día anterior y se tienen que rehacer las partes afectadas.

Durante la ejecución de los trabajos se realizarán las operaciones atendiendo a los criterios expuestos en el Real Decreto 2006/1996 de 6 de septiembre, por el cual se establece el certificado de profesional de la ocupación de pintor/a.

7.- CONTROL Y CRITERIOS DE ACEPTACIÓN Y RECHAZO

7.1- Control de recepción

01. La recepción de los productos se controlará previa presentación de los correspondientes certificados emitidos por laboratorios acreditados por ENAC o equivalente.

02.- Los productos se ajustarán a lo especificado en el Apartado 1 de este artículo y se acompañarán de las fichas técnicas correspondientes que contendrán, al menos, la siguiente información:

- Nombre del producto y fabricante.
- Tipo genérico de pintura.
- Porcentaje de sólidos por volumen.
- Peso específico a 23°C.
- Rendimiento teórico.
- Tiempo de secado al tacto.
- Intervalo mínimo de repintado.
- Intervalo máximo de repintado.

7.2.- Control de recubrimientos

01.- No se deberá proceder a la aplicación de la pintura sin haberse realizado el control de recepción de la misma, según lo indicado en el Apartado anterior.

02.- A continuación se aplicará la capa de imprimación, teniendo en cuenta los requisitos ya establecidos para la misma.

03.- Transcurridas veinticuatro horas (24 h) como mínimo desde la aplicación de la imprimación, se realizará un control de la misma, en obra, consistente en los siguientes ensayos:

- Medición de espesores de película seca (5 lecturas por elemento de la muestra) mediante métodos no destructivos, según la Norma UNE EN ISO 2808.
- Determinación de la adherencia (1 ensayo por elemento de la muestra) según la Norma UNE EN ISO 2409.

04.- Sólo si el resultado del control de la imprimación fuera aceptable, podrá procederse a la aplicación de la capa de acabado.

05.- Transcurridas veinticuatro horas (24 h) desde la aplicación de la última capa de pintura, se realizará un control de todo el esquema similar al descrito para la imprimación y además se llevará a cabo una inspección visual del recubrimiento que deberá presentar un aspecto uniforme, sin descuelgues ni zonas con diferencias de color o tonalidad apreciables.

7.3.- Criterios de aceptación y rechazo

01.- Los ensayos reseñados en el Apartado 7.2. de este artículo se harán por muestreo entre el lote de elementos instalados en obra según el siguiente CUADRO:

| Tamaño del lote (nº de báculos instalados) | Tamaño de la muestra | Nº máximo de elementos defectuosos aceptables por muestra |
|---|----------------------|---|
| 2 - 25 | 2 | 0 |
| > 25 | 4 | 1 |

02.- En el último caso se reparará el elemento encontrado defectuoso y volverá a ser inspeccionado como se ha indicado anteriormente, debiendo dar resultado satisfactorio.

03.- Para ser calificados de aceptables en los ensayos de adherencia y medición de espesores, los recubrimientos aplicados a báculos y columnas galvanizados en caliente deberán alcanzar los siguientes resultados:

| Adherencia mínima UNE-EN ISO 2409 | Espesor seco mínimo UNE EN ISO 2808 |
|--------------------------------------|---|
| 1 | 90% del especificado en la media de 5 lecturas y 80% del especificado en cada lectura aislada |

04.- Se admitirán espesores superiores al especificado siempre que se mantenga la adherencia dentro del rango 0-1 según la Norma UNE EN ISO 2409.

ARTÍCULO 43.46.- CAJAS DE CONEXIÓN Y PROTECCIÓN (PCTG10)

1.- GENERALIDADES

01.- Dado que la finalidad de estos elementos es proteger la línea de derivación al punto de luz, se instalarán siempre sea cual sea la red de distribución existente. Se ajustaran a las especificaciones contenidas en la NEC, AE-34 y AE-35.

2.- CAJAS DE CONEXIÓN Y PROTECCIÓN EN REDES AÉREAS Y SOBRE FACHADA

01.- En las redes aéreas, la caja se colocará sobre el poste de madera u hormigón.

02.- En las redes sobre fachada, la caja se colocará sobre ésta, a la altura de la red grapada de alimentación.

3.- CAJAS DE CONEXIÓN Y PROTECCIÓN EN REDES SUBTERRÁNEAS

01.- Las cajas se instalarán en el interior de los soportes de los puntos de luz, ya sean báculos, columnas o candelabros, sujetas a las pletinas correspondientes mediante tornillos de latón métrica seis (6), conforme a la NEC.

4.- CARACTERÍSTICAS GENERALES

01.- Los materiales utilizados en las cajas de protección deberán ser aislantes, de clase térmica A, según la Norma UNE 21305, y capaces de soportar las sollicitaciones mecánicas y térmicas, así como los efectos de la humedad, susceptibles de presentarse en servicio normal. Serán resistentes a una temperatura de 960° C y al fuego, según la Norma UNE EN 60695-2. El aislamiento deberá ser suficiente para soportar 2,5 veces la tensión de servicio.

02.- El grado de protección de las cajas en posición de servicio, según las Normas UNE EN 60598 y UNE EN 61140, será IP-44 para instalaciones en fachada e IP-13 para las instaladas en el interior de los soportes, cuando el conjunto de soporte y caja garantice IP-44.

03.- Las cajas de protección dispondrán de un sistema mediante el cual, al quitar la tapa, el circuito protegido quede interrumpido con corte visible sin afectar al circuito de alimentación. El corte será omnipolar.

04.- Las entradas y salidas de los cables de alimentación se realizarán siempre por la parte inferior de la caja para evitar la entrada de agua de condensación. Las derivaciones se situarán en la parte inferior y nunca en la parte superior.

05.- Los cortacircuitos fusibles de protección serán de talla 0, tamaño 10x38 mm. según la Norma UNE EN 60127-1.

06.- La caja dispondrá en su interior de nueve (9) bornas. Cuatro (4) de ellas de entrada para cables de hasta treinta y cinco milímetros cuadrados (35 mm²) de sección, cuatro (4) bornas de derivación para cable de hasta seis milímetros cuadrados (6 mm²) de sección y una de dieciséis milímetros cuadrados (16 mm²) para el conductor de tierra.

07.- Las partes bajo tensión, no serán accesibles sin el empleo de herramientas.

5.- CONDICIONES DE ACEPTACIÓN Y RECHAZO

01.- Las pruebas previas de homologación se referirán al tipo de aislamiento del material, clase térmica según Norma UNE 21305, resistencia al fuego según Norma UNE EN 60695-2 y al grado de protección según Norma UNE 20324

02.- Los ensayos de rutina versarán sobre el acabado y el control dimensional.

6.- MEDICIÓN Y ABONO

01.- Las cajas de conexión y protección se medirán y abonarán por unidades de las mismas características.

Sección 5ª

LUMINARIAS

ARTÍCULO 43.50.- LUMINARIAS CERRADAS PARA LÁMPARAS DE DESCARGA, EN BÁCULOS, COLUMNAS Y FACHADAS (PCTG10)

1.- NORMATIVA TÉCNICA

01.- Como aparato eléctrico cumplirá el REBT.

02.- Cumplirán, asimismo, las especificaciones contenidas en la Norma UNE EN 60598-2-3, en su Parte 2ª, Sección 3ª, EN 55015 y EN 61547.

03.- Se ajustarán a la NEC, AE-36.1.

04.- Los equipos serán de clase I conectados a tierra.

2.- ELEMENTOS BÁSICOS DE LAS LUMINARIAS

01.- Las luminarias constarán de carcasa, equipo de encendido y sistema óptico.

02.- La carcasa constituye la parte estructural de la luminaria, incorpora el sistema de fijación al soporte y sustenta el equipo de encendido y el sistema óptico, a cuyo fin existirán en su interior dos alojamientos.

03.- En el primero de los alojamientos se instalará el equipo de encendido (balasto, arrancador y condensador), su conexionado y el sistema de fijación de la propia luminaria. Su tapa o cubierta será del mismo material que el resto de la carcasa.

04.- En el segundo alojamiento se instalará el sistema óptico (portalámparas, lámpara, reflector y cierre o difusor). Su cierre, refractor o no, será necesariamente de vidrio.

05.- El contratista de la obra o el fabricante en lo que se refiere al procedimiento de homologación, será responsable de que todos los mecanismos incluidos en las luminarias cumplan todas las exigencias de los apartados que le corresponden de este Pliego.

3.- CARCASA

01.- La carcasa será de aleación de aluminio, moldeada por inyección a alta presión, del tipo EN AC-47100, EN AC 46500 ó EN AC 44100 según Norma UNE EN 1706

02.- Cumplirá las especificaciones contenidas en la siguiente Norma:

– UNE EN 1706 “Aluminio y Aleaciones de Aluminio”.

03.- Las piezas exteriores de la carcasa (tapas, cubiertas, etc) serán del mismo tipo de aleación de aluminio que el cuerpo estructural de la propia carcasa.

04.- El dimensionado de los alojamientos del equipo de encendido será tal que permita el montaje holgado del mismo y su funcionamiento en condiciones térmicas adecuadas, que en ningún caso deberán superar los valores máximos de temperatura para lo que se hayan previsto los distintos elementos, según Norma UNE-EN 60598-1, Tablas 10 y 11.

05.- El conjunto formado por todos los elementos del equipo de encendido será fácilmente desmontable en un sólo bloque y su conexionado con la lámpara se hará por medio de un conector polarizado.

06.- El montaje de los accesorios eléctricos se realizará de tal modo que no ofrezca peligro de desprendimiento accidental a causa de las vibraciones o en caso de rotura del medio de fijación.

07.- La pintura exterior de la carcasa deberá cumplir que sometidas las probetas a envejecimiento acelerado de mil horas (1.000 h) según las Normas UNE 48059 ó UNE 48251, se verifiquen las siguientes especificaciones:

- El brillo no será inferior al sesenta por ciento (60%) del brillo inicial, según la Norma UNE EN ISO 2813.
- El ensayo de adherencia, según la Norma UNE-EN-ISO 2409 arrojará un resultado del grado cero (0), y después del envejecimiento no será superior al grado dos (2).
- El cambio de color, según la Norma UNE 48073-3, no será superior a tres (3) unidades NBS.

4.- REFLECTOR

01.- El elemento reflector será de una sola pieza, y tendrá un espesor medio mínimo de ocho décimas de milímetro (0,8 mm), admitiéndose de más piezas siempre y cuando el rendimiento de la luminaria sea igual o superior al 80%. El elemento será de chapa de aluminio, de aleación de alta pureza. Será fácilmente accesible para su limpieza.

02.- La superficie reflectora deberá estar protegida contra la corrosión por cualquiera de los siguientes tratamientos:

- a) Tratamiento por anodizado y sellado.- Con este método de protección la superficie reflectante estará anodizada y sellada con una capa de espesor mínimo de tres micras (3μ). El espesor de la capa anódica se determinará por el método micrográfico, que consiste en la observación microscópica de una sección transversal producida por un corte perpendicular a la superficie anodizada y la verificación del espesor con un ocular micrométrico. En caso de duda y como medida de arbitraje, se utilizará la Norma UNE EN ISO 1463 "Determinación de la masa de la capa de óxido de aluminio. Método gravimétrico". La calidad del sellado según la Norma UNE 12373-6, "Evaluación de la calidad del sellado de la capa de óxido de aluminio anodizado. Método de inercia a la disolución química en medio fosfocrómico", alcanzará el grado de "buena inercia química".
- b) Tratamiento por recubrimiento con película de vidrio transparente.- En este caso, la pureza en sílice, SiO_2 , de la película de vidrio transparente será superior al ochenta y cinco por ciento (85%). El espesor de la película será, como mínimo, de setenta y cinco centésimas de micra ($0,75\mu$). La película será incolora, uniforme y sin poros.

03.- Las curvas geométricas que compongan la sección transversal o longitudinal del reflector, deberán ser tales que hagan mínima la elevación de la tensión de arco de la lámpara.

04.- Si se emplea vapor de sodio de alta presión, la máxima elevación de la tensión de arco admisible, será según UNE EN 60662-A-6 Anexo E, E-1 método 1:

- Cinco voltios (5 V) para setenta vatios (70 W).
- Siete voltios (7 V) para cien vatios (100 W).
- Siete voltios (7 V) para ciento cincuenta vatios (150 W).
- Diez voltios (10 V) para doscientos cincuenta vatios (250 W).
- Doce voltios (12 V) para cuatrocientos vatios (400 W).
- Dieciséis voltios (16 V) para seiscientos vatios (600 W).
- Veinte voltios (20 V) para setecientos cincuenta vatios (750 W)
- Veinticinco voltios (25 V) para mil vatios (1.000 W).

5.- CIERRE DEL SISTEMA ÓPTICO (DIFUSOR).

01.- El cierre del sistema óptico será de vidrio, con una transmitancia mínima en muestras de un milímetro (1 mm) de espesor, del ochenta y ocho (88%), para longitudes de onda comprendidas entre ochocientos (800) y quinientos cincuenta nanómetros (550 nm).

02.- La resistencia hidrolítica será la correspondiente a la clase 4, según las Normas DIN 12111 y UNE 400322

Resistencia hidrolítica del vidrio en grano a 98°C. Método de ensayo y clasificación

03.- El cierre de vidrio resistirá un choque térmico de ochenta grados centígrados (80° C), según la Norma DIN 52313.

04.- La composición del vidrio estará exenta de óxido de manganeso y tampoco podrá contener, simultáneamente, óxidos de cerio y arsénico en cantidades superiores al 0,05 %.

05.- En su configuración geométrica no presentará aristas vivas ni podrán detectarse, a simple vista, burbujas o impurezas.

6.- HERMETICIDAD DEL SISTEMA ÓPTICO

01.- Las luminarias tendrán un grado mínimo de hermeticidad del sistema óptico IP 65, según la Norma UNE 20324.

7.- JUNTAS DEL CIERRE DEL SISTEMA ÓPTICO

01.- La junta o juntas de unión de los distintos elementos que cierran el sistema óptico soportarán, en régimen de trabajo normal, la temperatura de ciento veinte grados centígrados (120°C) sin descomponerse y sin perder sus características de elasticidad, estando protegidas de la radiación directa de la lámpara cuanto ésta emita cualquier porcentaje de radiaciones ultravioletas, firmemente montadas en sus alojamientos. Los ensayos se realizarán según la Norma UNE 53616 "Elastómeros. Materiales para juntas de elastómeros para luminarias. Características y métodos de ensayo". Tipo A.

02.- Las juntas podrán estar fabricadas a partir de materiales elásticos, tales como los cauchos silicónicos. Dependiendo del material de que estén fabricadas deberán satisfacer un ensayo de envejecimiento en el que sus características originales, tales como resistencia a la

compresión y módulo de elasticidad, no sufran variaciones que pudieran afectar a las funciones que deben desempeñar.

03.- Las características originales de las juntas de cauchos silicónicos (siliconas) serán las siguientes:

- Resistencia a la tracción mínima: cinco con cuatro megapascales (5,4 MPa).
- Alargamiento a la rotura mayor o igual al trescientos por ciento (≥ 300 %).
- Dureza Shore A, cincuenta y cinco más menos cinco (55 ± 5) grados.

04.- Las características de las juntas de cauchos silicónicos (siliconas) después de un ensayo de envejecimiento térmico a ciento veinte grados centígrados (120° C) serán:

- Resistencia a la tracción mínima: tres con nueve megapascales (3,9 MPa).
- Alargamiento a la rotura mayor o igual al doscientos por ciento (≥ 200 %).
- Dureza Shore A, máxima: Setenta (70) grados.

05.- Las características de las juntas de goma esponjosa serán las siguientes:

- La estructura molecular será de células cerradas.
- La absorción de agua (H_2O) según el método de ensayo ASTM-D-1056, o la NF-R-99211, con ciento veintisiete milímetros (127 mm) de mercurio, y después de tres (3) minutos, no superará el diez por ciento (10 %).
- La deformación permanente por compresión de la junta de goma según UNE 53511 no será superior al sesenta y cinco por ciento (65 %).
- La variación de la compresión de flexión al veinticinco por ciento (25 %) de la junta de goma original, envejecida durante siete (7) días a noventa y cinco grados centígrados (95° C) según UNE 53616 tipo A, no será superior al treinta por ciento (30 %). El porcentaje máximo en peso de productos extraíbles en acetona será del cinco por ciento (5 %).

8.- PORTALÁMPARAS

01.- El portalámparas, en instalaciones normalizadas tipo rosca Edison, como elemento integrado de la luminaria, deberá cumplir con los requisitos de la norma UNE EN 60598-1, en su Apartado 4.4.

9.- EXIGENCIAS FOTOMÉTRICAS

01.- Las luminarias satisfarán las exigencias luminotécnicas que, necesariamente, figurarán en el proyecto.

02.- Para su determinación, el proyectista partirá de la documentación fotométrica (matriz de intensidades o, en su defecto, curvas isolux y curvas de utilancia) para todas las luminarias homologadas.

03.- Las exigencias luminotécnicas que corresponden con las características fotométricas de la luminaria a que se refiere el Párrafo 01 de este Apartado, se referirán al tipo, potencia y reglaje de la lámpara elegida. Los rendimientos mínimos exigibles serán del setenta y cinco por ciento (75 %) para cualquier tipo de lámpara. Se considera rendimiento fotométrico la relación entre el flujo luminoso total procedente de la luminaria y el flujo luminoso emitido por la lámpara o lámparas instaladas en la luminaria.

04.- En ningún caso el flujo luminoso de la luminaria, en posición de trabajo, hacia el hemisferio superior (FHS) excederá del tres por ciento (3 %) del flujo total de la lámpara.

10.- CONDICIONES DE ACEPTACIÓN Y RECHAZO

01.- Se aceptará toda luminaria homologada que cumpla las exigencias indicadas en este Pliego.

02.- Las pruebas de rutina se referirán al marcado, control dimensional y al montaje.

11.- MEDICIÓN Y ABONO

01.- Las luminarias se medirán y abonarán por unidades de iguales características, que incluirán su completa instalación.

ARTÍCULO 43.51.- LUMINARIAS CERRADAS PARA LÁMPARAS DE DESCARGA EN TÚNELES (PCTG10)

1.- NORMATIVA TÉCNICA

01.- Como aparato eléctrico cumplirá el REBT.

02.- Cumplirán, asimismo, las especificaciones contenidas en la Norma UNE EN-60598 en su Parte 2ª, Sección 5ª.

03.- Se ajustará a la NEC, AE-36.2.

04.- Se instalarán con equipos Clase II.

2.- ELEMENTOS BÁSICOS DE LAS LUMINARIAS

01.- Las luminarias constarán de carcasa, equipo de encendido y sistema óptico.

02.- La carcasa constituye la parte estructural de la luminaria, incorpora el sistema de fijación al soporte y sustenta el equipo de encendido y el sistema óptico, a cuyo fin dispondrá de dos alojamientos.

03.- En el primero de estos alojamientos, se instalará el equipo de encendido (balasto, arrancador y condensador) y su conexionado.

04.- En el segundo alojamiento, se instalará el sistema óptico (portalámparas, lámpara, reflector y cierre o difusor). Su cierre, refractor o no, será necesariamente de vidrio.

05.- El contratista de la obra o el fabricante en lo que se refiere al procedimiento de homologación, será responsable de que todos los mecanismos incluidos en las luminarias cumplan todas las exigencias de los apartados que le corresponden de este Pliego.

3.- CARCASA

01.- La carcasa será de aleación de aluminio, moldeada por inyección a alta presión, del tipo EN AC 47100, EN AC 46500 y EN AC 44100 de acuerdo con la Norma UNE EN 1706.

02.- La aleación de aluminio, cumplirá las especificaciones contenidas en la Norma:

– UNE EN 1706 “Aluminio y Aleaciones de Aluminio”.

03.- El dimensionado de los alojamientos de los equipos de encendido será tal que permita el montaje holgado de los mismos y su funcionamiento en condiciones térmicas adecuadas, que en ningún caso deberán superar los valores máximos de temperatura para los que se hayan previsto los distintos elementos, según la Norma UNE EN-60598-1, Tablas 10 y 11.

04.- El conjunto formado por todos los elementos del equipo de encendido será fácilmente desmontable en un sólo bloque y su conexionado con la lámpara se hará por medio de un conector polarizado.

05.- El montaje de los accesorios eléctricos, se realizará de tal modo que no ofrezca peligro de desprendimiento accidental.

06.- La pintura exterior de la carcasa deberá cumplir que sometidas las probetas a envejecimiento acelerado de mil horas (1.000 h) según las Normas UNE 48059 ó UNE 48251, se verifiquen las siguientes especificaciones:

- El brillo no será inferior al sesenta por ciento (60%) del brillo inicial, según la Norma UNE EN ISO 2813.
- El ensayo de adherencia, según la Norma UNE EN ISO 2409 arrojará un resultado del grado cero (0), y después del envejecimiento no será superior al grado dos (2).
- El cambio de color, según la Norma UNE 48073-3, no será superior a tres (3) unidades NBS.

4.- REFLECTOR

01.- El elemento reflector será de una sola pieza, y tendrá un espesor medio mínimo de ocho décimas de milímetro (0,8 mm), admitiéndose de más piezas siempre y cuando el rendimiento de la luminaria sea igual o superior al 80%. El elemento será de chapa de aluminio, de aleación de alta pureza. Será fácilmente accesible para su limpieza.

02.- La superficie reflectora deberá estar protegida contra la corrosión por cualquiera de los siguientes tratamientos:

- a) Tratamiento por anodizado y sellado.- Con este método de protección la superficie reflectante estará anodizada y sellada con una capa de espesor mínimo de tres micras (3 μ). El espesor de la capa anódica se determinará por el método micrográfico, que consiste en la observación microscópica de una sección transversal producida por un corte perpendicular a la superficie anodizada y la verificación del espesor con un ocular micrométrico. En caso de duda, y como medida de arbitraje, se utilizará la Norma UNE EN ISO 1463 "Determinación de la masa de la capa de óxido de aluminio. Método gravimétrico". La calidad del sellado según la Norma UNE EN 12373-6, "Evaluación de la calidad del sellado de la capa de óxido de aluminio anodizado. Método de inercia a la disolución química en medio fosfocrómico", alcanzará el grado de "Buena inercia química".
- b) Tratamiento por recubrimiento con película de vidrio transparente.- En este caso, la pureza en sílice, SiO₂, de la película de vidrio transparente será superior al ochenta y cinco por ciento (85%). El espesor de la película será, como mínimo, de setenta y cinco centésimas de micra (0,75 μ). La película será incolora, uniforme y sin poros.

03.- Las curvas geométricas que compongan la sección transversal o longitudinal del reflector, deberán ser tales que hagan mínima la elevación de la tensión de arco de la lámpara.

04. Si se emplea vapor de sodio de alta presión, la máxima elevación de la tensión de arco admisible, será:

- Cinco voltios (5 V) para setenta vatios (70 W).
- Siete voltios (7 V) para cien vatios (100 W).
- Siete voltios (7 V) para ciento cincuenta vatios (150 W).
- Diez voltios (10 V) para doscientos cincuenta vatios (250 W).
- Doce voltios (12 V) para cuatrocientos vatios (400 W).

5.- CIERRE DEL SISTEMA ÓPTICO (DIFUSOR)

01.- El cierre del sistema óptico será de vidrio, con una transmitancia mínima, en muestras de un milímetro (1 mm) de espesor, del ochenta y ocho por ciento (88%), para longitudes de onda comprendidas entre ochocientos (800) y quinientos cincuenta nanómetros (550 nm).

02.- La resistencia hidrolítica será la correspondiente a la clase 4, según las Normas DIN 12111 y UNE 400322,

03.- El cierre de vidrio resistirá un choque térmico de ochenta grados centígrados (80°C), según la Norma DIN 52313.

03.- La composición del vidrio estará exenta de óxido de manganeso y tampoco podrá contener, simultáneamente, óxidos de cerio y arsénico en cantidades superiores al 0,05 %.

04.- En su configuración geométrica no presentará aristas vivas ni podrán detectarse, a simple vista, burbujas o impurezas. En su posición de funcionamiento no será visible ninguno de sus bordes perimetrales.

05.- El cierre del sistema óptico será tal que su reposición "in situ" sea posible en caso de rotura.

6.- HERMETICIDAD DEL SISTEMA ÓPTICO

01.- Las luminarias tendrán un grado mínimo de hermeticidad del sistema óptico IP-65, según la Norma UNE 20324.

7.- JUNTAS DEL CIERRE DEL SISTEMA ÓPTICO

01.- La junta o juntas de unión de los distintos elementos que cierran el sistema óptico soportarán, en régimen de trabajo normal, la temperatura de ciento veinte grados centígrados (120°C) sin descomponerse y sin perder sus características de elasticidad, estando protegidas de la radiación directa de la lámpara cuando ésta emita cualquier porcentaje de radiaciones ultravioletas, firmemente montadas en sus alojamientos. Los ensayos se realizarán según la Norma UNE 53616 "Elastómeros. Materiales para juntas de elastómeros para luminarias. Características y métodos de ensayo". Tipo A.

02.- Las juntas podrán estar fabricadas a partir de materiales elásticos, tales como los cauchos silicónicos. Dependiendo del material de que estén fabricadas deberán satisfacer un ensayo de envejecimiento en el que sus características originales, tales como resistencia a la compresión y módulo de elasticidad, no sufran variaciones que pudieran afectar a las funciones que deben desempeñar.

03.- Las características originales de las juntas de cauchos silicónicos (siliconas) serán las siguientes:

- Resistencia a la tracción mínima: cinco con cuatro megapascals (5,4 MPa).
- Alargamiento a la rotura mayor o igual al trescientos por ciento (≥ 300 %).
- Dureza Shore A, cincuenta y cinco más menos cinco (55 ± 5) grados.

04.- Las características de las juntas de cauchos silicónicos (siliconas) después de un ensayo de envejecimiento térmico a ciento veinte grados centígrados (120° C) serán:

- Resistencia a la tracción mínima: tres con nueve (3,9 MPa).
- Alargamiento a la rotura mayor o igual al doscientos por ciento (≥ 200 %).
- Dureza Shore A, máxima: Setenta (70) grados.

05.- Las características de la juntas de goma esponjosa serán las siguientes:

- La estructura molecular será de células cerradas.
- La absorción de agua (H₂O) según el método de ensayo ASTM-D-1056, o la NF-R-99211, con ciento veintisiete milímetros (127 mm) de mercurio, y después de tres (3) minutos, no superará el diez por ciento (10 %).
- La deformación permanente por compresión de la junta de goma según UNE 53511 no será superior al sesenta y cinco por ciento (65 %).
- La variación de la compresión de flexión al veinticinco por ciento (25 %) de la junta de goma original, envejecida durante siete (7) días a noventa y cinco grados centígrados (95 °C) según UNE 53616 método A, no será superior al treinta por ciento (30 %). El porcentaje máximo en peso de productos extraíbles en acetona será del cinco por ciento (5 %).

8.- PORTALÁMPARAS

01.- El portalámparas, en instalaciones normalizadas tipo rosca Edison, como elemento integrado de la luminaria, deberá cumplir con los requisitos de la norma UNE EN 60598-1, en su Apartado 4.4.

9.- EXIGENCIAS FOTOMÉTRICAS

01.- Las luminarias satisfarán las exigencias luminotécnicas que, necesariamente, figurarán en el proyecto.

02.- Para su determinación, el proyectista partirá de la documentación fotométrica (matriz de intensidades o, en su defecto, curvas isolux y curvas de utilancia) de todas las luminarias homologadas.

03.- Las exigencias luminotécnicas que corresponden con las características fotométricas de la luminaria a que se refiere el párrafo 01 de este Apartado, se referirán al tipo, potencia y reglaje de la lámpara elegida. El rendimiento total de la luminaria será, como mínimo, del setenta y cinco por ciento (75 %) para cualquier tipo de lámpara.

04.- Situadas en su posición de funcionamiento dentro del túnel, la emisión hacia el hemisferio superior será inferior al 5%.

10.- CONDICIONES DE ACEPTACIÓN Y RECHAZO

01.- Se aceptará toda luminaria homologada que cumpla las exigencias fotométricas indicadas en este Pliego.

02.- Las pruebas de rutina se referirán al marcado y control dimensional y al montaje.

11.- MEDICIÓN Y ABONO

01.- Las luminarias se medirán y abonarán por unidades de iguales características, que incluirán su completa instalación.

ARTÍCULO 43.52.- FAROL MODELO VILLA (PCTG10)

1.- EMPLEO

01.- El farol modelo Villa constituye la luminaria para acoplar al candelabro modelo Villa, Calatrava, y a la palomilla modelo Villa. Se ajustará a la NEC, AE-39

02.- Cumplirá la Norma UNE EN 61140 como aparato clase II.

2.- CARACTERÍSTICAS GENERALES

01.- El farol modelo Villa tendrá la geometría que se indica en la NEC, y será de fundición inyectada de aluminio o de chapa de acero.

02.- La armadura del farol, cuando sea de fundición de aluminio, será del tipo indicado en los Párrafos 01 y 02 del apartado 3(carcasa) del Artículo 43.50.

03.- La armadura del farol, cuando sea de chapa de acero, tendrá uno coma cinco milímetros (1,5 mm) de espesor, según la Norma UNE EN 10130, "Chapa laminada de acero de bajo contenido en carbono no aleado para embutición o conformación en frío".

04.- El farol incorporará un sistema óptico (portalámparas, lámpara, reflector y cierre o difusor) con las especificaciones siguientes.

05.- En la parte superior dispondrá de un reflector asimétrico para lámpara horizontal, que cumplirá con las especificaciones contenidas en el Apartado 4 (Reflector) del Artículo 43.50.

06.- El difusor deberá ser de metacrilato, tendrá un espesor mínimo de tres milímetros (3 mm) y su acabado podrá ser incoloro translúcido granulado o estriado. En lugares de marcado carácter vandálico, estos difusores se protegerán con rejillas antivandálicas, soldadas al cuerpo del farol.

07.- El portalámparas, como elemento integrado de la luminaria, deberá cumplir con los requisitos de la norma UNE EN 60598-1, en su Apartado 4.4.

08.- Los espárragos y tuercas estarán roscados con M-6.

09.- Las bolas roscadas serán de latón.

3.- EXIGENCIAS FOTOMÉTRICAS

01.- El flujo luminoso hacia el hemisferio superior (FHS) no excederá del cinco por ciento (5%) del flujo total de la lámpara.

02.- El rendimiento mínimo será del cincuenta y cinco por ciento (55 %) para cualquier tipo de lámpara.

Se considera rendimiento fotométrico la relación entre el flujo luminoso total procedente de la luminaria y el flujo luminoso emitido por la lámpara o lámparas instaladas en la luminaria.

4.- TERMINACIÓN

01.- La pintura del farol será la misma que la empleada en el candelabro o palomilla de soporte de acuerdo con el Párrafo 03, Apartado 1 del Artículo 43.45.

02.- El farol se suministrará pintado al horno.

5.- CONDICIONES DE ACEPTACIÓN Y RECHAZO

01.- Se aceptará todo farol homologado que cumpla las exigencias de este PCTG.

02.- Las pruebas de rutina se referirán al control dimensional y al montaje.

6.- MEDICIÓN Y ABONO.

01.- Los faroles se medirán y abonarán por unidades de iguales características.

ARTÍCULO 43.53.- FAROL MODELO FERNANDO VII (PCTG10)

1.- EMPLEO

01.-El farol modelo Fernando VII constituye la luminaria a acoplar a los siguientes soportes:

- Candelabros modelos Fernando VII, Bailén, Monumental, Clásico y Ribera
- Palomilla modelo Fernando VII y Bailén

02.- Cumplirá la Norma UNE EN 61140 como aparato clase II.

2.- CARACTERÍSTICAS GENERALES

01.- El farol modelo Fernando VII tendrá la geometría que se indica en la NEC, AE-38

02.- La armadura del farol será de fundición de aluminio con cúpula de chapa entallada. Los adornos y las grecas serán de la misma fundición que la armadura.

03.- El farol incorporará un sistema óptico (portalámparas, lámpara, reflector y cierre o difusor) con las especificaciones siguientes.

04.- En la parte superior dispondrá de un reflector asimétrico para lámpara horizontal, que cumplirá con las especificaciones contenidas en el Apartado 4(reflector)del Artículo 43.50.

05.- El difusor será de metacrilato, tendrá tres milímetros (3 mm) de espesor, y el acabado será incoloro translúcido.

06.- La cúpula del farol alojará en su interior los equipos de la lámpara, los cuales se suspenderán de ella mediante un soporte apropiado.

07.- El portalámparas, como elemento integrado de la luminaria, deberá cumplir con los requisitos de la norma UNE EN 60598-1, en su Apartado 4.4.

3.- EXIGENCIAS FOTOMÉTRICAS

01.- El flujo luminoso hacia el hemisferio superior (FHS) no excederá del cinco por ciento (5%) del flujo total de la lámpara.

02.- El rendimiento mínimo será del cincuenta y cinco por ciento (55 %) para cualquier tipo de lámpara.

Se considera rendimiento fotométrico la relación entre el flujo luminoso total procedente de la luminaria y el flujo luminoso emitido por la lámpara o lámparas instaladas en la luminaria.

4.- TERMINACIÓN

01.- La pintura del farol será la misma que la empleada en el candelabro o palomilla de soporte según el Párrafo 03, Apartado 1 del Artículo 43.45.

02.- El farol se suministrará pintado al horno.

5.- CONDICIONES DE ACEPTACIÓN Y RECHAZO

01.- Se aceptará todo farol homologado que cumpla las exigencias de este PCTG.

02.- Las pruebas de rutina se referirán al control dimensional y al montaje.

6.- MEDICIÓN Y ABONO.

01.- Los faroles se medirán y abonarán por unidades de iguales características.

ARTÍCULO 43.54.- LUMINARIAS ESFÉRICAS PARA LÁMPARAS DE DESCARGA (PCTG10)

1.- NORMATIVA TÉCNICA

01.- Como aparato eléctrico cumplirá el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión y la Norma UNE EN 60598-2-3 Parte 2ª, Sección 3ª.

02.- Se ajustará a la NEC, AE-37.

03.- Los equipos serán de Clase I conectados a tierra.

2.- ELEMENTOS BÁSICOS

01.- Estarán formadas por una pieza de soporte de todo el conjunto y un globo o elemento difusor.

02.- La pieza base de soporte será de fundición inyectada de aluminio.

03.- La pieza de soporte servirá de sustentación tanto de los equipos de encendido (balasto, arrancador y condensador) como del globo, y también permitirá su fijación a la columna de soporte. La colocación de estos elementos se hará siempre en posición vertical.

04.- La luminaria dispondrá de un alojamiento para los equipos de encendido (balasto, arrancador y condensador), de un portalámparas y un reflector interior de aluminio que impida la emisión luminosa en el hemisferio superior.

05.- La luminaria dispondrá de un sistema de cierre accionable desde el exterior. Tanto este sistema como el de fijación de la luminaria a la columna, no podrán ser accionados sin la ayuda de herramientas.

3.- CARACTERÍSTICAS GENERALES

01.- Con independencia del material constitutivo del difusor, la base soporte de la luminaria será siempre de aleación de aluminio inyectada, del tipo AC-47100, AC 46500 ó AC 44100 según Norma UNE EN 1706.

02.- Cumplirá las especificaciones contenidas en la Norma:
- UNE EN 1706 "Aluminio y Aleaciones de Aluminio".

03.- La base soporte se fijará a la columna por medio de tres (3) tornillos de presión, como mínimo.

4.- DIFUSOR

01.- El elemento difusor se construirá en dos piezas: una semiesfera superior y otra inferior. Las semiesferas serán de metacrilato de alto impacto con un IK-8 según UNE 50102, debiendo ir grabado tanto interior como exteriormente.

02.- Su diámetro exterior será de quinientos cincuenta milímetros (550 mm), y su espesor medio mínimo será de 3 milímetros.

03.- Los difusores de metacrilato de alto impacto deberán soportar una temperatura máxima en trabajo continuo de ochenta grados centígrados (80°C).

04.- La unión de las dos semiesferas deberá garantizar, además un grado de hermeticidad mínimo IP-54

5.- PORTALÁMPARAS

01.- El portalámparas, como elemento integrado de la luminaria, deberá cumplir con los requisitos de la Norma UNE EN 60598, en su Apartado 4.4.

6.- EXIGENCIAS FOTOMÉTRICAS

01.- Las luminarias esféricas para lámparas de descarga no podrán presentar una emisión luminosa en el hemisferio superior (FHS) que exceda el 5% del flujo total de la lámpara.

02.- El rendimiento mínimo será del cincuenta y cinco por ciento (55 %) para cualquier tipo de lámpara.

Se considera rendimiento fotométrico la relación entre el flujo luminoso total procedente de la luminaria y el flujo luminoso emitido por la lámpara o lámparas instaladas en la luminaria.

7.- CONDICIONES DE ACEPTACIÓN Y RECHAZO.

01.- Las pruebas previas de homologación se referirán a las siguientes variables:

- Diámetro
- Espesor
- Composición del difusor, carcasa y reflector.
- Grado de hermeticidad.
- Compatibilidad de acoplamiento de la base de fundición a la columna, brazo o cruceta.

02.- Las pruebas de rutina se referirán al control dimensional y al montaje de los equipos.

8.- MEDICIÓN Y ABONO.

01.- Las luminarias esféricas se medirán y abonarán por unidades de iguales características.

Sección 6.^a

LÁMPARAS Y EQUIPOS AUXILIARES.

ARTÍCULO 43.60.- LÁMPARAS (PCTG10)

1.- CONDICIONES GENERALES

01.- En las instalaciones de Alumbrado Exterior se emplearán lámparas cuyas características, garantizadas por el fabricante, de eficacia luminosa (en lúmenes por vatio), flujos mínimos iniciales en posición horizontal (en lúmenes) y vida útil (en horas de funcionamiento para una duración media por encendido de diez horas), sean superiores a los valores indicados en el CUADRO 43.60.1.

02.- Con carácter general se emplearán lámparas de descarga de vapor de sodio a alta presión, libres de mercurio, ovoides o tubulares.

03.- En las instalaciones singulares podrán instalarse otras lámparas, siempre que tengan una eficacia luminosa mínima de (noventa) 90 lm/W y una vida útil de al menos 12000 (doce mil) horas para una mortalidad del veinte por ciento (20%), con un rendimiento en color igual o superior a Ra 80 (ochenta).

04.- En las instalaciones de los pasos de peatones en estructura cerrada y pasarelas peatonales, podrán emplearse lámparas fluorescentes cuyas características figuran en el Apartado 5 del Artículo 61.33 "Lámparas Eléctricas" de este PCTG, admitiéndose para ellas, en funcionamiento permanente, una vida de diez mil (10.000) horas.

CUADRO 43.60.1.

| Tipo de lámpara | Potencia (W) | Flujo mínimo inicial (lm) | Vida útil (h) |
|-------------------------------|--------------|---------------------------|---------------|
| Vapor de sodio a alta presión | 70 | 5.600 | 16.000 |
| | 100 | 10.000 | 16.000 |
| | 150 | 15.000 | 18.000 |
| | 250 | 27.500 | 18.000 |
| | 400 | 47.000 | 18.000 |
| | 600 | 80.000 | 16.000 |
| | 750 | 104.000 | 16.000 |
| | 1.000 | 110.000 | 16.000 |

05.- Las características físicas y eléctricas de las lámparas de vapor de sodio de alta presión y de sus equipos de encendido (balastos y arrancadores), cumplirán la Norma UNE EN 60662. A las de capa difusora se les permitirá un tres por ciento (3 %) menos de flujo inicial.

2.- CONDICIONES DE ACEPTACIÓN Y RECHAZO

01.- En ningún caso podrán instalarse lámparas que no estén homologadas conforme a los Artículos 43.81 y 49.12 de este PCTG.

02.- El fabricante aportará un certificado de laboratorio oficial del cumplimiento del flujo mínimo inicial de acuerdo con el cuadro 43.60.1.

03.- Las pruebas de las lámparas se realizarán para cada tipo y potencia sobre una muestra de 6 (seis) unidades, envejecidas durante 100 (cien) horas y se someterán a ensayo.

04.- Si el flujo medio de las cuatro (4) lámparas, una vez eliminadas las de mayor y menor flujo, no cumple las especificaciones contenidas en este Pliego de Condiciones, se repetirá el ensayo con otras seis (6) lámparas. Si en este nuevo lote ensayado la media de las cuatro (4) lámparas fuese inferior al de los valores de flujo medio inicial señalado en la tabla de este Pliego, no se admitirá su homologación.

3.- MEDICIÓN Y ABONO

01.- Las lámparas se medirán y abonarán por unidades de iguales características y potencia.

ARTÍCULO 43.61.- BALASTOS PARA LÁMPARAS DE VAPOR DE SODIO DE ALTA PRESIÓN (PCTG10)

01.- Los balastos para lámparas de vapor de sodio de alta presión cumplirán las Normas UNE EN 60922, UNE EN 60923, UNE EN 60926, UNE EN 61347 y UNE EN 60927/A1 y A2.

02.- Las pruebas de homologación se referirán al cumplimiento de las Normas UNE EN 60922, UNE EN 60923, UNE EN 60926, UNE EN 61347, UNE EN 60927/A1 y A2, UNE EN 61347 partes 1,2 Y 9.

03.- Las pruebas de rutina se referirán al marcado e instalación.

04.- Se recomienda la instalación de equipos electrónicos como medida de ahorro energético. Se cumplirán los consumos, de la lámpara más el equipo, exigidos por el REEIAE.

Tabla 2 - Potencia máxima del conjunto lámpara y equipo auxiliar.

| POTENCIA NOMINAL DE LÁMPARA (W) | POTENCIA TOTAL DEL CONJUNTO (W) | | | |
|---------------------------------|---------------------------------|-----------------------|-----|-----|
| | SAP | HM | SBP | VM |
| 18 | -- | -- | 23 | -- |
| 35 | -- | -- | 42 | -- |
| 50 | 62 | -- | -- | 60 |
| 55 | -- | -- | 65 | -- |
| 70 | 84 | 84 | -- | -- |
| 80 | -- | -- | -- | 92 |
| 90 | -- | -- | 112 | -- |
| 100 | 116 | 116 | -- | -- |
| 125 | -- | -- | -- | 139 |
| 135 | -- | -- | 163 | -- |
| 150 | 171 | 171 | -- | -- |
| 180 | -- | -- | 215 | -- |
| 250 | 277 | 270 (2,15A) 277 (3A) | -- | 270 |
| 400 | 435 | 425 (3,5A) 435 (4,6A) | -- | 425 |

ARTÍCULO 43.62.- CONDENSADORES (PCTG10)

01.- Cumplirán las Normas UNE EN 61048 y UNE EN 61049, "Condensadores para utilización en los circuitos de lámparas fluorescentes tubulares y otras lámparas de descarga", siendo del tipo estanco, con protección contra sobrecargas térmicas y dieléctrico seco.

02.- Se instalarán en el interior de la luminaria, y tendrán una capacidad suficiente para obtener un coseno igual o superior a cero con nueve (0,95) inductivo.

03.- Las pruebas de homologación se referirán al cumplimiento de las Normas citadas en el punto 01 del presente Artículo y las de rutina al marcado e instalación.

Sección 7ª

ALUMBRADO ORNAMENTAL, FUENTES PÚBLICAS, PASARELAS Y PASOS INFERIORES DE PEATONES

ARTÍCULO 43.70.- ALUMBRADO ORNAMENTAL O DECORATIVO Y FUENTES PÚBLICAS (PCTG10)

1.- PREÁMBULO

01.- Le serán de aplicación el resto del articulado de este PCTG y en particular el correspondiente al Alumbrado Exterior (AE).

02.- Las instalaciones objeto de este artículo comprenden la acometida, líneas de alimentación a receptores, armarios eléctricos, centros de mando, luminarias y alimentación a bombas hasta bornas, quedando excluido cualquier otro receptor no descrito.

03.- Los receptores no descritos deberán situarse en un cuadro eléctrico totalmente independiente del cuadro perteneciente a la instalación de Fuentes y Monumentos.

04.- Si la acometida se realiza desde un centro de transformación de abonado, la ubicación del mismo se hará en un lugar no sujeto a servidumbre.

05.- No se permitirá la instalación del centro de transformación debajo del vaso de las fuentes.

2.- CENTROS DE MANDO

01.- El modelo de centro de mando, para exterior será el de la NEC.

02.- Para todos los armarios deberá existir un espacio de reserva del 20%. La cimentación se ajustará a lo señalado en la NEC.

03.- Los conductores deberán llevar punteras para el conexionado al bornero. Asimismo, deberán llevar un etiquetado para su identificación.

04.- La curva de los elementos de corte y protección se ajustará a las características de los receptores.

05.- El centro de mando deberá incorporar una planera para alojar los planos de los esquemas eléctricos de los distintos circuitos. El etiquetado de los circuitos será de tipo indeleble con relieve.

06.- Cuando se disponga de una sala de máquinas, se considerará a este recinto como un local húmedo y como un local afecto a un servicio eléctrico. Se preverá un cuadro con un IP-55, con llave, en lugar de los modelos indicados en el párrafo 01.

07.- Las dimensiones mínimas de la sala de máquinas serán 2x 1,5x 2,30m (largo x ancho x alto). El local estará ventilado y dispondrá de un sumidero de desagüe.

El acceso se hará mediante una puerta metálica de dimensiones mínimas de 0,7x2m, siendo la apertura al exterior y cerradura normalizada y en caso de trampilla, será de las mismas dimensiones, con escalera de acceso.

08.- Todas las carcasas, receptores, y partes metálicas situadas en la sala de máquinas estarán unidas mediante una red equipotencial.

09.- El nivel mínimo de iluminación de la sala de máquinas será de 100 lux a ras de suelo. Se preverá un alumbrado de emergencia, así como una toma de corriente con puesta a tierra. El interruptor de encendido se dispondrá en el interior junto a la puerta de acceso.

3.- ILUMINACIÓN DE MONUMENTOS

01.- Si la instalación de alumbrado ornamental se realiza con proyectores, cumplirán lo especificado en el apartado 6 de este artículo. En caso de luminarias cumplirán las especificaciones indicadas en el art.43.50 y en la NEC.

Se admitirán lámparas de Halogenuros Metálicos siempre que cumplan los mínimos exigidos en el apartado 03 del art. 43.60 y lámparas de incandescencia siempre que cumplan los mínimos de eficacia luminosa indicados en el REEIAE.

La utilización de otro tipo de lámpara o fuente luminosa a las indicadas anteriormente, requerirá la declaración de singularidad de la instalación.

02.- La iluminación será de tal modo que se dirigirá la luz en sentido descendente y no ascendente siempre que se pueda.

03.- Será obligatorio la instalación de un interruptor horario astronómico, con desconexión programable y cuyos horarios serán fijados por el Departamento de Alumbrado Público.

04.- Se deberán apantallar los proyectores o fuentes de luz para delimitar el elemento a iluminar y evitar deslumbramientos molestos, logrando con ello el control del flujo luminoso y limitar la emisión directa de la luz fuera del área a iluminar conforme al REEIAE.

4.- ILUMINACIÓN DE FUENTES

4.1.- Protecciones

01.- Será imprescindible la protección mediante separación de circuitos, situando el transformador separador fuera del volumen 0. La excepción a esta protección será en fuentes con instalaciones de muy baja tensión de seguridad (M.B.T.S.) limitada a 12V.

02.- Los aparatos de alumbrado ubicados en el seno del agua se situarán en huecos practicados en el fondo del vaso de la fuente, siempre que sea posible, y en cualquier caso protegidos suficientemente con el fin de evitar el contacto directo de los mismos. En estos casos, se dispondrá de desagüe en los citados huecos para que, vaciado el agua del vaso, la manipulación de dichos aparatos se efectúe en ambiente seco.

03.- Cuando no sea posible la realización de huecos con sus desagües, los aparatos de alumbrado se situarán sobre el fondo de vaso, en los lugares elegidos para un eficaz iluminación, pero estarán protegidos contra contactos directos y golpes mediante elementos que conformen una jaula de protección, o arqueta de superficie. Estas protecciones serán de material anticorrosivo o, al menos, con algún tratamiento anticorrosión, o con sistemas de protección contra la corrosión. Estos tratamientos serán extensibles a cualquier tipo de herrajes de sujeción de los aparatos de alumbrado, cuando sean susceptibles de oxidación. Los elementos enrejados serán resistentes, sin deformarse, a un peso de doscientos kilogramos (200 kg), y malla de luz máxima de dos con cinco centímetros (2,5 cm), en el lado de mayor longitud. Estas rejillas de protección se situarán a distancia mínima de cinco centímetros (5 cm) de los cristales, siempre que la altura de agua del vaso lo permita. En cualquier caso se evitará que dicha protección se apoye directamente sobre el vidrio.

04.- El valor de la sensibilidad de los diferenciales a prever en el centro de mando será igual o inferior a 30 mA. La conexión a tierra se realizará mediante conductor de 35 mm² de sección. Para los volúmenes 0 y 1 de las fuentes cuyos receptores se alimenten con una tensión que no sea de (M.B.T.S.) limitada a 12 V, se añadirá un sistema de protección mediante separación eléctrica (transformador de aislamiento) situado fuera del volumen 0.

05.- Será obligatorio la instalación de un interruptor horario astronómico, con desconexión programable, para el alumbrado y otro independiente para los motores y bombas. El horario del reloj vendrá fijado por el DCRAP, e irá enclavado con el funcionamiento de los motores.

4.2.- Líneas de Alimentación a Receptores.

01.- El grado de estanqueidad de las cajas de derivación, conexiones sumergidas etc, será IP68 según UNE 20324, CEI 12381 y UNE HB 623.

02.- Las canalizaciones y cajas eléctricas dentro de los volúmenes de 0 y 1, estarán constituidas con materiales no oxidables, con un grado de resistencia al impacto IK-8.

No deben requerir ningún tratamiento especial, aunque podrán pintarse siempre que lo requieran.

03.- En los volúmenes 0 y 1 de las fuentes, las fijaciones, tornillería y pequeño material serán de acero inoxidable o galvanizado, cumpliendo la Normativa sobre soportes.

4.3.- Aparatos Subacuáticos de Alumbrado

01.- Solamente se podrán emplear aparatos con lámparas incandescentes o leds y con estanqueidad IP68, que podrán ser de material plástico o acero inoxidable.

4.4.- Iluminación de Fuentes con Aparatos Fuera de los Volúmenes 0 y 1.

01.- Los aparatos de alumbrado serán estancos al agua, con protección mínima IP65, y de material anticorrosivo. Se situarán, individualmente o en grupos, a distancia mínima de veinte centímetros (20 cm) de los cristales de los lucernarios, sobre soportes anticorrosivos o protegidos adecuadamente contra la oxidación.

02.- En espacios amplios o diáfanos se instalará un extractor de aire, capaz de efectuar, al menos, diez (10) renovaciones por hora del ambiente del recinto donde están ubicados los proyectores de alumbrado. Cuando la disposición de los aparatos de alumbrado se haga de tal

forma que no permita una renovación efectiva del ambiente circundante, los extractores se localizarán por grupo de luminarias o individualmente, si fuera preciso, manteniendo el número de renovaciones mencionadas de los espacios teóricos para los que hayan sido calculados.

03- El recinto que aloja a los aparatos de alumbrado dispondrá de evacuación de agua en arqueta dispuesta al efecto. En el interior de esta arqueta de desagües, o en sus proximidades, se instalará un sensor de nivel de agua que desconectará automáticamente la alimentación eléctrica a todos los receptores, tanto de tipos hidráulicos como de alumbrado, cuando el agua de evacuación alcance un nivel previamente ajustado. Se exceptúa de esta desconexión el alumbrado ordinario del recinto ó sala de máquinas.

04- Las lumbreras ó lucernarios se cerrarán con vidrio de seguridad, nivel B, resistentes al impacto concentrado de alta energía, según la clasificación contenida en la Norma UNE EN 356. Serán vidrios resistentes al choque térmico de, al menos, doscientos grados centígrados (200 °C) con un factor de transmisión mínimo a la energía luminosa de cero coma ochenta y tres (0,83) y máximo factor de reflexión de cero coma ocho (0,08).

05.- Los vidrios antitérmicos y antivandálicos se colocarán, en los lugares elegidos, en bastidores indeformables a la acción de los esfuerzos a que estén normalmente sometidos. Las lunas no deberán estar en contacto entre sí ni con su bastidor. Esta independencia se logrará mediante bandas elásticas de neopreno que garanticen, además, un asiento uniforme del vidrio contra su bastidor. La estanqueidad al agua será perfecta, para lo que se utilizarán siliconas especiales para agua.

06.- Las áreas de los fondos de los vasos que estén ocupadas por los vidrios, que sirven de lucernarios, se protegerán con elementos enrejados y resistentes, sin deformarse, a un peso de doscientos kilogramos (200 kg), y malla de luz máxima de doce centímetros (12 cm), en el lado de mayor longitud. Estas rejas de protección se situarán a distancia mínima de diez centímetros (10 cm) de los cristales, siempre que la altura de agua del vaso lo permita. En cualquier caso se evitará que dicha protección se apoye directamente sobre el vidrio.

5.- MEJORA DEL FACTOR DE POTENCIA

01.- En todas estas instalaciones se realizará una corrección del factor de potencia de modo automático, mediante dispositivos que logren una corrección superior a 0,9 inductivo, debiendo adoptarse la instalación de los sistemas adecuados para adaptarse a ese valor en cualquier condición de funcionamiento.

6.- REQUISITOS DE LOS PROYECTORES DE MONUMENTOS y FUENTES

Los proyectores que se vayan a instalar deberán cumplir los siguientes apartados:

1. Certificado de estanqueidad, como mínimo IP-68 para aparatos subacuáticos e IP-65 para los demás.
2. Certificado de resistencia al impacto, como mínimo IK-8.
3. La carcasa, el vidrio de cierre y el reflector cumplirán lo establecido en el artículo 43.50.

4. El rendimiento fotométrico será como mínimo del 55%, instalado en su posición de trabajo, y sus emisiones al hemisferio superior se limitarán conforme a la ITC-EA 03 del REEIAE.
5. Comprobación sobre muestra de la aptitud a la función. Facilidad de desmontaje sencillo de los elementos susceptibles de ensuciamiento (reflector, cierre de vidrio, rejillas de protección).
6. Cumplirán las especificaciones contenidas en la Norma UNE-EN 60598-2-5 sobre proyectores.

ARTÍCULO 43.71.- PASARELAS Y PASOS INFERIORES PEATONALES (PCTG10)

1.- CONDICIONES GENERALES

Podrán utilizarse luminarias equipadas con lámparas de fluorescencia, proyectores de alumbrado ornamental o cualquier otra normalizada, con equipos de doble nivel de aislamiento Clase II.

Las lámparas se ajustarán a lo dispuesto en el artículo 43.60 de este Pliego.

En pasos inferiores de peatones se podrá tener en cuenta lo indicado para instalaciones en túneles. Si la longitud del paso no permite ver las entradas del mismo, se instalará alumbrado de emergencia.

Se evitará, en lo posible, la instalación de elementos de alumbrado al alcance de la mano, en pasamanos y barandillas.

Todas aquellas luminarias que se instalen a menos de 2,5 metros de altura, contarán con equipos de doble nivel de aislamiento Clase II, y llevarán protección adicional antivandálica de modo que no sean accesibles.

Si la iluminación se realiza desde el exterior de la pasarela, deberán tenerse en cuenta los deslumbramientos que se pueden producir. Debe cumplirse lo establecido en la ITC-EA-03 del REEIAE

2.- REQUISITOS DE LAS LUMINARIAS PARA PASARELAS Y PASOS INFERIORES

Las luminarias que se vayan a instalar deberán cumplir los siguientes apartados:

1. Certificado de estanqueidad, como mínimo IP-65.
2. Certificado de resistencia al impacto, como mínimo IK-08.
3. El rendimiento fotométrico será como mínimo del 55%, instalado en su posición de trabajo, y sus emisiones al hemisferio superior se limitarán conforme a la ITC-EA- 03 del REEIAE.
4. Comprobación sobre muestra de la aptitud a la función. Facilidad de desmontaje sencillo de los elementos susceptibles de ensuciamiento (reflector, cierre de vidrio, rejillas de protección).
5. Cumplirán las especificaciones contenidas en la Norma UNE-EN 60598-2-3 para luminarias y 60598-2-5 para proyectores.

Sección 8.ª

**CONTROL DE CALIDAD Y PRUEBAS DE RECEPCIÓN DE LAS
INSTALACIONES DE ALUMBRADO EXTERIOR**

ARTÍCULO 43.80.- GENERALIDADES (PCTG10)

01.- El contenido y alcance de la NEC y Homologación de Elementos Constructivos para obras de alumbrado exterior, se regirá por lo establecido en el Capítulo 49 del presente PCTG

ARTÍCULO 43.81.- RECEPCIÓN DE ELEMENTOS HOMOLOGADOS (PCTG10)

01.- En el CUADRO 43.81.1 se indican todos los elementos de una instalación de Alumbrado Exterior que deben estar homologados, así como las características que se deben hacer constar en el Certificado de Homologación.

02.- La empresa fabricante del elemento a homologar deberá estar en posesión del Certificado ISO 9001, otorgado por organismo acreditado para ello por ENAC u otros organismos notificados para certificación de conformidad con las especificaciones; Certificado ISO 14001, EMAS o Certificado que acredite que la empresa se encuentra adherida a un sistema de gestión integral de residuos.

A efectos de tramitación de la homologación y prórroga de todos los elementos integrantes de la instalación de alumbrado público, según el CUADRO 43.81.1, se seguirá el procedimiento administrativo y los plazos indicados en la ordenanza aplicable en materia de mobiliario urbano.

Los elementos a homologar deberán llevar el marcado CE, conforme a la normativa vigente.

03.- Los Laboratorios aceptados por el Ayuntamiento para la realización de los ensayos necesarios para la determinación de las características indicadas en el CUADRO 43.81.1 son, además de los laboratorios del Servicio de Control de Calidad Municipal, aquellos reconocidos por la Entidad Nacional de Acreditación (ENAC) u otros Organismos Notificados para certificación de conformidad con las especificaciones.

04.- De modo no exhaustivo y, a título de ejemplo, se aceptan sin ningún otro trámite los siguientes laboratorios:

- Laboratorio Central Oficial de Electrotecnia de la Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales de Madrid.
- Laboratorio del Instituto Nacional de Técnica Aeroespacial "Esteban Terradas" (INTA).
- Laboratorio del Instituto de Automática Industrial (Centro Superior de Investigaciones Científicas).
- Laboratorio Oficial José María Madariaga de la Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Minas de Madrid.
- Laboratorio de la Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales del ICAI de Madrid.
- Laboratorio Central de Estructuras y Materiales del Centro de Estudios y Experimentación de Obras Públicas (CEDEX).
- Laboratorio de la Dirección General de Arquitectura y Edificación del Ministerio de Fomento.
- Laboratorio del Centro Nacional de Investigaciones Metalúrgicas del Centro Superior de Investigaciones Científicas (CENIM).
- Laboratorio de Metrología del Consejo Superior de Investigaciones Científicas.
- Laboratorio del Instituto de la Cerámica y del Vidrio.
- Laboratorio del Instituto del Plástico y del Caucho.
- Centro Metalúrgico de Materiales (CEMSA)
- Laboratorio APPLUS LGAI Technological Center (APPLUS LGAI)

05.- Con independencia de la relación de laboratorios indicada en los dos párrafos anteriores, el peticionario de la homologación, mediante solicitud razonada, podrá utilizar para la realización de los ensayos otro laboratorio siempre y cuando sea aceptado por el órgano que tenga atribuida la competencia de la homologación, previo informe motivado emitido por el técnico municipal competente en esta materia. En el caso de no resultar factible la realización de alguno de los ensayos en laboratorio independiente, se podrá autorizar la realización del ensayo en las instalaciones del propio fabricante, con supervisión de técnicos cualificados del Ayuntamiento.

06.- A tenor de lo expuesto en el párrafo 05 del Apartado 1 del Artículo 49.12, para la recepción de un elemento homologable será necesario que esté incluido en la relación de elementos homologados vigente en la fecha de licitación, considerando como tal el último día hábil para la presentación de ofertas.

07.- Cuando por aplicación del párrafo 3 del Apartado 4 del Artículo 49.12 un elemento homologado en la fecha de licitación sea posteriormente eliminado de la relación de elementos homologados, por cumplirse el plazo de vigencia del Certificado de Homologación, el Director de la Obra deberá realizar todos los ensayos y pruebas que considere oportunos, para comprobar la correcta calidad de todos los elementos en cuestión. Si la eliminación se produjera por alguno de los supuestos "a)" o "b)" del referido párrafo, no podrá recepcionarse en obra.

08.- El Director de la Obra realizará, asimismo, todos los ensayos que al amparo de las especificaciones contenidas en este P.C.T.G. y en el P.P.T.P., estime oportuno, previamente, a la recepción del elemento.

CUADRO 43.81.1

| Elementos homologados | Características objeto de homologación |
|--|---|
| ARMARIO DE CENTRO DE MANDO | <ul style="list-style-type: none"> - Comprobación dimensional (PCTG y NEC) - Párrafo 05 y 06 del Artículo 43.21 |
| ARQUETAS PREFABRICADAS DE POLIPROPILENO REFORZADAS | <ul style="list-style-type: none"> - Párrafo 06 del Apartado 2 del Artículo 43.33. Comprobación dimensional |
| BÁCULOS Y COLUMNAS | <ul style="list-style-type: none"> - Certificado de Producto según especificaciones indicadas en el Apartado 4 del Artículo 43.41 y Comprobación dimensional |
| BALASTO, ARRANCADOR Y DISPOSITIVO DE CONTROL PARA LÁMPARAS DE VAPOR DE SODIO DE ALTA PRESIÓN 70 W, 100 W, 150 W, 250 W, 400 W, 600 W, 750 W ó 1000 W | <ul style="list-style-type: none"> - Normas UNE EN 61347-2-9 y UNE EN 60923. - Normas UNE EN 61347-2-1 y UNE EN 60927. - Normas UNE EN 61347-2-12 - EA-0005 |
| BRAZOS MURALES PARA LUMINARIAS CERRADAS Y GLOBOS | <ul style="list-style-type: none"> - Comprobación dimensional (PCTG y NEC) - Párrafo 01 del Apartado 1 del Artículo 43.43 - Párrafo 03 del Apartado 2 del Artículo 43.43 |
| CAJAS DE CONEXIÓN Y PROTECCIÓN | <ul style="list-style-type: none"> - Comprobación dimensional (PCTG y NEC) - Párrafo 01 y 02 del Apartado 4 del Artículo 43.46 |
| CANDELABROS MODELOS VILLA, CALATRAVA, FERNANDO VII, MONUMENTAL, RIBERA, CLASICA. | <ul style="list-style-type: none"> - Comprobación dimensional (PCTG y NEC) |
| CÉLULA FOTOELÉCTRICA | <ul style="list-style-type: none"> - Párrafo 16 del Artículo 43.21 |

CUADRO 43.81.1 (Continuación)

| Elementos homologados | Características objeto de homologación |
|--|---|
| CONDENSADORES HASTA 25 μ F | – Norma UNE EN 61048/A1 y 61049 |
| CONDUCTORES ELÉCTRICOS | – Certificado de Producto |
| CRUCETAS PARA COLUMNAS DE 4 m Y DE 8 A 18 m | – Comprobación dimensional (PCTG y NEC) – Párrafos 03, 04 y 05 del Apartado 2 del Artículo 43.44 |
| ESTABILIZADOR REDUCTOR DE FLUJO | – EA 032, EA 033 |
| FAROLES MODELOS VILLA Y FERNANDO VII | – Comprobación dimensional (PCTG y NEC) – Párrafos 04 y 05 del Aparato 2 y Apartado 3 del Artículo 43.52 (F. Villa) – Párrafos 03 y 04 del Apartado 2 y Apartado 3 del Artículo 43.53 (F. Fernando VII) |
| INTERRUPTOR HORARIO ASTRONÓMICO | – Párrafo 14 del Artículo 43.21 |
| LÁMPARAS TUBULARES CLARAS O DIFUSORAS DE VAPOR DE SODIO DE ALTA PRESIÓN DE 70 W, 100 W, 150 W, 250 W, 400 W, 600 W, 750 W ó 1000 W | – Norma UNE EN 60662. – Cuadro 43.60.1 del Artículo 43.60 – Párrafo 02 del Apartado 1 del Artículo 43.60 |

CUADRO 43.81.1 (Continuación)

| Elementos homologados | Características objeto de homologación |
|---|---|
| LUMINARIA CERRADA PARA LÁMPARA DE DESCARGA | <ul style="list-style-type: none"> - Apartados 3,4,5,6,7 Y 9 del Artículo 43.50 - Autocertificado de cumplimiento de la Parte 2ª, Sección 3ª de la Norma UNE EN 60598 (*) y de las Normas EN 55015 y EN 61547 |
| LUMINARIA CERRADA PARA LÁMPARA DE DESCARGA PARA INSTALAR EN TÚNELES, PASOS INFERIORES DE PEATONES | <ul style="list-style-type: none"> - Apartados 3,4,5,6,7 y 9 del Artículo 43.51 - Autocertificado de cumplimiento de la Parte 2ª, Sección 3ª de la Norma UNE EN 60598 (*) y de las Normas EN 55015 y EN 61547 |
| LUMINARIAS ESFÉRICAS PARA LÁMPARAS DE DESCARGA | <ul style="list-style-type: none"> - Comprobación dimensional. (PCTG y NEC) - Apartado 3,4 y 6 del Artículo 43.54. |
| LUMINARIAS PARA PASARELAS Y PASOS INFERIORES DE PEATONES | <ul style="list-style-type: none"> - Apartado 2 del Artículo 43.71 |
| PALOMILLAS MODELOS VILLA Y FERNANDO VII | <ul style="list-style-type: none"> - Comprobación dimensional (PCTG y NEC) - Comprobación del peso |
| PROYECTORES ALUMBRADO ORNAMENTAL Y FUENTES | <ul style="list-style-type: none"> - Apartado 6 del Artículo 43.70 |
| TAPAS DE FUNDICIÓN | <ul style="list-style-type: none"> - Certificado de Producto y Comprobación dimensional |
| TUBOS PROTECCIÓN DE POLIETILENO ALTA DENSIDAD | <ul style="list-style-type: none"> - Certificado de Producto |

(*) El Ayuntamiento podrá exigir en cualquier momento del proceso de homologación o posteriormente la aportación por el fabricante de certificado acreditativo de este Apartado emitido por Laboratorio Oficial (Apartados 03 y 04 de este Artículo).

ARTÍCULO 43.82.- CONTROL DE RUTINA (PCTG10)

01.- Los distintos elementos y unidades de obra que componen las instalaciones de Alumbrado Exterior se someterán a los ensayos de rutina que se prescriben en el presente PCTG.

ARTÍCULO 43.83.- PRUEBAS DE RECEPCIÓN DE LAS INSTALACIONES DE ALUMBRADO EXTERIOR (PCTG10)

01.- Previamente a la recepción provisional de las instalaciones, se procederá por la empresa de control de calidad de la obra a la realización de las comprobaciones fotométricas y eléctricas que se indican en los Apartados 1 y 2 de este Artículo.

1.- COMPROBACIONES FOTOMÉTRICAS

Se realizarán de acuerdo con la instrucción ITC-EA-07 del REEIAE.

- Medida de la iluminancia y determinación del coeficiente de uniformidad, 1 medición por cada tipo de vial.
- Medida de la luminancia, 1 medición por cada tipo de vial

2.- COMPROBACIONES ELÉCTRICAS

Se realizarán de acuerdo a lo señalado en la instrucción ITC-BT-05 del REBT y además se realizarán las siguientes comprobaciones:

- Comprobación de la instalación de la acometida de acuerdo con el REBT, en cada cuadro.
- **Medida de la resistencia de puesta a tierra**, se medirán todas las resistencias a tierra de los armarios de los centros de mando y, al menos, en dos (2) puntos de luz elegidos al azar de cada circuito. En ningún caso, su valor será superior a diez ohmios (10Ω) en redes equipotenciales, y a treinta ohmios (30Ω) con tierras aisladas en instalaciones existentes. Para regulaciones de sensibilidad mayores de 300 mA, el valor se ajustará a lo señalado en la ITC-BT09 del REBT.
- **Medida de Tensión en cuadros**, en cada cuadro.
- Verificación de la actuación de los **Interruptores Diferenciales** y perfecto funcionamiento.
- Verificación de la actuación de los **Interruptores Magnetotérmicos**.
- **Comprobación del calibrado de los fusibles** en báculos, los interruptores y automáticos y los cartuchos fusibles para la protección de las derivaciones a luminarias permitirán el paso de vez y media (1,5) la intensidad de régimen, y a su vez deben calibrarse para proteger al conductor de menor sección del circuito.
- **Caída de Tensión**, con todos los circuitos y lámparas funcionando y estabilizados, se medirá la tensión a la entrada del centro de mando y en los puntos de luz más distantes para cada circuito, no admitiéndose valores iguales o superiores al tres por ciento (3%) de diferencia.

- **Medida de la resistencia de aislamiento**, de todos los circuitos entre fases, entre fases y neutro y entre fases y neutro con tierra, siendo todos los valores iguales o superiores a quinientos mil ohmios (500000Ω) de acuerdo con la instrucción ITC-BT19 del REBT.
- **Medida de la potencia** activa, aparente y reactiva.
- **Medida del factor de potencia**, la medición efectuada en las tres fases de la acometida de la Compañía Eléctrica con todos los circuitos y lámparas funcionando y estabilizados debe ser siempre superior al cero con nueve (0,9) inductivo.
- **Medida del equilibrado de cargas**, se medirá la intensidad de todos los circuitos con todas las lámparas funcionando y estabilizadas, no pudiendo existir diferencias superiores al triple de la que consume una (1) de las lámparas de mayor potencia del circuito medido.
- **Continuidad del circuito de protección**, del principio al final de la instalación de todos los circuitos y del cien por ciento (100%) de los puntos instalados.

3.- DOCUMENTACIÓN A PRESENTAR PARA LA RECEPCIÓN DE LAS INSTALACIONES

- Copia de inventario de todo los elementos instalados, indicando alturas de montaje, tipos de luminaria y potencia instalada.
- Certificado de la Instalación Eléctrica (En instalaciones de más de 1 kW de potencia instalada)
- Certificado del cumplimiento del REEIAE (En instalaciones de más de 1 kW de potencia instalada)
- Protocolo de la red de tierras firmado y sellado por la empresa instaladora.
- Certificado de la empresa instaladora en relación con el cumplimiento del Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión, el Pliego de Condiciones Técnicas Generales y la Normalización de Elementos Constructivos.
- Certificado de revisión de la instalación conforme al apartado 2 de este artículo, emitido por empresa de Control de Calidad del Ayuntamiento
- Planos fin de obra en papel y soporte digital (en formato dwg y en tif o pdf) de toda la red de alumbrado exterior. Los símbolos utilizados en los planos de alumbrado público serán los descritos en la ficha AE-1. Indicando alturas de montaje, tipos de luminaria, potencia de las lámparas y secciones de los conductores instalados.
- Para nuevas acometidas, se aportará póliza de abono de la contratación, con la compañía suministradora, de la acometida eléctrica al centro de mando de alumbrado público y plano de situación.

CAPÍTULO 44.- INSTALACIONES ESPECIALES

Sección 1.^a

APARCAMIENTOS SUBTERRÁNEOS

ARTÍCULO 44.11.- INSTALACIONES EN APARCAMIENTOS SUBTERRÁNEOS(PCTG99)

1.- DEFINICIÓN

01.- Se entiende por aparcamiento subterráneo todo local destinado al estacionamiento de vehículos situado bajo la rasante del viario de acceso.

02.- Las prescripciones de este Artículo serán obligatorias para los aparcamientos subterráneos de uso público o de residentes.

2.- INSTALACIONES DE ELECTRICIDAD Y ALUMBRADO

2.1.- Generalidades

01.- Serán de aplicación las especificaciones y prescripciones recogidas en el Capítulo 61 "Instalaciones eléctricas de Baja Tensión", en tanto no contradigan las recogidas en el Apartado 2.2. del presente Artículo, prevaleciendo éstas en tal caso.

2.2.- Prescripciones Específicas

01.- Se deberá dotar a la instalación de un suministro de energía complementario con capacidad, al menos, para un tercio del alumbrado, la totalidad de los aparatos de control, la mitad de la ventilación y los sistemas de accesos de vehículos. El funcionamiento de estos servicios deberá quedar garantizado como mínimo durante tres horas (3 h), pudiendo optar por uno de los siguientes suministros complementarios:

- Conexión a un segundo transformador de una Compañía distinta de la que sirve el suministro normal.
- Conexión a un segundo transformador de la misma Compañía de suministro normal.
- Instalación de un grupo electrógeno de emergencia (únicamente en el caso de que las dos soluciones anteriores sean imposibles de realizar).

02.- Las canalizaciones serán vistas en todos los casos, pudiendo optar por bandejas portacables o tubos de protección metálicos o de PVC rígidos de las características definidas en el R.E.B.T.

03.- La sección mínima de los conductores será de uno coma cinco milímetros cuadrados (1,5 mm²).

04.- El aislamiento de los cables será de 0,6/1 KV para las derivaciones individuales y líneas entre cuadros eléctricos y de setecientos cincuenta voltios(750 V) para los circuitos de alimentación a receptores desde los cuadros parciales.

05.- La instalación de puesta a tierra dispondrá de una resistencia resultante no superior a diez ohmios (10Ω).

06.- Los interruptores diferenciales que cubren directamente los receptores serán de una sensibilidad mínima de treinta miliamperios (30 mA). Si existen varios interruptores diferenciales en cascada se asegurará la selectividad del sistema.

07.- La caída de tensión entre la caja general de protección y cualquier receptor no superará el tres por ciento (3%) para alumbrado y el cinco por ciento (5%) para fuerza.

08.- El factor de potencia mínimo admisible será de cero coma nueve (0,9), debiendo dotar a la instalación de medios adecuados para adaptarse a este valor en cualquier condición de funcionamiento.

09.- La instalación y equipos que se prevean en el volumen peligroso del aparcamiento cumplirán las prescripciones señaladas en el R.E.B.T para locales de riesgo.

10.- Se colocarán cierres herméticos en las canalizaciones que atraviesen los límites verticales u horizontales de los volúmenes peligrosos.

11.- Las tomas de corriente e interruptores se colocarán a una altura mínima de uno coma cincuenta metros (1,50 m) sobre el suelo, a no ser que presenten una cubierta especialmente resistente a las acciones mecánicas.

12.- El diseño y la distribución de luminarias se realizará de manera que se consigan como mínimo los siguientes niveles medios de iluminancia en el plano del suelo:

- Zonas de aparcamiento en general, de circulación y rampas: cien (100) Lux.
- Zonas de entrada: quinientos (500) Lux.

13.- Estos niveles de iluminancia deben mantenerse durante el día, pudiendo reducirse en los períodos nocturnos a cincuenta (50) Lux en todas las zonas, para lo que deberá disponerse de célula fotoeléctrica para el cambio de iluminación. El coeficiente de uniformidad, definido como el cociente entre la iluminancia mínima y la media, debe ser superior a cero coma veinticinco (0,25) en todo el aparcamiento.

14.- En las escaleras de acceso de peatones debe mantenerse un nivel de iluminancia medio de ciento cincuenta (150) Lux.

15.- La iluminancia vertical de columnas, muros, etc. a uno coma ocho metros (1,8 m) de altura sobre el suelo debe ser similar a la de los niveles horizontales antes indicados.

16.- Se dispondrá el alumbrado de emergencia recogido en las Normas Urbanísticas vigentes y en el R.E.B.T.

17.- El local destinado a albergar el grupo electrógeno dispondrá de vestíbulo estanco, con puertas metálicas de cierre automático y resistentes al fuego, impermeable y se instalará cortina de agua.

18.- En un local anexo al del guarda o vigilante se dispondrán los elementos indicativos del funcionamiento de esta instalación y cuadros generales que estará independizado del de guardería mediante elementos resistentes al fuego y con ventilación independiente.

19.- Los armarios destinados a contener los elementos que conforman las acometidas de la Compañía de suministro eléctrico se alojarán en los paramentos verticales de las rampas o escaleras, en la zona de acceso libre, y siempre por debajo de la rasante de la zona urbanizada de cubierta.

2.3.- Pruebas de recepción

01.- A la finalización del montaje de la instalación eléctrica deberán ser realizadas por el subcontratista correspondiente, bajo la supervisión de la Dirección Facultativa o la entidad de control de calidad designada, las siguientes comprobaciones mínimas de funcionamiento:

- Medidas de las resistencias de puesta a tierra.- Se realizarán medidas de todas y cada una de las tomas de tierra independientes existentes, incluyendo en su caso neutro y herrajes de transformadores, mediante el aparato adecuado. Los valores obtenidos deberán ser inferiores a los establecidos como límite en el R.E.B.T y en las especificaciones técnicas correspondientes, no superándose en ningún caso el valor de diez ohmios(10 Ω).
- Medidas de resistencias de aislamiento.- Se medirán las resistencias de aislamiento entre conductores activos y entre éstos y tierra en todos y cada uno de los circuitos interiores desde el cuadro general y los distintos cuadros parciales. Los valores obtenidos deberán estar de acuerdo con las exigencias del R.E.B.T, es decir, deberán ser superior a 1.000xU ohmios, siendo U la tensión de servicio con un mínimo de doscientos cincuenta mil ohmios (250.000 Ω).
- Medidas de rigidez dieléctrica.- Se realizarán mediante el aparato adecuado a una tensión de 2U + 1.000V (siendo U la tensión de servicio) durante un tiempo de un (1) minuto en derivación individual y líneas entre cuadro general y cuadros parciales.
- Intensidades de disparo de interruptores diferenciales.- Se establecerán las intensidades de disparo de todos y cada uno de los interruptores diferenciales instalados, provocando derivaciones a tierra a través de resistencias calibradas. Los resultados obtenidos deberán estar de acuerdo con la curva de actuación correspondiente (dato de fabricante).
- Continuidad de circuito de protección.- Como complemento a la comprobación descrita en el Apartado anterior se establecerá la continuidad del circuito de protección provocando derivaciones a tierra mediante muestreo en un veinte por ciento (20%) de las bases de enchufe y tomas previstas. En todos los casos deberá actuar correctamente el interruptor diferencial asociado al circuito que corresponda.
- Medidas de caída de tensión.- Se establecerán las caídas de tensión en las tres líneas que según cálculos de proyecto se consideran más desfavorables. Las medidas se realizarán entre el origen y el final de las líneas consideradas con un voltímetro de alta impedancia, en las condiciones de carga nominal. Los resultados obtenidos deberán cumplir las limitaciones de R.E.B.T, es decir tres por ciento (3%) en alumbrado y un cinco por ciento (5%) en fuerza.
- Alumbrado de emergencia.- Se comprobará el correcto funcionamiento de los equipos de emergencia ante fallos en el suministro, así como que su período de encendido resulte superior a una (1) hora.
- Grupo electrógeno.- Se comprobará la conmutación automática red-grupo y grupo-red, así como el mantenimiento de los parámetros de funcionamiento del grupo (presión, temperatura de aceite y temperatura de agua) a carga nominal durante un tiempo de una (1) hora.
- Protecciones de motores.- Se comprobará la actuación de las protecciones térmicas de motores, provocando una sobrecarga determinada y estableciendo el tiempo de

disparo correspondiente. Los resultados obtenidos deberán estar de acuerdo con la curva de actuación de la protección (dato del fabricante).

- Equilibrado de cargas.- Se establecerá en la alimentación al cuadro general el equilibrado de cargas, mediante medidas de las intensidades correspondientes en conductores activos (fase y neutro). La medida se realizará en las condiciones de máxima carga posible, considerándose adecuado el resultado si no existen diferencias entre fases superiores al veinte por ciento (20%) del valor de intensidad mínimo.
- Factor de potencia.- En las mismas condiciones indicadas en el Apartado anterior se establecerá el factor de potencia en cada fase, a la entrada del cuadro general, debiendo cumplirse con las limitaciones establecidas en las especificaciones de proyecto, no debiendo ser en cualquier caso inferior a cero coma nueve (0,9).

3.- INSTALACIONES DE PROTECCIÓN CONTRA-INCENDIOS

3.1.- Generalidades

01.- Serán de aplicación las especificaciones y prescripciones recogidas en el Capítulo 68 "Instalaciones de protección contra-incendios", en tanto no contradigan las recogidas en el Apartado 3.2. del presente Artículo, prevaleciendo éstas en tal caso.

3.2.- Prescripciones Específicas

01.- Se situarán alarmas de incendios en la caseta del vigilante y en cualquier otro lugar audible por otras personas, como puede ser las rampas de acceso.

02.- Los detectores de incendio serán termovelocimétricos o iónicos, según el criterio, de la Dirección de Servicios de Transportes y Aparcamientos, y actuarán sobre las alarmas correspondientes y cortinas de agua, si existiesen.

03.- Deberá existir al menos un hidrante de incendios en las proximidades de uno de los accesos al aparcamiento, debiendo ser, como mínimo de ochenta milímetros (80 mm) de diámetro. Los hidrantes se ajustarán a la "Normalización de Elementos Constructivos".

04.- Se dispondrán bocas de incendio equipadas (B.I.E.) en número tal que bajo su acción quede cubierta la totalidad de la superficie en planta, debiendo instalar, al menos, una boca en la proximidad de cada salida, con presión mínima en boquilla de tres kilogramos y medio por centímetro cuadrado (3,5 kg/cm²) y máxima de seis kilogramos por centímetro cuadrado (6,0 kg/cm²).

05.- La actuación de la Central detectora sobre las cortinas de agua será automática, actuando igualmente sobre los sistemas de ventilación forzada para detenerlos.

06.- Cuando la presión de suministro, en horas punta, de la red del Canal de Isabel II sea superior a diez kilogramos por centímetro cuadrado (10 kg/cm²) se dispondrá, entre el contador de suministro y la llave general de corte, una válvula reductora de presión que la limite a la especificada como máxima en la Ordenanza de Protección de Incendios.

07.- Se dispondrán areneros, extintores fijos y de carro de las características adecuadas y distribuidos uniformemente por las plantas del aparcamiento, en número tal que el recorrido por calles de circulación a uno de los extintores sea, como máximo, de quince metros

(15 m) o, alternativamente, uno por cada veinte (20) plazas de aparcamiento.

08.- Los extintores serán de una eficacia mínima de 21A-113B.

3.3.- Pruebas de recepción

01.- A la finalización del montaje de las instalaciones de protección contra incendios, deberán ser realizadas por el contratista, bajo la supervisión de la Dirección Facultativa o la entidad de control de calidad designada, las siguientes comprobaciones mínimas de funcionamiento:

- Detectores de incendios.- Se comprobará el funcionamiento de los detectores de incendio provocando su actuación y verificando la correcta respuesta de la centralita de incendios. Se establece un muestreo mínimo del veinte por ciento (20%) de los detectores instalados y al menos dos (2) por cada bucle.
- Pulsadores de alarma.- Se provocará la actuación de los pulsadores de alarmas comprobando que se producen las señalizaciones correspondientes en la central de incendios. El nivel de muestreo se establece en el veinte por ciento (20%) del total de pulsadores con un mínimo de dos (2) por cada bucle.
- Central de señalización y control.- Se comprobarán los siguientes aspectos:
 - Que en el caso de fallo de red se conmuta automáticamente la alimentación de baterías, produciéndose señales visuales y acústicas de tal fallo.
 - Que se indica en la central la zona de incendio mediante indicación luminosa.
 - Que ante la detección de un incendio la central actúa sobre los sistemas fijos de extinción correspondientes, en su caso.
- Estanquidad de las redes hidráulicas.- Se realizarán pruebas de estanquidad en las redes de tuberías de las bocas de incendio equipadas y de los hidrantes de incendios. Se someterá la instalación a una presión igual a la de servicio más tres coma cinco kilogramos por centímetro cuadrado (3,5 kg/cm²), con un mínimo de diez kilogramos por centímetro cuadrado (10 kg/cm²). Esta presión deberá mantenerse durante dos (2) horas sin que se produzcan fugas de agua.
- Condiciones de funcionamiento del grupo de presión.- Se realizarán pruebas de funcionamiento conforme al Apartado 6 de la "Regla Técnica para el Abastecimiento de Agua Contra Incendio" del CEPREVEN, en lo que respecta al establecimiento de la curva característica de la bomba principal o bombas principales, régimen de giro del motor, potencia absorbida y actuación de automatismos de arranque y señalización de alarmas.
- Caudal en boca de incendio más desfavorable.- Se pondrán en funcionamiento dos (2) bocas de incendio de manera que la instalación se encuentre en las condiciones hidráulicamente más desfavorables, comprobando que se obtienen los caudales de doscientos litros por minuto (200 l/min) en funcionamiento simultáneo de B.I.E., como mínimos dentro del margen de presiones de la Ordenanza de Prevención de Incendios.

4.- INSTALACIÓN DE FONTANERÍA

4.1.- Generalidades

01.- Serán de aplicación las especificaciones y prescripciones recogidas en el Capítulo 63 "Instalaciones de Fontanería y Saneamiento" en tanto no contradigan las recogidas en el Apartado 4.2. del presente Artículo, prevaleciendo éstas en tal caso.

4.2.- Prescripciones Específicas

01.- El contador general se ubicará en un armario de dimensiones apropiadas en cualquiera de las rampas o escaleras, en la zona de acceso libre, y siempre por debajo de la rasante de la zona urbanizada de cubierta.

02.- La instalación que discurra por las zonas de aparcamiento podrá ser de acero galvanizado con calidad DIN 2440 o de cobre, e irá vista por el aparcamiento y aislada con aislamiento de espesor mínimo cinco centímetros (5 cm).

03.- La instalación interior en núcleos de aseos podrá ser de los mismos materiales definidos anteriormente y estará dispuesta en rozas o vista. Las tuberías dispuestas en rozas se protegerán con tubo de PVC flexible y las vistas se aislarán según lo marcado en el punto anterior.

04.- En la entrada de cada núcleo se dispondrán llaves de corte para sectorización.

05.- Antes de cada aparato sanitario se dispondrán llaves de corte de escuadra.

4.3.- Pruebas de recepción

01.- Durante la ejecución de la instalación se efectuarán pruebas parciales de estanquidad en tuberías a una presión de 1,5 veces la presión de servicio, incluidas las presiones punta con un mínimo absoluto de doce kilogramos por centímetro cuadrado (12 kg/cm²) durante dos (2) horas, no debiendo producirse fugas en este tiempo. Una vez finalizada la instalación se realizarán además las siguientes pruebas:

- Una prueba de estanquidad del conjunto de la instalación a una presión de vez y media la presión de servicio. Transcurrido un tiempo de dos (2) horas no deberán apreciarse fugas en la instalación.
- Se abrirán distintos puntos de consumo para conseguir los caudales simultáneos previstos en el proyecto. En estas condiciones se medirán los caudales en varios grifos, debiendo ajustarse a los especificados en la normativa vigente.
- Durante la comprobación señalada en el Apartado anterior se comprobará que el grupo de presión puede mantener el caudal de servicio. Se comprobará además el funcionamiento de las protecciones térmicas y diferencial del grupo, así como que los presostatos actúan correctamente.

5.- INSTALACIÓN DE SANEAMIENTO

5.1.- Generalidades

01.- Serán de aplicación las especificaciones y prescripciones recogidas en el Capítulo 63 "Instalaciones de Fontanería y Saneamiento" en tanto no contradigan las recogidas en el Apartado 5.2. del presente Artículo, prevaleciendo éstas en tal caso.

5.2.- Prescripciones Específicas

01.- La pendiente mínima de los tramos horizontales será de uno coma cinco por ciento (1,5 %) y como máximo del cuatro por ciento (4 %) y la sección será de un diámetro de trescientos milímetros (\varnothing 300 mm), como mínimo.

02.- En las redes enterradas se dispondrán arquetas registrables en todos los cambios de dirección, a pie de las bajantes y en cualquier derivación, así como en los tramos rectos cada veinte metros (20 m) como mínimo.

03.- En los tramos horizontales colgados se dispondrán registros en los tramos rectos en número suficiente para poder acceder a cualquier posible obstrucción.

04.- Las bajantes descargarán en la red de saneamiento horizontal por medio de arquetas sifónicas de medidas y modelo normalizado según NTE-ISS.

05.- Los materiales utilizados deben garantizar una total estanquidad de la red de saneamiento.

06.- Los tubos serán de PVC para las distribuciones colgadas del techo y del mismo material o de hormigón centrifugado para las distribuciones enterradas.

07.- Antes de la conexión a la red de saneamiento exterior deberá disponerse un pozo separador de grasas y lodos.

08.- Si no hubiere cota suficiente para el vertido directo a la red general, se instalará un pozo de bombeo realizado en hormigón armado con capacidad suficiente para acumular el vertido de al menos una (1) cortina de incendios (si existiese), dos (2) B.I.E. y un (1) aseo vertiendo durante dos (2) horas.

09.- Se dispondrán sumideros sifónicos en los cuartos de maquinaria y de cuadros eléctricos.

10.- Las bajantes se situarán en las divisorias de plazas o en zonas en que éstas no existan.

11.- En el supuesto de que exista afluencia de agua del nivel freático, se aforará durante la obra, y si su caudal fuera tal que el pozo de bombeo no pudiera acumular el aportado durante veinticuatro (24) horas, se instalará una bomba adicional de motor diesel.

12.- Se dotará a cada planta de un sistema de canaletas perimetrales y sumideros, capaces de evacuar por gravedad o por medios mecánicos el caudal de agua máximo previsto para la extinción de un incendio y para cualquier eventual entrada de agua por los muros perimetrales, tales como rotura de canalizaciones externas próximas.

13.- Se dotará también a cada planta de un mínimo de dos grifos que en ningún caso serán utilizados para baldeo de la planta o lavado de los vehículos, para lo que se colocará el cartel indicador oportuno.

5.3.- Pruebas de recepción

01.- Para la recepción de las instalaciones de saneamiento se realizarán distintas comprobaciones durante la ejecución de las mismas y una vez finalizadas, según se detalla a continuación:

- Pendiente de la red horizontal.- Se medirán las pendientes de cada tramo entre dos arquetas si se trata de una red enterrada y entre puntos singulares si es suspendida. Los valores resultantes deben ajustarse a lo especificado en el proyecto, no debiendo ser inferior en ningún caso al uno coma cinco por ciento (1,5%).
- Estanquidad de la red horizontal.- Se llevarán a cabo pruebas de estanquidad en la totalidad de la red horizontal por tramos que no excedan en ningún caso de cincuenta metros (50 m) de longitud total de tubería. La presión de prueba no será superior a uno coma cinco metros de columna de agua (1,5) m.c.a. en el punto más elevado, no admitiéndose fugas. Esta comprobación se llevará a cabo en el caso de que la red sea enterrada antes de cubrir las tuberías, para poder inspeccionar las juntas, las conexiones y los propios tubos durante la misma.
- Evacuación.- Se producirán vertidos de agua en distintos puntos de la instalación, comprobando que no se producen acumulaciones.
- Grupos de bombeo.- Se comprobarán los automatismos de arranque y parada de los grupos de bombeo, así como el funcionamiento de los relés térmicos de protección de los motores. Si es posible ubicar la red horizontal o parte de ella se estimarán los caudales proporcionados por los equipos de bombeo, comparándolos con los especificados en el proyecto.

6.- INSTALACIONES DE VENTILACIÓN Y DETECCIÓN DE MONÓXIDO DE CARBONO

6.1.- Generalidades

01.- Serán de aplicación las especificaciones y prescripciones recogidas en el Capítulo 65 "Instalaciones de Climatización y Ventilación" en tanto no contradigan las recogidas en el Apartado 6.2. del presente Artículo, prevaleciendo éstas en tal caso.

6.2.- Prescripciones Específicas

01.- En las zonas accesibles al público deberá asegurarse un nivel de ventilación mínimo de siete (7) renovaciones/hora del volumen de cada local.

02.- En cualquier caso, cualquier estancia cerrada en el interior del aparcamiento deberá estar dotada de la correspondiente ventilación con un capacidad de quince metros cúbicos por hora (15 m³/h) por metro cuadrado (m²) de superficie.

03.- El caudal total de ventilación exigido anteriormente se repartirá entre dos dispositivos de ventilación por planta, como mínimo.

04.- El local destinado al grupo electrógeno dispondrá de ventilación natural e independiente.

05.- Los vestíbulos previos de ascensores y escaleras dispondrán de ventilación natural separada de otros sistemas de ventilación.

06.- Los huecos de ventilación natural se dimensionarán considerando una superficie útil de ventilación de veinticinco centímetros cuadrados (25 cm²) por cada metro cuadrado (m²) de superficie construida en dicha planta.

07.- La evacuación natural de humos deberá ser independiente para cada planta y se efectuará mediante conductos o "patios de ventilación" de uso exclusivo, diseñados de forma que no permitan la propagación del incendio entre plantas.

08.- La ventilación forzada dispondrá de interruptores independientes para cada planta que permitan la puesta en marcha de los ventiladores. Dichos interruptores estarán situados en un lugar de fácil acceso y debidamente señalizado.

09.- La ventilación forzada deberá garantizar el funcionamiento de todos sus componentes durante noventa (90) minutos a una temperatura de cuatrocientos grados centígrados (400°C).

10.- Con ventilación natural o forzada, ningún punto estará situado a más de veinticinco metros (25 m) de distancia de un hueco o punto de extracción de humos.

11.- Los dispositivos de ventilación se dispondrán en la planta a la que sirvan en cuartos separados para cada dispositivo; se situarán lo más próximos al centro geométrico de la zona correspondiente y de forma que la diferencia entre las pérdidas de carga de los distintos ramales no exceda del cinco por ciento (5 %).

12.- La chimenea de ventilación se dimensionará de forma que pueda evacuar simultáneamente los caudales de ventilación de al menos dos (2) plantas sin producir velocidades de salida por rejilla que excedan de cuatro metros por segundo (4 m/s) sin que en ningún caso la sobrepresión produzca el revoco del caudal de una zona a otra.

13.- La chimenea dispondrá de puerta de paso de hombre en la planta más profunda, y contará, en su interior, con una escalera protegida de tres partes por metro lineal, con objeto de permitir un adecuado mantenimiento.

14.- La chimenea de salida de ventilación forzada deberá tener una altura mínima desde la superficie pisable de dos coma cinco metros (2,5 m), si la descarga de aire se efectúa en una zona peatonal, y estará protegida horizontalmente en un radio de la misma dimensión. Además, deberá encontrarse alejada diez metros (10 m) de cualquier hueco o abertura de las construcciones colindantes.

15.- Si la salida al exterior coincidiera con calzada pública de rodadura de vehículos, se resolverá con rejilla tipo "Tramex" galvanizada, desmontable por paneles no mayores de medio metro cuadrado (0,50 m²) cada uno, apoyados en estructura metálica mediante elementos elásticos que absorban el impacto de la rodadura de vehículos sin hacer ruido, y ancladas con tornillos y tensores. El mismo tratamiento se dará a las ventilaciones naturales. Cualquier punto de esta rejilla estará alejado más de dos metros y medio (2,5 m) de zona pisable por peatones.

16.- Se dispondrán equipos de detección automática de monóxido de carbono en servicio permanente, que actuarán sobre el sistema de ventilación mecánica cuando se sobrepase el límite máximo admitido. Se dispondrán en número no inferior a un equipo por cada trescientos metros cuadrados (300 m²) de superficie. El sistema de ventilación mecánica deberá quedar desconectado automáticamente en caso de incendio, mediante interconexión con la Central de incendios.

17.- Los detectores de monóxido de carbono se adaptarán a las exigencias de las Normas UNE 23300-84 y 23301-88 y deberán estar homologados.

6.3.- Pruebas de recepción

01.- Una vez finalizados los trabajos de ejecución de la instalación de ventilación y detección de monóxido de carbono, deberán llevarse a cabo por parte del subcontratista correspondiente una serie de comprobaciones sobre el funcionamiento conjunto de los distintos componentes. Estas pruebas se realizarán bajo la supervisión de la Dirección Facultativa o la entidad de control de calidad designada, debiendo comprobarse como mínimo lo siguiente:

- Ventiladores.- Se medirá, en condiciones normales de funcionamiento, el caudal de aire de todos los ventiladores de extracción, comprobándose su correspondencia con los especificados en el proyecto. Se medirá igualmente la potencia eléctrica consumida por los motores debiendo ser inferior a la nominal correspondiente en cada caso. Asimismo se comprobará que el régimen de giro del ventilador coincide con el especificado en el proyecto. Si el sistema planteado dispone de dos velocidades de funcionamiento (ventilación permanente más baja y ventilación superior ante la detección de CO) se repetirán las comprobaciones antes indicadas en ambos casos. Por último, se comprobará el funcionamiento de las protecciones térmicas de los motores y de los interruptores diferenciales de la instalación.
- Redes de conductos.- Se comprobará el equilibrado de la red de conductos realizando medidas del caudal de aire aspirado en el veinte por ciento (20%) de las rejillas.
- Detectores de CO.- Se comprobará el funcionamiento de los detectores de CO provocando su actuación y verificando que en la central se produce la señalización correspondiente. El nivel de muestreo se establece como mínimo en el veinte por ciento (20%) del total de detectores.
- Central de detección de CO.- Se comprobarán los siguientes aspectos:
 - Que en un primer escalón valores de CO comprendidos entre cincuenta (50) ppm y cien (100) ppm la central pone en funcionamiento el extractor o extractores correspondientes a la zona donde se ha detectado el exceso de monóxido de carbono. Esta comprobación se llevará a cabo en todas y cada una de las zonas independientes.
 - Que en un segundo escalón niveles de CO superiores a cien (100) ppm la central provoca las alarmas ópticas y acústicas correspondientes.
- Niveles de ruido.- Se medirán los niveles en el interior del aparcamiento, no debiendo superar el valor de sesenta (60) dBA. Se realizarán igualmente medidas de los niveles de ruido en el exterior, debiendo cumplirse las exigencias de la Ordenanza Municipal sobre Protección del Medio Ambiente contra la Emisión de Ruidos y Vibraciones.
- Sistemas de impulsión de aire.- En el caso de que se impulse aire en el interior del aparcamiento, se efectuarán sobre el sistema comprobaciones similares a las descritas en los Apartados anteriores.

7.- SEÑALIZACIÓN PARA EVACUACIÓN.

7.1.- Normativa

01.- Con carácter general se cumplirán las siguientes Normas:

- Norma Básica de la Edificación sobre condiciones de protección contra-incendios en los edificios NBE-CPI-96.
- UNE 23033-8-81. Seguridad contra-incendios. Señalización.
- UNE 23034-88. Seguridad contra-incendios. Señalización de seguridad. Vías de evacuación.
- UNE 81501-81. Señalización de seguridad en los lugares de trabajo.

7.2.- Prescripciones Específicas

01.- Las salidas de recintos, plantas o edificio estarán señalizadas.

02.- Deben disponerse señales indicativas de dirección de los recorridos que deben seguirse desde todo origen de evacuación hasta un punto desde el que sea directamente visible la salida o la señal que la indica.

03.- Las puertas que no sean de salida y que puedan inducir a error en la evacuación, deberán señalizarse con la señal correspondiente dispuesta en lugar fácilmente visible, y próxima a la puerta.

04.- Deberán señalizarse los medios de protección contra-incendios de utilización manual.

8.- MEDICIÓN Y ABONO

01.- La medición y abono de cada una de las unidades de obra se ajustará a lo establecido en los Artículos correspondientes de este Pliego, y, en su defecto, a lo que disponga el correspondiente Proyecto de Construcción.

Sección 2.^a

TÚNELES

ARTÍCULO 44.20.- GENERALIDADES.

01.- Todas las instalaciones de túneles deben cumplir la legislación vigente.

02.- La explotación de un túnel exige la implantación de una serie de instalaciones fijas que aseguren, tanto para los usuarios como para las propias infraestructuras, el adecuado nivel de servicio y seguridad ya sea durante el régimen normal de servicio como en situaciones excepcionales (accidentes, incendio...)

03.- Las especificaciones que figuran en este PCTG tienen por objeto fijar las condiciones mínimas que deben tener dichas instalaciones fijas.

04.- En dicho PCTG se diferencian dos tipos de túneles:

- De uso exclusivo para peatones o Tipo 0.
- De vehículos.

05.- Se diferencian dos tipos de túneles de vehículos:

- Tipo I: Túneles urbanos de longitud igual o inferior a 200 metros.
- Tipo II: Túneles urbanos de longitud superior a 200 m que requieren de instalaciones fijas específicas y centralizadas en un centro de control. Para este tipo de túnel urbano será preceptiva la redacción de un Manual de Explotación.

Para esta clasificación, se ha considerado como longitud de túnel a la longitud máxima de la parte cubierta del túnel, es decir sin tener en cuenta la longitud de las rampas abiertas en los accesos.

06.- Se entiende por túnel urbano, a efectos de este PCTG, a aquel paso inferior de vehículos en la ciudad, que por sus características requiere de ciertas instalaciones de seguridad, además del alumbrado, es utilizado para la agitación del tráfico urbano ubicándose dentro de la ciudad.

07.- Se entiende por servicio normal de un túnel, al modo de funcionamiento de las diferentes instalaciones en condiciones para las que han sido diseñadas.

08.- Se entiende por servicio complementario o de seguridad de un túnel, al modo de funcionamiento de las diferentes instalaciones cuando la acometida diseñada para servicio normal falla y el suministro de energía eléctrica se hace través de una segunda acometida o en su defecto grupos electrógenos y de alimentación ininterrumpida (SAI).

ARTÍCULO 44.21.- NORMATIVA TÉCNICA.

Se deberán tener en cuenta la siguiente normativa de referencia sobre seguridad en los túneles:

- ORDEN de 28 de julio de 2005, de la Consejería de Transportes e Infraestructuras, por la que se aprueba la Instrucción para el proyecto, construcción y explotación de obras subterráneas para el transporte terrestre en el ámbito de la Comunidad de Madrid.
- REAL DECRETO 635/2006 de 26 de mayo, sobre requisitos mínimos de seguridad en los túneles de carreteras del Estado.

El articulado coincidente de estas dos normativas que figura en este Pliego será el más restrictivo de entre ellas.

Además, las normativas sectoriales básicas que se tendrán en cuenta en todo proyecto de actualización, ampliación e instalación de un paso inferior, serán:

- Orden de 16 de julio de 1987 por la que se aprueba la norma 8.2-IC "Marcas viales" de la Instrucción de Carreteras.
- RD 842/2002 Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión y sus Instrucciones Técnicas complementarias.
- Ordenanza de Protección de la Atmósfera Contra la Contaminación por Formas de Energía (BAM 24 Jun.2004; Concejalía de Gobierno de Medio Ambiente).
- RD 2267/2004 Reglamento de Seguridad contra Incendios en los Edificios Industriales.
- RD 314/2006 CTE (Código Técnico de la Edificación).
- RD 1027/2007 Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios.
- RD 223/2008 de 15 de febrero, por el que se aprueban el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas eléctricas de alta tensión y sus instrucciones técnicas complementarias.
- Prescripciones preventivas a considerar en relación con el acceso a los Centros de Transformación situados en los pasos a distinto nivel del Ayuntamiento de Madrid {junio 2012 A. G. Medio Ambiente, Seguridad y Movilidad. D.G de Vías y Espacios Públicos}
- Orden Circular 33/2013 sobre manual de explotación de los túneles de la Red de Carreteras del Estado.
- RD 337/2014 Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en centrales eléctricas, subestaciones y centros de transformación, y sus Instrucciones Técnicas complementarias.
- Orden FOM 534/2014, de 20 de marzo de 2014 por la que se aprueba la norma 8.1-IC, Señalización vertical, de la Instrucción de Carreteras.

- Normalización de Elementos constructivos del Ayuntamiento de Madrid (NECOU).
- Orden Circular 36/2015, de 24 de febrero, sobre criterios a aplicar en la iluminación de carreteras a cielo abierto y túneles. Tomos I y II.
- Orden FOM/273/2016, de 19 de febrero de 2016, por la que se aprueba la Norma 3.1IC "Trazado" de la Instrucción de Carreteras.
- Real Decreto 513/2017: Reglamento de instalaciones de protección contra incendios.

ARTÍCULO 44.22.- INSTALACIONES EN TÚNELES.

1.- GENERALIDADES.

01.- Para el diseño de las instalaciones fijas en túneles, y teniendo en cuenta la tipología de túnel establecida en el artículo 44.20, se atenderá como mínimo a los siguientes parámetros propios más significativos:

- Longitud del túnel.
- Número de tubos.
- Número de carriles.
- Geometría de la sección transversal.
- Pendiente.
- Tipo de construcción.
- Tipo de tráfico (unidireccional o bidireccional).
- Volumen de tráfico por tubo.
- Riesgo de congestión diaria.
- Tiempo de acceso de los servicios de emergencia.
- Presencia y porcentaje de vehículos pesados.
- Características de las vías de acceso.
- Velocidad máxima autorizada.
- Medio geográfico y climatológico.

02.- Cuando un túnel tenga características especiales en relación con los parámetros propios citados, deberá llevarse a cabo un análisis de riesgos para conocer si son medidas adicionales de seguridad o equipamiento complementario para garantizar un adecuado nivel de seguridad de acuerdo a lo establecido en el Real Decreto 635/2006.

03.- En pasos inferiores de uso exclusivo para peatones se requerirá la instalación de alumbrado permanente, pudiendo requerir otras instalaciones específicas según su diseño.

04.- Las instalaciones requeridas como mínimo en función del tipo de túnel para vehículos son las siguientes:

- Tipo I: Instalación de alumbrado permanente, de refuerzo, de seguridad y de emergencia-guiado.

- Tipo II: Todas las instalaciones aplicables y recogidas en el artículo 44.22 del presente PCTG.

05.- Para túneles destinados al paso conjunto de vehículos y peatones se requerirán las instalaciones fijas para Tipo I o Tipo II en función de la longitud y tipo de túnel urbano.

06.- Todo equipamiento, algoritmo de control, plan de señalización, escenario de actuación o cualquier otro sistema o metodología para la gestión, explotación y control de los elementos de seguridad o funcionamiento del túnel dispondrán de un protocolo de comunicaciones abierto y configurable que permita su integración, visualización y manejo desde la aplicación PLATAforma de control de TUNeles municipal (PLATUN) o sistema abierto equivalente.

07.- El acceso a los cuartos técnicos, de control y de equipamientos se diseñará de manera prioritaria para su acceso desde el exterior del túnel y en el supuesto que no sea factible se

dispondrá de un espacio en las adecuadas condiciones de seguridad y comodidad para estacionar los vehículos de mantenimiento por medio de un sobreeschicho o apartadero.

08.- Los siguientes equipamientos en el supuesto de existir en el diseño del túnel dispondrán de su habitáculo independiente, disponiendo todos ellos de un sistema de control de accesos con registro de los datos, detectores de presencia y cámaras para su visión en tiempo real y grabación desde el centro de control de túneles.

- Cuarto técnico de sistema
- Cuarto de Centro de Transformación
- Cuarto de baja tensión, condensadores, centros de mando
- Cuarto de grupo electrógeno
- Cuarto de grupo de presión y aljibes
- Cuarto de comunicaciones servicios de emergencia y operadoras.
- Aseo, con visión de cámara desde el exterior.

2.- INSTALACIÓN ELÉCTRICA

01.- Se deberá proveer de una instalación eléctrica que suministre energía a todas las instalaciones fijas del túnel en condiciones normales de funcionamiento y en los casos en los que la demanda de energía se pueda ver incrementada debido a un incidente externo.

02.- La instalación eléctrica debe estar correctamente dimensionada para que la simultaneidad de uso de los receptores sea 1.

03.- Para túneles de Tipo II y con el objetivo de asegurar el suministro eléctrico ante faltas de alimentación en la red, la instalación deberá disponer de un suministro complementario o de seguridad según el Artículo 10 del REBT.

04.- Se exige que el cable a emplear en toda la red de distribución de Baja Tensión de los túneles sea unipolares, de cobre, tipo SZ1-K (AS+), de tensión asignada 0,6/1 kV. Además, debe mantener el suministro antes y después del incendio siendo "Resistente al fuego" conformes a la norma UNE-EN 50200 y teniendo emisión de humos y opacidad reducida. Los cables con características equivalentes a la norma UNE 21123 partes 4 o 5, apartado 3.4.6, cumplen la prescripción de humos y opacidad reducida.

05.- La canalización de la alimentación principal se debe realizar mediante tubos de polietileno de alta densidad y discurrirán enterrados bajo el pavimento. Se permitirán otras soluciones siempre y cuando quede justificado técnicamente.

06.- Para los circuitos del túnel de alumbrado y otras instalaciones, la canalización de los conductores puede realizarse mediante bandejas situadas en los hastiales del tubo. Las bandejas podrán ser metálica o de PVC, no deben permitir la retención de agua y deben accesible para las labores de conservación. Las bandejas metálicas estarán galvanizadas según R.D. 2531/1985 y UNE EN ISO 1461. Las bandejas de PVC tendrán un grado de reacción al fuego M1, según la Norma UNE 23727. La clasificación y la reacción al fuego de las bandejas se ajustarán a los aspectos señalados en la Norma UNE EN 61537.

07.- Los circuitos destinados al alumbrado de seguridad y evacuación, sistemas de protección contra incendios (PCI) y sistemas de control y comunicación, deberán discurrir por bandejas independientes a los otros circuitos.

08.- En los túneles la red de tierras se realizará con conductor de tensión asignada 450/750 V, con aislamiento de color verde-amarillo y sección de 35 mm² discurrirá junto al resto de conductores en la bandeja de cada muro y comunicará en cada extremo con arqueta y placa de tierra normalizada. Las derivaciones a las luminarias se realizarán con bornes de presión sin pelar ni cortar el cable y con derivaciones del mismo tipo de conductor y de 2,5 mm² de sección.

09.- Se deberá disponer de tomas de corriente trifásica y monofásica a lo largo de la longitud del túnel, así como en los cuartos técnicos.

2.1.- Acometidas eléctricas.

01.- Todos los túneles de tipo II, dispondrán de un doble circuito de suministro que se efectuará por diferentes compañías suministradoras, en el supuesto de no existir líneas de diferentes suministradoras en la zona a una distancia menor a 500 metros medidos por viario público, se podrá obtener el doble suministro de la misma compañía, pero certificando que provienen de diferentes subestaciones de línea de alta tensión.

02.- Para túneles de longitud superior a 500 metros la doble acometida también dispondrá de doble entrada por cada una de las bocas del túnel, disponiéndose los dobles cuartos de transformadores en las longitudes del 20% del primer y último tramo del túnel.

03.- Siempre y cuando se justifique técnicamente la imposibilidad de disponer de una segunda acometida duplicada y se autorice por parte de los órganos competentes del Ayuntamiento de Madrid, se dispondrá de un grupo electrógeno.

04.- Los circuitos eléctricos, los de medida y los de control estarán diseñados de tal manera que un fallo local, por cualquier causa, no afecte a los circuitos que no hayan sufrido daños.

2.2.- Centros de transformación.

01.- Cuando sea requerido por proyecto y con el objetivo de asegurar el suministro eléctrico ante faltas de alimentación en la red, se dispondrá de más de un centro de transformación distribuido a lo largo del túnel.

02.- La conexión entre los diferentes centros de transformación se realizará preferiblemente en anillo.

03.- Los centros de transformación deben estar preparados para permitir la conexión de los sistemas de alimentación ininterrumpida o de los grupos electrógenos a la red mediante celdas de media tensión. La conexión se realizará mediante un transformador elevador.

04.- En túneles con más de un Centro de Mando, y que exista más de un transformador próximo a los mismos, el suministro de energía se realizará desde dos transformadores distintos, salvo circunstancias que lo hagan inviable.

2.3.- Cuadros Eléctricos de Baja Tensión

01.- Los Cuadros de Baja Tensión deberán cumplir unos estándares mínimos de calidad, definidos por las Normativas internacionales. Dado que se trata de una instalación interior que será atendida por personal especializado, se considera necesario que los Cuadros de Baja

Tensión tengan un Grado de Protección mínimo de IP 55, e IK 08, definidos por las normas IEC 60529:1989 y UNE-EN 60529:2018.

02.- Se considera necesario que los Cuadros de Baja Tensión a instalar respeten los requerimientos generales de todas las instalaciones previstas para los proyectos en estudio. Estas características principales serán robustez, modularidad, homogeneidad y fiabilidad.

03.- Dado que los Cuadros de Baja Tensión se instalarán en el interior de Cuartos Técnicos, con acceso restringido al personal de mantenimiento de la instalación, no será necesario prever un grado especial de protección para ellos. Si deberán proporcionar una robustez suficiente como para garantizar su durabilidad en el tiempo. El fabricante de los Cuadros de Baja Tensión proporcionará al instalador los correspondientes certificados de calidad de los materiales empleados en la construcción de embarrados, armadura, envolvente y aparamenta.

04.- Todo cuadro deberá cumplir los ensayos tipo definidos en las normas CEI 61439-2: 2011, UNE-EN 61439-2:2012, IEC 60529:2018 y UNE-EN 60529:2018:

- Control de los calentamientos.
- Propiedades dieléctricas.
- Resistencia a los cortocircuitos.
- Eficacia del circuito de protección.
- Distancias de aislamiento y líneas de fuga.
- Funcionamiento mecánico.
- Verificación del IP.

05.- Las envolventes deberán cumplir las siguientes prescripciones:

- Tensión asignada de aislamiento del juego de barras principal: 1000 V.
- Intensidad asignada de empleo máxima: In 4000 A.
- Corriente asignada de cresta admisible: Ipk 187 kA.
- Corriente asignada de corta duración admisible: Icw 85 kA ef/1 s.
- Frecuencia 50/60 Hz.
- Los armarios metálicos estarán pintados con resinas poliéster-epoxi con un espesor mínimo 60 micras. El espesor mínimo de chapa para la envolvente será de 1,4 mm. y de 2 mm para la puerta.
- Las puertas de la envolvente no deberán tener una anchura superior a 0,9 m., y dispondrán de bisagras verticales de tipo desmontable por elevación, con un ángulo de apertura mínimo de 95°.
- Serán desmontables.
- Asociables en anchura y profundidad.
- Grado de protección mínimo: IP55: con revestimiento IP55.
- Grado de protección contra los choques mecánicos: IK10 con puerta IP55.
- Las rejillas de ventilación dispondrán de filtro sintético antipolvo tipo G3 M1.
- Las condiciones mínimas de servicio serán de -5°C a +40°C.
- La aparamenta se instalará detrás de una tapa de protección permitiendo la actuación en la maneta de maniobra.
- Como norma general todos los cuadros se dispondrán en el suelo sobre bancada, evitando en lo posible la instalación sobre pared, y serán accesibles por su parte frontal y posterior para su mantenimiento.
- Todos los armarios independientemente de su grado de protección IP dispondrán de tejadillo.
- Todo el cableado de entrada y salida a los cuadros discurrirá por la parte inferior del mismo.

- Todas las conexiones de los Cuadros Generales deberán ser visibles para la realización de las pruebas de inspección de componentes y sistema mediante cámara termográfica.
- Se dispondrán borneros de conexión hasta 50 mm² de sección del cableado y terminales en las secciones de orden superior.
- Todos los armarios dispondrán de un 30% de reserva en previsión de futuras ampliaciones. Esta reserva se dispondrá en cada una de las secciones o módulos del cuadro. Estos espacios de reserva permanecerán libres y no se ocuparán por cables, canales ni otros equipos.
- Todos los armarios dispondrán de una bolsa portadocumentación, conteniendo el esquema unifilar de baja tensión del citado cuadro, el esquema general de Baja Tensión identificando el cuadro correspondiente dentro de la instalación general y el esquema de ubicación del cuadro en la sala.
- Toda la instalación deberá estar correctamente señalizada y deberá disponer de las advertencias e instrucciones necesarias de modo que se impidan los errores de interrupción, maniobras incorrectas, y contactos.

05.- Se considera necesario que cada Cuadro de Baja Tensión disponga de un conductor de protección independiente y exclusivo, acorde con la normativa IEC 61439-1:2011 y UNE EN 61439-1:2012 en cuanto a capacidad para soportar esfuerzos térmicos y electrodinámicos de la corriente de defecto a tierra. El método de cálculo del conductor de protección se define en esta normativa como:

$$S_{PE} = \sqrt{(I_2 \cdot t)} / k$$

Donde:

- S_{PE}: sección del conductor de protección en mm²
- I₂: valor de la corriente de defecto fase/tierra, igual a un 60% de la corriente de defecto fase/fase.
- t: tiempo de paso de la corriente de defecto en segundos.
- k: coeficiente que depende de la naturaleza del material (143 para un conductor de cobre aislado con PVC)

06.- Este conductor de protección debe estar conectado a la puesta a tierra general del Cuadro de Baja Tensión, y se deberá tener en cuenta que cada borna del conductor sólo admitirá un único cable. Ningún aparato deberá ser intercalado en el conductor de protección. Las masas de los equipos a unir con los conductores de protección no deben ser conectadas en serie en un circuito de protección.

07.- Con el fin de mantener la equipotencialidad del conjunto del Cuadro de Baja Tensión, todas las puestas a tierra de los dispositivos individuales deberán estar conectadas con el conductor de protección del conjunto.

08. - Adicionalmente, la puesta a tierra de partes móviles y puertas de acceso deberá cumplir con la normativa expresada en IEC 60364-5-54:2011 y UNE-HD 60364-5-54:2015.

09.- Todo Cuadro de Baja Tensión deberá estar suficientemente compartimentado como para asegurar independencia de los diferentes equipos y circuitos instalados en su interior. Las separaciones en el interior de un Cuadro de Baja Tensión serán acordes a las definidas en las normas IEC 61439-1:2011 y UNE EN 61439-1:2012. El grado de protección mínimo de la separación será IP2X.

10.- La protección contra contactos directos se garantizará con una compartimentación adecuada de los distintos elementos que conformen el Cuadro de Baja Tensión.

Adicionalmente se recomienda utilizar cubrebornas aguas arriba del aparato de salida, así como compartimentación aguas arriba del dispositivo.

11.- De acuerdo a la norma UNE-EN 61439-1:2012 en el apartado 9.2 se fijan los límites de calentamiento. Partiendo de una temperatura media del aire ambiente (TA) de 35°C fija en 30°C el límite de calentamiento (LC) para envolventes y cubiertas exteriores metálicas accesibles con lo cual la temperatura máxima de la envolvente metálica de un cuadro no puede ser superior a 65°C.

Para garantizar estas condiciones de trabajo la temperatura ambiente de las salas de baja tensión no deberá superar los 25°C.

12.- Será necesario instalar equipos analizadores de redes en cabecera de los cuadros indicados a continuación, con el fin de monitorizar los valores eléctricos más relevantes.

- Cuadros Generales de Protección
- Cuadros de alumbrado túnel
- Cuadros de ventilación de túnel
- Cuadro de seguridad de instalaciones ITS

13.- En todos los cuadros se dispondrá de bornero de control separando entradas digitales, salidas digitales, entradas analógicas y salidas analógicas. Las bornas serán dobles y habrá una borne doble por cada señal, no pudiendo cablearse señales en modo común. De estos borneros se tomarán las siguientes señales cableándolas hasta bornero del armario de comunicaciones habilitado para este fin:

Dispositivos de vigilancia:

Todos los dispositivos de protección y mando contarán con los correspondientes grupos de señales para la monitorización de estados de aparamenta.

Los interruptores magnetotérmicos, diferenciales, contactores... contarán con un contacto auxiliar NC libre de potencial, que permita la obtención de una señal indicadora del disparo levada a la borna doble.

Dispositivos de mando y control:

Todos los dispositivos sobre los que el sistema centralizado pueda telecontrolar (contactores) dispondrán de una entrada libre de potencial conectada en bornero (borna doble no modo común) que admitirá una señal tipo pulso (220 / 1A Max) para disparo del dispositivo. Se habilitarán en el cuadro los circuitos eléctricos necesarios para que dicha señal pulsante pueda ser enclavada y ajustada su intensidad (1 A) a la necesidad real del dispositivo a maniobrar, según el siguiente criterio:

- | | |
|-------------------------------|-------------|
| • Estado Inicial del circuito | Activado |
| Señal pulsante (220 Vac/ 1A) | |
| Estado final del circuito | Desactivado |
| • Estado Inicial del circuito | Desactivado |
| Señal pulsante (220 Vac/ 1A) | |
| Estado final del circuito | Activado |

14.- Se prevé la instalación de equipos consumidores de energía reactiva, para disminuir la potencia reactiva demandada y conseguir optimizar la instalación se instalarán baterías de condensadores en los Cuadros Generales de Baja Tensión.

15.- Las baterías de condensadores se dimensionarán para el estado de cargas en condiciones normales de explotación.

2.4.- Sistemas de alimentación ininterrumpida (SAI)

01.- En todos los casos se deberá disponer de un sistema SAI que permita el suministro de energía eléctrica durante el tiempo de conmutación entre los diferentes tipos de suministro en caso de fallo.

02.- El tiempo de autonomía de los SAI debe garantizar la seguridad de los usuarios.

03.- Los circuitos del túnel a los que debe alimentar el sistema SAI y que garantizan la seguridad de los usuarios son los siguientes: Alumbrado de seguridad, guiado y emergencia, sistemas de comunicación, sistemas de control y si es posible, sistemas de presurización diferencial de baja potencia.

04.- La alimentación SAI será obligatoria en toda tipología de túnel y se diseñará en estado en línea con un coeficiente de seguridad del 35% considerando el consumo de potencia aparente (VA) por lo que se deberán considerar de manera adecuada en el cálculo los correspondientes factores de potencia, para una autonomía de 1 hora y para el mantenimiento al menos de los siguientes sistemas:

- Alumbrado: emergencia, evacuación, guiado y refuerzo de seguridad, accesos.
- Alumbrado: todos los cuartos de equipamientos, salidas de emergencia, pasillos y vestíbulos.
- Sistemas: equipos de gestión y comunicaciones, sensorización contaminación, detección incendios.
- Gestión tráfico: barreras, paneles, semáforos, señales evacuación.
- Comunicaciones: postes SOS y megafonía, sistema tetra, operadoras,
- Sistema de visionado: cámaras, DAI.
- Grupos de bombeo.
- Cualquier otro sistema que implique la seguridad de los usuarios.

04.- El sistema SAI dispondrá de una localización con sistema de climatización que garantice unas condiciones adecuadas y controladas de humedad y temperatura, siendo posible su instalación en el cuarto técnico de equipamientos de sistemas

04.- Otros requerimientos del SAI:

- El rendimiento global será superior o igual al 92% a plena carga
- El nivel sonoro máximo será menor a 60 dB, según norma ISO 3746.
- El armario tendrá protección IP 55, y será con tropicalización de circuitos impresos para protección medioambiental.
- La entrada rectificador-cargador será de 400 V, 50 Hz, trifásica y la entrada al contactor estático será de 400 V, 50 Hz, trifásica.
- Todos los subconjuntos deberán ser accesibles por delante, y el sistema deberá estar equipado con un auto-test que asegure el buen funcionamiento, así como la identificación de los subconjuntos a reparar en caso de avería.

05.- Los siguientes estados deberán estar señalizados por medio de indicadores luminosos situados en la parte delantera del SAI:

- Rectificador-cargador en marcha
- Utilización sobre ondulator
- Utilización sobre red de socorro
- Alarma general
- Una señal acústica permitirá llamar la atención en caso de avería o funcionamiento sobre batería.

06.- El panel de control permitirá indicar la medida de:

- Tensiones compuestas en la salida del ondulator.
- Corrientes de salida.
- Frecuencia de salida del ondulator.
- Tensión en los bornes de salida.
- Corriente de carga o de descarga de la batería.
- Tensiones compuestas de la red de alimentación del rectificador-cargador.
- Corrientes absorbidas por el rectificador-cargador.

07.- Los sistemas SAI deben ser conformes a las normas UNE EN 62040-1 y UNE EN 62040-2.

2.5.- Grupos electrógenos.

01.- Para permitir el suministro de energía eléctrica en servicio complementario o de seguridad, se podrá disponer de grupos electrógenos, siempre y cuando se justifique técnicamente la imposibilidad de disponer de una segunda acometida duplicada y se autorice por parte de los órganos competentes del Ayuntamiento de Madrid.

02.- La alimentación del túnel por medio de un grupo electrógeno independiente se efectuará en el supuesto de no ser factible disponer de doble acometida exterior y su dimensionamiento será para los sistemas que son alimentadas por la acometida principal, con depósito para un mínimo de 6 horas y recarga en funcionamiento.

03.- La activación del grupo electrógeno se podrá efectuar ante cualquiera de las siguientes situaciones:

- Fallo de un fase o desequilibrio entre ellas.
- Bajada de la tensión de entrada por debajo de un valor, generalmente el 70%.
- Corte total del suministro eléctrico.

04.- El grupo electrógeno para servicio de emergencia estará compuesto por motor diésel y alternador trifásico autorregulado, formando una unidad compacta en ejecución monobloque, con los componentes necesarios para su funcionamiento y de las características que se especifiquen en cada caso. Estos grupos se corresponderán con el tipo long-break set de acuerdo con ISO 8528-1, apartado 6.5.2.1.

2.6.- Sistemas de alumbrado.

01.- Se deberá disponer de un sistema adecuado de iluminación en función del tipo de túnel. Este sistema está formado por una iluminación permanente y en los casos pertinentes, de refuerzo, de seguridad y de emergencia - guiado, conforme a los requisitos establecidos por el "OC 36-2015 sobre Criterios a aplicar en la iluminación de carreteras a cielo abierto y túneles" y la "CIE 88:2004 Guía para el alumbrado de carretera y pasos inferiores".

El sistema contará con una iluminación normal (permanente y refuerzo), así como contará con iluminación de seguridad y emergencia-guiado, conforme a los requisitos establecidos por la norma y las disposiciones recogidas en el presente pliego.

02.- La disposición de las luminarias debe ser justificada mediante cálculos luminotécnicos de tal forma que se garanticen la seguridad de los usuarios. Estos cálculos se realizarán conforme a la normativa indicada a continuación:

- Orden Circular 36/2015 sobre criterios a aplicar en la iluminación de carreteras a cielo abierto y túneles. Dirección General de Carreteras del Ministerio de transportes, Movilidad y Agenda Urbana.
- CIE 88:2004 "Guía para el alumbrado de túneles de carretera y pasos inferiores".
- CIE 189: 2010 "Criterios de calidad de los cálculos de iluminación de túneles"

Tomándose como referencia la citada Orden Circular 36/2015 por ser la más reciente.

03.- Todas luminarias empleadas en pasos inferiores serán conforme con los requisitos establecidos en el Capítulo 43 referido a Alumbrado exterior, en lo que no esté definido en este artículo.

04.- Como requisito particular para pasos inferiores, las luminarias instaladas deberán ser Clase II y cumplir con la serie de normas UNE EN 60598. Además, los equipos auxiliares de las luminarias destinadas a pasos inferiores deberán disponerse en el interior de la envolvente de la luminaria. Durante la apertura de la luminaria todas las partes que integran la envolvente de la luminaria deberán estar fijadas entre sí mediante bisagra o un sistema similar.

05.- Las luminarias empleadas para alumbrado de emergencia-guiado emergencia deben dar conformidad con la norma UNE EN 60598-2-22.

06.- En los túneles, los centros de mando se situarán en los cuartos habilitados en armarios, en el supuesto de no existir estos habitáculos y ser necesaria su colocación en el exterior, se realizará en armarios normalizados.

07.- En túneles con un sólo centro de mando, éste alimentará con circuitos independientes las luminarias de cada muro para facilitar las labores de mantenimiento y evitar que en caso de avería en uno de ellos quede parte del túnel sin servicio.

08.- Los circuitos alimentarán únicamente las luminarias de un único hastial. En aquellos casos en los que la longitud del túnel sea muy elevada, se permitirá alimentar desde cada centro de mando los circuitos correspondientes a la mitad del túnel, minimizando de este modo la sección del cableado de cada circuito.

2.6.1 - Iluminación normal.

01. - La iluminación normal se situará a lo largo del túnel o paso inferior y garantizará unos valores de luminancia e iluminancia en la calzada establecidos en la tabla anterior y el estudio establecido por la normativa.

02. - Los niveles de iluminación normal será regulado en función de la luz natural en el exterior del paso inferior para asegurar la adaptación de los usuarios que concurren en el túnel o el paso inferior.

03.- La iluminación garantizará la adaptación visual de los usuarios, por lo que se establecerán distintas zonas dentro del mismo:

- Zona umbral (tramo entrada): El nivel se establecerá según los preceptos de la OC36/2015 y la CIE 88:2004 y dependerá de las características de cada túnel o paso inferior, densidad y velocidad de tráfico, ubicación, orientación, sentido de circulación, trazado y sus características constructivas.
La longitud de la zona umbral corresponderá a la distancia de seguridad de cada túnel (DS).
- Zona de adaptación o transición: comprendiendo niveles escalonados descendentes en la entrada, permitiendo que la visión del conductor vaya adaptándose desde los altos niveles de la zona umbral a los bajos de la zona central. La relación entre luminancias de tramos consecutivos estará comprendida entre los valores $1/3$ y $1/2$, siguiendo la curva establecida en la normativa.
- Zona interior: En esta zona el nivel de iluminación es constante y se mantendrá así hasta la boca de salida, a no ser que, por las características particulares del túnel, se requiera de refuerzo en la salida según la normativa.

04.- Se establecerán distintos regímenes de alumbrado, en función de las condiciones de luz exterior en cada momento:

- Nivel 1: Diurno o soleado.
- Nivel 2: Nivel nublado.
- Nivel 3: Nocturno o permanente
- Nivel 4. Seguridad

Los valores de estos niveles de iluminación dependerán del carácter del túnel, su densidad y velocidad de tráfico, su ubicación geográfica (entorno natural y orientación), su sentido de circulación, trazado y sus características constructivas (anchura, altura, pavimento y recubrimiento). Los niveles de iluminación podrán variar ligeramente ajustando la potencia que se entrega a cada luminaria para optimizar las diferentes zonas de transición hasta el alumbrado interior.

04.-La activación de los diferentes circuitos de refuerzo del sistema de iluminación se encontrará telemandada desde el centro de control del Ayuntamiento de Madrid, pudiendo ser activados telemáticamente en caso de que se requiera.

05.- En el caso de que el alumbrado instalado sea de tecnología LED, se dotará de un sistema de gestión y regulación del alumbrado tipo DALI o similar, que permitirá la regulación de los niveles de iluminación punto a punto, ajustando la potencia que se entrega a cada luminaria para la optimización de las diferentes zonas de transición hasta el alumbrado interior. En cualquier caso, la gestión y control del alumbrado se podrá realizar desde el Centro de Control del Ayuntamiento.

2.6.2 - Alumbrado permanente.

01.- El alumbrado permanente se situará a lo largo del túnel y garantizará unos valores de luminancia e iluminancia de la calzada de acuerdo con la Normativa o Instrucciones Técnicas vigentes.

02.- La iluminación que proporciona el alumbrado permanente debe ser regulado en función de la luz natural en el exterior del túnel para asegurar la adaptación de los usuarios que concurren el túnel.

2.5.2- Alumbrado de refuerzo.

01.- El alumbrado de refuerzo se dispondrá en las bocas de entrada y salida del túnel de manera conjunta con las luminarias de alumbrado permanente.

02.- La iluminación que proporciona el alumbrado refuerzo debe tener como objetivo minimizar el riesgo de deslumbramientos y asegurar la adaptación de los usuarios al cambio de luminancia.

03.- Los niveles de iluminación del alumbrado de refuerzo dependerán de la luz exterior del paso inferior y de la tipología del túnel.

04.- El alumbrado de refuerzo podrá ser activado telemáticamente desde el centro de control del Ayuntamiento de Madrid siempre y cuando se requiera.

2.6.3.- Alumbrado de seguridad.

01.- El alumbrado de seguridad se situará a lo largo del túnel o paso inferior estará disponible en caso de que entre en servicio el suministro complementario de energía eléctrica.

02.- Los niveles de iluminación del alumbrado de seguridad deben garantizar una visibilidad mínima para que los usuarios del túnel puedan evacuarlos en sus vehículos.

03.- El alumbrado de seguridad puede compartir luminarias con el sistema de alumbrado permanente y estará formado por al menos una de cada tres luminarias de sistema de alumbrado permanente. Estas luminarias se encontrarán conectadas mediante cable resistente al fuego SZ1-K (AS+) 0.6/1kV y cofres de derivación resistentes al fuego, al sistema de alimentación ininterrumpida (SAI).

04.- El alumbrado de seguridad estará previsto a lo largo de todo el túnel, desde la entrada hasta la salida, con un nivel de luminancia como mínimo del 10% de la luminancia de la zona interior del túnel (0,1 Lin) o de 0,2 cd/m², debiéndose adoptar el mayor de los dos. Como máximo la separación entre las luminarias será de 50 m.

2.6.4.- Alumbrado de emergencia guiado.

01.- El alumbrado de emergencia - guiado situado a lo largo del túnel debe permitir a los usuarios evacuar el túnel a pie si fuese necesario hacia las salidas de emergencia o bocas de túnel y de estas al exterior.

02.- Estará formado por las luminarias situadas en el tubo del túnel y por las situadas en las vías de evacuación a partir de las salidas de emergencia.

02.- Deberá estar ubicado en el hastial o hastiales en los que se sitúen las salidas de emergencia, o en su defecto, en el hastial derecho en el sentido de circulación. La instalación se realizará a una altura no superior a 1,5 m y deberá proyectarse de modo que permita guiar a los usuarios del túnel para evacuarlo a pie con un nivel medio de 10 lux y 0,2 cd/m².

03.- Las luminarias instaladas deberán ser equipos autónomos con batería incorporada, grado de estanqueidad IP65 e índice de protección a impacto IK07. La autonomía de dichos equipos

no será inferior a 60 minutos, considerando que durante dicho tiempo el flujo luminoso del equipo permanece constante.

04.- En el caso de nueva instalación, como alternativa, se permitirá la conexión de dichas luminarias con un sistema de alimentación ininterrumpida (SAI), mediante cable resistente a fuego SZ1-K (AS+)0.6/1V, con cofres de derivación resistentes al fuego. De cara a garantizar el suministro eléctrico de los circuitos en caso de caída del sistema de alimentación.

05.- En las vías de evacuación fuera del túnel, el alumbrado de emergencia – guiado garantizará un mínimo de 2 luxes a nivel de suelo y en el eje de los pasos principales a una distancia mínima de 0,50 metros medida perpendicularmente el hastial o cualquier otro elemento colocado sobre él. En los puntos en los que estén situados los equipos de las instalaciones de protección contra incendios que exijan utilización manual y en los cuadros de distribución del alumbrado, la iluminancia mínima será de 5 lux según la ITC-BT-28.

06.- Las salidas de emergencias y refugios deben tener una iluminación que permita su visualización desde cualquier posición del túnel.

07.- El alumbrado de emergencia-guiado situado a lo largo del tubo podrá ser activado telemáticamente desde el centro de control del Ayuntamiento de Madrid siempre y cuando se requiera.

08.- En las vías de evacuación a partir de las salidas de emergencia y en los refugios se deberá disponer de una instalación de alumbrado alimentada a través de la instalación eléctrica del túnel para su uso en servicio normal.

2.6.5.- Alumbrado de los cuartos técnicos y sobrados.

01.- El alumbrado de los cuartos técnicos y sobrados deben garantizar un nivel de iluminación adecuado que permita realizar operaciones de mantenimiento en caso de ser necesario por parte del personal autorizado Siempre que sea posible, las luminarias se situarán a una altura máxima de 2,20 m sobre el nivel del suelo. En cada zona se dispondrá una instalación de alumbrado capaz de proporcionar, al menos 100 lux en zonas interiores.

02.- Además se debe disponer de alumbrado de emergencia. En los puntos en los que estén situados los equipos de seguridad, las instalaciones de protección contra incendios de utilización manual y los cuadros de distribución del alumbrado, la iluminancia horizontal será de 5 lux, como mínimo.

2.5.6.- Tecnología de luminarias.

01.- Las luminarias para colocar en los túneles serán de tecnología leds con sistema de comunicaciones y gestionables para la modificación de nivel de iluminación con compatibilidad con el sistema ALAVEF municipal (Alumbrado Avanzado Eficiente) desarrollado por el Ayuntamiento de Madrid.

02.- Todas las luminarias serán gestionadas desde el equipamiento de control del túnel y proporcionarán información independiente de su estado de funcionamiento como son los datos de estado de regulación, consumo y códigos de alerta de consumos, temperaturas, comunicaciones entre otros.

03.- En función de los diferentes circuitos físicos o virtuales se establecen diferentes condiciones a las luminarias así para los circuitos permanentes y de emergencia no podrán ser apagadas por el sistema en remoto, disponiendo de un esquema de incompatibilidad grabado

local en el equipo que impida la modificación de su nivel de iluminación por debajo del 10% nominal.

2.5.7.- Circuitos eléctricos.

01.- Para la definición de los equipamientos y cableados en el túnel se considerará que:

- Los circuitos de alumbrado de emergencia y de guiado serán físicos en cualquier localización del túnel.
- Los circuitos de alumbrado del túnel permanentes y de refuerzo serán virtuales, con ello se evita la existencia de luminarias apagadas en el interior del túnel disminuyendo posibles distracciones en los conductores y se mejora la homogenización de los escenarios de iluminación tanto en la entrada y salida de los túneles como en las zonas de transición.

02.- Los circuitos por definir serán los siguientes:

- Alumbrado permanente
- Alumbrado de refuerzo nublado
- Alumbrado de refuerzo soleado
- Alumbrado de refuerzo crepuscular
- Alumbrado de emergencia
- Alumbrado de guiado
- Alumbrado de evacuación
- Alumbrado de cuartos técnicos, pasillos, estampidores, galerías y otras localizaciones

03.- Los circuitos se independizarán por tubos, hastiales y sectorización del túnel, efectuando sus cableados por diferentes recorridos en el que se minimicen los tramos comunes, en el cuarto de baja tensión se instalarán los armarios de control los cuales estarán independizados para cada tubo del túnel y zona de sectorización así como para cada hastial, con ello se debe garantizar que el fallo de protección de un cuadro afectará de forma parcial a todo el túnel y en ningún supuesto supondrá el apagado completo de una sección.

3.- INSTALACIÓN DE SISTEMAS DE DETECCIÓN DE CONDICIONES AMBIENTALES.

01.- Se deberá disponer de un sistema de detección de condiciones ambientales que permita la gestión automática del funcionamiento del sistema de ventilación.

02.- El sistema de detección de condiciones ambientales debe garantizar unas condiciones adecuadas para los usuarios en el interior del túnel.

03.- Todos los detectores proporcionaran datos de manera continua y se registraran en el sistema de forma automática todos los eventos programados, así como los valores medios con una cadencia de 1 minuto o inferior.

3.1.- Detectores de CO.

01.- El sistema de detección de CO dispondrá de cabezas sensores distribuidas convenientemente a lo largo del túnel. Tanto el número de cabezas sensoras como su ubicación se determinan en cada caso mediante el análisis correspondiente de las condiciones particulares del túnel.

02.- Los sensores de monóxido de carbono (CO) utilizarán la tecnología de oxidación electroquímica, bien de forma centralizada mediante un sistema de aspiración o bien el propio punto de toma.

03.- El detector estará provisto de sensor electroquímico para la detección de monóxido de carbono (CO) con salida estándar 4-20 mA o tecnología IOT de protocolo abierto, envolvente IP65, con una resolución de 0,5 ppm en toda su escala 0-2000 ppm (0-300 ppm escala estándar de trabajo) y tiempo de respuesta T90 <30 sg. También se podrán utilizar detectores con otras tecnologías probadas como: espectroscopio, absorción infrarroja, detector catalítico o termoquímico, conductividad.

04.- Los detectores se colocarán a una distancia superior de 50 metros desde la boca del túnel y la separación entre ellos no será superior a 150 metros. En túneles unidireccionales se colocarán en los hastiales y la altura de instalación será entre 150-200 cm del pavimento mientras que en túneles bidireccionales se instalaran en el eje del túnel a una altura superior del galibo establecido

05.- Las características de los sensores serán:

- Proporcionar resultados de concentración en partes por millón (ppm). Rango mínimo de 0 a 300 ppm.
Tiempo de respuesta de lectura inferior a 45 segundos
- Resolución de $\pm 0,5$ ppm con un error de medida inferior al 1% del final de escala
- Índice de protección IP 65
- Rango de temperatura de trabajo entre -20°C a +50°C.

06.- Los equipos irán soportados con un anclaje rígido pero desmontable del hastial del túnel mediante pernos de expansión o placas de anclaje.

07.- Los equipos deberán cumplir, tanto en emisión como en inmunidad de los campos electromagnéticos, compatibilidad electromagnética de acuerdo con la norma EN 50081 (emisión) y EN 50082 (inmunidad). Los mismos requisitos deben aplicarse a las distorsiones armónicas, según normas aplicables.

08.- Los detectores de CO deben ser conformes a la norma UNE EN 50545-1.

3.2.- Detectores de NOX.

01.- El sistema de detección de óxidos nítricos (NOX) dispondrá de cabezas sensores distribuidas convenientemente a lo largo del túnel. Tanto el número de cabezas censorsas como su ubicación se determinan en cada caso mediante el análisis correspondiente de las condiciones particulares del túnel.

02.- Los sensores de NOX utilizarán la tecnología electroquímica o de quimioluminiscencia. Para la tecnología electroquímica el detector estará provisto de sensor electroquímico para la detección de Dióxido de Nitrógeno (NO₂), con salida estándar 4-20 mA o IOT protocolo abierto, envolvente IP65, con una resolución de 0,1 ppm en toda su escala 0-300 ppm (0-20 ppm escala estándar de trabajo) y tiempo de respuesta T90 <35 seg.

04.- La altura de instalación será 100-120 cm del pavimento y el rango temperatura de trabajo entre -20°C a +50°C.

05.- Los equipos deberán cumplir, tanto en emisión como en inmunidad de los campos electromagnéticos, compatibilidad electromagnética de acuerdo a la norma EN 50081

(emisión) y EN 50082 (inmunidad). Los mismos requisitos deben aplicarse a las distorsiones armónicas, según normas aplicables.

07.- Los equipos irán soportados con un anclaje rígido pero desmontable del hastial del túnel mediante pernos de expansión o placas de anclaje.

08.- Los detectores de NOX deben ser conformes a la norma UNE EN 50545-1.

3.3.- Opacímetros.

01.- El principio de funcionamiento del opacímetro utilizará la técnica de dispersión frontal o retrodispersión para medir la opacidad causada por el polvo en suspensión, humo, calima y niebla.

02.- La altura recomendada de los equipos será de 2,5-3 m. y se colocarán equipos en el túnel entre 250-350m, disponiéndose un mínimo de dos equipos por tubo del túnel.

03.- El sistema de detección de visibilidad (opacímetro) podrá estar formado por una central con doble haz luminoso oscilante y compensación óptica automática del punto 0 con pintado al horno para fijación mural, incluyendo unidad de alimentación y mando, microordenador de funcionamiento automático, unidad de aspiración con ventilador, equipo de calentamiento del aire aspirado, dispositivo de vigilancia del sistema de aspiración y tubería de aspiración de 22 mm.

04.- También podrá disponer de un sensor electro-óptico cuya función es medir la opacidad en el aire a través de las partículas existentes (partículas en suspensión (PM), emisiones de gases, etc.). Utiliza el principio de dispersión frontal, captando una muestra de luz en un ángulo. La amplitud de este ángulo permite detectar partículas de gran tamaño.

05.- Las características de los sensores serán:

- Rango de medida de los sensores de visibilidad será K.0 - 15 (10-3 m-1).
Tiempo de respuesta de lectura inferior a 60 segundos
- Error de medida inferior al 2%.
- Índice de protección IP 65.

3.4.- Anemómetros y Veletas.

01.- Los anemómetros y veletas para la determinación de la velocidad y dirección del aire en el interior del túnel dispondrán de una escala de trabajo de control de velocidad comprendida entre 0,8 y 20 m/s pudiendo trabajar en un margen de temperaturas desde -30°C hasta +60°C. Si el túnel dispone de ventilación sanitaria se instalarán anemómetros interiores, si además dispone de ventilación de emergencia se incluirán anemómetros y veletas en todos los accesos y salidas del túnel.

02.- Si los anemómetros son del tipo de hélice, estos se ubicarán en el cenit del túnel, lo más alejados simultáneamente de los ventiladores de chorro y los pozos, así como de cualquier elemento de instalaciones de otras topologías (paneles de señalización, cartelería, etc) y separados al menos 80 cms de la pared para minimizar el perfil del flujo. Este tipo de anemómetro dispondrá de un conversor universal unipolar/bipolar que convertirá rangos de señales bipolares de rangos muy estrechos amplias salidas unipolares, por ejemplo, ± 1 volt de entrada = ± 10 volts o 4...20 mA de salida.

03.- Si el anemómetro es ultrasónico para interior con equipo emisor y receptor, la altura a la que se instalarán los sensores estará comprendida entre los 2 y los 3 metros, respecto del asfalto siempre que se asegure el gálibo lateral. La distancia entre ellos no superará nunca los 25 metros.

04.- Para la determinación de la dirección del aire y velocidad en el exterior se utilizarán anemómetro de cazoletas y catavientos ubicado en mástil colocado a una distancia entre 20 y 40 metros de la boca del túnel y a una altura comprendida entre 4 y 6 m.

05.- El anemómetro emplea tres cazoletas semiesféricas formando un molinillo. La rotación de la rueda de cazoletas produce una señal alterna con una frecuencia linealmente proporcional a la velocidad del viento. Los circuitos internos convierten la señal sin procesar en una corriente de salida de 4 -20 mA dentro del rango de velocidad del viento especificado. El rango de medición será de 0 a 50 m/s.

06.- La veleta utiliza una banderola equilibrada acoplada mecánicamente a un potenciómetro de precisión. Con una tensión de activación regulada, la señal de salida del potenciómetro es proporcional al ángulo sensado. El rango de medida de la veleta será de 0-360°.

4.- INSTALACIÓN DE SISTEMAS DE VENTILACIÓN.

4.1.- Ventilación interior del túnel.

01.- Todos los túneles deben tener su correspondiente estudio de ventilación que permita analizar la tipología y características del sistema de ventilación y su necesidad de instalación. Este estudio deberá de incluir como mínimo un análisis de:

- Las características del tráfico.
- Comportamiento del fuego, humo y propagación del incendio en la infraestructura diseñada.
- Definición, evaluación y estudio de las vías de evacuación
- Localización del túnel en la ciudad, accesos de equipos de emergencia y recursos municipales de intervención

02.- El sistema de ventilación se diseñará e instalará para las situaciones de ventilación sanitaria y ventilación de emergencia:

- Ventilación de emergencia: será capaz de actuar frente a un incendio con una carga mínima de 30 MW y con independencia de los valores necesarios de cálculo, para sistemas de ventilación longitudinal garantizará una velocidad longitudinal mínima del flujo del aire de 3 m/s en el foco y para sistemas transversales o semitransversales un caudal mínimo de 120 m³/s, todo ello para el escenario más desfavorable.
- Ventilación sanitaria: el sistema se dimensionará para garantizar la ventilación necesaria en la hipótesis más desfavorable de entre las siguientes:
 - o Limitación de concentración de CO (70 p.p.m)
 - o Limitación de concentración de NOX (12 p.p.m)
 - o Limitación de presencia de humos (0,005 m-1)
 - o Supuesto incendio.

03.- Se tendrá en cuenta las recomendaciones de la Asociación Internacional Permanente de Congresos de Carretera (A.I.P.C.R) y las características concretas del túnel para establecer el sistema de ventilación más adecuado: longitudinal, semitransversal o transversal.

04.- En todos los cuadros de control de ventiladores se dispondrán conmutadores individuales de cada ventilador para su manejo de manera manual, apagado o remota con señal incorporada al sistema de gestión del túnel y Centro de Control.

05.- El sistema de ventilación deberán seguir los algoritmos contemplados en los manuales de explotación.

06.- Los ventiladores serán en todos los casos reversibles y su funcionamiento estará garantizado por un periodo de 2 horas a una temperatura de 400°C, sin considerarse el periodo de tiempo necesario para alcanzar los 400 ° C

07.- El nivel sonoro máximo admisible será de 80 dBA medidos a 5 m de la boca del ventilador. Los silenciadores se seleccionarán para que el conjunto no produzca en la zona habitable de influencia un nivel de ruido superior al admitido por la Ordenanza municipal del Ayuntamiento de Madrid referida a protección contra la contaminación térmica y acústica.

08.- A los efectos de situación de descarga de aire se deberá cumplir con todas las Ordenanzas municipales del Ayuntamiento de Madrid referidas a calidad del aire y protección contra la contaminación atmosférica.

09.- El sistema de control de la ventilación en túneles deberá realizar las siguientes funciones:

- Deberá estar en comunicación con los sistemas de detección de monóxido de carbono, óxido nítrico, opacidad y velocidad y sentido del aire para actuar sobre los ventiladores correspondientes.
- Deberá tener la posibilidad de controlar y programar el funcionamiento de los ventiladores durante ciertos periodos, al margen de los niveles de monóxido de carbono, óxido nítricos y opacidad existentes desde el centro de mando del túnel como desde el Centro de Control de Túneles del Ayuntamiento de Madrid.
- Tendrá la capacidad de comunicarse con el Centro de Control de túneles del Ayuntamiento de Madrid para transmitir alarmas, averías, incidencias y condiciones de funcionamiento.

4.1.1 - Ventilación longitudinal.

01.- Cuando se requiera de un sistema de ventilación longitudinal se instalarán ventiladores a lo largo del eje del túnel, reforzando la ventilación natural.

02.- Los ventiladores deben ser instalados en la parte superior o en los hastiales del túnel.

03.- Los ventiladores serán de tipo chorro o aceleradores, helicoidales axiales, de eje horizontal y de uso especial para túneles.

04.- Los ventiladores estarán formados por una carcasa exterior con protección anticorrosiva y núcleo y palas perfiladas para las hélices axiales en fundición de aluminio, equilibradas estática y dinámicamente. Las palas permitirán una previa regulación para adaptarse al punto de trabajo.

05.- Los ventiladores incluirán un motor trifásico cerrado, forma de construcción B-3, con cajas de bornas incorporadas, protección IP54, conexión estrella-triángulo y que permitan regulación de velocidad.

06.- Toda la tornillería empleada en el ensamblaje del ventilador será de acero cadmiado o inoxidable. Se deberá proveer de un sistema de cadenas de seguridad o similar para caso de posible descuelgue del ventilador de sus sistemas de fijación.

07.- Los ventiladores deberán cumplir con la norma UNE EN 12101-3.

4.1.2.- Ventilación semitransversal.

01.- Cuando se requiera de un sistema de ventilación semitransversal se deberá disponer de un conducto paralelo al túnel provisto de toberas distribuidas uniformemente para canalizar el aire fresco. El aire viciado se canaliza por el interior del túnel hasta las desembocaduras.

02.- La entrada de aire fresco a través del conducto paralelo al túnel se debe realizar en las inmediaciones de las bocas del túnel.

4.1.3.- Ventilación transversal.

01.- Cuando se requiera de un sistema de ventilación transversal se deberá disponer de:

- Un conducto paralelo al túnel provisto de toberas distribuidas uniformemente para canalizar e inyectar el aire fresco.

- Un conducto paralelo al túnel provisto de toberas distribuidas uniformemente para canalizar y aspirar el aire viciado.

4.1.4- Ventilación mixta.

01.- Cuando se requiera de un sistema de ventilación mixto se combinará la ventilación longitudinal junto con la ventilación transversal y se cumplirán los requisitos especificados para los dos tipos de ventilación.

4.2.- Ventilación de salidas de emergencia, refugios y vías de evacuación.

01.- Las salidas de emergencia, refugios y vías de evacuación deben disponer de sistemas de ventilación natural. Para los casos en la ventilación natural no sea suficiente se les dotará de un sistema de convección forzada.

02.- Se deberá disponer de un sistema de control de presurización diferencial como método de control de humo en caso de incendio en el interior del túnel. Este sistema debe garantizar una posible evacuación de los usuarios a través de las vías de evacuación o de los refugios.

03.- Las salidas de emergencia deberán de disponer de un vestíbulo presurizado. En caso de que se justifique técnicamente la inviabilidad de la disposición del vestíbulo, se deberá presurizar toda la vía de evacuación.

04.- Para dimensionar el sistema de control de presurización se deberá tener en cuenta el tamaño de las vías de evacuación y refugios, así como las instrucciones de evacuación en caso de incendio.

05.- El sistema de sobrepresión estará formado por los siguientes elementos:

- Dos ventiladores axiales (principal + reserva) con variador de frecuencia instalado en el tabique interior del vestíbulo de independencia, de tal modo que la aspiración del aire se

realice desde la galería transversal, garantizando así el aporte de aire limpio al vestíbulo. A su vez se instalará una sonda diferencial de presión.

- Compuerta cortafuegos en ambos huecos del muro (ventilador y compuerta de regulación), que garantizan la sectorización de este muro.
- Persiana de sobrepresión instalada en el tabique y tarada para que no se supere la sobrepresión máxima admisible que permite una apertura de la puerta de paso de peatones sin dificultades en caso de fallo de la sonda diferencial de presión.

06.- Se dispondrá de una presión diferencial entre galería y el túnel incendiado de 50 Pa.

07.- El sistema de presurización deben cumplir con las normas UNE EN 12101-6 y UNE EN 23584.

4.3.- Ventilación de cuartos técnicos.

01.- Se deberá garantizar un sistema de ventilación natural en los cuartos técnicos mediante rejillas al exterior que permita renovar el aire, disponiendo todos los cuartos técnicos de sondas de temperatura con registro continuado y datos en el centro de control. Siempre que sea posible, la entrada y salida del aire se realizará mediante conductos a nivel superior e inferior del cuarto para permitir el flujo de aire.

02.- Para los casos en la ventilación natural no sea suficiente se dotará al cuarto técnico de un sistema de convección forzada, el cual estará formado por: rejilla de impulsión, rejilla de extracción y ventilador axial mural o cenital que se activará en función de los valores de la sonda de temperatura.

03.- En los cuartos técnicos en donde se instalen equipos eléctricos u otros equipos que puedan disipar calor, se garantizará siempre una temperatura de trabajo dentro de los límites especificados por el fabricante mediante un sistema de climatización.

4.4.- Ventilación de grupos electrógenos y depósitos de gasoil.

01.- La ventilación de los cuartos en donde se encuentre los grupos electrógenos y depósitos de gasoil, deberán tener aberturas para la entrada de aire fresco y salidas de gases de combustión.

02.- La salida de humos se debe realizar de tal forma que se impida su reentrada en el recinto.

03.- La ventilación debe dimensionarse de acorde a la potencia y al sistema de refrigeración del grupo electrógeno.

04.- Se deberá cumplir con todas las Ordenanzas municipales del Ayuntamiento de Madrid referidas a calidad del aire y protección contra la contaminación atmosférica y protección contra la contaminación térmica y acústica.

5.- INSTALACIÓN DE SISTEMAS DE SEÑALIZACIÓN LUMINOSA

01.- Se deberán instalar sistemas de señalización luminosa que permitan regular y controlar los vehículos que discurren por el túnel en función de las condiciones del tráfico.

02.- Todas las instalaciones de sistemas de señalización luminosa tienen que poder ser controladas desde el Centro de control de túneles del Ayuntamiento de Madrid.

5.1.- Semáforos.

01.- Las bocas de entrada dispondrán del número necesario de cabezas de semáforos que garanticen la perfecta visión y en todo supuesto este número no deberá de ser inferior a dos, disponiendo cada una de ellas de un cableado independiente desde el equipo de control, en el supuesto que también se disponga de una tarjeta de control independiente el sistema de control de túnel tendrá la capacidad de establecer un matriz de incompatibilidad ante señales que garantice su paso a rojo cuando se detecten anomalías, por ejemplo alimentación en ámbar de una cabeza y otras en rojo.

02.- Se dispondrán semáforos con tecnología LED que permitan la regulación de la luminosidad de la óptica en función de la luz ambiente o por periodos.

03.- Los semáforos de boca de túnel únicamente funcionarán en situación de necesidad de informar de alguna situación singular en el túnel como accidentes, incidencias, obras, ocupaciones, cortes del túnel u otras, sin que se disponga de la luz verde de manera continuada para informar de la apertura del túnel.

04.- Los semáforos instalados en el exterior del túnel para su cierre, así como los de cierre de ramales o salidas se deberán situar lo más próximo al acceso para indicar el estado de acceso del mismo y siempre con anterioridad de la barrera de cierre. Deberán disponer de cuatro cabezas con los estados de Rojo-Rojo o ámbar basculante.

05.- Los semáforos instalados en el interior se deberán situar de forma que permitan indicar al usuario precaución o detención. Deberán disponer de dos cabezas con los estados de ámbar basculante o ámbar fijo doble.

06.- El grupo semafórico instalado sobre cada carril dispondrá de cuatro focos de 200 mm de diámetro. Los dos focos situados en la posición central y superior serán de color rojo, mientras que la posición inferior tendrá color ámbar.

07.- Todas las cabezas de semáforos y su estado deberá de estar monitorizado y visionado desde el sistema del centro de control y sus imágenes dispondrán de grabación continuada.

08.- El estudio de la existencia de semáforos del sistema de regulación del tráfico de la ciudad, externos a los túneles, tanto en las entradas como en las salidas deberá de estar incluido en los Proyectos de túneles de tal forma que se analice su afección y la necesidad de establecer estructuras de emergencia las cuales serán desarrolladas en caso de ser necesarias. Se definirán los diferentes escenarios de actuación, así como se ejecutará la canalización y el cableado hasta los armarios de regulación y conexión telemática entre Centros de Control

09.- Los semáforos deben cumplir con la norma UNE EN 12368.

5.2.- Señales de carril (aspas/flechas)

01.- Se deberá disponer de señales de carril variables para informar a los usuarios sobre el estado abierto o cerrado de los carriles, o cualquier otra circunstancia por medio de paneles gráficos.

02.- Estas señales podrán ser circulares o rectangulares según RD 635/2006

03.- El panel Aspa/Flecha indica un carril abierto mediante una flecha verde apuntado hacia abajo, un carril cerrado mediante cruz roja, o cambio de carril mediante flecha naranja inclinada. Se instalarán encima de cada carril, acompañados por un panel gráfico full LED por carril.

04.- Se dispondrá a intervalos de 400 metros dentro de los túneles de más de 500 metros. Se colocarán en la clave del túnel. Las dimensiones del panel estarán limitadas a 100 x 100 cm. Se instalarán además en el dintel de entrada para incrementar la seguridad y facilitar la información a los usuarios antes de entrar en el túnel.

05.- La comunicación podrá ser por ethernet, puertos series RS-422/485 y el protocolo será DGT y NTCIP.

06.- Las señales de carril deben ser conforme a la norma UNE EN 12966 - Señalización vertical en carretera. Paneles de mensaje variable y se regularán bajo el Comité Técnico de Normalización para Señalización Vertical CTN-135.

5.3.- Señales de velocidad.

01.- Se deberá disponer de señales de velocidad variables de velocidad de tal forma que puedan modificarse en caso de necesidad, o cualquier otra circunstancia por medio de paneles gráficos.

02.- La Señal de limitación de velocidad será variable para interior de túnel con tecnología led con orla en color rojo y dígitos en color ámbar. Se instalarán encima de cada carril, acompañados por un panel gráfico full LED por carril.

03.- Se dispondrá a intervalos de 400 metros dentro de los túneles de más de 500 metros. Se colocarán en la clave del túnel. Las dimensiones del panel estarán limitadas a 100 x 100 cm. Se instalarán además en el dintel de entrada para incrementar la seguridad y facilitar la información a los usuarios antes de entrar en el túnel.

04.- La comunicación podrá ser por ethernet, puertos series RS-422/485 y el protocolo será DGT y NTCIP.

05.- Las señales de velocidad variable deben ser conforme a la norma UNE EN 12966 - Señalización vertical en carretera. Paneles de mensaje variable y se regularán bajo el Comité Técnico de Normalización para Señalización Vertical CTN-135h.

5.4.- Señal de restricciones.

01.- En las partes del recorrido del túnel en donde haya zonas con visualización reducida se deberá disponer de un sensor antes de estas que permita indicar en cartelería variable mensajes de advertencia sobre la existencia de retenciones o circulación poco fluida.

5.5.- Paneles de señalización variable.

01.- Se deberá disponer de paneles de mensajería variable o conjuntos de estos con tecnología LED con tecnología gráfica.

02.- Los paneles de mensajería variable se dispondrán en el exterior previo a la entrada y en el interior del túnel para advertir e informar al usuario.

03.- El contenido de los textos y gráficos de los paneles de señalización variable se ajustará a lo dispuesto en el Catálogo oficial de señales de circulación.

04.- Los mensajes podrán ser:

- Permanentes para situaciones normales de operación (educativas, servicios, reglamentarias, etc.)
- Pre-programados de accionamiento rápido para señalar un determinado incidente (desvío, accidente, neblina, obras, etc.)
- Semi-programados en las cuales el operador tiene que completar un mensaje programado.
- Programables (mensajes utilizados eventualmente)

05.- El anclaje de las placas a la estructura soporte del Panel de Mensaje Variable, se efectuará mediante tornillos aislados eléctricamente de la misma por unos separadores de material no conductor. La distancia entre el plano de cada placa y el material frontal que forma la ventana para cierre del panel será, tal que una vez considerada la altura de los led's sobre la misma, la separación entre la cabeza del led y la cara interior de la ventana no será inferior a 3 mm.

06.- El Panel de Mensaje Variable irá provisto de un interruptor general (situado en el interior de éste) y se protegerá mediante fusibles. El Panel de Mensaje Variable irá provisto de un enchufe (220 VAC 5A) en lugar fácilmente accesible para la realización de trabajos de mantenimiento. Todos los elementos de potencia (transformadores, rectificadores y elementos de control) irán dispuestos en el interior del PMV, deberán aislarse mecánicamente del resto de componentes con objeto de minimizar el aumento de temperatura en los leds.

07.- Los Paneles de Mensaje Variable de túnel y boca túnel objeto del presente proyecto deberán cumplir un nivel de seguridad contra la penetración de sólidos y líquidos con un valor mínimo de IP-65.

08.- Se colocarán Paneles de Mensaje Variable a una interdistancia no menor de 300 m.

09.- La comunicación podrá ser por fibra, ethernet, puertos series RS-422/485 y el protocolo será DGT y NTCIP.10.- Los paneles de mensajería variable deben ser conforme a la serie de normas UNE 199051 y UNE EN 12966y se regularán bajo el Comité Técnico de Normalización para Señalización Vertical CTN-135.

5.6.- Gálibos electrónicos.

01.- Se deberá instalar un detector de gálibo electrónico en la boca de entrada del túnel que permita advertir al usuario del vehículo que supera el galibo máximo permitido.

02.- El sistema de detección de gálibo debe contar con una unidad de control que permita activar los sistemas de comunicación y señalización con el objetivo de advertir al usuario del vehículo.

03.- El posicionamiento del detector electrónico de gálibo, así como el tiempo de activación de los sistemas de comunicación y señalización variable deben garantizar la distancia de parada del vehículo de acuerdo con las características del tráfico y de la vía de circulación.

04.- El gálibo electrónico estará compuesto por un armario controlador de gálibo, incluida fuente de alimentación, conexión Ethernet, los relés de activación de alarmas y la CPU o unidad de control de proceso y análisis, con módulo de comunicaciones; detector electrónico

de doble canal de espiras con microprocesador de doble canal, incluso puesta en marcha de dos espiras de 2x2 ancho de calzada, incluso regata, cable y resina sintética de dos componentes; barrera de luz infrarroja compuesta por luz infrarroja con emisor y receptor tipo barrera para zonas con pocos carriles y barrera de luz infrarroja compuesta por un único sensor tipo escáner láser de 4 planos.

05.- El gálibo electrónico se montará sobre columnas metálicas tipo AE-21.1 galvanizada de hasta 8 metros de altura.

06.- El gálibo electrónico deberá discriminar las falsas alarmas por niebla. Los sistemas de gálibo electrónico existentes se sustituirán las barreras de luz infrarrojas por un sistema más actualizado que discrimine las alarmas de niebla y los fallos de lectura por desalineación.

07.- La altura de las barreras de los gálibos instalados deberá ser como mínimo el gálibo máximo dentro de los túneles.

6.- INSTALACIÓN DE SISTEMAS DE SEÑALIZACIÓN NO LUMINOSA

01.- Se deberán instalar sistemas de señalización no luminosa que permitan regular y controlar los vehículos, así como informar de los equipos de seguridad que están a disposición de los usuarios del túnel.

02.- Se diseñarán y se situarán de modo que sean claramente visibles.

03.- Todas las señales y balizamientos que se instalen en el túnel deberán cumplir con el Capítulo 47 del PCTG relativo a señalización viaria.

6.1.- Barreras.

01.- Las bocas y acceso del túnel a vehículos dispondrán de las correspondientes barreras verticales u horizontales de cierre que impidan el acceso, totalmente gestionadas desde el sistema del túnel y Centro de Control. Las barreras se configurarán con algoritmos y funcionamiento automático frente a eventos de incendio, congestión, accidentes con corte de túnel y detectores ambientales como opacímetros o CO.

02.- Las barreras se dispondrán con una configuración que permita el paso forzado de los vehículos de emergencia o en su caso sean desplazadas o desmontables por medios manuales de rápida actuación y un sistema de desplazamiento horizontal para minimizar posibles impactos contra ellas.

03.- El funcionamiento de las barreras dispondrá de doble lógica de control de tal forma que verificará que no existen vehículos en su zona de actuación y también verificará que la señalización variable de cierre de túnel previa a la barrera se encuentra activada.

04.- En todas las barreras se instalará una cámara fija en una localización que permitirá visionar el entorno de la barrera, la barrera y distinguir su movimiento y un sistema de iluminación sobre el propio elemento de cierre que establezca los colores verde o rojo en función del estado de cierre, en fase de movimiento se pondrá en color rojo. Semáforos con doble rojo que podrá ser el propio de cierre del túnel si está en una posición anterior a a la barrera y alarma acústica audible a una distancia no inferior a 50 metros.

6.2.- Señales para informar de instalaciones.

6.2.1.- Salidas de emergencia y vías de evacuación.

01.- Se utilizará la misma señal para todos los tipos de salidas de emergencia y debe ser tipo G acorde con el Convenio de Viena sobre señalización vial de 1968. Además, la señalización debe cumplir con la norma UNE 23034.

02.- Las dos salidas de emergencia más próximas estarán señalizadas en las paredes a distancias no superiores a 25 m, y a una altura de entre 1,0 y 1,5 metros por encima del nivel de la vía de evacuación y siempre que sea posible situadas debajo de puntos de luz de la iluminación del túnel, dando cumplimiento a la norma 8.1-IC de 2.014, con indicación de las distancias que hay hasta las salidas.

03.- El balizamiento de las salidas de emergencia no deben suponer un obstáculo para el usuario en caso de evacuación.

04.- Las puertas de emergencia y las salidas estarán señalizadas con simbología inteligible internacionalmente y estará marcada la distancia y direcciones preferentes a utilizar.

6.2.2- Refugios.

01.- Se dispondrá de refugios siempre y cuando sea posible por la configuración del túnel.

02.- En los refugios se situarán señales de información, que serán acordes con la normativa vigente e indicarán los equipos disponibles para los usuarios en carretera (Teléfono S.O.S, Extintor, Boca de incendio).

6.2.3.- Apartaderos.

01.- Las señales que indiquen los apartaderos deben ser señales E acordes con el Convenio de Viena. Los teléfonos y extintores se indicarán mediante un panel adicional o incorporado a la propia señal.

6.3.- Georreferenciación.

01.- Se deberá disponer de señalización georreferenciada que permita conocer a los usuarios su posición exacta en el túnel.

02.- Las señales se situarán sobre los hastiales del túnel a una altura de 1 m del suelo y cada 20 metros a lo largo del recorrido.

03.- El modelo de codificación será definido por el Ayuntamiento de Madrid.

7.- INSTALACIÓN DE SISTEMAS DE COMUNICACIÓN POR VOZ

7.1.- Postes SOS.

01.- Se deberán disponer de postes SOS con tecnología IP que permitan a los usuarios y al personal de mantenimiento el aviso y comunicación de cualquier incidente.

02.- Los postes SOS deben instalarse en armarios empotrados en la pared y constarán de altavoz, micrófono y pulsador de alarma. El sistema se compone de los siguientes elementos:

- Intercomunicadores (ubicados en los armarios S.O.S del túnel).
- Teléfonos de Recepción de Llamadas del Servicio de Postes S.O.S.
- Sistema Integrado de Gestión de Servicios de Postes S.O.S.
- Sistema de extinción de incendios compuesto por dos extintores ubicados en el armario (en cumplimiento al R.D. 635/2006 y Directiva 2004/54/CE del Parlamento Europeo).
- Sistema de control distribuido compuesto por cabecera de control distribuido (en los postes destinados para ello según documento de planos) y switch en los postes de túnel para comunicación con los equipos de campo y con los cuartos técnicos a través de la red de comunicaciones de fibra óptica del túnel.

03.- Se debe asegurar que el nivel acústico del altavoz y el micrófono son adecuados para garantizar una comunicación inteligible. Los postes SOS deberán permitir una comunicación bidireccional con el centro de control del túnel del Ayuntamiento de Madrid.

04.- Únicamente de manera justificada y excepcional se podrán diseñar nichos para su instalación con habitáculo y puerta con mensaje y pictograma de clara legibilidad que el acceso es exclusivo para contactar con el Centro de Control por el tiempo mínimo solo se debe utilizar para efectuar la llamada de auxilio y que no se trata de un lugar seguro. Finalizada la llamada dispondrá de un sistema de detección de presencia y mensaje de megafonía para su recordatorio.

05.- La señalización del poste SOS será una baliza luminosa a una altura de 2,5 metros. Esta baliza constará de dos elementos:

- Un panel luminoso permanentemente iluminado en la que se mostrará un icono de un extintor y un teléfono, facilitando la localización del poste.
- Un piloto de activación que establece la activación de una llamada por parte de un usuario y que consistirá en una banda roja luminosa que se mantendrá con destellos desde el momento de solicitud de llamada hasta recepción por parte del centro de control. Este elemento estará configurado como alerta en la cámara DAI de control de la zona.

06.- La configuración del poste SOS será por medio de armarios modulares completamente independientes para cada uno de los elementos que se encuentren en la localización: poste SOS, extintores, BIEs, hidrante u otros sistemas.

07.- Todas las localizaciones de postes SOS dispondrán un mínimo de un extintor y el armario dispondrá de detector de puerta abierta y detector de retirada del extintor, generando una alarma en el centro de control similar a la pulsación del botón del interfono y diferenciando si se trata de apertura de puerta o retirada de extintor. El sistema de CTTV activará de manera automática la cámara DAI en el supuesto de no haber saltado la alarma así como procederá al enclavamiento automático de la cámara móvil asociada a dicha localización.

7.2.- Megafonía del túnel.

01.-Se deberá disponer de un sistema de megafonía a lo largo del túnel que permitan emitir avisos o dar indicaciones en caso de emergencia. El sistema de megafonía deberá cumplir con normativa EN-54 especificada en el Real Decreto 513/2017, de 22 de mayo, por el que se aprueba el Reglamento de instalaciones de protección contra incendios (RIPCI), siendo un sistema de Evacuación por Voz.

02.- El número de altavoces, el tipo y los puntos de ubicación dependerán de la arquitectura del túnel. Se debe asegurar un adecuado nivel de inteligibilidad (STI) en todos los puntos del túnel, teniendo presente que un túnel tiene unas condiciones de reverberancia poco óptimas. Se considerará un valor aceptable el 0,42, considerándose el 0,45 el valor óptimo en un túnel, en el que se emitirán mensajes simples, repetitivos y contexto familiar.

03.- La interdistancia entre los altavoces no deberá ser superior a 25 metros, ubicándose en el hastial. La distancia seleccionada deberá ser justificada con el informe de inteligibilidad STI favorable.

04.- Se ubicará de manera local un sistema inteligente y con capacidad de funcionamiento autónomo denominado matriz de megafonía con todos los mensajes pregrabados.

05.- El sistema de gestión de megafonía permitirá la emisión de mensajes y activación de altavoces y micrófonos de los postes SOS e interfonos de manera individualizada, por grupos, zonas del túnel y con la posibilidad de emisión de diferentes mensajes en cada una de ellas de manera simultánea.

06.- Los amplificadores y altavoces serán todos EN-54, y el cableado que conecta los altavoces será resistente al fuego AS+.

7.3.- Megafonía de salidas de emergencia y zonas de refugio.

01.- Se deberá instalar megafonía e interfonos a lo largo de las vías de evacuación y zonas de refugio, de tal forma que se pueda coordinar la evacuación desde el centro de control del túnel en caso de emergencia.

02.- Los altavoces y cableado serán también EN-54 y AS+ respectivamente. Los amplificadores de las salidas de emergencia y zonas de refugio tendrán una zona específica distinta a la zona del túnel, para poder emitir mensajes diferentes al emitido en el túnel.

03.- Los interfonos serán del tipo IP para su conexión directa a un switch. Serán con comunicación SIP y el audio seguirá así protocolo IP.

8.- INSTALACIÓN DE SISTEMAS DE COMUNICACIÓN

01.- La red de comunicaciones se debe realizar por medio de una topología en anillo y con tecnología de red IP.

02.- Se utilizará fibra óptica monomodo para la red de comunicaciones del anillo del túnel. Esta fibra monomodo dispondrá de un mínimo de 32 f.o. y dispondrá de cajas de empalme situadas en los armarios rack de los cuartos técnicos y los armarios de comunicaciones donde se alojan los switches de campo. Estos switches dispondrán como mínimo de 8 puertos RJ-45 10/100/1000 y 2 puertos SFP de fibra óptica monomodo 1 Gb, con alimentación PoE+ para los puertos RJ-45

03.- Esta red conectará con los switches de los cuartos técnicos tipo enrackable que se disponen en stack con redundancia, con un mínimo de 24 puertos RJ-45 10/100/1000 y 4 puertos SFP de fibra óptica monomodo con capacidad de 10 Gb.

8.1.- Sistema de control integral.

01.- Se deberá instalar sistemas de control integral del túnel, antiguas ERU, que permitan recolectar los datos provenientes de los diferentes equipos o sensores de campo instalados y remitan dicha información al centro de control de túneles del Ayuntamiento de Madrid.

02.- El sistema y todos los periféricos conectados deben poder ser supervisados y comandados tanto in-situ como de forma remota desde el centro de control de túneles del Ayuntamiento de Madrid.

8.2.- Estación de toma de datos (ETD)

01.- Se deberá disponer de un sistema ETD que permita el procesamiento de cálculo y almacenamiento de datos de tráfico obtenidos a través de sensores de vía.

02.- La estación de toma de datos deberá disponer de las siguientes funciones:

- Elaboración de datos de tráfico relativos al conteo y clasificación de vehículos.
- Suministro de la velocidad instantánea de los vehículos y de la velocidad media en el interior del túnel.
- Detección de alarmas.
- Almacenamiento de datos.
- Transmisión de datos al centro de Control del Ayuntamiento de Madrid.
- Control in-situ del equipo.

8.3.- Sistema de radiocomunicaciones

01.- El sistema de radiocomunicaciones debe permitir las comunicaciones de radio a lo largo del túnel. En caso de incidente los servicios de emergencia y policiales deben disponer de un sistema efectivo que permita la coordinación de la actuación.

02.- El sistema de radiocomunicaciones deberá incorporar los siguientes servicios:

- Sistema TETRA en banda de UHF entre 380-395 MHz. Destinado a bomberos, SAMUR, Protección Civil, policía local y ambulancia.
- Sistema VHF para personal mantenimiento y para cuerpos de emergencia que empleen VHF o soliciten trabajar en dicha banda.
- Sistema comercial de FM que posibilite cortar la programación existente en los diales y sustituirla por mensajes de información a los usuarios.

03.- El sistema dispondrá de un armario amplificador situado en el cuarto de comunicaciones del túnel que conectará con el cable radiante del túnel.

04.- Se ubicarán antenas en el exterior del túnel que se conectarán con el armario amplificador de radiocomunicaciones.

05.- El cable radiante irá en la clave del túnel y será sustentado por grapas al techo tipo clip de plástico cada 1 metro.

06.- Se ubicarán grapas metálicas tipo clip en el techo para sustentación del cable radiante cada 10 metros.

07.- Si la distancia del túnel es superior a 1.000 metros se estudiará la necesidad de ubicación de un armario amplificador esclavo para mejorar la cobertura en el interior.

08.- El diámetro del cable de radiocomunicaciones será como mínimo de 7/8”.

9.- INSTALACIÓN DE SISTEMAS DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS (PCI)

01.- Todos los sistemas de PCI deben cumplir con lo definido en el Anexo I, Sección 1: Características e instalación de los equipos y sistemas de protección contra incendios del Real Decreto 513/2017, RIPCI.

9.1.- Detección.

01.- El sistema de detección de incendios de túneles deberá estar vinculado con el centro de control.

02.- La central de detección podrá ser alimentada como el sistema SAI y deberá disponer de baterías propias.

9.1.1.- Detección lineal en túnel.

01.- Se debe disponer de un sistema de detección lineal de incendios que cubra la longitud del túnel colocado en la clave del túnel. En aquellos tramos de túnel que la anchura entre hastiales sea superior a 12 metros en una longitud superior a 40 metros o existan 3 o más carriles de circulación se dispondrán tantos cables paralelos, con control independiente, en el número necesario para cumplir los valores máximos.

02.- La tecnología a emplear en el sistema de detección lineal se ajustará a las condiciones de cada túnel siendo obligatorio el uso de equipos físicos en toda la longitud, pudiendo complementarse con sistemas de medida a distancia. Todos los equipos proporcionarán lecturas continuas y la tecnología podrá ser de lectura en todo el cable tipo fibra óptica o por sensores puntuales con distribución discreta, no permitiéndose el uso de tecnologías de detección por cable fundente.

03.- Los sistemas que se instalen deberán de cumplir los requerimientos de:

- Localización del incendio con una precisión inferior a 10 metros de longitud y configuración de umbrales independiente para cada una de ellas.
- Lectura continua de temperatura con una precisión inferior a 1°C.
- Tiempo de respuesta inferior a 10 segundos
- Instalación con anclajes a distancias no superiores a 10 metros y a una altura sobre calzada no superior a 6,00 metros.
- Se tendrá en cuenta la geometría del túnel a la hora de determinar el tipo de sistema de detección lineal apropiado para un túnel.
- No deben verse afectados por el funcionamiento de elementos en la zona como paneles, ventiladores, cableados, canaletas y otros.

04.- Los criterios de detección y alarma serán sobrepasar el umbral de una temperatura máxima fijada o un valor de alarma diferencial. El sistema proporcionará la información de manera cuantitativa con respecto a la magnitud del incendio, velocidad de generación y dirección de propagación.

05.- El sistema de detección de incendios en el túnel está compuesto por una central de incendios cuyo elemento sensor es un detector lineal instalado en el techo del túnel que puede complementarse por sensores con medida remota. El control y vigilancia de este cable lo realiza la centralita de incendios, pudiendo detectar un incendio en varios puntos al mismo tiempo con un mínimo de 20 eventos simultáneos.

06.- Si la temperatura en el túnel aumenta, la centralita puede detectar una subida de la temperatura y generar las alarmas correspondientes. El intervalo de temperatura que provoca el disparo de alarma puede ser definido entre los 40° y los 90° y el tiempo de reacción, desde que sube la temperatura hasta que se genera la alarma, de la rapidez con que varíe la temperatura ambiente y de la velocidad del aire que circula en el punto en cuestión.

9.1.2.- Detección en cuartos técnicos.

01.- Se debe disponer de un sistema de detección contra incendios en los cuartos técnicos formado por detectores de humo y de calor, este sistema será independiente para cada uno de los cuartos.

02.- El sistema de detección de incendios estará compuesto por una central de incendios, detectores de humos analógicos, pulsadores y sirena cuyo nivel sonoro estará entre los 65 dB(A) y los 120 dB(A).

03.- La disposición y número de los detectores vendrá definido por un estudio en el que se considere la superficie, la altura, disposición de tabiques y columnas, inclinación del techo y disposición del equipamiento en su interior.

04.- El sistema de detección en cuartos técnicos. debe ser conforme a la Norma UNE 23007-14 Sistemas de detección y alarma de incendios. Parte 14: Planificación, diseño, instalación, puesta en servicio, uso y mantenimiento.

9.2.- Extinción.

01.- Se deberá proveer de un sistema de extinción que conste de extintores, bies, columnas secas e hidrantes.

9.2.1.- Extintores.

01.- Se deberán disponer de extintores portátiles a lo largo de recorrido del túnel, disponiendo todos ellos de un sistema de detección que establezca una alarma en el centro de control cuando se produzca la retirada de su posición.

02.- La disposición de los extintores será en las paredes bien colgados o empotrados en armarios. La altura de colocación de estos sistemas será tal que la parte superior del extintor quede situada entre 80 cm y 120 cm sobre el suelo.

03.- Su distribución será tal que el recorrido máximo horizontal, desde cualquier punto del sector de incendio considerada la sección completa transversal, que deba ser considerado origen de evacuación, hasta el extintor, no supere 15 m. Con independencia de cumplimiento de esta separación se instalarán extintores en la parte central de los refugios, apartaderos y en cualquier puerta de los tubos de circulación a una distancia inferior a 2 metros.

04.- Se dispondrán extintores de polvo en cada uno de los recintos de los cuartos de instalaciones de forma que ningún punto se encuentra a más de 15m del equipo más cercano.

05.- En paramentos cercanos a elementos eléctricos con riesgo de incendio, tales como centros de transformación o salas de cuadros eléctricos y variadores de velocidad, se requerirá un extintor de nieve carbónica (CO₂).

06.- Los extintores de incendio, sus características y especificaciones serán conformes a las exigidas en el Real Decreto 709/2015, de 24 de julio, por el que se establecen los requisitos esenciales de seguridad para la comercialización de los equipos a presión.

9.2.2.- *Sistemas de boca de incendio equipadas (BIE).*

01.- Los sistemas BIE estarán compuestos por una red de tuberías para la alimentación de agua y las BIE necesarias.

02.- Las BIEs deben estar equipadas con manguera plana o con manguera semirrígida con una toma de conexión de 25 mm. Se deberá disponer de una toma adicional de 45 mm para ser usada por los servicios profesionales de extinción y deberá estar equipada con válvula antiretorno, racor tipo Barcelona, y tapón para uso normal. Se incluirá un pictograma en la superficie de la devanadora con las disposición y funcionamiento de las diferentes válvulas.

03.- La separación máxima entre cada BIE y su más cercana será de 50 m. La distancia desde cualquier punto del área protegida hasta la BIE más próxima no deberá exceder del radio de acción de la misma. Tanto la separación, como la distancia máxima y el radio de acción se medirán siguiendo recorridos de evacuación.

04.- La BIE se instalará de forma visible y accesible, manteniéndose alrededor de cada equipo una zona libre de obstáculos que permita el acceso a ella y su maniobra sin dificultad. Las BIE deberán montarse de forma que la boquilla y la válvula de apertura manual y el sistema de apertura del armario, estén situadas, como máximo, a 1,50 m. sobre el nivel del suelo. Para efectuar el despliegue de las mangueras deberá de disponer de sistemas específicos siendo válido el uso de devanaderas abatibles.

05.- La BIE con manguera semirrígida prevista deberá llevar el marcado CE, de conformidad con las normas UNE-EN 671-1.

9.2.2.1.- *Aljibes.*

01.- Se deberá disponer de un sistema aljibes dimensionado en función de las características del túnel, que permitan la acumulación de agua para uso exclusivo de extinción de incendios, siendo el valor mínimo de 150 m³ distribuidos en tres depósitos independientes.

02.- Los aljibes dispondrán de un sistema de medición continuo y proporcionarán los avisos de alerta por baja capacidad y de alerta por vaciado al sistema de control del túnel.

9.2.2.2.- *Grupos de presión contraincendios.*

01.- Todos los túneles en los que se instale sistema PCI por medio de bocas de incendio equipadas BIE deberán disponer del correspondiente sistema para garantizar la disponibilidad

de agua con su adecuado nivel de presión por medio de un grupo de presión y aljibes para el almacenamiento del agua.

02.- El sistema de bombas principal y secundario deberá ser eléctrico y estar alimentado a través de una línea independiente. En ningún caso podrán instalarse grupos de bombas con tecnología diésel. El sistema de bombeo también dispondrá de una bomba jockey para mantener presurizada la red.

03.- El grupo de presión aportará el caudal y presión suficiente para el correcto funcionamiento del sistema considerando el funcionamiento de 2 Bocas de Incendio Equipadas (BIEs) y 2 hidrantes de forma simultánea. La presión considerada para cada uno de los equipos será la establecida por el Reglamento de Instalaciones de Protección Contra Incendios (RD 513/2017).

04.- El grupo de presión estará monitorizado desde el centro de control tanto el suministro de agua con el estado del depósito de aspiración y alarmas por bajo nivel como el funcionamiento de las bombas, verificando el algoritmo de control el arranque de la bomba jockey y detección de posibles fugas y el funcionamiento posterior en funcionamiento normal de la bomba principal y de secundaria por medio de sus correspondientes presostatos y cuyo paro solo se podrá efectuar de manera manual.

05.- El grupo de presión dispondrá de una línea de prueba para las bombas con recirculación a los aljibes que estará formado por: un válvula anular o similar para el paso de un caudal, sin generar cavitación, entre el mínimo y el 150% del nominal con un caudalímetro de control.

06.- El cuarto con un grupo de presión dispondrá de sistema de extinción por rociadores automáticos con un sistema de drenaje con capacidad para evacuar de manera inmediata el caudal de diseño. Se podrá sustituir el sistema de detección por el control del funcionamiento de los rociadores automáticos, instalando un detector de flujo en la tubería del sistema de rociadores para dar una alarma remota de incendio.

07.- El grupo de presión será conforme a las normas UNE-EN 12845, CEPREVEN y UNE 23500.

9.2.3.- Columnas secas.

01.- El sistema de columna seca, estará compuesto por:

- Toma de agua en fachada o en zona fácilmente accesible al Servicio contra Incendios, con la indicación de "USO EXCLUSIVO BOMBEROS" en letras rojas, provista de válvula anti-retorno, conexión siamesa, con llaves incorporadas y racores de 70 mm, con tapa y llave de purga de 25 mm.
- Columna de tubería de acero galvanizado DN80.

02.- Se contará con el número de columnas secas suficientes para que la distancia entre las mismas, siguiendo recorridos de evacuación, sea menor de 60 m.

03.- la colocación de las columnas secas y sus elementos se efectuará por el hastial contrario a donde se instalan las BIEs o hidrantes cuando estas se sitúen en un único hastial y dispondrán de tomas en todas las bocas del túnel, exterior de salidas de emergencia, acceso de personal o material, en zonas que no se ven afectadas por posibles incidencias ni afecten a las labores de evacuación.

04.- El sistema de columna seca será conforme a las normas Reglamento de Instalaciones de Protección Contra Incendios RIPCI RD 513/2017, UNE 23400-2 y UNE 23400-3.

9.2.4.- Hidrantes.

01.- Se deberá disponer de hidrantes de columna húmeda y de pared, empotrados en armarios y de uso exclusivo para bomberos.

02.- Se deberá disponer de válvulas individuales, que permiten el uso independiente de cada una de las bocas contra incendios.

03.- Se localizarán hidrantes cerca de la entrada al túnel y en el interior, a intervalos no superiores a 250 metros. El caudal y la presión de la instalación deberán cumplir lo recogido en la Norma de Incendios NBE-CPI-96 o las que la sustituyan.

04.- El sistema de hidrantes será conforme a las normas Reglamento de Instalaciones de Protección Contra Incendios RIPCI RD 513/2017, UNE 14394 y UNE 14339.

9.2.4.- Conducciones de agua para extinción.

01.- Se deberá instalar un sistema que permita supervisar la presión de las BIES e hidrantes desde el centro de control, para ello dispondrá de sensorización y presostatos, integrada en el sistema de control, en todos los tramos en los que sea factible su sectorización en función de las válvulas de seccionamiento que se disponga, de tal forma que en todo momento se conozca el estado de presión de la totalidad de la instalación.

02.- Toda la red de tuberías se diseñará con sistemas de vaciado por medio de válvulas de drenaje en los puntos bajos que dispondrán de conexión con el sistema de colectores de saneamiento sin que en ningún supuesto el agua quede acumulada en el túnel. En los puntos altos existirán elementos de venteo para garantizar el vaciado completo de la conducción

9.3.- Extinción automática.

01.- Se deberá disponer de un sistema de extinción automática en los cuartos técnicos y eléctricos que lo precisen según normativa, y estará compuesto por los siguientes componentes principales:

- Sistema de almacenamiento.
- Red de tuberías para la alimentación.
- Puesto de control.
- Boquillas o rociadores de descarga necesarias.

02.- El disparo del sistema debe ser automático mediante detectores ópticos de humo, incendio o manual mediante un dispositivo pulsador de disparo.

03.- El procedimiento de extinción se efectuará por medio de gases limpios con certificación medioambiental y con disponibilidad para su reposición de manera inmediata en el mercado local. La disposición de los cilindros o depósitos se efectuará en ubicaciones seguras en el

bloque de cuartos técnico o en un espacio diferenciado que no afecte a los movimientos de acceso o rutas de evacuación.

04.- En los cuartos técnicos que dispongan de extinción automática es necesario instalar una compuerta cortafuegos. En caso de actuación, la puerta debe cerrarse y extinguir la ventilación forzada en caso de que la hubiera. La compuerta contrafuegos deberá disponer de muelle y fusible tarado con rearme manual.

05.- Para los armarios de equipamientos electrónicos y armarios eléctricos se instalará un sistema adicional de extinción automática, por medio de un equipamiento de aerosol por inundación total del cubículo y elementos anexos del armario.

06.- Se instalará un equipo de extinción automática de incendios independiente en cada una de las salas técnicas donde haya un transformador con potencias que sobrepasen 1000 kVAs.

07.- El sistema de extinción automática será conforme a las normas Reglamento de Instalaciones de Protección Contra Incendios RIPCI RD 513/2017, UNE 15004 y CTE DB SI.

9.4.- Señales y rotulaciones.

01.- Los sistemas PCI deben cumplir con lo definido en el Anexo I, Sección 2: Sistemas de señalización luminiscente del Real Decreto 513/2017.

02.- Señales para evacuación salidas habituales, salidas de emergencia, recorridos de evacuación, etc se deberán señalar conforme UNE 23034

03.- Señales para elementos de protección contra incendios los medios de uso manual como extintores, BIEs hidrantes, pulsadores y dispositivos de disparo de extinciones manuales se deberán señalar conforme a RIPCI, siguiendo UNE 23033-1 o UNE EN ISO 7010.

10.- INSTALACIÓN DE SISTEMAS DE CONTROL.

10.1.- Centro de control de túneles.

01.- Todas las instalaciones del túnel deben estar vinculadas con el centro de control de túneles del Ayuntamiento de Madrid.

02.- El cuarto técnico donde se encuentre el centro de control deberá disponer de sistemas de detección y extinción de incendios.

03.- El centro de control del túnel debe ser alimentado por los sistemas de alimentación ininterrumpida en caso de servicio complementario o de seguridad.

04.- En el cuarto técnico del túnel dispondrá del equipamiento electrónico necesario para comunicar con el centro de control de los túneles. Los switches ubicados en estos cuartos serán los definidos en el apartado de comunicaciones.

05.- Los cuartos técnicos de comunicaciones de los túneles deberán ser climatizados para evitar que las altas temperaturas puedan afectar a los switches y ERUs.

06.- Los cuartos técnicos dispondrán de sistema de control de accesos compuesto por lector de tarjetas y electrocerradura con funcionamiento electromecánico que permita su apertura ante cortes de suministros. También se ubicará en su interior detectores volumétricos que emitan alarma de intrusión.

10.2.- Control sobre las puertas de las salidas de emergencia.

01.- Las salidas de emergencia deben dar a la vía pública y pueden ser de tipo:

- Portón que permita apertura manual o automática y que disponga de señalización visual y acústica en su apertura.
- Puerta cortafuegos RF con apertura antipánico y con cumplimiento de la norma UNE 23740.

02.- Los portones deberán permitir la gestión completa desde el Centro de Control.

03.- En el exterior se dispondrá de una arqueta de apertura de manera manual para que los bomberos, otros servicios de emergencia y las fuerzas de seguridad puedan abrirlo para acceder al túnel por la salida de emergencia.

04.- En las salidas de emergencia se ubicarán contactos magnéticos y volumétricos para detectar la apertura de estas desde el túnel hacia la salida.

11.- SISTEMA DE CÁMARAS.

11.1.- Conceptos generales del sistema de CCTV.

01.- El sistema de CCTV y de cámaras deberá cubrir el recorrido integro de los vehículos y personas en el túnel, las entradas al mismo y sus accesos, las salidas y vías de evacuación y zonas de refugio, con el objetivo que desde el centro de control se pueda coordinar una posible evacuación del túnel.

02.- Adicionalmente el sistema el CTTV dispondrá de cámaras para visualizar el entorno urbano en los accesos al túnel, salidas de emergencia, accesos a instalaciones y elementos externos en su entorno que dan servicio al túnel como nodos de comunicaciones o acometidas eléctricas y de agua

03.- Todas las cámaras serán de tecnología IP y dispondrán de sistema de grabación continuada en modo local y comunicación directa con los sistemas de grabación centralizada del centro de control.

04.- Toda la gestión de eventos, alarmas será efectuada por el equipamiento integrado en la localización de la cámara y permitirá de manera automática gestionar su resolución de visualización en tiempo real y de grabación tanto en local como en remoto

11.2.- Cámaras fijas con detección automática de incidentes DAI.

01.- Todos los túneles deberán de disponer de sistemas de detección automática de incidencias DAI que cubran la totalidad de la superficie de los tubos de circulación, aceras,

isletas, apartaderos, ensanchamiento, salidas de emergencia y accesos, sin que existan ángulos muertos ni puntos ciegos.

02.- El sistema DAI detectará como mínimo los siguientes incidentes que se integran de forma automática como alarmas en el sistema de control:

- Vehículo detenido diferenciando la localización de que carril de calzada, arcén, apartadero, zona salida de emergencia.
- Movimiento de peatones en el túnel diferenciando la localización de que carril de calzada, arcén, apartadero, zona salida de emergencia.
- Presencia de obstáculos en calzada diferenciando la localización de que carril
- Presencia de peatones u otros elementos en: arcén, apartadero, zona salida de emergencia.
- Retenciones con diferenciación de carril y proporcionando los datos de zona de comienzo y final y longitud.
- Tráfico lento con diferenciación de carril y proporcionando los datos de zona de comienzo y final y longitud del grupo de vehículos afectados.
- Distancia entre vehículos inferior a un valor configurable.
- Vehículo en sentido contrario.
- Vehículo con exceso de velocidad a un valor configurable.
- Baja condición de visibilidad por presencia de humo, polvo, niebla u otras causas.

03.- Las cámaras se colocarán en secciones con una interdistancia no superior a 75 metros y cuando existan más de tres carriles de circulación o la anchura entre hastiales sea superior a 12 metros en una longitud superior a 40 metros se colocarán dos cámaras por sección situadas ambos lados. La instalación se efectuará sobre la clave del túnel en alturas inferiores a 6 metros y en los hastiales por debajo de las luminarias cuando sea factible mantener más de 4,5 metros de altura.

04.- Las cámaras deberán cumplir las siguientes especificaciones

- Sistemas plenamente digitales con el analizador DAI integrado en la misma cámara para funcionamiento plenamente autónoma con tiempos de detección inferiores a 5 segundos y conexiones por IP redundantes con el sistema de túnel y centro de control.
- Índices: detección superior al 97% y falsa alarma inferior al 7%
- Distancia focal fija, resolución 4k o equivalente, sistema de compensación de luz de fondo (BLC)
- Grabación en la propia cámara con una duración mínima de 72 horas, ratio de transmisión de imagen configurable diferente del de análisis.
- Tratamiento de imagen y emisión de alertas, datos de tráfico y estado de manera automática con tecnología push.
- Configuración en remoto

04.- Las cámaras DAI proporcionarán las siguientes alarmas de su funcionamiento interno:

- Cambio de su mapa de visión, movimiento de su posición de referencia.
- Pérdida de señal o calidad de visión.
- Fallo en comunicaciones.
- Fallo en alimentación.

11.3.- Cámaras móviles en zona de circulación.

01.- Todos los túneles deberán de disponer de cámaras móviles con un zoom superior a 5x, que permita la visión de la totalidad del túnel con las siguientes condiciones.

- Desde cualquier cámara se visionar con nitidez la localización y las cámara anterior o posterior de tal forma que el fallo de visión de una cámara pueda ser solventado con las más próximas.
- Las cámaras permitirán visionar y ver con detalle la información de la totalidad de los paneles de información variable.

11.4.- Cámaras con lector de matrículas.

11.4.1.- Necesidad de instalación.

01.- Todos los túneles con sistemas de seguridad conectados con el Centro de Control deberán disponer de cámaras con lectores de matrículas según lo establecido en este apartado.

02.- Para túneles de longitudes de tubo inferiores a 400 metros dispondrán de cámaras independientes para todos los carriles de circulación que permitan obtener los datos de la totalidad de los vehículos que circulen por su interior, discerniendo las entradas o salidas cuando estas tengan diferentes opciones.

03.- Para túneles de longitudes de tubo superiores a 400 metros dispondrán de cámaras independientes para todos los carriles de circulación en cada una de las bocas de entrada o salida a una distancia inferior a 50 metros de ellas, que permitan obtener los datos de la totalidad de los vehículos que circulen por su interior con tiempos de estancia en el interior, discerniendo las entradas o salidas cuando estas tengan diferentes opciones.

04.- En cualquier tipo de túnel de los anteriores se dispondrá de cámaras de lectura de matrículas en todas las entradas o salidas externas al propio túnel como pueden ser aparcamientos, accesos a edificaciones y otras localizaciones del túnel con un uso continuo y que supongan la salida o estacionamiento de los vehículos con respecto a la infraestructura con equipamiento de seguridad del túnel

11.4.2.- Características de las cámaras.

- Resolución mínima de 8 megapixel (4K) con sistema de analizador OCR integrado, iluminación por medio de infrarrojo incorporado en la cámara y sistema de auto diagnóstico, emisión de alertas y eventos
- Calidad del reconocimiento en cualquier sección para su instalación en un túnel superior al 90 %, con un mínimo de 24 capturas de imagen por segundo
- Velocidad máxima del vehículo para captura de 150 km/h
- Longitud de vial para reconocimiento entre 4 y 12 metros y anchura de 5 metros configurable.
- Ángulos de reconocimiento mínimo de 35 ° en vertical y 25 ° en horizontal
- Distancia de captura óptima entre 7 y 12 metros y hasta un mínimo de 25 metros
- Flash infrarrojo incorporado con un mínimo de 100 IR leds, según EN60825-1
- Tiempo máximo de reconocimiento por matrícula de 0,08 segundos
- Capacidad de proceso global de un mínimo de 10 matrículas por segundo
- Detección de matrículas con identificación del país y del color del vehículo por medio de al menos 5 patrones.
- Detección de placas de mercancías peligrosas según Acuerdo Europeo sobre transporte ADR y códigos KEMLER
- Sistema de almacenamiento de datos para control de forma autónoma y de registros efectuados con un mínimo de 32 Gb ampliable hasta al menos 256 Gb

- Sistema de comunicaciones TCP/IP Giga Ethernet y sincronización horaria por medio de SNTP
- Configuración de dos flujos de imagen, uno de máxima resolución para la captura y reconocimiento y otro configurable para el envío en tiempo real al Centro de Control configurable hasta valores mínimos de 360p
- Rango de temperaturas de funcionamiento entre -15°C y 50°C

11.4.3.- Funcionalidad en los sistemas de control.

01.- Las cámaras de lectura de matrícula se integran como un sensor más del sistema de control de túnel y aparecen en los sinópticos y planos de control con un icono representativo de su tipología y su estado de funcionamiento, presentando en tiempo real la información recogida y las posibles alertas o avisos con afección al túnel.

02.- De manera directa presentarán el valor de la Intensidad Media Horaria y al pinchar sobre ella proporcionará los valores de control y registros correspondientes a:

- Datos del estado de alerta por: detención, bajas velocidades, tiempo de recorrido, selección matrículas, matrículas reiteradas
- Datos de registros: IMH, IMD, número de registros de los últimos 15 minutos, número de registros de la última hora.
- Datos del funcionamiento de la cámara: estado, índice medio de calidad de lecturas.

03.- Desde el icono de la cámara será factible:

- Activar en tiempo real el control de su funcionamiento y para ello se abrirá una ventana con la visión del túnel y para cada lectura ira proporcionando la visión de la fotografía del detalle de matrícula y su lectura para permitir la verificación de su correcto funcionamiento por el operador del centro de control. La distribución de esta pantalla debe permitir el visionar al menos las últimas 5 lecturas con su fotografía de detalle junto con la visión de la cámara en tiempo real.
- Activar en tiempo real el visionado como si se tratase de una cámara general del túnel.

04.- Para la transmisión de las cámaras de lectura matrícula desde el túnel hasta el centro de control el ancho de banda se encontrará limitado por lo que las cámaras deberán de disponer la capacidad de modificar su resolución de envío hasta valores de 240 p, sin que afecte a la resolución de funcionamiento en la localización del túnel según los requerimientos establecidos

05.- Las cámaras y el sistema de control del túnel dispondrán de las siguientes capacidades y se emitirá de forma autónoma alertas generadas por:

- Detención de vehículos al efectuar lectura de una misma matrícula durante más de 10 segundos en la misma localización de lectura.
- Bajas velocidades al efectuar lectura de una misma matrícula durante un periodo de 10 segundos en la misma localización de lectura.
- Lectura de una matrícula registrada en una lista prefijada almacenada en la cámara.
- Cálculo de tiempos de recorrido superiores al 50% respecto a los valores patrón del túnel.
- Fallos de funcionamiento
- El sistema de control emitirá eventos generados por:
 - Lectura de una matrícula registrada en una lista prefijada
 - Detección de una misma matrícula con un número de lecturas mayor al configurado para una localización de medida
 - Diferencias mayores al 15 % con respecto a los valores obtenidos por los puntos de medida asociados a los lectores de matrículas.

- Porcentajes del índice de calidad de la lectura inferiores a los valores prefijados para cada cámara.
- Paso de los vehículos asignados al contrato de mantenimiento y otros que efectúan trabajos en los túneles de manera temporal como en obras, inspecciones, subcontratas, etc aunque no estén incluidos de forma continuada en el sistema de gestión de flotas general, se enviará al sistema de control de flotas de los datos y posición de la cámara de la detección realizada.

11.5.- Cámaras móviles térmicas.

01.- Las cámaras térmicas permitirán visionar por medio de analítica de datos en condiciones de muy baja visibilidad por humos y la detección e de elementos móviles o fijos por gradientes elevados de temperatura, para la detección de posible existencia de personas en situaciones críticas de incendios.

12.- SISTEMA DE COMUNICACIONES.

12.1.- Red general externa.

01.- Dadas las características de los túneles urbanos como infraestructuras críticas para el funcionamiento de la ciudad y la importante afección que pueden provocar cualquier incidencia en ellos, se dispone de una red de comunicaciones de seguridad con doble redundancia, así como conexión con el centro de respaldo que se activa de forma automática frente a la caída del Centro de Control Principal

02.- Todo túnel dispondrá del siguiente sistema de comunicaciones:

- Equipamiento de comunicaciones por medio de dos switchs exclusivos de nivel tres totalmente independientes de los sistemas de control del túnel en cada uno de los cuartos técnicos existentes en el túnel y que al menos dispondrá de un mínimo de 4 puertos de fibra óptica 10 Gb y un mínimo 12 puertos de fibra óptica 1 Gb, plenamente compatibles con modelos similares y compatibles con CISCO ASR-920 y con doble fuente de alimentación.
- Todo el sistema de equipamientos, control y gestión de los túneles dispondrá de los correspondientes sistemas de comunicación switch y routers, convertidores de medio y señales, totalmente independientes de los de los del apartado anterior cuya misión es garantizar la redundancia y el adecuado nivel de servicio con los centros de control.
- El sistema interno de comunicaciones del túnel deberá tener la capacidad de establecer diferentes Vlan de comunicaciones que permita garantizar en todo momento el adecuado nivel de servicio para el control de los elementos básicos de seguridad, disponiendo diferentes redes para el control de datos e información no prioritaria como es el sistema de grabación en remoto, gestión gps, servicios externos.
- Cableado de comunicaciones entre los diferentes cuartos técnicos por medio de un cable de 32 fibras ópticas con repartidores independientes y conectores del tipo LC-APC.
- Doble conexión de los equipos principales como remotas o PLC de control y todos aquellos equipos que dispongan la posibilidad de disponer de doble tarjeta de comunicación, estableciéndose una configuración en el sistema de comunicación de balanceo de cargas y garantías de mantenimiento del servicio ante el fallo de uno de ellos.
- Conexión redundante por caminos diferentes desde los cuartos técnicos con los nodos existentes del sistema de control de túneles por medio de un cableado de 32 fo con 8 tubos de cuatro fibra y características específicas tanto en su tendido en túnel, canalización o galería, en el caso de existir varios cuartos técnicos con una salida por cada uno de ellos se considerará válida y en el caso de solo existir un cuarto técnico se

procurará que la salida se efectúe por diferentes pasatubos, así como que los caminos comunes sean de la menor longitud posible.

- Para túneles de más de 200 metros y aquellos con una IMD superior a 15.000 vehículos, se dispondrá adicionalmente una conexión punto a punto con el Centro de Control de Túneles principal.
- El sistema de comunicaciones deberá disponer de un sistema de seguridad y control contra ciberataques y accesos no autorizados disponiendo de los adecuados sistemas de control de acceso por medio de certificados y en aquellos equipamientos que no se encuentre desarrollado este sistema en el mercado ningún modelo que cumpla los requerimientos, podrá ser utilizada la autenticación por MAC, sistemas de doble autenticación, así como el disponer de un software de análisis de comportamiento de red permanente, "network behaviour analysis software", que evalúa el tráfico digital de manera continuada a partir de los patrones de vigilancia inteligente.

03.- En los proyectos de nuevos túneles, ampliación o reforma integral de los existentes se deberá de definir todo el sistema de comunicaciones de manera independiente a cableados externos a los gestionados por la Dirección General de Conservación de Vías Públicas para el control de los túneles. El servicio responsable de los túneles proporcionará la información de los nodos de conexión y definirá el trazado de los cableados de fibra a ejecutar junto con la definición de los equipamientos complementarios que sean necesarios en el Centro de Control principal y de respaldo como pueden ser nuevos switchs, conversores, grabadores, etc para que sea factible la integración del túnel en el sistema municipal de control.

12.2.- Red general interna.

01.- En el interior del túnel se dispondrá de la siguiente red de comunicaciones en función de las características de la infraestructura.

- Túneles de longitud menor de 200 metros.

Se dispondrá de un anillo formado por un cable de 32 fo en cada uno de los hastiales que dispondrán de al menos 4 armarios en cada hastial con repartidores para la recepción de los equipamientos.

- Túneles monotubo de longitud igual o mayor de 200 metros.

Se dispondrá de un anillo formado por un cable de 32 fo en cada uno de los hastiales que dispondrán de al menos un armario como máximo cada 100 metros en cada hastial con repartidores para la recepción de los equipamientos, siendo cuatro el mínimo número de armarios por hastial.

- Túneles bitubo de longitud igual o mayor de 200 metros.

Se dispondrá de un anillo por tubo formado por un cable de 32 fo en cada uno de los hastiales que dispondrán de al menos un armario como máximo cada 100 metros en cada hastial con repartidores para la recepción de los equipamientos, siendo cuatro el mínimo número de armarios por hastial.

03.- Para cualquier tipología de túnel, en las rampas de entrada y salida, se ejecutará un ramal de 16 fo que dispondrá en la zona de acceso al túnel un armario con repartidores de conexión y continuará hasta el punto de conexión más próximo de la red de instalaciones urbanas.

13.- SALIDAS DE EMERGENCIA.

13.1.- Condiciones generales.

01.- Los sistemas de evacuación del túnel se componen de las propias bocas de entrada y salida, ramales al exterior, así como de las correspondientes salidas de emergencia que se

instalarán de acuerdo Real Decreto 635/2006, de 26 de mayo, sobre requisitos mínimos de seguridad en los túneles de carreteras del Estado con los condicionantes de los siguientes párrafos.

02.- Todas las salidas de emergencia se establecerán como salidas directas al exterior del túnel.

03.- La salida podrá ser un casetón con puerta a la cota de salida o una escalera que disponga de un portón hidráulico de cierre horizontal.

04.- Las salidas dispondrán de un sistema de presurización y vestíbulo de seguridad para el uso de personas en situación de discapacidad, disponiendo en todo el recorrido de evacuación de un sistema de megafonía, visión por cámaras y tanto en el vestíbulo de seguridad como en la zona de salida de interfonos para comunicación con el centro de control.

05.- A cota de túnel todas las salidas de emergencia dispondrán de una cámara móvil con enclavamientos automáticos ante la apertura de la puerta de la salida de emergencia o detección de movimiento en la zona anterior en el lado exterior a la boca del túnel.

13.2.- Portón hidráulico de evacuación.

01.- Los portones de evacuación se localizarán en puntos en los que se permita la evacuación o estancia de manera segura de todos los posibles usuarios del túnel en las condiciones más desfavorables.

02.- La activación de la apertura de los portones se efectuará de manera automática por el sistema de control, de manera remota desde el centro de control, de manera local por efectuarse el pulsado de los botones de emergencia en la salida de evacuación o de manera manual con el uso de palancas de bombeo hidráulico en la zona más próxima al portón, disponiendo en todos los puntos de activación de la correspondiente salida de emergencia.

03.- Los portones dispondrán del sistema de control de su estado de funcionamiento e incorporan una cámara móvil sobre poste en su zona exterior que se posicionará de forma automática ante la apertura o cierre del portón, junto con un sensor de peso de elementos sobre el cierre con una precisión menor a 50 Kg y lectura hasta 5.000 Kg.

14.- OTRAS INSTALACIONES.

14.1.- Puertas y compuertas resistentes al fuego en compartimentaciones y sectorizaciones.

01.- Todas las puertas de emergencia deberán ser resistentes al fuego, con un valor de EI-90 como mínimo.

02.- Todos los accesos y vías de evacuación permitirán el uso de camillas por lo que todos los pasillos, cuartos, escaleras y mesetas deberán permitir el acceso y giro de camillas considerando que las dimensiones de éstas son de 0,60 m. de ancho y 2,50 m. de largo.

14.2.- Bombas de achique en red de drenaje.

01.- Cuando se requiera la instalación de bombas de achique, bien por aguas freáticas o por un desnivel pronunciado en una sección del túnel con un alto porcentaje en riesgo de inundación deberán cumplir con el correspondiente Artículo del presente PCTG.

02.- Las bombas de achique deberán disponer de desarenador y trituradora para deshacer los posibles residuos.

03.- Las bombas de achique dispondrán de autocebador y deberá funcionar en carga para evitar problemas de cavitación.

15.- GESTION DE LOS DATOS Y CALIDAD DE LA INFORMACIÓN.

15.1.- Tratamiento de la información.

01.- El sistema de control de los túneles debe de efectuar de manera eficiente el control de toda la información de los sistemas de sensorización existentes para que tanto el sistema de control superior del Centro de Control proporcione la información y efectúe de manera automática o supervisada por los operadores con las correspondientes activaciones o en caso de fallo de comunicaciones que los sistemas locales del túnel actúen de manera sustitutoria activando los diferentes planes que se hayan establecido en ellos.

02.- Con independencia de los sistemas de control interno de cada elemento de sensorización que proporciona datos de manera continuada o discreta y dispone de los controles para detectar estado de fallo, datos fuera de rango, no operatividad, etc en tiempo real, el sistema de control generará de diariamente para el periodo de 0-24 horas a las 2 a.m. o a petición del operador desde las 0:00 h de ese día, una tabla resumen del estado y registros horarios de todos los sensores con un parámetro de control que permita una evaluación directa y una carga directa en los cuadros de mando de nivel 4.

03.- El cuarto nivel presentará de forma específica para cualquier túnel o instalación el estado detallado de cada sistema y equipamientos, actuaciones programadas y su histórico, detalle de averías y propuestas de intervención al menos.

04.- Para cada sensor el sistema proporcionará su valor medio horario de 0 a 24, siendo el periodo de la hora el correspondiente al valor medio entre la hora marcada y la siguiente, esto es el valor de las 2:00 serán los datos recogidos entre las 2:00 y las 3:00. En el supuesto que un mismo sensor proporcione diferentes valores se procederá a duplicar al sensor con un sufijo identificativo del dato proporcionado.

05.- Para cada sensor y tipo de dato proporcionado y a partir del análisis de los registros obtenidos se define un código de funcionamiento según la siguiente tabla:

| ICDOF | CODIGO | DESCRIPCION |
|-------|-----------|--|
| 1 | OPERATIVO | <i>Los datos proporcionados han sido todos ellos correctos.</i> |
| 2 | LIMITADO | <i>Los datos proporcionados han sido todos ellos correctos, pero no se han proporcionado la totalidad de los esperados faltando más del 5%</i> |
| 3 | NOPATRON | <i>Los datos se encuentran dentro del rango de funcionamiento, pero con valores en un 10 % fuera del patrón de control</i> |
| 4 | REVISION | <i>Los datos recibidos son correctos en un porcentaje superior al 95%, siendo el resto valores fuera de rango.</i> |

| | | |
|---|----------|--|
| 9 | AVERIADO | <i>Fallo generalizado del sensor. No proporciona información, proporciona datos fuera de rango, los datos presentan valores aleatorios y saltos no ajustados a la realidad</i> |
|---|----------|--|

15.2.- Algoritmos de control.

01.- El sistema de gestión del túnel debe disponer de un sistema experto de control de los datos de los sensores ajustado a los procedimientos de mantenimiento predictivo que garantice en todo momento la correcta calidad del dato y evaluación de posibles desviaciones y disminución de manera drástica de las falsas alarmas.

02.- De manera discreta para cada sensor y tipología se dispondrá de una curva patrón con las tolerancias adecuadas para la verificación del dato recogido en el sistema, así como sus gradientes de evolución estas curvas no serán fijas sino que su definición deberá estar relacionada con otros sensores del túnel o en su caso de manera excepcional con datos históricos de los registros en caso de fallo.

03.- Por ejemplo, los sensores de CO deberán estar relacionados con los datos de los puntos de medida o lectores de matrícula y en el supuesto de no disponerse de esta información por fallos de los sensores entonces se utilizarán las curvas históricas de las mediciones disponibles.

ARTÍCULO 44.23.- PRUEBAS DE RECEPCIÓN.

1.- EQUIPOS Y COMPONENTES.

01.- Se comprobará que todos los equipos y componentes satisfacen, con carácter general, las características establecidas en este PCTG y, en particular, las siguientes:

02.- Se comprobará que el cableado instalado es “Resistente al fuego” conformes a la norma UNE-EN 50200.

03.- Se comprobará que los grupos electrógenos cumplen con todas las Ordenanzas municipales del Ayuntamiento de Madrid referidas a calidad del aire y protección contra la contaminación atmosférica y protección contra la contaminación térmica y acústica.

04.- Que todos los equipos y componentes normalizados dispongan de su certificado o en su defecto informe de ensayo de un laboratorio de tercera parte.

05.- Que los ventiladores se suministran avalados por certificados de conformidad a normas de sus materiales y componentes y que se aportan los resultados de los ensayos realizados en fábrica sobre el conjunto, que serán los siguientes:

- Ensayo de aislamiento.
- Medidas de intensidad y potencia en vacío.
- Ensayo a 1/2, 3/4, 4/4 y 5/4 de carga, midiendo intensidades y potencias absorbidas y velocidad de giro.
- Ensayo de calentamiento.
- Medidas de las resistencias en frío y en caliente.
- Determinación del deslizamiento, $\cos \varphi$ y rendimiento.
- Verificación del equilibrado estático y dinámico.
- Medida del empuje.
- Medidas de niveles sonoros en aspiración y en impulsión.
- Ensayo de tracción de la fijación del ventilador.

06.- Que se dispone de un sistema para monitorizar telemáticamente la presión de las BIEs.

07.- Que los postes SOS funcionan adecuadamente y el nivel sonoro del altavoz es adecuado para mantener una conversación fluida.

2.- PRUEBAS DE LA INSTALACIÓN.

01.- Se comprobará que el diseño de las distintas instalaciones y en su conjunto, funcionan adecuadamente y satisfacen todas las condiciones establecidas en este PCTG.

02.- Que los ventiladores son reversibles y que sus condiciones de funcionamiento se ajustan a lo indicado en el proyecto.

03.- Que el sistema de detección de CO, NOX y Opacímetros actúa sobre los ventiladores al llegar al nivel de concentración prefijado.

04.- Que la central de control propia del paso inferior recibe todas las señales y que es capaz de transmitir las al Centro de Control de Túneles del Ayuntamiento de Madrid.

05.- Que desde el Centro de Control de túneles del Ayuntamiento de Madrid se puede controlar y monitorizar todas las instalaciones del paso inferior:

- Sistemas de la instalación eléctrica.
- Sistemas de alumbrado.
- Sistemas de detección de condiciones ambientales.
- Sistemas de ventilación.
- Sistemas de señalización.
- Sistemas de comunicación por voz.
- Sistemas de comunicación.
- Sistemas de protección contra incendios.
- Sistemas de control.

06.- Si la instalación no satisface, con carácter general, las condiciones establecidas en el presente Artículo serán motivo de rechazo del conjunto hasta que se realicen las modificaciones necesarias para que dichos requisitos sean satisfechos.

Sección 3.ª

GALERÍAS DE SERVICIO

ARTÍCULO 44.30.- GENERALIDADES.

01.- Las Galerías de servicio son las instalaciones que están destinadas a alojar en su interior los siguientes servicios de terceros:

- Energía eléctrica.
- Comunicaciones.
- Servicios municipales (cámaras de seguridad, alumbrado, semáforos, bocas de riego, aguas recicladas etc.)
- Abastecimiento de agua.

02.- Quedan expresamente prohibidas las conducciones de gas.

03.- Las galerías de servicio se utilizarán exclusivamente para los fines que fueron proyectadas.

04.- Las galerías de servicio están consideradas como Espacios Confinados.

05.- Queda expresamente prohibido instalar tuberías de abastecimiento de un diámetro nominal superior a 600 mm.

ARTÍCULO 44.31.- DEFINICIONES.

1. Galería de servicio: Infraestructura subterránea de disposición lineal que cuenta con accesos de personal y bajadas de materiales en número suficiente para garantizar la correcta ejecución de los trabajos y accesibilidad en condiciones de seguridad.
2. Carteles: Tienen por objeto guiar al usuario de la galería, suministrándole información de la ubicación mediante el nombre de la galería y la cota métrica en la que se encuentra.
3. Señalización luminiscente: Es aquella señal óptica de seguridad que para su fabricación se ha utilizado producto fotoluminiscente, con la finalidad de hacerla visible en casos de emergencia con ausencia de luz.
4. Sector de incendio: aquel espacio de un edificio separado de otras zonas del mismo por elementos constructivos delimitadores resistentes al fuego durante un determinado período de tiempo, en cuyo interior se puede confinar o excluir el incendio para evitar o retardar su propagación.
5. Elemento de sujeción o soporte: Elemento metálico que sirve para sujeción de cables, empalmes, tubos
6. Regletas: Elemento de fijación o sujeción en hormigón o fábrica de ladrillo de elementos estructurales o elementos pesados, en el caso de las galerías, para la sujeción de cables.

ARTÍCULO 44.32.- NORMATIVA TÉCNICA.

- Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión e Instrucciones Técnicas Complementarias (Real Decreto 842/2002).
- Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en instalaciones eléctricas de alta tensión y sus Instrucciones Técnicas Complementarias (Real Decreto 337/2014).
- Real Decreto 1942/1993, de 5 de noviembre, por el que se aprueba el Reglamento de instalaciones de protección contra incendios, y sus modificaciones.
- Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación.
- Reglamento de instalaciones de protección contra incendios (Real Decreto 1942/1993).
- Ley 11/1998 General de Telecomunicaciones y RRDD que la desarrollan.
- Real Decreto 244/2010, de 5 de marzo por el que se aprueba la Orden ITC/1142/2010, de 29 de abril, por la que se desarrolla el Reglamento regulador de la actividad de instalación y mantenimiento de equipos y sistemas de telecomunicación.
- Directriz CCITT relativa a la protección de líneas de telecomunicación contra acciones nocivas de líneas eléctricas.
- Real Decreto 1630/1992, de 29 de diciembre, por el que se dictan disposiciones para la libre circulación de productos de construcción, en aplicación de la Directiva 89/106/CEE, y sus posteriores modificaciones.
- Reglamento Europeo de Productos de Construcción nº 305/2011 publicado el 4-4-2011 en el DOUE, derogando la Directiva de Productos de Construcción 89/106/CEE.
- Código Técnico de la Edificación (CTE)
- Real Decreto 3275/1982, de 12 de noviembre, sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en centrales eléctricas y centros de transformación.
- Ley 32/2003, de 3 de noviembre, General de Telecomunicaciones.
- Real Decreto 244/2010, de 5 de marzo por el que se aprueba la Orden ITC/1142/2010, de 29 de abril, por la que se desarrolla el Reglamento regulador de la actividad de instalación y mantenimiento de equipos y sistemas de telecomunicación.
- Ley 31/1995 de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales.
- Real Decreto 485/1997 de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo.
- Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y de salud en las obras de construcción (BOE de 25 de octubre). Modificado por el Real Decreto 604/2006, de 19 de mayo (BOE de 29 de mayo).

NORMATIVA MUNICIPAL:

- Ordenanza de Gestión y Uso Eficiente del Agua en la Ciudad de Madrid, de 31 mayo de 2006.
- Ordenanza de Prevención de Incendios del Ayuntamiento de Madrid, de 28 de junio de 1993.
- Normalización de Elementos Constructivos para Obras de Urbanización del Ayuntamiento de Madrid y sus actualizaciones.
- Normas Urbanísticas del Plan General de Ordenación Urbana de Madrid (PGOUM 97)
- Acuerdo de adopción de medidas para la optimización energética en el Ayuntamiento de Madrid y sus Organismos Autónomos, de 2 de junio de 2010.
- Ordenanza de Protección contra la Contaminación Acústica y Térmica, de 25 de febrero de 2011
- Real Decreto 486/1997, de 14 de abril, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo.”
- Reglamento de Seguridad contra Incendios en los Establecimientos Industriales.
- Real Decreto 513/2017, de 22 de mayo, por el que se aprueba el Reglamento de instalaciones de protección contra incendios.
- Orden TMA/851/2021, de 23 de julio, por la que se desarrolla el documento técnico de condiciones básicas de accesibilidad y no discriminación para el acceso y la utilización de los espacios públicos urbanizados.

ARTÍCULO 44.33.- INSTALACIONES EN GALERÍAS DE SERVICIO.

1.- GENERALIDADES.

01.- Para garantizar el correcto mantenimiento de la infraestructura, así como la transitabilidad en condiciones de seguridad y la vigilancia de los servicios instalados en la galería, se dispondrá de los siguientes sistemas de seguridad, vigilancia y control:

- Control de accesos.
- Alumbrado.
- CCTV.
- Poste SOS.
- Sistemas de detección de incendios.
- Sistemas de detección de gases.

02.- Se procurará que las líneas eléctricas y las líneas de comunicaciones no discurren por las mismas paredes o estructuras de las galerías.

2.- TENDIDOS DE CABLES Y TUBERÍAS PROPIOS O DE TERCEROS

01.- Los tendidos de cables se realizarán en las galerías de la siguiente forma, uno de los hastiales estará reservado para cables eléctricos, (el contrario al de la tubería de agua) y, el otro para cables de comunicaciones, en el caso de no ser posible, se deberá intentar respetar la siguiente premisa, y es una distancia mínima de treinta centímetros (30 cm) entre los cables eléctricos y los de comunicaciones y para el caso de la tuberías con respecto a los cables eléctricos, se deberá mantener una distancia mínima de 50 cm.

02.- Todo empalme eléctrico se deberá ubicar fuera de las galerías, en el caso de que la tirada de cable exceda la longitud máxima de la bobina, se realizará de forma escalonada, con la salvedad de que las líneas de muy alta tensión, (más de 100 kV), se alojarán en la solera de la galería mediante la construcción de un hueco en la misma. Dicho espacio será accesible mediante trámex y, para mayor seguridad entre el trámex y los empalmes se dispondrá una lámina de policarbonato.

03.- Los cables deberán quedar fijados a los brazos de los soportes mediante bridas de 7,6 mm de ancho, taco fachada, y regletas en su caso.

04.- Para la seguridad de las personas que transitan por las galerías, todos los elementos metálicos para la sujeción de los cables u otros elementos como son trámex y barandillas, se conectarán eléctricamente al conductor de tierra de la red equipotencial de la galería, a excepción de aquellos que estén rilsanizados o tratados mediante recubrimiento en polvo de aleación de polímeros de alto rendimiento, PPA, en cuyo caso, no será necesario. Los soportes de nueva implantación estarán tratados mediante PPA, con un recubrimiento mínimo de 400 micras.

05.- Los conductores de equipotencialidad deben conectar todas las masas y todos los elementos conductores que sean simultáneamente accesibles. La conexión equipotencial

local así realizada, no debe estar conectada a tierra, ni directamente, ni a través de masas o de elementos conductores. Deben adoptarse las disposiciones para asegurar el acceso de personas al emplazamiento considerado, sin que éstas puedan ser sometidas a una diferencia de potencial peligrosa.

06.- Los cables, tuberías, empalmes o cualquier elemento que se instale en las galerías deberá quedar debidamente señalizado e identificado. En la identificación figurará, también, la empresa a la que pertenecen. Se etiquetarán los cables cada 25 m.

07.- Los servicios que se dispongan en la galería, deberán permitir un paso mínimo libre de un ancho de 90 cm para garantizar el tránsito de los usuarios durante las labores de conservación y explotación de la infraestructura.

08.- Queda expresamente prohibido instalar materiales que puedan afectar a la seguridad y salud de los trabajadores.

09.- Previamente al tendido de cualquier cable o tubería, el solicitante deberá informar a los servicios técnicos municipales de los cables o tuberías existentes pertenecientes a dicho solicitante en las ubicaciones requeridas, o su zona de afección, aportando información en el formato digital que demanden los citados servicios técnicos. Posteriormente, una vez realizada la instalación, se entregará información en el mismo formato con la disposición final de los tendidos.

10.- Cuando el titular solicitante cuente con servicios obsoletos, que no cumplan con la Normativa aplicable, o fuera de servicio en la ubicación requerida, o en su zona de afección, estará obligado a retirarlos previamente a la instalación de un nuevo servicio. Así mismo, si el Ayuntamiento detecta que un servicio de algún titular está obsoleto, no cumple con la Normativa aplicable, o está fuera de servicio, podrá requerir a dicho titular para el desmontaje de la instalación cuando se estime que es necesario.

11.- Los servicios técnicos municipales podrán, si estiman que la capacidad de la sección de la galería ha llegado a su límite, o que el servicio a desplegar es incompatible con la Normativa aplicable, denegar la solicitud de un nuevo tendido por parte del solicitante de dicho servicio.

12.- Los servicios técnicos municipales podrán requerir en todo momento a los titulares de las instalaciones para que mantengan sus instalaciones libres de averías y en condiciones óptimas de funcionamiento y estabilidad mecánica

3.- SISTEMA ELÉCTRICO

01.- De forma discrecional, según necesidades, las galerías dispondrán de cuadros de protección general (CGP) trifásicos de 5,4 kW, cumpliendo la normativa vigente y las especificaciones técnicas de la empresa suministradora que hayan sido aprobadas por la administración pública competente. Estarán ubicados en el exterior, contendrán el contador de compañía y una acometida hacia el cuadro principal (CP) de cable de cobre de 5x10mm² RZ1-K.

02.- La máxima resistencia de puesta a tierra será tal que, a lo largo de la vida de la instalación y en cualquier época del año, no se puedan producir tensiones de contacto mayores de 24 V en las partes metálicas accesibles de protección (soportes, cuadros metálicos, etc.).

03.- Todas las conexiones de los circuitos de tierra se realizarán mediante terminales, grapas, soldadura o elementos apropiados que garanticen un buen contacto permanente y protegido contra la corrosión.

Cada CGP dispondrá de un cuadro principal, CP, IP65 en las galerías, lo más próximo a un acceso, este estará dotado con un automático general de 4x40A con curva C y, para cada salida, un diferencial de 4x40A/300mA inmunizado y selectivo con un automático de 4x25A, con una línea de cable trenzado de aluminio RZ1-R hacia los cuadros secundarios de 5x16mm², 4x25+1x16mm², 4x35+1x16mm² y 4x50+1x25mm², según cálculos de consumo y distancias, y de tensión asignada no inferior a 0,6/1 kV, y deberán cumplir los requisitos especificados en la parte correspondiente de la Norma UNE-HD 603. Estos cables estarán fijados a la bóveda o hastial mediante taco fachada cada 75 cm.

04.- Las líneas de alimentación a los puntos de luz y de control, cuando existan, partirán desde un cuadro de protección y control. Las líneas estarán protegidas individualmente, con corte bipolar, en este cuadro, tanto contra sobrecargas (sobrecargas y cortocircuitos) como contra corrientes de defecto a tierra y contra sobretensiones cuando los equipos instalados lo precisen. La envolvente del cuadro proporcionará un grado de protección mínima IP65.

05.- Se dispondrán dos tipos de cuadros secundarios, uno para los tramos de alumbrado cada 200 m y otros intercalados entre estos, en el punto medio, es decir, a 100 m, distribuidos por tanto también cada 200 m.

Tipo 1:

El CP dispondrá de cuadros secundario, CS, IP65 en las galerías, este estará dotado con un automático general de 2x25A con curva C, un diferencial 2x40A/30mA, un automático 2x16A para salida de fuerza, un automático 2x10A para alumbrado y su maniobra (telerruptor y temporizador), incluyendo un enchufe "schuko" y los pulsadores necesarios, con una línea de cable de cobre 3x6 mm² RZ1-K hacia la línea principal conectada con bornas "niled".

Tipo 2:

El CP dispondrá de cuadros secundario CS IP65 en las galerías y estará dotado con un automático general de 2x16A con curva C y un diferencial 2x40A/30mA incluyendo un enchufe "schuko" y los pulsadores necesarios, con una línea de cable de cobre 3x6 mm² RZ1-K hacia la línea principal conectada con bornas "niled".

Entre cuadros secundarios se instalará una línea de cable de cobre de 5x2,5 mm² RZ1-K instalado en el taco fachada existente, concretamente el de la línea de cable trenzado RZ1-R, que irá recogiendo todas las cajas de conexión de las luminarias de 105 x 105 mm y pulsadores de ese tramo.

06.- Se instalarán pulsadores dobles cada 200 m y unos intercalados entre estos, en el punto medio, es decir, a 100 m, distribuidos también cada 200 m, que permitan habilitar el alumbrado de la galería por tramos. Estos deberán estar dotados de una botonera estanca con un grado de protección mínimo de IP65.

07.- Se instalarán tomas de fuerza cada 100 m que permitan conectar herramienta eléctrica para realización de trabajos en la galería. Estos deberán ser estancos con un grado de protección mínimo de IP65.

3.- INSTALACIÓN DE ALUMBRADO.

01.- Las luminarias deberán ser barras de tecnología LED de 1,2 m de longitud, IP 65, instaladas con una interdistancia máxima de 9 metros entre ellas. Se colocarán en la corona y excepcionalmente en el hastial, así como en los accesos y cuartos técnicos, con una línea de cable de cobre 2x1,5 mm² RZ1-K en la caja de conexión de 105 x 105 mm, a excepción de aquellas luminarias que están en talones superiores a 70 m de longitud, en los que el cable a instalar será de cobre de 5x2,5 mm² RZ1-K.

02.- Se instalarán luminarias de emergencia cada 100 m, sobre cada uno de los cuadros, en las puertas de acceso, escaleras, saltos de tubería, en los cruces y en aquellos pulsadores que no estén en los cuadros. Las luminarias de emergencia deberán disponer de una autonomía mínima de una hora y de un grado de protección IP65, y estarán fabricados con materiales que garanticen la protección contra la corrosión según lo estipulado en la norma UNE 60598-2-22.

03.- La envolvente de la luminaria de emergencia debe asegurar el grado de protección contra la penetración de polvo, de cuerpos sólidos y humedad, concordante con la clasificación de la luminaria y con la cifra IP marcada sobre ella.

04.- Se instalarán banderolas de emergencia con la palabra "SALIDA" que cumplan las especificaciones marcadas en la norma UNE-EN-60598-2-22. Deberán cumplir con el grado de protección mínimo IP65 y estar caracterizadas como Clase II. Deberán cumplir con los criterios lumínicos especificados en la norma y disponer de una autonomía mínima de una hora. Habrán de instalarse en los accesos de personal.

4.- INSTALACIÓN DE SISTEMAS DE CONTROL DE CONTAMINACIÓN. (Gases tóxicos y explosivos)

01.- Se dotará a las galerías de servicios de un sistema de control de gases, que proporcione la lectura y estado de: la presencia de oxígeno (O₂), la presencia metano (CH₄), la de monóxido de carbono (CO) y la de ácido sulfhídrico (H₂S).

02.- Deberá poseer una capacidad mínima de 2 lazos, y una longitud por lazo de 1.000 m, y cada lazo deberá poder albergar como mínimo 4 unidades de cada tipo de gas.

03.- La central o PLC de gases y sus detectores deberán integrarse en la aplicación de control y gestión integral para permitir visualizar en tiempo real el estado y medida (en partes por millón o tanto por ciento) de las lecturas de los detectores.

04.- Las alarmas, estados y control que se deberán recibir desde la aplicación deberán ser:

- Error de sensor.
- Error de detector
- Alarma
- PreAlarma
- Saturación

Los rangos de las alarmas de gases en función del tipo de sensor deberán ser:

- Metano.
 - 20 – 40 %. PreAlarma.
 - ≥ 40 %. Alarma.
 - ≥ 100 % Saturación
- Sulfhídrico.
 - 20 – 50 ppm. PreAlarma.
 - ≥ 50 ppm. Alarma.
 - ≥ 100 ppm Saturación
- Monóxido de Carbono.
 - 50 – 100 ppm. PreAlarma.
 - ≥ 100 ppm. Alarma.
 - ≥ 400 ppm Saturación
- Oxígeno.
 - < 17 % PreAlarma.
 - > 24 %. Alarma.
 - ≥ 25 % Saturación

05.- La ubicación de las centrales o PLC's y su comunicación con la aplicación de Gestión y Control del Centro de Control de Galerías, vendrá determinada en primera instancia en función de la limitación del lazo, antes mencionada, que a su vez vendrá determinado en función de la fisonomía de las galerías, y en la distribución de los armarios, dotados todos con "switches" de la red troncal de comunicaciones.

06.- Todo el cableado de comunicación entre los detectores y la central o PLC se realizará con cable de 4 hilos de (2x1,5+2x0,25 mm²) no propagador de llama ni de incendio, libre de halógenos, con reducida emisión de gases tóxicos, baja emisión de humos opacos y baja emisión de gases corrosivos. Este discurrirá grapado mediante taco fachada cada 50cm, y en aquellos puntos donde sea necesaria la instalación de los detectores, con el criterio antes descrito, se instalará una caja de registro estanca IP65 para la derivación de la línea al detector.

07.- La ubicación de los cuatro tipos de detectores deberá realizarse cada 125 m uno respecto del otro de forma que se repita el mismo tipo de detector cada 500 m como máximo.

La instalación y codificación de los detectores deberá ser en el siguiente orden CH₄, H₂S, CO y O₂, comenzando desde la central/PLC y continuando según la distribución recorrido del lazo. La numeración para cada tipo de gas deberá ser:

- **CH₄**: 01, 02, 03 y 04
- **H₂S**: 05, 06, 07 y 08
- **CO**: 09, 10, 11 y 12
- **O₂**: 13, 14, 15 y 16

08.- En el caso de existir más de un lazo se creará una Zona 1, Zona 2... para cada lazo con la misma numeración de los detectores.

5.- SISTEMA DE VENTILACIÓN.

01.- Se realizará mediante tiro natural.

6.- INSTALACIÓN DE SISTEMAS DE COMUNICACIÓN.

01.- El sistema de SOS deberá integrarse en la aplicación de Gestión y Control del Centro de Control de Galerías, permitiendo así su uso y posterior registro de llamadas, concretamente será necesario monitorizar y comandar las siguientes prestaciones:

- Fallo test de fonía
- Fonía (comprobación de que el poste se encuentra con fonía abierta)
- Abrir fonía.
- Poner en "mute" (silencio).
- Cerrar fonía
- Subir o bajar el volumen en los altavoces del poste SOS.
- Realizar pruebas de:
 - Test de mantenimiento.
 - Test de fonía.
 - Mensaje de "Fuera de Servicio".
 - Mensaje de "Llamada recibida".
 - Tono de "Ocupado".
 - Tono de "Llamada".
- Hora de inicio y fin de llamada.
- Posibilidad de enviar abrir y cerrar fonía a varios postes SOS al mismo tiempo.

02.- La distribución de los postes SOS se hará cada 300 m, y su comunicación al centro de control se realizará por medio de "switches" de la red troncal de comunicaciones por medio de cable FTP/UTP de cat. 6, este discurrirá grapado mediante taco fachada cada 50cm.

03.- El Poste SOS se compondrá de los elementos que se indican a continuación:

- Carcasa exterior y elementos periféricos (pulsador, micrófono, altavoces, microrruptor/contacto magnético, conexiones y pegatinas o placas reflectantes de alta visibilidad con la indicación "SOS").
- Electrónica SOS, con puerto "Ethernet" nativo, fijada en caja estanca de fácil manejo para labores de mantenimiento.
- La electrónica de los postes SOS estará alojada en el interior del mismo, junto con los cables de interconexión de los distintos elementos:
 - Micrófono.
 - Altavoces.
 - Pulsador de llamada tipo seta.
 - Detectores de Puerta Abierta.

04.- La alimentación al poste SOS se realizará a través de una fuente de alimentación auxiliar convencional.

05.- El sistema deberá permitir establecer comunicación de voz en modo manos libres a cualquier SOS desde el Centro de Control de Galerías

06.- Las funciones del Poste SOS de cara al usuario a pie de galería serán las que se muestran a continuación:

- Llamada de auxilio
- Generación de tono de llamada
- Generación de mensaje de espera
- Generación de mensaje de fallo

07.- Los postes SOS deberán disponer de ciertas herramientas para configurar correctamente todas las funcionalidades de los Postes SOS. Las principales funciones respecto a la configuración serán las siguientes:

- Mensajes de audio
- Configuración de alarma de alimentación
- Auto-configuración del cancelador de eco

08.- La red de comunicaciones de las galerías de servicio deberá estar diseñada para permitir comunicaciones con sistemas de control, seguridad y prevención. Será una red "Ethernet", dividida en anillos independientes, con conexiones al Centro de Control de Galerías.

09.- Las comunicaciones entre anillos y centro de control de galerías, estarán siempre redundados y se realizarán por tendidos que sirvan de enlace.

10.- Cada anillo deberá estar configurado de forma que las redes virtuales "Vlans", enlaces y comunicaciones, converjan teniendo en cuenta el peso, ancho de banda y carga de cada enlace. Dicha convergencia esta estudiada por cada topología y es balanceada de forma automática por los protocolos de comunicaciones.

11.- El tráfico de centrales de incendios, centrales de gases, PLC's, control de accesos y gestión de electrónica de red, deberá ir separado del tráfico de video y postes SOS.

12.- La topología, contemplando la premisa de doble enlace con el exterior del anillo, debe contener al menos dos Vlans independientes por cada segmento, y para ello utilizaremos nodos de comunicaciones que hagan funciones de nivel 3, llamados nodos principales, estos nodos principales deben estar conectados entre sí. Entre los nodos principales irán conectados y concatenados nodos de comunicaciones que tan solo hagan funciones de nivel 2, comunicando los sistemas próximos con dichos nodos principales y a su vez, los enlaces entre anillos, con el centro de control de galerías, para el procesamiento de la información de dichos sistemas. Los nodos principales estarán directamente conectados con "switches" de nivel 2, para dar conectividad a los sistemas próximos. Para que el protocolo de corrección de bucles sea eficiente, no debe haber más de 12 nodos secundarios, concatenados entre nodos principales. Excepcionalmente y de forma justificada por el trazado físico del tendido de las comunicaciones, se permitirá un máximo de 16 nodos secundarios.

13.- El direccionamiento IP de cada "Vlan" de cada anillo, se propaga mediante el protocolo de enrutamiento. De esta forma se equilibra, también de forma automática, el camino óptimo para las comunicaciones con el centro de control galerías.

14.- La topología de los anillos estará diseñada para que, en el caso de una incidencia, el sistema de comunicaciones converja automáticamente y tenga un mínimo impacto en el resto de las comunicaciones del propio anillo.

15.- Cada nodo de nivel 3 tendrá activos los procesos de enrutamiento de las "Vlans" de su segmento, y a su vez permanecerá en "standby", para el resto de "Vlans".

16.- En el caso de rotura o avería de un enlace entre nodos secundarios, el segmento de red deberá seguir funcionando en su totalidad, estableciendo las comunicaciones a través del enlace entre nodos principales.

17.- Los protocolos de comunicaciones a implementar serán: 802.1Q, HSRP, SPANNING TREE, EIGRP y OSPF o equivalentes.

18.- Todo el cableado de comunicaciones de la red troncal se realizará con cable de 32 FO TDT monomodo, y discurrirá grapado a la pared mediante taco fachada cada 75cm.

19.- Los anillos se estructurarán en un número segmentos diferenciados, formados por equipos de nivel 2, terminados en sus extremos por equipos de nivel 3, que sirven de interconexión. Cada segmento lleva asociada una "Vlan". El rango IP de cada "Vlan" viene denominado por el número del anillo y el segmento de red en el que se ubica, que para el anillo X del segmento Y, dará lugar a la "Vlan" XY y cuyo rango IP sería 172.29.XY.0/24, para las "Vlan" de datos. En el caso de las "Vlan" de video, se utilizará el mismo criterio pero el primer segmento comenzará a partir del número 6, de esta forma existe una coherencia entre las IP y las "Vlan", lo que facilita el mantenimiento y gestión de la infraestructura.

7.- INSTALACIÓN DE SISTEMAS DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS.

01.- Se dispondrán extintores de CO₂, de 5 kg, aptos para fuegos de tipo A, B y C.

02.- Los extintores se colocarán en los accesos y bajadas de materiales sobre soportes fijos, de modo que la parte superior del extintor quede situada entre 80 cm y 120 cm sobre la solera. Deberán estar señalizados conforme indica el anexo I, sección 2ª, del Reglamento de Instalaciones de Protección Contra Incendios.

03.- La central de detección de incendios o PLC deberá ser del tipo analógico, capaz de aceptar al menos tres protocolos de lazo distintos y podrá instalarse en mueble de superficie o en un armario. Dispondrá de todos los certificados exigibles y actualizados acorde con los requerimientos de la norma EN54-2 y EN54-4.

Deberá poseer una capacidad mínima de 2 lazos, y una longitud por lazo cerrado mínima de 1.000 metros y máxima de 3.000 metros.

04.- La central o PLC de detección de incendios estará conectada con los elementos exteriores supervisando permanentemente todos los elementos conectados a la misma.

05.- El direccionamiento de los detectores se efectuará mecánicamente mediante "Rootswitches" decádicos, o mediante tarjetas numeradas.

Siempre que no se supere la limitación en número de puntos por lazo, deberá ser posible añadir posteriormente a la puesta en servicio cualquier elemento en cualquier posición de la instalación.

No deberán existir sistemas de direccionamiento automáticos desde la central que supongan, en caso de ampliación de la instalación, posibles modificaciones del sistema en la central.

La eliminación de un detector no afectará a ningún otro elemento de campo, produciéndose sólo una incidencia del tipo "elemento no responde".

06.- La central o PLC, mediante algoritmos de función, ajustara el umbral de alarma de cada uno de los detectores de humo de la instalación.

Al producirse una alarma o estado de avería aparecerá una indicación visual en la central y todas las alarmas y estados serán reportadas a la aplicación de Gestión y Control del Centro de Control de Galerías. Nunca se deberá retrasar manera la recepción de un estado de alarma o posteriores alarmas reiteradas. Las alarmas, estados y control que se deberán recibir y poder comandar desde la aplicación deberán ser:

- Alarma de Incendio
- Fallo de detector, indicando el tipo de fallo.
- Fallo de tarjeta de lazo.
- Apertura de lazo y su posición.
- Cortocircuito en el lazo.
- Rearmar la central.
- Posibilidad de deshabilitar o habilitar una o varias zonas del lazo.
- Posibilidad de activar y desactivar un modo test una o varias zonas del lazo.
- Posibilidad de deshabilitar o habilitar uno o varios detectores.

07.- Las alarmas de fuego siempre tendrán prioridad sobre las averías, deshabilitaciones, pruebas o mensajes técnicos por lo que en caso de aparecer una alarma en el momento en que en el “display” aparece una avería la indicación de alarma reemplaza a la de avería y una vez resuelta la alarma y rearmado el sistema, volverá a aparecer la avería si esta no se ha solventado.

08.- Los detectores de incendios deberán ser de doble tecnología Óptico-Térmico. Constarán de un sensor de humo y un sensor de temperatura cuya combinación de funcionamiento proporcionará a la central un valor analógico que proporcione una lectura capaz de otorgar al detector una mayor inmunidad a falsas alarmas mediante la activación de alarma por humo, variación brusca o exceso de umbral de temperatura.

Para proporcionar una protección contra humedad al detector se instalará a cada detector, además de su base de conexión, una base especial antihumedad y su correspondiente suplemento, que evite que la condensación por humedad pueda penetrar en la base de conexión del detector y/o en el propio detector anulando su funcionamiento y provocando una avería.

09.- La ubicación de las centrales o PLC´s y su comunicación con la aplicación de Gestión y Control del centro de control de galerías, vendrá determinada en primera instancia en función de la limitación del lazo, antes mencionada, que a su vez vendrá determinado en función de la topología de las galerías, y en la distribución y ubicación de los armarios, dotados todos con “switches” de la red troncal de comunicaciones.

10.- El sistema está basado en detectores de doble tecnología (humos y temperatura), cuya ubicación será cada 30 metros. En aquellos puntos donde debido a la condensación u otros factores, el detector pueda dar falsas alarmas o averías continuas, se propondrán medidas paliativas como el cambio de ubicación, respetando siempre la consideración de longitud máxima de 30m. A lo largo del recorrido de las galerías en lazos cerrados, la línea de detección va desde la central hasta el último detector y de allí vuelve a la central, de esta forma si se produce un corte o una caída de la alimentación eléctrica, la central señala y localiza la avería, pero no queda fuera de servicio ningún detector. La longitud máxima total no podrá exceder de 3.000 metros, es decir, longitud de galería no superior a 1.500 metros.

11.- La conexión entre la central de detección o PLC y todos los elementos periféricos conectados a ella se efectuará mediante un circuito de dos hilos trenzados y apantallados mediante un cable de cobre de 2x1,5 mm² no propagador de llama ni de incendio, libre de halógenos, con reducida emisión de gases tóxicos, baja emisión de humos opacos y baja

emisión de gases corrosivos. Esté discurrirá grapado mediante taco fachada cada 50cm hasta la base de los detectores.

12.- La numeración y codificación de los detectores deberá comenzar por el número 01 que será el más cercano a la central, continuando de forma creciente según la distribución y recorrido del lazo hasta el final para cada lazo de forma independiente. A su vez, se deberán crear zonas dentro de cada lazo, dependiendo del número de detectores y de la distancia entre ellos, concretamente para detectores que se encuentren a 60 m en instalaciones antiguas, se creará una zona cada 8 detectores y para los que se encuentren a 30 metros una zona cada 16 detectores, la identificación zonas será: Zona LN, dónde L es la identificación del lazo al que pertenecen y N el número de zona.

8.- INSTALACIÓN DE SISTEMAS DE CONTROL DE ACCESOS.

01.- Los accesos de personal deberán disponer de un sistema de control de accesos dotado de un lector de proximidad, cámara móvil y volumétricos, de forma que se pueda controlar, supervisar y registrar el acceso a la galería en tiempo real, o el de las posibles intrusiones no autorizadas. En el caso de las bajadas de materiales, estas se dotarán como mínimo con cámaras fijas.

02.- El sistema de control de accesos estará integrado en la aplicación de Gestión y Control del Centro de Control de Galerías, concretamente será necesario monitorizar y comandar las siguientes prestaciones:

- Puerta abierta, distinguiendo si es un acceso autorizado o no.
- Activación de electrocerradura.
- Posibilidad de activar la apertura remota de la puerta.
- Envío de la relación de tarjetas de proximidad que están activas informando de su vigencia, y del almacenamiento en la controladora remota de cada puerta.
- Identificación de las tarjetas que hayan sido leídas por el lector de proximidad y de su estatus de autorización.

03.- Cada acceso de personal deberá de estar dotado de un cerradero eléctrico asociado a un terminal de control de accesos TCP/IP que a su vez dispondrá de un lector de proximidad para tarjetas codificadas de proximidad. El controlador almacenará los datos de configuración y funcionamiento para que, en caso de fallo en la comunicación con el centro de control, pueda operar de forma autónoma.

04.- Las puertas dispondrán de una alarma de puerta abierta, para un mayor control seguridad.

05.- Desde la aplicación de control y gestión del Centro Control de Galerías deberán poderse controlar aquellas tarjetas que pueden abrir las puertas, dando de baja aquellas cuyo control se ha perdido por extravío o por otras razones.

06.- Las controladoras estarán ubicadas en: rack's o armarios y estos a su vez estarán ubicados en pequeños cuartos técnicos o en las galerías en su defecto, y los lectores de proximidad en cajas estancas con tapa transparente al lado de las puertas para una mayor protección.

07.- Todo el cableado de comunicación entre la controladora y los diferentes elementos, lector, electrocerradura y contacto magnético, se realizará con cable de cobre de 2x1,5 +

10x0,25 m2 no propagador de llama ni de incendio, libre de halógenos, con reducida emisión de gases tóxicos, baja emisión de humos opacos y baja emisión de gases corrosivos. Este discurrirá grapado mediante taco fachada cada 50cm.

08.- Las cámaras deberán integrarse en la aplicación de vídeo y en la aplicación de Gestión y Control del Centro de Control de Galerías de forma que pueda ser comprobado su estado de funcionamiento y que sean visualizadas.

09.- Las cámaras móviles serán instaladas en los accesos de personal o en aquellos puntos que se determine necesario, como puntos bajos inundables, y las fijas en las bajadas de materiales o entre las puertas y las chapas horizontales de acceso.

10.- Características generales de la cámara DOMO IP Móvil:

- Las cámaras deberán soportar tecnología “multi-streaming”, transferir imágenes en tiempo real a 25 o 30 imágenes por segundo con compresión de video en H264.
- La cámara dispondrá de una lente con zoom óptico de 4,45 a 89 mm con un zoom mínimo de (20x) y con un zoom digital de 8x. Con el movimiento de la lente hacia el 20x el autoenfoco, tanto en ángulo cerrado como abierto, deberá estar activado y no perder la calidad de enfoque en ningún momento.
- Toda la gestión y configuración del dispositivo se podrá hacer a través de menús que deberán estar en español y/o en inglés.
- La cámara deberá ser un domo tipo compacto con toda la instalación y mecanismos internos.
- La cámara motorizada dispondrá de un mecanismo de rotación que alcanzará una velocidad de movimiento de 250º/segundo, contando con un giro horizontal de 360º.
- La cámara deberá disponer de modo día/noche real, con un filtro mecánico para infrarrojos.
- Dispondrá de sistema de Rango Dinámico extendido.
- La cámara deberá disponer de los certificados de conformidad para su comercialización dentro de la Comunidad Europea.
- Estarán habilitadas para instalación en exterior IP66, con clasificación anti vandálica IK10.
- Contarán con iluminación IR de alcance mínimo 70 metros.
- Deberán disponer de, al menos, 7 entradas libres de tensión.

11.- CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LA CÁMARA IP FIJA:

- Las cámaras deberán soportar tecnología “multi-streaming”, transferir imágenes en tiempo real a 25 o 30 ips con compresión de video en H264.
- Toda la gestión y configuración del dispositivo se podrá hacer a través de menús que deberán estar en español y/o inglés.
- La cámara deberá ser fija tipo compacto con toda la instalación y mecanismos internos.
- La cámara deberá disponer de modo día/noche real, con un filtro mecánico para infrarrojos.
- Dispondrá de sistema de Rango Dinámico extendido.
- La cámara deberá disponer de los certificados de conformidad para su comercialización dentro de la comunidad europea.

- Dotada para instalación en exterior IP66, Antivandálica IK10.
- Iluminación IR de alcance mínimo de 50 metros.
- Deberá disponer de, al menos, 2 entradas libres de tensión.

12.- Las cámaras deberán llevar asociados uno o varios volumétricos de detección de paso en las galerías integrados en la aplicación de Gestión y Control del CCG, y en el caso de los domos, para que se preposicionen allí dónde se detecte movimiento, la disposición de los volumétricos para los domos será como máximo de 12 metros a la cámara, siempre que esta distancia no altere el campo visual de la misma.

13.- La transmisión de la señal al Centro de Control, se realizará a través de la red troncal de comunicaciones, por medio de cable FTP/UTP cat. 6, esté discurrirá grapado mediante taco fachada cada 50 cm.

9.- OTRAS INSTALACIONES EN COORDINACIÓN CON LA CONFIGURACIÓN.

01.- Debido a las características de la galería y a la existencia de cables, tuberías y otros elementos, no es posible construir tabiques de sectorización contra incendios (RF-120) con puertas cortafuegos (RF-90) cada 1.000 m. como máximo, por lo que dicha sectorización se realizará aplicando pintura intumescente ablativa tipo CP-679 A.

Deberá cumplir las siguientes propiedades físicas y químicas:

- Forma/estado: Líquido
- Apariencia: Pastoso.
- Color: Blanco
- pH: 5,7 - 6,5
- Densidad: 1,28 - 1,42 g/cm³
- Viscosidad, dinámica: 22000 - 34000 mPa.s

02.- La pintura se aplicará mediante brocha, rodillo o equipos tipo "airless", a lo largo de las instalaciones eléctricas y de comunicaciones, así como en las paredes y techo, como máximo cada 1.000 metros de trazado y en una longitud de 5 metros por sector, por aplicador homologado.

03.- Cuando se aplique sobre bandejas de cables, el índice de cobertura de la pintura ablativa será de 2750 g/m², para obtener un espesor de producto de 1mm. Cuando se aplique sobre superficie plana, el índice de cobertura será de 1700 g/m², para obtener un espesor en seco de producto de 1mm.

04.- Para la correcta evacuación de aguas procedentes de las roturas o vaciados de tuberías de agua o de cualquier otro origen, se realizarán conexiones a la red de saneamiento a través de arquetas, cuyas rejillas contarán con huecos inferiores a 2 cm. Dichas conexiones se situarán en los puntos bajos de la galería. En su caso, se dispondrán puntos de acometida con válvula antirretorno si los servicios técnicos municipales lo estiman necesario.

10.- SEÑALIZACIÓN Y CARTELERÍA

01.- Las placas informativas estarán fabricadas con material resistente a la humedad (dibond o chapa de acero). Serán de dimensiones 30 x 20 cm, con fondo blanco y el texto negro.

02.- Las placas informativas de cotas métricas de dimensiones mínimas tamaño A4 (CM) se colocarán cada 50 m, a una altura de 1,5 – 2 m respecto de la solera, dependiendo de la zona no ocupada por cables siempre visible a los transeúntes. En una misma galería, se instalarán en la misma pared.

La información a reflejar en el resto de placas informativas, igualmente de tamaño mínimo A4, contendrá la identificación de:

- nombre de la galería, del ramal, del cruce o del talón (fondo de saco).
- cota métrica.
- acceso de personal, bajada de materiales o pasatubos incluyendo el número de finca y nombre de la calle

03.- Para el caso de las instalaciones que tengan protección vigilada 24 horas mediante cámaras de seguridad debe señalizarse adecuadamente mediante un cartel informativo suficientemente visible en cumplimiento de la LPD. Dichos carteles serán de PVC o poliestireno, de dimensiones 210 x 297 mm, homologado con serigrafía de “zona videovigilada”.

05.- La señalización fotoluminiscente cumplirá siempre lo establecido en el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión (REBT), así como en el Reglamento Electrotécnico de Alta Tensión y conforme a la UNE – EN ISO 7010:2012 y a la UNE 23034-88/CTE 2007.

06.- La señalización fotoluminiscente será de chapa de acero AISI 316L, chapa de aluminio prelacada o PVC, fotoluminiscente, de clase A (cuya luminiscencia será alta y se empleará para lugares públicos o con iluminación exclusivamente artificial).

07.- Se instalarán como mínimo cada 100 m, coincidiendo con la presencia de luminarias de emergencia, así como en cruces o talones sin salida de longitud superior a 10 a una altura visible.

08.-Las señales de evacuación a colocar serán:

- SAL-5210.
- SAL-5215.
- SAL-5220.
- SAL-5343.
- SAL-5455.
- INC-4015.

09.- La cartelería deberá indicar adicionalmente la distancia hasta la salida más próxima en cada uno de los dos sentidos.

10.- Las señales fotolumiscentes deberán ir identificadas con los siguientes datos:

- Denominación del producto según UNE 23035-4
- Clasificación según UNE 23035-1
- Fabricación
- Mes y año de fabricación

11.- ELEMENTOS DE SUJECIÓN

01.- Los soportes serán de acero galvanizado en caliente, y acabado mediante tratamiento PPA,(recubrimiento en polvo de aleación de polímeros de alto rendimiento), el soporte de color RAL 9005 y el brazo/percha RAL 1015.

02.- Estarán formados por un perfil en U de 40 x 20 x 4 mm, de longitud variable en función de que conste de 2, 3, 5 ó 7 brazos. Los brazos serán pletinas de acero de 40 x 6 mm, de longitud 180 mm. La distancia entre perchas será de 144 mm en el caso de soportes de 7 y 5 brazos, y de 119 mm para los restantes.

03.- Se fijarán al hastial, cada metro de distancia, mediante tornillos de métrica 10 en la unión de los brazos al perfil UPN y de métrica 13 en los taladros del perfil al muro. Dependiendo del tipo de muro se emplearán tacos de acero, PVC o químicos utilizando los tornillos específicos para el tipo de anclaje usado.

04.- Si fuera necesario la utilización de regletas para colocar cables su dimensiones serán 40 x 20 x 2 mm, de longitud variable (0,50 ó 1 m), y contarán con tratamiento PPA color RAL 9005.

05.- Las crucetas se instalarán en las zonas en las que no obstaculicen los tendidos de cable, y serán de acero galvanizado con tratamiento PPA en color RAL 1015.

06.- Tanto las regletas como las crucetas se fijarán al hastial o a la bóveda mediante tornillos de métrica 10 o mediante taco químico con varilla roscada de métrica 10. Cuando se instalen delante de los soportes se instalarán al muro mediante taco químico y varilla de métrica 10.

12.- DIMENSIONES Y NÚMERO DE BAJADAS DE MATERIALES

01.- Como máximo cada 600 m de longitud de galería de servicios, se dispondrá una bajada de materiales en acera de dimensiones mínimas en superficie de 6 x 1,5 m. Estará formada por losas de hormigón armado de espesor 9 cm instaladas sobre angulares de acero de 10 cm de ala y un cm de espesor. Excepcionalmente y de forma justificada, estas bajadas de materiales podrán estar dotadas con una salida de emergencia formada por pates de polipropileno y plataformas de trámex, de forma que el tramo vertical máximo no exceda los 2,5 m. Estas salidas contarán con una tapa practicable con cerrojo para permitir la salida pero no el acceso desde el exterior.

13.- DIMENSIONES Y NÚMERO DE ACCESOS DE PERSONAL

01.- Como máximo cada 400 m de longitud de galería de servicios y en los fondos de saco o talones de longitud igual o superior a 25 m, se dispondrá un acceso de personas en acera de dimensiones en superficie de 3 x 1 m, formadas por 3 chapas de acero galvanizado de 1 m de largo x 0,9 m de ancho, reforzadas y antideslizante y bisagras de latón. El acceso contará con un sistema de herrajes que impida la caída accidental de transeúntes mientras las chapas se encuentren abiertas.

14.- VALIDACIÓN DE LAS INSTALACIONES A LA RECEPCIÓN.

01.- Las verificaciones previas a la puesta en servicio de las instalaciones deberán ser realizadas por las empresas instaladoras que las ejecuten.

02.- Las instalaciones eléctricas en baja tensión deberán ser verificadas previamente a su puesta en servicio y según corresponda en función de sus características, siguiendo la metodología de la norma UNE 20.460 -6-61.

03.- Los Organismos de Control Autorizado realizarán la inspección de las instalaciones cada 5 años, aplicando los criterios para la clasificación de los defectos encontrados.

04.- Como resultado de la inspección, el Organismo de Control emitirá un Certificado de Inspección, en el cual figurarán los datos de identificación de la instalación y la posible relación de defectos, con su clasificación y la calificación de la instalación, pudiendo ser ésta:

- Favorable: cuando no se determine la existencia de ningún defecto grave o muy grave.
- Condicionado: Cuando se detecte la existencia de, al menos, un defecto grave o defecto leve procedente de otra inspección anterior que no se haya corregido.
- Negativo: Cuando se observe, al menos, un defecto muy grave.

Sección 4ª

FUENTES ORNAMENTALES

ARTÍCULO 44.40.- GENERALIDADES.

01.- A efectos de esta sección, las fuentes ornamentales son elementos de obra civil que cuentan con vaso/s, posible conjunto escultórico, e instalaciones, al objeto de embellecer la ciudad.

02.- La ubicación de una fuente ornamental deberá ser planificada para estudiar las posibles afecciones debidas a su proximidad por ejemplo con:

- Vegetación.
- Construcciones subterráneas (aparcamientos, túneles, pasos inferiores, etcétera).
- Itinerarios peatonales o calzadas.
- Edificación.
- Vaguadas.
- Escorrentías.

03.- Se respetarán las distancias necesarias para cumplir las limitaciones acústicas, conforme a la Ordenanza de Protección contra la Contaminación Acústica y Térmica, de 25 de febrero de 2011 o norma que la sustituya.

ARTÍCULO 44.41.- NORMATIVA TÉCNICA.

Con carácter general, la implantación de nuevas instalaciones hidráulicas ornamentales, cumplirán con la normativa vigente de aplicación y lo dispuesto por el servicio municipal competente. Será de obligada aplicación la siguiente normativa:

- Código Técnico de la Edificación.
- Reglamento electrotécnico para baja tensión, con sus instrucciones técnicas complementarias, en particular el ITC-BT-31 Piscinas y Fuentes.
- Reglamento de eficiencia energética en instalaciones de alumbrado exterior aprobado por Real Decreto 1890/2008 y sus instrucciones técnicas complementarias EA-01 a EA-07.
- UNE-EN 60335-2-41 - “Aparatos electrodomésticos y análogos. Seguridad. Parte 2-41: Requisitos particulares para bombas.”
- Ordenanza de Gestión y Uso Eficiente del Agua de la Ciudad de Madrid.
- Real Decreto 1620/2007, de 7 de diciembre, por el que se establece el régimen jurídico de la reutilización de las aguas depuradas.
- Ordenanza de Protección contra la Contaminación Acústica y Térmica.
- Reglamento de Almacenamiento de Productos Químicos (Real Decreto 379/2001 modificado por el Real Decreto 105/2010).
- Real Decreto 486/1997, de 14 de abril, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo.
- Real Decreto 487/2022, de 21 de junio, por el que se establecen los requisitos sanitarios para la prevención y el control de la legionelosis.
- Reglamento de Seguridad contra Incendios en los Establecimientos Industriales.
- Real Decreto 513/2017, de 22 de mayo, por el que se aprueba el Reglamento de instalaciones de protección contra incendios.
- Orden TMA/851/2021, de 23 de julio, por la que se desarrolla el documento técnico de condiciones básicas de accesibilidad y no discriminación para el acceso y la utilización de los espacios públicos urbanizados.

ARTÍCULO 44.42.- INSTALACIONES EN FUENTES ORNAMENTALES

1.- GENERALIDADES.

01.- La implantación de nuevas fuentes ornamentales deberá contar con informe favorable de la Dirección General de Gestión del Agua y Zonas Verdes, o en su caso, de la Dirección General de Contratación y Servicios, en vista de evaluar la disponibilidad real de los recursos hídricos (m³ de agua) para el correcto funcionamiento y mantenimiento de la instalación hidráulica.

02.- Se evitará situar las fuentes ornamentales debajo o próximas a copas de árboles, o de vegetación en general, que desprendan hojas o impurezas que puedan entrar en el circuito.

Asimismo, se evitará situar en zonas de fuertes vientos que puedan modificar la disposición de los chorros de agua.

También se evitarán zonas de vaguadas o ubicaciones donde previsiblemente existan escorrentías.

03.- Los materiales constitutivos del circuito hidráulico resistirán la acción agresiva del agua y del cloro u otros desinfectantes, con el fin de evitar los fenómenos de corrosión. Se intentará evitar los materiales que favorecen el desarrollo de bacterias y hongos. Todos los materiales deberán ser antioxidantes.

04.- Para la instalación de iluminación será de aplicación lo dispuesto en el Capítulo 43 del presente Pliego denominado Alumbrado Exterior.

05.- La alimentación eléctrica de la fuente ornamental partirá de un cuadro exclusivo e independiente de acometida de la empresa suministradora que solo alimentará a la fuente ornamental (o conjunto de ellas). Si la acometida se realiza desde un centro de transformación de abonado, la ubicación del CT se hará en un lugar no sujeto a servidumbre.

06.- No se permitirá la instalación del centro de transformación bajo el vaso de las fuentes ornamentales.

07.- Cada fuente ornamental deberá contar con acometida de agua independiente.

08.- Al menos en las fuentes ornamentales, que se pueden definir como transitables, se dispondrá señalización con las leyendas "PROHIBIDO BAÑARSE" y "AGUA NO POTABLE", en el formato que indique el servicio municipal competente.

09.- Los cuartos técnicos cumplirán con todos los preceptos normativos de seguridad, protección en caso de incendio (señalética, extintores, etcétera), disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo, y en su caso, de almacenamiento de productos químicos. Contarán con grifo de agua y con lavaojos.

10.- Las dimensiones mínimas de los cuartos técnicos se ajustarán a las necesidades de los equipos a instalar y a la existencia de espacio suficiente para un cómodo mantenimiento. El local estará ventilado, con ventilación forzada en lo posible, y dispondrá de drenaje en toda su superficie con desagüe a la red de alcantarillado general.

11.- El acceso a los cuartos técnicos se hará mediante una puerta metálica de dimensiones mínimas que permitan, en su caso, la extracción de los elementos e instalaciones que se alojan, siendo la apertura hacia el exterior y cerradura normalizada. En caso de existir escaleras serán seguras para los trabajadores con suelo antideslizante.

12.- La maquinaria (bombas, filtros, etc.) se dispondrá sobre bancadas de hormigón de al menos 15 cm. de altura.

13.- En el caso que no se proyecte un cuarto técnico, las instalaciones se dispondrán en arquetas y/o arquetones, con dimensiones suficientes para que el operario realice los pertinentes trabajos de mantenimiento y sustitución de elementos desde el fondo de este elemento. Contarán con evacuación de aguas en su fondo y grifo. El centro de mando no podrá instalarse en arquetas enterradas. Al menos, la arqueta de llenado contará con grifo de agua independiente.

14.- Las arquetas y/o arquetones, dispondrán de tapas y cercos metálicos de resistencia suficiente según su ubicación conforme a la norma UNE-EN 124. Tendrán cierre con llave en el formato que el servicio municipal competente indique.

Aquellas cuya manipulación sean más habituales (por ejemplo, las arquetas de vaciado, depuración, llenado, etcétera) contarán con bisagras, si bien éstas no tendrán resalte sobre el suelo terminado.

15.- La instalación dispondrá de desagüe y rebosadero, en dimensiones suficientes (en función del volumen de la instalación), conexiónada a la red general de alcantarillado.

16.- Las láminas de agua se delimitarán con barreras físicas para minimizar la contaminación del agua con restos orgánicos de zonas circundantes.

17.- Los vasos, arquetas e instalación hidráulica serán estancos.

18.- El suelo de los cuartos técnicos, o el fondo de las arquetas, tendrá pendientes suficientes que permitan la evacuación completa del agua hacia los sumideros o desagües, sin que se produzcan encharcamientos. Todos los sumideros o desagües estarán conectados a la red general de alcantarillado.

19.- El proyecto contendrá la evaluación de riesgos determinada por la directiva, así como las medidas adoptadas para evitarlos o reducirlos.

20.- Se cumplirán los preceptos normativos en cuanto a protección contra la contaminación acústica, en referencia a los ruidos generados por las bombas y juegos de agua.

21.- Para fuentes transitables se cumplirán todos los preceptos aplicables al resto de instalaciones, teniendo en cuenta además que:

- El pavimento deberá cumplir con el grado de resbaladidad aplicable por normativa, sin hendiduras, resistente, no porosos, y ser de fácil limpieza.
- En la medida de lo posible se aislarán los equipos, depósitos, tuberías, etc
- Se evitará la generación de aerosoles: gotas de diámetro superior a 5 μm (no inhalables).
- Dispondrán de contador de agua tratada.

2.- INSTALACIÓN ELÉCTRICA

01.- Los centros de mando situados en el exterior cumplirán con todas las prescripciones establecidas en el capítulo 43 denominado Alumbrado Exterior de este Pliego, y con el capítulo AE de la Normalización de Elementos Constructivos para Obras de Urbanización.

No podrá estar alojado en arqueta enterrada y en lo posible se dispondrá junto a algún elemento arquitectónico estable (por ejemplo, una caseta, otro armario, etcétera) que exista cerca de la instalación.

02.- En todos los armarios deberá existir, para posteriores ampliaciones, un espacio de reserva del 30%. La cimentación se ajustará a lo señalado en el capítulo correspondiente para los centros de mando de alumbrado.

03.- El centro de mando deberá incorporar una planera para alojar los planos de los esquemas eléctricos de los distintos circuitos. El etiquetado de los circuitos será de tipo indeleble con relieve.

04.- El centro de mando dispondrá de punto de luz, y al menos una toma de corriente para el mantenimiento de la instalación.

05.- El centro de mando contarán con llave o candado normalizado.

06.- Cuando se disponga de cuarto técnico, se considerará a este recinto como un local húmedo, y como un local afecto a un servicio eléctrico. Se preverá un cuadro con un IP-55, con llave, en lugar de los modelos indicados en el artículo 01 de este apartado.

07.- Los conductores deberán llevar punteras para el conexionado al bornero. Asimismo, deberán llevar un etiquetado para su identificación.

08.- Todos los elementos de corte y protección se ajustarán a las características de los receptores y de las líneas que los alimentan.

09.- Todas las carcasas, receptores, y partes metálicas situadas en el cuarto técnico estarán unidas mediante una red equipotencial.

10.- El nivel mínimo de iluminación en el suelo del cuarto técnico será de 100 lux. Se preverá un alumbrado de emergencia, así como una toma de corriente con puesta a tierra. El interruptor de encendido se dispondrá en el interior junto a la puerta de acceso.

3.- INSTALACIÓN DE ALUMBRADO

01.- La instalación de alumbrado se divide en instalación sumergida y no sumergida.

02.- De forma general será imprescindible la protección mediante separación de circuitos, situando el transformador separador fuera del volumen 0, salvo excepciones estipuladas en el REBT.

03.- Los aparatos de alumbrado ubicados en el seno del agua (volumen 0) se instalarán en el fondo del vaso, siempre que técnica y arquitectónicamente sea posible. En el caso de realizarse huecos en el fondo del vaso, y en función de las dimensiones y características de

éste, se dispondrá de desagüe para que, vaciado el agua del vaso, la manipulación de dichos aparatos se efectúe en ambiente seco.

04.- En función de la situación de los aparatos de alumbrado, podrá ser aconsejable la disposición de elementos protectores. Estas protecciones serán de material anticorrosivo y/o acero inoxidable. Estos tratamientos serán extensibles a cualquier tipo de herrajes de sujeción de los aparatos de alumbrado, cuando sean susceptibles de oxidación. Los elementos enrejados serán resistentes, sin deformarse, a un peso de 200 kg, y malla de luz máxima de 2,5 cm, en el lado de mayor longitud. Estas rejillas de protección se situarán a distancia mínima de 5 cm de los cristales, siempre que la altura de agua del vaso lo permita. En cualquier caso, se evitará que dicha protección se apoye directamente sobre el vidrio.

05.- El valor de la sensibilidad de los diferenciales a prever en el centro de mando serán los indicados en el REBT para este tipo de elementos e instalaciones

06.- El grado de estanqueidad de las cajas de derivación, conexiones sumergidas, etc., tendrán un grado de protección IP68 según norma UNE-EN 60529.

07.- Las canalizaciones y cajas eléctricas dentro de los volúmenes de 0 y 1, estarán constituidas con materiales no oxidables, con un grado de resistencia al impacto IK08. No deben requerir ningún tratamiento especial, aunque podrán pintarse siempre que lo requiera

08.- En los volúmenes 0 y 1 de las fuentes, las fijaciones, tornillería y pequeño material serán de acero inoxidable o galvanizado, cumpliendo la normativa sobre soportes.

4.- INSTALACIÓN HIDRÁULICA Y DE EVACUACIÓN

01.- De forma general la instalación hidráulica se proyectará y construirá de forma que se tengan en cuenta los riesgos relacionados en la directiva de máquinas, en particular los que pudieran afectar a los operadores y mantenedores de la instalación.

5.- ELEMENTOS INTEGRANTES

5.1.- Luminarias

01.- Solamente se podrán emplear luminarias con tecnología LED y con grado de protección IP68, que podrán ser de material plástico o acero inoxidable.

02.- Para emplazamientos fuera de los volúmenes 0 y 1, los aparatos de alumbrado serán estancos al agua, con grado de protección mínima IP65, y de material anticorrosivo. Se situarán, individualmente o en grupos, a distancia mínima de 20 cm de los cristales de los lucernarios, sobre soportes anticorrosivos o protegidos adecuadamente contra la oxidación.

03.- Las áreas de los fondos de los vasos que estén ocupadas por los vidrios, que sirven de lucernarios, se protegerán con elementos enrejados y resistentes, sin deformarse, a un peso de 200 kg, y malla de luz máxima de 12 cm, en el lado de mayor longitud. Estas rejillas de protección se situarán a distancia mínima de 10 cm de los cristales, siempre que la altura de agua del vaso lo permita. En cualquier caso, se evitará que dicha protección se apoye directamente sobre el vidrio.

04.-Requisitos mínimos a cumplir los receptores de alumbrado:

- Certificado de estanqueidad, como mínimo IP-68 para aparatos subacuáticos e IP-65 para los demás.
- Certificado de resistencia al impacto, como mínimo IK08.
- La carcasa, el vidrio de cierre y el reflector cumplirán lo establecido en el capítulo de Alumbrado exterior del PCTG.
- El flujo luminoso del hemisferio superior una vez instalada la luminaria se limitarán conforme a la ITC-EA 03 del REEIAE.
- Comprobación sobre muestra de la aptitud a la función. Facilidad de desmontaje sencillo de los elementos susceptibles de ensuciamiento (reflector, cierre de vidrio, rejillas de protección).
- Cumplirán las especificaciones contenidas en la Norma UNE-EN 60598-2-5 sobre proyectores.

5.2.- Bombas y toberas

01.- Para cubrir de manera adecuada la instalación hidráulica, se dispondrán de tantas bombas como sean necesarias según proyecto. Como aspecto general deberá implementarse variadores de frecuencia para poder regular de manera adecuada el caudal de agua.

02.- Será obligatorio un variador regular siempre que la bomba trifásica tenga una potencia igual o superior a 3 kW, siendo aconsejable para valores inferiores.

03.- Las bombas, incluidas las sumergibles, serán conformes con la norma UNE-EN 60335-2-41.

04.- La alimentación de las bombas será a través del cuadro de mando que también podrá ser controlado desde el centro de control del Ayuntamiento, según la instalación, implementado las protecciones adecuadas para cada receptor.

05.- De manera general, será requisito obligatorio que el diámetro de las toberas sea igual o superior a 9 mm.

06.- Para un adecuado control de las condiciones atmosféricas y con objeto de no afectar a la periferia de la fuente ornamental (a excepción para instalaciones de "aguas tranquilas"), será necesario la instalación de un anemómetro que permita realizar la medida correcta de la velocidad del viento en la proximidad de los chorros proyectados. Su ubicación deberá fijarse según el caso en las proximidades a la fuente y donde sea más representativo en cada caso. El proyecto deberá incluir la justificación de los valores de viento basados en la escala de Beaufort que provoquen la parada de los chorros.

07.- Se instalarán en todas las aspiraciones de las bombas rejillas o mallas de acero inoxidable.

5.3.- Sistema de depuración

01.- Todas las instalaciones, independientemente de su volumen, contarán con sistema de depuración, en busca de alcanzar una mayor calidad del agua, vista las actuales exigencias normativas.

02.- El sistema de depuración será dimensionado en función de las dimensiones de la fuente ornamental y siempre se tendrá que ajustar a las condiciones iniciales de proyecto. Al menos deberán disponer de los siguientes elementos:

- Filtro grueso, que permita la recogida de las partículas más gruesas, antes del acceso a la depuradora y/o depósito de compensación.
- Sistema de medición continuo de desinfectante, PH y turbidez.
- Filtros de arena o fibra de vidrio, para garantizar una calidad adecuada del agua, de forma que realizará una filtración completa del agua del vaso en una hora durante el tiempo de funcionamiento. La velocidad de filtrado no debería superar los 30 m³/h/m².
- Sistema automático para adición de desinfectante.

5.4.- Circuito/s hidráulico y evacuación

01.- El circuito contará de forma principal con tuberías (con resistencia mecánica suficiente) de llenado, vaciado, aportación, juego de agua y rebosadero, dimensionados en función de las características de la fuente ornamental.

- Los materiales serán inalterables a la corrosión. El circuito hidráulico de juegos de agua, en caso de su existencia, será de acero inoxidable, independientemente, que esté o no en superficie.
- Cada bomba contará con las válvulas/s necesarias para el control, maniobra y mantenimiento.
- Se dispondrá, en su caso, como regulación de los juegos de agua, de válvulas, en número y características suficientes, para maniobrar los surtidores, ya sea de forma independiente o en grupo.
- Todos los elementos de anclaje de la instalación hidráulica serán en acero inoxidable.
- La sección de la tubería de rebosadero y de desagüe de la instalación será de sección mínima de 90 mm.
- La red de tuberías y colectores enterrados no dispondrán de codos a 90°.

02.- En el caso que se requiera la instalación de un depósito de compensación, debe contar con acceso fácil para limpieza y estar impermeabilizado.

Como normal general el vaciado de éste, para su limpieza, se realizará por gravedad. Si por motivos técnicos (imposibilidad por cotas con la red general de alcantarillado), se tuviera que realizar con bomba, ésta estará situada en una arqueta de 40x40x40 cms, cuya parte superior estará a nivel del pavimento del depósito.

El encuentro fondo-paramentos dispondrá de escocia curvada para una fácil limpieza.

Se dispondrá de detectores de temperatura de agua con transmisión al sistema de telecontrol

Contará con sistema de cierre mediante llave o candado.

03.- Si se dispone de arqueta de decantación previa al depósito de compensación, debe permitir su acceso para limpieza y estar correctamente impermeabilizada.

Previo o seguidamente a esta arqueta, se deberá instalar algún elemento que impida que la suciedad llegue al circuito hidráulico interno de la fuente (deposito, bombas...)

Por limpieza habitual de la instalación, esta arqueta de decantación tendrá desagüe de fondo accionable directamente a arqueta de desagüe.

Esta llave de corte del vaciado será independiente a otra que debe de existir en su unión con el depósito de decantación o arqueta de depuración, puesto que, en los momentos de

limpieza, se deberá actuar en ellas, abriendo la de desagüe del decantador, y cerrando el paso al depósito.

5.5.- Telecontrol

01.- Se instalará un equipo de telecontrol compatible con la aplicación municipal existente. Este sistema permitirá el control de la instalación, así como la configuración de sus parámetros de funcionamiento y la transmisión de datos.

Controlará los grupos de motobombas de manera individualizada, el alumbrado (DMX), el anemómetro, la calidad del agua, las medidas eléctricas, etcétera. Los datos suministrados por este sistema serán compatibles con la aplicación municipal existente.

02.- Se instalará contador propio electrónico de agua, con batería, que permitirá recoger consumos de forma automática para ser enviados, mediante un equipo de comunicaciones inalámbrico a un sistema de recogida de información. Todo ello, compatible con la aplicación municipal existente. Éste se instalará, a muy poca distancia de la arqueta o armario de contadores del CYII, en una arqueta de dimensiones suficientes para posibilitar su mantenimiento y conservación.

Si la distancia entre este contador a pie de acometida del CYII y la instalación supera los 10 metros, se dispondrá de otro contador propio de agua (no requiere que sea electrónico)

6.- CONTROL DE CALIDAD Y PRUEBAS DE RECEPCIÓN DE LAS INSTALACIONES

6.1 Comprobación de las instalaciones

De manera general se validará la conformidad con todo lo establecido por el REBT, asumiendo que la empresa instaladora ha aportado el dictamen correspondiente.

En particular se deberá prestar atención a los siguientes puntos:

- Comprobación de la instalación de la acometida de acuerdo con el REBT, en cada cuadro.
- Medida de la resistencia de puesta a tierra, se medirán todas las resistencias a tierra de los armarios de los centros de mando y, al menos, en dos (2) puntos de luz elegidos al azar de cada circuito. En ningún caso, su valor será superior a diez ohmios (10Ω) en redes equipotenciales, y a treinta ohmios (30Ω) con tierras aisladas en instalaciones existentes. Para regulaciones de sensibilidad mayores de 300 mA, el valor se ajustará a lo señalado en la ITC-BT09 del REBT.
- Verificación de la actuación de los Interruptores Diferenciales y perfecto funcionamiento.
- Verificación de la actuación de los Interruptores Magnetotérmicos.
- Medida de la resistencia de aislamiento, de todos los circuitos entre fases, en tres fases y neutro y entre fases y neutro con tierra, siendo todos los valores iguales o superiores a quinientos mil ohmios (500000Ω) de acuerdo con la instrucción ITC-BT19 del REBT.
- Continuidad del circuito de protección, del principio al final de la instalación de todos los circuitos y del cien por ciento (100%) de los puntos instalados.
- En todo caso será necesaria para la conformidad y recepción de las instalaciones realizar una prueba de estanqueidad del vaso.

6.2 Documentación a presentar para la recepción de las instalaciones

Al menos de deberá presentar:

- Memoria descriptiva e inventario de elementos de la fuente ornamental.
- Sistema de tratamiento del agua del circuito hidráulico.
- Sistema para la prevención y control de la legionelosis.
- Boletín de la instalación eléctrica debidamente legalizado.
- Certificado de la instalación eléctrica favorable emitido por la EICI correspondiente.
- Contrato de suministro de energía eléctrica y justificante de pago de haber abonado los derechos de contratación.
- Contrato de suministro de agua del Canal de Isabel II y justificante de pago de haber abonado los derechos de contratación.
- Documentación descriptiva de la infraestructura.
- Planos de ubicación.
- Planos de obra civil y depósito aguas abajo.
- Planos de detalles (Impermeabilización, bancadas, rejillas, pozo de aspiración, etc.)
- Planos de sistemas de instalaciones y modelo BIM completo de todas las instalaciones, infraestructura, canalizaciones, vasos y cualquier elemento que se haya visto afectado hasta conexiones con elementos externos.
- Documentación fotográfica de los elementos que constituyen la fuente.
- Fichas técnicas y certificados de calidad de los distintos componentes de la instalación, y en su caso cálculos justificativos.
- Informes de estanqueidad de vasos e instalación hidráulica.

CAPÍTULO 45.- GALERÍAS DE SERVICIO

ARTÍCULO 45.11.- GALERÍAS DE SERVICIOS (PCTG99)

1.- DEFINICIONES

01.- Se consideran en este Artículo las galerías destinadas a albergar conducciones y servicios así como las obras accesorias que permitan dotar a las mismas del equipamiento necesario y de las conexiones precisas para asegurar su funcionalidad.

02.- Quedan excluidos de este Artículo los túneles para tráfico motorizado y las conducciones de agua o productos industriales a presión o en lámina libre.

03.- Se excluyen igualmente las galerías de inclinación superior a cuarenta y cinco grados (45°).

04.- Se denomina galería a cielo abierto la que se ejecuta mediante una excavación en zanja o trinchera, la cual se vuelve a rellenar una vez construida in situ o colocada la sección estructural.

05.- Se denomina galería en mina aquella en la que la excavación y la ejecución del revestimiento se realiza bajo la superficie del terreno natural.

2.- NORMATIVA TÉCNICA

2.1.- Normas básicas de referencia

01.- Normas Tecnológicas para la Edificación. Galerías (NTE-ADG)

02.- Ordenanza General de Obras, Servicios e Instalaciones en las Vías y Espacios Públicos Municipales. Ayuntamiento de Madrid.

03.- Normalización de Elementos Constructivos para Obras de Urbanización. Ayuntamiento de Madrid.

3.- CRITERIOS BÁSICOS DE DISEÑO

01.- Para asegurar la eficacia de las galerías de servicios es preciso proyectarlas y construirlas con arreglo a los postulados que se exponen en los párrafos siguientes.

02.- Mínima profundidad compatible con la seguridad, para facilitar el acceso de materiales, la conservación y las acometidas.

03.- Imposibilidad de acceso a la galería, tanto para materiales como para personas, más que por determinados puntos, debidamente controlados y asegurados por los servicios municipales.

04.- Vigilancia constante adecuada para que puedan efectuarse las operaciones de reparación, quedando constancia de las mismas a todos los efectos y para evitar actos externos contra las instalaciones de la galería.

05.- Asegurar la accesibilidad, en galería también, entre la galería y las fincas servidas, sin que pueda penetrarse en la galería propiamente dicha desde ninguno de los inmuebles.

06.- Estudio de los puntos de acceso de materiales, de forma que los recorridos dentro de la galería sean mínimos y no se vean obstaculizados por puntos difíciles de paso.

07.- El servicio de gas, por razones de seguridad, no debe instalarse en estas galerías con las demás conducciones. El estudio de cada caso concreto aconsejará si procede la conducción por las aceras, en cuyo caso se hará un acondicionamiento bien concebido de las tomas de las fincas para evitar las calas y las fugas que por las acometidas pudieran llegar a las galerías.

08.- Como norma general, no parece conveniente que los servicios de alcantarillado formen parte de estas galerías, por la posibilidad de que sus conductos puedan ponerse en carga y perturbar las demás instalaciones. Únicamente en casos debidamente razonados podría admitirse un alcantarillado inferior incorporado a las obras de fábrica de las galerías.

4.- OBRAS ACCESORIAS DE LAS GALERÍAS DE SERVICIOS

01.- Fundamentalmente son cuatro: Accesos de personal, accesos de materiales, soportes y palomillas y acometidas particulares.

02.- La tipología de las mismas se define en la Normalización de Elementos Constructivos.

5.- CLASIFICACIÓN

01.- Según la forma de la sección transversal se distinguen los tipos incluidos en la Normalización de Elementos Constructivos.

02.- Según el material de revestimiento, pueden ser:

- De hormigón en masa o armado, "in situ" o prefabricado.
- De fábrica de ladrillo.

6.- CONDICIONES GENERALES

01.- El diseño deberá partir de unas bases geométricas ajustadas a la funcionalidad de la galería (gálidos, luces, alturas) con previsión de las instalaciones y servicios necesarios (ventilación, iluminación) y eventualmente con consideración de otros factores (tratamiento interior de paramentos, realización de soleras y pavimentos, limitaciones de impermeabilidad, etc.).

02.- El diseño deberá incluir el detalle de las obras de entrada y salida de la galería (embocaduras) o de empalme con las estructuras relacionadas con la misma.

03.- En general se procurará que el empalme de la galería con obras de fábrica masivas sea a través de una junta que permita los movimientos relativos de ambas.

04.- La salida de galería en laderas o taludes se protegerá con un muro de tímpano, perpendicular al eje, eventualmente con muros de ala o acompañamiento para la contención lateral de las tierras.

05.- Las galerías de gran longitud deberán poseer pozos de acceso y registro en número suficiente para atender el servicio o las incidencias que puedan presentarse en las mismas.

06.- Los pozos deberán anclarse convenientemente al terreno, reforzando si es necesario la sección de la galería en las zonas de empalme.

07.- Se estudiarán con especial cuidado los empalmes y cruces de galerías disponiendo juntas y considerando que pueden producirse solicitaciones anormales como torsiones, cargas oblicuas, etc. También se prestará atención a los nichos, ensanches y cambios localizados de la sección normal.

08.- Debe asegurarse la funcionalidad de la galería con instalaciones de iluminación y ventilación adecuadas a su servicio.

7.- MATERIALES

01.- Los materiales utilizados en la construcción así como los que se empleen en la impermeabilización, tuberías de drenaje, relleno y sellado de juntas, acabado de paramentos y todos aquellos que sean necesarios para la correcta y completa terminación de la obra, cumplirán las especificaciones correspondientes del presente Pliego.

8.- EJECUCIÓN

8.1.- Generalidades

01.- El procedimiento a seguir en los trabajos de excavación subterránea deberá ser sometido, antes de su iniciación al Director de las obras, así como los sistemas de entibación, sostenimiento y anclaje que el Contratista proponga y las zonas en que prevea el empleo de cada uno de ellos. A este respecto se señala que el Contratista es libre de organizar el trabajo en la forma que considere más conveniente de acuerdo con su propia experiencia y con la técnica aplicable a trabajos de este tipo, debiendo tener en cuenta las Normas y prescripciones existentes sobre seguridad, siendo el único responsable de las consecuencias

que puedan derivarse de la ignorancia de tales Normas y prescripciones o de no haber adoptado en cualquier caso las precauciones debidas.

02.- Cuando la galería se construya desde pozos, éstos se ejecutarán hasta el nivel de solera de la galería, procediendo a continuación a excavar de un pozo a otro.

03.- Cuando la galería deba cruzar bajo la cimentación de un edificio o estructura, se tomarán todas las precauciones para evitar daños a la misma. En general, la cimentación se recalzará previamente mediante pilotes o pozos que desciendan hasta terreno firme o como mínimo hasta el nivel de solera de la galería.

04.- En circunstancias especiales en que estos recalces no sean posibles o se trate de estructuras muy sensibles se estudiará la consolidación previa del terreno o el empleo de métodos especiales de ejecución.

05.- Cuando la galería deba cruzar por encima de otras obras subterráneas existentes deberá comprobarse que las cargas inducidas por la misma pueden ser resistidas por el revestimiento de dichas obras.

06.- Cuando del estudio preliminar del terreno se deduzca la eventualidad de vetas acuíferas, se tendrán dispuestos en las galerías sistemas de evacuación y agotamiento en número y caudal suficiente.

07.- Las bocas de entrada de las galerías deben ser fácilmente accesibles y no se apilará en ellas ningún tipo de obstáculo.

08.- Todos los obstáculos o puntos especiales en las galerías, los cambios de sección, los elementos especiales de refuerzo, y cualquier elemento extraordinario incorporado a la entibación, deberán señalizarse convenientemente para evitar choques o golpes contra los mismos. La buena iluminación de la galería es fundamental a este respecto.

8.2.- Impermeabilización

01.- Todas las galerías deberán mantenerse en buenas condiciones de servicio tanto para el paso de personas como para el perfecto funcionamiento de las instalaciones en ellas albergadas. Para ello deberán captarse o impedir la entrada de aguas procedentes de:

- Capas freáticas atravesadas por la totalidad o parte de la galería.
- Infiltración de lluvias caídas en superficie.
- Filtraciones desde colectores, redes de abastecimiento o instalaciones sanitarias subterráneas.

02.- También deberán captarse las aguas que puedan fluir al interior de la galería por fugas de conducciones, penetración de lluvia por bocas de acceso o pozos de registro, etc.

03.- Se aplicará un tratamiento impermeabilizante siempre que por motivos estéticos se deba impedir el paso de la humedad o la aparición de eflorescencias en el paramento interior de las galerías.

04.- El sistema de impermeabilización debe elegirse en función del tipo de terreno, presión y naturaleza del agua, forma de ejecución de la galería, sección de la misma, eventuales asientos o movimientos, servicio de la galería, entre otros factores.

05.- No se emplearán las breas y alquitranes, por no ser en general adecuados como productos de impermeabilización.

06.- Se emplearán preferentemente los siguientes productos:

- Betunes de destilación duros, betunes oxidados o mezclas de ambos.
- Materiales sintéticos, como por ejemplo:
 - Poliisobutileno (PIB).
 - Cloruro de polivinilo (PVC).
 - Polietileno (PE).
 - Resinas de poliéster sin saturar.
 - Resinas epoxídicas.
- Láminas metálicas (cobre, aleaciones de zinc, etc., debiendo antes asegurarse de su resistencia a la corrosión).

07.- Se evitará el empleo de betunes fluidificados (por ejemplo, para imprimaciones) por el riesgo de inflamación del disolvente, con la consiguiente explosión. En estos casos se preferirán las emulsiones bituminosas que tienen además la ventaja de una mejor adherencia a las superficies húmedas.

08.- Cuando se empleen láminas prefabricadas se utilizarán como soporte materiales no susceptibles a la pudrición o hinchamiento (por ejemplo, fibra de vidrio) o materiales sometidos a tratamientos protectores (por ejemplo yute con impregnación antipudrición).

09.- Siempre que se coloque una impermeabilización deberá estudiarse con el mayor cuidado la realización de las juntas, el paso de tuberías o conducciones a través del revestimiento, sumideros, etc.

8.3.- Condiciones de seguridad en el trabajo

01.- En todos los tajos será imprescindible el uso de casco protector. En galerías con excavación subterránea y en cada tajo el número mínimo de operarios será de dos (2) manteniéndose un tercero de retén en el exterior, que podrá actuar como ayudante en el trabajo y dará la alarma caso de producirse alguna anomalía. No se trabajará en el interior de galerías subterráneas con motores de combustión, ni se renovará el aire con botellas de oxígeno comprimido.

02.- Se protegerá a los operarios de ambientes con concentración de gases peligrosos, pulvigenos o de ruidos.

03.- Siempre que la ventilación natural sea insuficiente se instalará un sistema adecuado de ventilación forzada.

04.- Se suspenderán los trabajos cuando llueva, nieve o exista viento con una velocidad superior a cincuenta kilómetros por hora (50 km/h); en este último caso se retirarán los materiales y herramientas que puedan desprenderse.

05.- El avance de la excavación subterránea se realizará, en general, a plena sección, comenzando por la parte superior y utilizando métodos y herramientas de corte que no produzcan vibraciones en el entorno del frente de excavación que puedan afectar a la galería.

06.- Cuando se prevea abandonar el tajo subterráneo más de cuarenta y ocho horas (48 h), la separación entre el hormigón fresco y el frente de excavación no será mayor de un metro (1 m). Para más de cinco días (5 d) la separación se hará nula o se apeará convenientemente.

07.- Cuando se prevea entibación ésta se ejecutará a continuación de la excavación.

08.- Los operarios encargados del montaje o manejo de armaduras irán provistos de guantes y calzado de seguridad, mandiles, cinturón y portaherramientas. Los que manejen el hormigón llevarán guantes y botas que protejan su piel.

09.- Cuando el vertido de hormigón se realice por el sistema de bombeo neumático o hidráulico, los tubos de conducción estarán convenientemente anclados y se pondrá especial cuidado en limpiar la tubería después del hormigonado. A la menor señal de obstrucción se suspenderá el bombeo como primera precaución.

10.- Las armaduras se colgarán para su transporte por medio de eslingas bien enlazadas y provistas en sus ganchos de pestillos de seguridad.

11.- La tensión de alimentación de alumbrado en el interior de la galería será de veinticuatro voltios (24 v).

12.- En las instalaciones de energía eléctrica para elementos auxiliares de accionamiento eléctrico, como hormigoneras y vibradores, se dispondrá a la llegada de los conductores de acometida un interruptor diferencial, según el Reglamento Electrónico para Baja Tensión, y para su puesta a tierra, se consultará la NTE-IEP: "Instalaciones de Electricidad. Puesta a tierra". Cuando se utilicen vibradores eléctricos, éstos serán de doble aislamiento.

13.- Los encofrados dejarán expedito el paso de los operarios.

9.- CONDICIONES QUE DEBEN CUMPLIR LOS SERVICIOS

01.- En ningún caso se dispondrán conducciones de gas y aquéllas que puedan suponer riesgo de accidente.

02.- Será obligatorio el alojamiento en galería de servicios de las tuberías de abastecimiento de agua con diámetro superior a seiscientos milímetros (600 mm), salvo autorización expresa del Ayuntamiento.

03.- No se podrán disponer los tendidos eléctricos con tensión normal superior a cuarenta y cinco kilovoltios (45 kv).

04.- Las canalizaciones eléctricas no se situarán paralelamente por debajo de otras canalizaciones que puedan dar lugar a condensaciones, a menos que se tomen las precauciones necesarias para proteger las canalizaciones eléctricas contra los efectos de estas condensaciones.

05.- Las líneas de alta y baja tensión, telefónica, abastecimiento de agua, etc. guardarán entre sí o respecto a otras instalaciones una distancia mínima de treinta centímetros (30 cm). En caso de no poder mantenerse estas separaciones mínimas, se tolerarán separaciones menores siempre que se dispongan protecciones especiales.

06.- Las líneas de alta y baja tensión cumplirán con las prescripciones indicadas en sus respectivos Reglamentos Electrotécnicos.

10.- MANTENIMIENTO Y CONSERVACIÓN DE LAS GALERÍAS DE SERVICIOS

01.- Las galerías de servicios se utilizarán exclusivamente para los fines que han sido proyectadas.

02.- Se vigilará que no sean aplicadas en superficie o en profundidad cargas o acciones no previstas en el cálculo de la galería.

03.- Se comprobará periódicamente el estado de las siguientes instalaciones:

- El sistema de ventilación.
- El sistema de iluminación.
- El sistema de drenaje y bombeo de aguas recogidas.

04.- Las galerías se mantendrán en perfectas condiciones de limpieza y servicio. En caso necesario se procederá a las siguientes operaciones:

- Limpieza de arrastres, residuos, eflorescencias, etc.
- Reparación del sistema de impermeabilización, cuando se aprecien filtraciones o fugas inadmisibles.
- Reposición de enfoscados, revocos, soleras.
- Sustitución o refuerzo de las secciones con insuficiente resistencia o deterioradas por la agresividad.
- Reparación y sellado de grietas y fisuras.

11.- CONTROL DE CALIDAD

01.- El control de calidad de cada una de las unidades de obra se ajustará a lo especificado en los artículos correspondientes de este Pliego.

12.- MEDICIÓN Y ABONO

01.- La medición y abono de cada una de las unidades de obra se ajustará a lo establecido en los artículos correspondientes de este Pliego.

02.- No obstante, en el proyecto podrá fijarse un precio de galería de servicios por metro de longitud detallando si incluye todas o parte de las unidades de obra constituyentes.

CAPÍTULO 46.- JARDINERÍA, RIEGOS E HIDRANTES

Sección 1.^a

ELEMENTOS VEGETALES

ARTÍCULO 46.11.- MANTO DE TIERRA VEGETAL FERTILIZADA (PCTG99)

1.- DEFINICIONES

01.- Se da el nombre de manto de tierra vegetal fertilizada a la capa superficial del suelo, de veinte centímetros (20 cm) de espesor, como mínimo, que cumpla con las prescripciones señaladas en el presente Artículo a fin de que presente buenas condiciones naturales para ser sembrada o plantada. En todo caso la tierra vegetal llevará una adición de estiércol o de compost, turba, etc., a fin de mejorar sus condiciones para el desarrollo de las plantas.

02.- Se considera como enmienda orgánica las sustancias orgánicas de cuya descomposición, causada por los microorganismos del suelo, resulta un aporte de humus y una mejora en la textura y estructura del suelo.

03.- Abonos o fertilizantes son los productos químicos o naturales que se emplean para mejorar la nutrición de las plantas mediante su incorporación al suelo.

2.- MATERIALES

2.1.- Tierra vegetal fertilizada

01.- La tierra vegetal fertilizada deberá cumplir las siguientes especificaciones:

- Composición granulométrica.
 - Arena: Contenido entre el cincuenta y el setenta y cinco por ciento (50%-75%).
 - Limo y arcilla: En proporción no superior al treinta por ciento (30%).
 - Cal: contenido inferior al diez por ciento (10%).
 - Humus: Contenido entre el dos y el diez por ciento (2% - 10%).
- Composición química.
 - Nitrógeno: Uno por mil (1‰).
 - Fósforo total: Ciento cincuenta partes por millón(150 ppm) o bien tres décimas por cientos (0,3%) de P₂O₅ asimilable.
 - Potasio: Ochenta partes por millón (80 ppm) o bien una décima por mil (0,1‰) de K₂O asimilable.
 - pH: Aproximadamente siete (7).

2.2.- Enmienda orgánica.

2.2.1.- Estiércol

01.- Los estiércoles utilizados como enmiendas procederán de la mezcla de cama y deyecciones del ganado y corresponderán a tipos bien elaborados por fermentación

suficientemente prolongada, con intervalos de temperatura de fermentación entre veinticinco y cuarenta y cinco grados centígrados (25-45°C).

02.- Su densidad será de ochocientos kilogramos por metro cubico (800 kg/m³) en las condiciones de humedad habituales. En tal estado su aspecto ha de ser untuoso, negruzco y uniforme sin que se presenten masas poco elaboradas en que predomine el aspecto fibroso propio de los materiales utilizados para cama del ganado.

03.- Estará exento de elementos extraños, sobre todo de semillas de malas hierbas.

04.- Su contenido en Nitrógeno no será inferior al cuatro por ciento (4%).

05.- Cuando, mediante el empleo del estiércol, se pretenda no sólo mejorar las propiedades físicas del suelo al que se incorpore, sino incrementar el contenido de elementos nutritivos del mismo, habrá que justificar, mediante el oportuno análisis, el contenido de nitrógeno, fósforo y potasio fácilmente solubles, que aporte un determinado peso del mismo.

06.- Dada la heterogeneidad de estos abonos, el Contratista deberá presentar, previamente, muestras de los mismos.

2.2.2.- *Compost*

01.- El compost utilizado como abono orgánico procederá de la fermentación de restos vegetales durante un tiempo no inferior a un (1) año, o del tratamiento industrial de las basuras de población.

02.- Su contenido en materia orgánica será superior al cuarenta por ciento (40%) y en materia orgánica oxidable al veinte por ciento (20%).

2.2.3.- *Mantillo*

01.- El mantillo debe proceder del estiércol o de un compost, en grado muy avanzado de descomposición, de forma que la fermentación no produzca temperaturas elevadas. Su color ha de ser oscuro, suelto y pulverulento, untuoso al tacto y grado de humedad tal que no produzca apelotonamiento en su distribución.

02.- Su contenido en nitrógeno será aproximadamente del catorce por ciento (14%) y su pH no deberá ser superior a siete (7).

03.- Se utiliza en la cubrición de la siembra.

2.2.4.- *Humus y turba*

01.- Estos materiales no contendrán cantidades apreciables de cinc, leña u otras maderas, ni terrones duros. Los dos materiales tendrán un pH inferior a siete y medio (7,5), un porcentaje mínimo del ochenta y cinco por ciento (85%) de materia orgánica y capacidad mínima de absorber el doscientos por ciento (200%) de agua, a base de su peso seco constante.

02.- Las turbas rubias procedentes de turberas altas, generalmente de importación, no podrán tener un pH superior a cinco (5) y deberán servirse en sacos precintados en los que se especifiquen todas sus características y contenido de dichos sacos; en este caso las turbas vendrán desecadas.

2.3.- Abonos químicos

01.- Los abonos químicos aportados tendrán por objeto subvenir a las necesidades de elementos nutritivos por parte de la vegetación que se desarrolle durante el primer año; las cantidades aportadas habrán de ajustarse a tales necesidades con el fin de poder considerar segura la implantación de las especies sembradas.

02.- Los abonos químicos empleados habrán de cumplir las exigencias del Ministerio de Agricultura en cuanto a contenido de elementos fertilizantes y grados y tipos de solubilidades de tales principios.

03.- Serán de marca reconocida oficialmente.

04.- Irán debidamente envasados, sin roturas en el envase.

05.- No se encontrarán aterrorados, sobre todo los abonos higroscópicos.

06.- En las etiquetas constarán: nombre del abono, riqueza en unidades fertilizantes, peso neto del abono y forma en que se encuentran las unidades fertilizantes.

07.- Los demás productos, como son: quelatos, oligoelementos, abonos foliares, correctores del suelo, etc., deberán ajustarse a las prescripciones indicadas anteriormente.

2.4.- Abonos compuestos

01.- Los abonos compuestos pueden ser:

- Abonos de mezcla.
- Abonos orgánicos disueltos.
- Abonos complejos.

02.- Abonos de mezcla: Se obtienen de los abonos nitrogenados, fosfatados y orgánicos, mediante la molienda y mezcla íntima, sin llegar a existir la combinación química de los mismos.

03.- Abonos orgánicos disueltos: Se obtienen atacando restos orgánicos con ácidos fuertes y neutralizadores, obteniéndose un abono terciario con una riqueza comprendida entre el quince y el veinte por ciento (15 -20 %) de unidades fertilizantes.

04.- Abonos complejos: Se obtienen mediante una reacción química de diversas materias primas (ácido nítrico, amoniaco, fosfatos naturales, ácido sulfúrico o carbónico y sales de potasa).

05.- Serán aplicables las mismas prescripciones indicadas para los abonos químicos.

3.- EJECUCIÓN

01.- La ejecución del manto de tierra vegetal fertilizada incluye las siguientes operaciones:

- a) Preparación del soporte del manto comprendiendo, si fuera necesario, el subsolado y laboreo del mismo a fin de proporcionar una capa inferior adecuada a la penetración de las raíces.

- b) Acabado y refinado de la superficie del soporte de modo que quede adaptada al futuro perfil del terreno.
- c) Extracción de la tierra vegetal original, bien de las superficies establecidas, bien de los caballeros donde se hayan depositado.
- d) Colocación de la tierra vegetal original en pequeños montones, no mayores de doscientos decímetros cúbicos (200 dm³) para su mezcla manual o con un equipo mezclador mecánico de la tierra vegetal con las debidas cantidades de estiércol, compost o turba. En todo caso debe garantizarse una mezcla suficientemente uniforme como para que no progrese su grado de homogeneidad con la reiteración del proceso de mezclado.
- e) Carga y acarreo de la tierra vegetal fertilizada resultante a la zona de empleo, realizando las descargas en los lugares más convenientes para las operaciones posteriores.
- f) Extensión y configuración de los materiales del manto en función del espesor del material prefijado.
- g) Recogida, transporte y vertido de los componentes inadecuados y de los sobrantes, en escombrera.

02.- La ejecución de cualquiera de las operaciones anteriores habrá de ajustarse a unas condiciones de laborabilidad adecuadas, en especial a lo que al exceso de humedad en los materiales manejados se refiere, fundamentalmente, por causas de las lluvias.

03.- Todos los materiales habrán de manejarse en un estado de humedad en que ni se aterronen ni se compacten excesivamente, buscando unas condiciones de friabilidad, en sentido mecánico, que puedan hallarse, para los materiales indicados, en las proximidades del grado de humedad del llamado punto de marchitamiento. En estas condiciones puede conseguirse tanto un manejo de los materiales de los suelos, como una mezcla suelo-estiércol, o suelo compost, en condiciones favorables.

04.- El tipo de maquinaria empleada, y las operaciones con ella realizadas, debe ser tal que evite la compactación excesiva del soporte y de la capa del manto vegetal. Las propiedades mecánicas de los materiales, la humedad durante la operación y el tipo de maquinaria y operaciones han de ser tenidas en cuenta conjuntamente para no originar efectos desfavorables.

05.- Es precisa una revisión final de las propiedades y estado del manto vegetal fertilizado eliminando los posibles defectos (elementos extraños o inconvenientes en los materiales), desplazamientos o marcas de erosión en los taludes causados por la lluvia y cualquier imperfección que pueda repercutir sobre el desarrollo de las futuras siembras y plantaciones.

4.- ENSAYOS

4.1.- Tierra vegetal fertilizada

01.- Para determinar las características de la tierra vegetal fertilizada se realizarán los siguientes análisis:

- Análisis físicos, determinando contenido en arenas, limos y arcilla (análisis granulométrico)
- Análisis químicos, determinando contenido en materia orgánica, nitrógeno total, fósforo (P₂O₅), potasio (K₂O) y pH
- Determinación de oligoelementos (cuando por tratarse de un suelo agotado se sospechase la escasez de alguno de ellos): Magnesio, Hierro, Manganeso, Cobalto, Zinc, Boro.
- Determinación de otros compuestos tales como cloruros, calcio, azufre (SO₄).

4.2.- Enmienda orgánica

01.- Para verificar las características de las enmiendas aportadas se realizarán las pruebas siguientes:

- Densidad
- Presencia de semillas de adventicias
- Riqueza en nitrógeno
- Grado de descomposición
- Color, consistencia y humedad

5.- CONTROL DE CALIDAD

01.- El Director podrá ordenar la realización de aquellos ensayos y pruebas que juzgue oportunos para verificar el cumplimiento de las especificaciones exigidas en el presente Artículo.

6.- MEDICIÓN Y ABONO

01.- La medición y abono del extendido de la tierra vegetal fertilizada se hará por metros cúbicos (m^3) realmente extendidos, medidos en acopios o una vez extendidos.

02.- La medición y abono de arena de río se hará por metros cúbicos (m^3) realmente extendidos, medidos en acopios o una vez extendidos.

03.- El abono orgánico se medirá y abonará por metros cúbicos (m^3) realmente extendidos y el abono químico y el compuesto por kilogramos (kg).

ARTÍCULO 46.12.- ELEMENTOS VEGETALES (PCTG99)

1.- DEFINICIONES

01.- Las dimensiones y características que se señalan en las definiciones de este apartado son las que han de poseer las plantas una vez desarrolladas, y no necesariamente en el momento de la plantación. Estas últimas figurarán en la descripción de plantas que se haga en el proyecto.

02.- **Árbol:** Vegetal leñoso que alcanza una altura considerable y que posee un tronco diferenciado del resto de las ramas; puede estar vestido de ramas desde la base o formar una capa diferenciada y tronco desnudo.

03.- **Arbusto:** Vegetal leñoso que, como norma general, se ramifica desde la base.

04.- **Subarbusto:** Arbusto de altura inferior a un metro (1 m). A los efectos de este Pliego, las plantas se asimilan a los arbustos y subarbustos cuando alcanzan sus dimensiones y las mantienen a lo largo de todo el año y a los arbustos cuando superen el metro de altura.

05.- **Planta vivaz:** Planta de escasa altura, no leñosa, que en todo o en parte vive varios años y rebrota cada temporada.

06.- **Planta anual:** Planta que completa en un año su ciclo vegetativo.

07.- **Planta bianual o bienal:** Es la planta que vive durante dos (2) períodos vegetativos; en general, plantas que germinan y dan hojas el primer año y florecen y fructifican el segundo.

08.- **Tapizante:** Vegetal que, plantado a una cierta densidad, cubre el suelo completamente con sus tallos y con sus hojas. Serán en general, pero no necesariamente, plantas cundidoras.

09.- **Esqueje:** Fragmento de cualquier parte de un vegetal, que puesto en condiciones adecuadas, es capaz de originar una planta completa, de características idénticas a aquélla de la que se tomó.

10.- **Tepe:** Porción de tierra cubierta de césped, muy trabada por las raíces, que se corta en forma generalmente rectangular para implantación de céspedes.

11.- **Cepellones:** Se entiende por cepellón el conjunto de sistema radical y tierra que resulta adherida al mismo, al arrancar cuidadosamente las plantas, cortando tierra y raíces con corte limpio y precaución de que no se disgreguen. El cepellón podrá presentarse atado con red de plástico o metálica, con paja o rafia, con escayola, etc. En caso de árboles de gran tamaño o transportes a larga distancia, el cepellón podrá ser atado con red y escayolado.

12.- **Container:** Se entenderá por planta en container la que haya sido criada o desarrollada, por lo menos dos años antes de su entrega, en recipiente de gran tamaño, dentro del cual se transporta hasta el lugar de su plantación. En cualquier caso deberá tener las dimensiones especificadas en las fichas de plantas del Proyecto.

13.- **Trepadoras:** Son aquellas herbáceas o leñosas que desarrollan su mayor dimensión apoyadas en tutores o muros.

2.- CONDICIONES GENERALES

01.- Una vez conocidos los valores climáticos de la zona y las especies vegetales seleccionadas, las plantas deberán proceder de una zona donde las condiciones climatológicas sean semejantes o en todo caso más rigurosas.

02.- Deberán ser adquiridas en un vivero acreditado y legalmente reconocido.

03.- Las plantas serán en general bien conformadas, de desarrollo normal, sin que ofrezcan síntomas de raquitismo o retraso. No presentarán heridas en el tronco o ramas y el sistema radical será completo y proporcionado al porte. Las raíces de las plantas de cepellón o raíz desnuda, presentarán cortes limpios y recientes sin desgarrones ni heridas.

04.- Su porte será normal y bien ramificado y las plantas de hoja perenne, presentarán el sistema foliar completo, sin decoloración ni síntomas de clorosis.

05.- En cuanto a las dimensiones y características particulares, se ajustarán a las descripciones del proyecto, que se especificarán en croquis para cada especie, debiéndose dar como mínimo; para árboles, el diámetro normal y la altura; para arbustos, la ramificación y altura y para plantas herbáceas la modalidad y tamaño. En cualquier caso, se dará también el tipo y dimensiones del cepellón o maceta. Llevarán, asimismo, una etiqueta con su nombre botánico.

06.- El crecimiento será proporcionado a la edad, no admitiéndose plantas reviejas o criadas en condiciones precarias cuando así lo acuse su porte.

07.- Las dimensiones que figuran en proyecto, se entienden:

- a) Altura: La distancia desde el cuello de la planta a su parte más distante del mismo, salvo en los casos en que se especifique lo contrario como en las palmáceas, si se dan alturas de troncos.
- b) Diámetro: Diámetro normal, es decir uno coma veinte metros (1,20 m) del cuello de la planta.
- c) Circunferencia: Perímetro tomado a igual altura.

08.- Reunirán, asimismo, las condiciones de tamaño, desarrollo, forma y estado que se indiquen, con fuste recto desde la base en los árboles y vestidos de ramas hasta la base en los arbustos.

09.- Las plantas que se suministren a raíz desnuda poseerán un sistema radical perfectamente desarrollado y tratado de tal forma que asegure el arraigo de la planta.

10.- Habrán sido cultivadas en el vivero con el espaciamento suficiente, de forma que presenten su porte natural, con la ramificación y frondosidad propias de su tamaño.

11.- Las especies de hojas persistentes habrán sido cultivadas en maceta y así se suministrarán y en los casos que se indiquen en el Proyecto deberán ir provistas del correspondiente cepellón de tierra o escayola.

12.- Serán rechazadas aquellas plantas que:

- Sean portadoras de plagas o enfermedades

- Hayan sido cultivadas sin espaciamento suficiente
- Durante el arranque o el transporte hayan sufrido daños que puedan afectarlas posteriormente

El Director de Obra podrá exigir un certificado que garantice estos requisitos.

13.- Si hubiese lugar a sustituir las plantas rechazadas, el Contratista correrá con todos los gastos que ello ocasione, sin que por eso se produzcan retrasos o se tenga que ampliar el plazo de ejecución de la obra.

14.- Durante el transporte se protegerán las plantas de posibles daños y de la exposición a temperaturas extremas. Las raíces se mantendrán húmedas, especialmente si se trata de plantas a raíz desnuda.

15.- Cada lote o unidad de cada variedad o especie de planta, se suministrará con una etiqueta duradera, en la que se especificará (en al menos un diez por ciento (10%) de cada lote):

- Número de registro de proveedor.
- Número individual de serie o lote.
- Nombre botánico
- Codificación de semilleros.
- Cantidad.
- Tamaño.

16.- En el caso de árboles de copa para plantaciones de viales que requieran una cierta altura de copa, se procurará que las ramas principales no tengan excesivas ramificaciones. Cada lote suministrado deberá tener homogeneidad de los troncos y de las copas.

17.- En las plantas injertadas, los injertos deben estar satisfactoriamente unidos a los portainjertos. Los injertos de copa deberán dar nacimiento a una corona centrada en el eje del tronco.

18.- Las plantas deberán ser sanas, maduras y endurecidas para que no peligre su desarrollo futuro.

19.- Las plantas no pueden mostrar defectos causados por enfermedades, plagas o fisiopatías que reduzcan el valor o la calificación para su uso. Deberán estar sustancialmente libres, al menos por observación visual, de organismos nocivos y enfermedades, o de signos o síntomas de éstos, que afecten a la calidad de manera significativa y que reduzcan el valor de su utilización como árboles ornamentales.

20.- Las plantas no deberán tener heridas en la corteza, aparte de las normales producidas durante la poda.

21.- Los sustratos de las plantas, tanto las suministradas en contenedor como en cepellón, deberán estar libres de malas hierbas, especialmente de plantas vivaces.

3.- CONDICIONES PARTICULARES

3.1.- Árboles

3.1.1.- De hoja persistente.

01.- Los árboles de hoja persistente pueden ser suministrados con cepellón o en contenedor, capaces de mantener un buen desarrollo de las raíces nuevas dentro del cepellón; en casos excepcionales, algunas especies pueden ser suministradas a raíz desnuda.

02.- Se especificará el perímetro, en centímetros (cm) a un metro (1 m) del cuello de la raíz, admitiéndose una oscilación de dos (2) cifras pares consecutivas. Se indicará además la altura comprendida entre la parte superior de la copa o la guía principal y la parte superior del cepellón, admitiéndose una tolerancia de veinte centímetros (20 cm).

03.- El sistema radical deber estar bien desarrollado y corresponder, tanto en forma como en tamaño, a las características de la especie o variedad, a la edad del árbol, así como a las características del suelo o sustrato donde haya sido cultivado. En el caso de sistemas radicales con raíz pivotante, ésta deberá disponer de suficientes raíces secundarias funcionales y deberá conservar al menos una longitud de 20 cm.

04.- Los árboles de hoja perenne suministrados deberán estar correctamente formados y estructurados, disponiendo de una adecuada ramificación y con un volumen de follaje sano y proporcionado. De esta manera, la altura total, la altura de copa, la densidad del follaje, el diámetro del tronco, así como el número, la distribución, el diámetro y la longitud de las ramas deberán corresponder a las características de crecimiento y estéticas de la especie o cultivar a que pertenezcan, a la formación que se le haya querido dar y a la edad de la planta. Se debe mantener un equilibrio entre el volumen aéreo y el volumen subterráneo.

05.- Los árboles de copa flechados deberán tener como mínimo dos terceras partes (2/3) de la altura total de copa en las que, en el refaldado, no se hayan eliminado las ramas bajas. Deberán tener una sola guía dominante.

06.- En la poda de formación los cortes deberán ser limpios y estar correctamente orientados. Los chupones y los renuevos deberán haber sido suprimidos.

07.- Los árboles ramificados desde la base deberán estar totalmente vestidos de arriba a abajo, tener las ramas laterales bien repartidas regularmente a lo largo del tronco.

08.- Los árboles de copa deberán tener una estructura del ramaje dentro de la copa típica de la especie o variedad. La copa deberá estar bien formada y tener un volumen proporcionado respecto al perímetro del tronco.

09.- Los árboles de copa de forma globosa o péndula no deberán ser flechados. Los cultivares fastigiados deberán tener un tronco único recto.

10.- En caso de suministro de árboles como especímenes de parques o jardines, pueden ser deseables formas especiales con el tronco torcido, bifurcado, inclinado o múltiple. En estos casos, los lotes no tienen por qué ser homogéneos.

11.- En los árboles suministrados en cepellón, éste deberá ser sólido y tener el sistema radical suficientemente desarrollado.

12.- El cepellón deberá ir protegido con malla metálica no galvanizada, con cesto metálico no galvanizado, con tela orgánica degradable o con escayola armada y deberá ir atado con material adecuado degradable.

13.- Como materiales de protección o de atadura del cepellón que puedan quedar alojados en la plantación sólo se permitirán los que se descompongan antes de un año y medio después de ésta y que no afecten al crecimiento del árbol y de su sistema radical.

14.- El suministro de árboles con cepellón deberá hacerse habiendo transcurrido como mínimo una estación de crecimiento después de la fecha del último repicado.

15.- Un árbol de hoja perenne cultivado en contenedor deberá haber sido trasplantado a un contenedor y cultivado en éste el tiempo suficiente para que las nuevas raíces se desarrollen de tal manera que en el suministro el cepellón mantenga su forma y se aguante de manera compacta cuando se saque de él. Las raíces no deberán mostrar síntomas de espiralización ni deberán sobresalir de manera significativa a través de los agujeros de drenaje.

16.- El contenedor deberá ser suficientemente rígido para aguantar la forma del cepellón, protegiendo la masa de raíces durante el transporte.

17.- El árbol deberá estar centrado en el contenedor y en éste deberá haber un nivel de sustrato suficiente en relación al volumen del contenedor.

3.1.2.- *De hoja caduca*

01.- Los árboles de hoja caduca pueden ser comercializados con raíz desnuda, con cepellón, en contenedor, o en recipientes de otros tipos, capaces de mantener intacto el desarrollo de las raíces nuevas dentro del cepellón.

02.- Se especificará el perímetro, en centímetros (cm) a un metro (1 m) del cuello de la raíz, admitiéndose una oscilación de dos (2) cifras pares consecutivas. Se indicará además la altura comprendida entre la parte superior de la copa o la guía principal y la parte superior del cepellón, admitiéndose una tolerancia de veinte centímetros (20 cm).

03.- Los árboles no deberán presentar ramas condominantes (ramas con horquillas) en su eje principal, ni ramificaciones anómalas. En la poda de formación se deberá respetar siempre los gradientes de ramificación.

04.- Los árboles ramificados desde abajo deberán estar totalmente vestidos de arriba a abajo y deberán tener las ramas laterales bien repartidas regularmente a lo largo del tronco. Los cultivares fastigiados deberán tener un tronco único recto.

05.- Los árboles de copa deberán tener la ramificación dentro de la copa típica de la especie o variedad. La copa del árbol deberá ser uniforme y el crecimiento deberá ser proporcional al perímetro del tronco. Una poda adicional de ramas deberá ser conforme con el tipo de la especie o variedad, excepto para los injertos de copa de formas globosas o péndulas.

06.- Los árboles flechados deberán tener la guía dominante intacta.

07.- Los árboles suministrados con raíz desnuda deberán presentar un sistema radical bien ramificado, no excesivamente podado, sin síntomas de deshidratación y la copa aclarada, manteniendo el equilibrio entre la parte aérea y la parte subterránea.

08.- Los cepellones deberán ir atados con rafia o similar o bien con arpillera de material degradable. Adicionalmente deberán ir protegidos con malla metálica no galvanizada, con cesto metálico no galvanizado o con tela plástica degradable.

09.- Como materiales de protección o de atadura del cepellón sólo se permiten materiales que se descompongan antes de un año y medio después de la plantación y que no afecten al crecimiento posterior del árbol y de su sistema radical.

10.- Un árbol de hoja caduca cultivado en contenedor deberá haber sido trasplantado a un contenedor y cultivado en éste el tiempo suficiente para que las nuevas raíces se desarrollen de tal manera que la masa de raíces mantenga su forma y se aguante compactamente cuando se saque de él. Se deberá cambiar a un contenedor más grande antes de que se produzca espiralización de las raíces.

11.- Los árboles con raíz desnuda, salvo justificación, se deberán preparar y suministrar en la época de parada vegetativa, cuando no han brotado. El suministro de árboles cultivados en contenedor facilita la manipulación y la posibilidad de plantar durante todo el año.

3.2.- Arbustos

01.- Deberán cumplir las siguientes condiciones:

- Que vengán suficientemente protegidos con embalaje.
- Estar vestidos de rama hasta la base.
- Todos los envíos vendrán acompañados de la Guía Oficial Fitosanitaria expedida por el Ministerio de Agricultura.

02.- Para los arbustos de hoja persistente, además:

- Estar provistos de cepellón, inmovilizado mediante tiesto, contenedor, escayola, etc., al menos durante un año.
- Disponer de hojas en buen estado vegetativo.

03.- Si son de hoja caduca, se presentarán:

- A raíz limpia, con cepellón, dependiendo de la especie y la edad de la planta.
- Desprovistos de hoja.

04.- En el caso de ser de follaje ornamental, se cumplirá:

- Estar provistos de cepellón inmovilizado mediante tiesto, contenedor, escayola, al menos durante un año.
- Disponer de abundantes hojas en todas sus ramas en las especies de hoja persistente.
- Carecer de hojas, pero provistos de abundantes yemas foliares en todas sus ramas, para las especies de hoja caduca.

05.- Si se trata de arbustos de flores ornamentales, verificarán las siguientes condiciones:

- Estar provistos de cepellón o a raíz limpia, dependiendo de la especie y edad.
- Tener ramas en las que se vayan a producir botones florales en el momento adecuado inmediato a su adquisición.
- Aparecer limpios de flores secas o frutos procedentes de la época de floración anterior.

06.- En lo que respecta a las dimensiones, se especificará la altura máxima desde el cuello de la raíz, en centímetros (cm) con una oscilación de diez centímetros (10 cm) o bien la edad en años, desde su nacimiento o injerto. Asimismo, habrá de señalarse la condición de "a raíz limpia" o "en cepellón" para cada especie ofertada, en este último caso (en cepellón).

3.3.- Subarbustos y plantas herbáceas

01.- Deberán cumplir las siguientes condiciones:

- Que vengan suficientemente protegidos con embalaje.
- Ramificados desde la base.

02.- Para los subarbustos, además:

- Venir provistos de cepellón inmovilizado en tiesto o contenedor.
- Estar libres de plantas extrañas a la especie de que se trate.
- Indicación de la edad, altura de la planta y dimensiones del contenedor.

03.- Si se trata de plantas vivaces, se cumplirán asimismo las siguientes prescripciones:

- Venir provistas de cepellón inmovilizado en tiesto o contenedor.
- Estar libres de ramas o flores secas procedentes de la temporada anterior.
- Que posean homogeneidad apreciable en su morfología y colorido.
- Que estén libres de plantas extrañas a la especie de que se trate.
- Que no se aprecie ninguna degeneración de la variedad, caso de que existiese.
- Se indicará la edad de la planta y tamaño del contenedor.

3.4.- Tepes

01.- Reunirán las siguientes condiciones:

- Espesor uniforme, no inferior a cuatro centímetros (4 cm).
- Anchura mínima, treinta centímetros, (30 cm); longitud superior a treinta centímetros (30 cm).
- Habrán sido segados regularmente durante dos (2) meses antes de ser cortados.
- No habrán recibido tratamiento herbicida en los treinta (30) días precedentes.
- Habrán sido cortados dentro de las veinticuatro (24) horas anteriores a su puesta en obra; en tiempo fresco y húmedo Este plazo puede ampliarse hasta dos o tres (2 ó 3) días.
- Temperatura inferior a cuarenta grados (40°), medida en el centro del bloque que formen y antes de ser descargados.
- El grosor de la cubierta vegetal será de un centímetro y medio (1,5 cm), con una tolerancia de más menos medio centímetro ($\pm 0,5$ cm).
- El sustrato en el cual se ha cultivado no debe tener más de un diez por ciento (10 %) de arcilla y limo y no podrá tener piedras mayores de un centímetro y medio (1,5 cm).
- La pieza del tepe no pesará más de veinte kilogramos (20 kg), salvo en condiciones excepcionales de humedad siempre y cuando el suministrador demuestre que en condiciones normales no supera este peso.

4.- CONTROL DE CALIDAD

4.1.- Control de recepción de los ejemplares

01.- A la recepción de los ejemplares se comprobará que éstos pertenecen a las especies, formas o variedades solicitadas y que se ajustan, dentro de los márgenes aceptados, a las medidas establecidas en el pedido. Se verificará igualmente que el sistema empleado de embalaje y conservación de las raíces es el apropiado a las características de cada ejemplar, y

que éstos no han recibido daños sensibles, en su extracción o posterior manipulación, que pudiesen afectar a su posterior desenvolvimiento. Se comprobará también el normal porte y desarrollo de estos ejemplares. Cada envío deberá ir acompañado de la documentación necesaria (albarán y etiquetado).

02.- Del examen del aparato radicular, de la corteza de tronco y ramas, de las yemas y, en su caso, de las hojas, no habrán de desprenderse indicios de enfermedades o infecciones, picaduras de insectos, depósito de huevos o larvas ni ataques de hongos que pudieran comprometer al ejemplar o a la plantación. Se comprobará también la falta de los síntomas externos característicos de las enfermedades propias de cada especie.

03.- La recepción del pedido se hará siempre dentro de los períodos agrícolas de plantación y trasplante.

04.- El Director podrá rechazar cualquier planta o conjunto de ellas que, a su juicio, no cumpliera alguna condición especificada anteriormente o que llevara alguna tara o defecto de malformación.

05.- En caso de no aceptación el Contratista estará obligado a reponer las plantas rechazadas, a su costa.

4.2.- Control fitosanitario

01.- Tiene por objeto asegurar la prosperidad de los vegetales adquiridos, a la vez que impedir la proliferación de plagas o enfermedades en las plantaciones o cultivos. Los ejemplares que se estudien no presentarán aparentemente aspecto insano, pues habría sido causa de rechazo y sustitución en el primer control. Sin embargo, debido a la posibilidad de que sean portadoras de enfermedades no apreciables a simple vista, o en el caso de que los síntomas apreciados no fuesen definitorios, se podrán efectuar las pruebas de laboratorio que a continuación se detallan.

02.- El análisis consistirá en la observación microscópica de muestras de tejidos de los órganos más sensibles a las enfermedades propias de cada especie. Se realizará también la incubación de las muestras, en las condiciones de temperatura y humedad óptimas para el desarrollo de los agentes causantes. Las pruebas a efectuar son las siguientes:

- Lavado e incubación en cámara húmeda de muestras de raíces; observación y determinación de los posibles micelios u órganos de diseminación aparecidos; diagnóstico de la patogenidad.
- Observación microscópica de muestras tisulares obtenidas de la zona subcortical a nivel de cuello radical; reconocimiento de micelios, incubación, identificación y diagnóstico.
- Observación, con ayuda de lupa binocular, de muestras de corteza de tronco y ramas

4.3.- Garantías

01.- La garantía se extenderá hasta después de haber pasado una época estival, viniendo obligado el Contratista a reponer a su costa las plantas secas.

5.- MEDICIÓN Y ABONO

01.- La medición y abono de los elementos vegetales se realizará por unidades.

02.- Los tepes se medirán y abonarán por metros cuadrados (m²).

ARTÍCULO 46.13.- APERTURA DE HOYOS (PCTG99)

1.- DEFINICIONES

01.- La apertura de hoyos consiste en la excavación del terreno mediante cavidades de forma prismática con una profundidad derivada de las exigencias de la plantación a realizar, a fin de poder situar de modo conveniente las raíces o cepellones, que deben quedar rodeados de tierra de la mejor calidad disponible.

2.- MATERIALES

01.- Los materiales son simplemente los distintos horizontes del suelo o capas más profundas, que se alcanzan en la labor de excavación. Las distintas propiedades de estos horizontes en relación con el futuro desarrollo radicular aconseja considerarlas por separado y darles el destino más acorde con ellas llegando, incluso, a su eliminación en vertedero.

02.- Para el relleno de los hoyos se podrá contar con el propio material de la excavación, si bien se tendrá en cuenta tres posibilidades:

- a) Empleo selectivo de los distintos horizontes y capas utilizándolos en el relleno a diferentes profundidades.
- b) Empleo selectivo o generalizado de los materiales, pero previamente enriquecidos con tierra vegetal o con tierra vegetal fertilizada.
- c) Relleno del hoyo exclusivamente con tierra vegetal o con tierra vegetal fertilizada y eliminación a vertedero del material extraído.

3.- EJECUCIÓN DE LAS OBRAS

01.- El Contratista procederá al replanteo de detalle para la ubicación de las plantas, no pudiendo iniciarse la apertura de hoyos sin la previa aprobación del replanteo por parte del Director.

02.- El Director aprobará el momento de apertura de los hoyos en función de las condiciones de humedad del terreno y del estado que presenten los materiales extraídos, si fueran a ser objeto de utilización posterior en el relleno de los mismos. El Director podrá detener la ejecución del trabajo de excavación, si las condiciones de humedad del terreno no fuesen las idóneas, y mantenerlo suspendido hasta tanto no se presenten unas condiciones de humedad adecuadas.

03.- La excavación podrá hacerse manualmente o por medios mecánicos siempre que permita el acopio de materiales diferentes en montones o cordones diferenciados. Si el terreno está en pendiente se evitará depositar la tierra en la parte superior, para evitar el llenado del hoyo por arrastre.

04.- Los hoyos se abrirán con la máxima antelación para favorecer la meteorización del suelo. En caso de tierras no arenosas, las paredes y el fondo de los hoyos se desprenderán para favorecer la acción de los agentes atmosféricos.

05.- El relleno de los hoyos podrá hacerse una vez ubicada de modo conveniente la raíz de la planta, debiendo prestar atención suficiente a la calidad de los diferentes materiales extraídos en relación con el futuro desarrollo radicular. En esta operación caben diferentes posibilidades derivadas de la homogeneidad o heterogeneidad de los materiales extraídos:

- a) Si el material es muy uniforme y adecuado al desarrollo radicular cabe su empleo directo con las precauciones necesarias en tan delicada operación. Si es uniforme pero menos conveniente se mezclará con tierra vegetal, o mejor, con tierra vegetal fertilizada. Si es uniforme, pero inadecuado al desarrollo radicular, se llevará a vertedero para su sustitución por otro.
- b) Si el material es heterogéneo, en el sentido de su influencia sobre el futuro desarrollo radicular, durante la excavación se procurará situar los diferentes materiales en distintos lugares, de modo que puedan ser recogidos posteriormente por separado y darles el destino debido en el fondo del hoyo, en su parte media o en la superior, o en el caso más desfavorable, ser conducido a vertedero.
- c) Si ha de dilatarse el momento de la plantación, los materiales se depositarán de forma que no queden expuestos a erosiones y arrastres motivados por las aguas de lluvia; los montones o cordones resultantes se acomodarán al terreno.

06.- Las dimensiones de los hoyos estarán en relación con el futuro desarrollo del sistema radicular de que se trate y según venga la planta de vivero, con cepellón o raíz desnuda. Las dimensiones normales de los hoyos serán las siguientes:

- a) Árboles de más de tres metros (3 m) de altura con cepellón: un metro por un metro por un metro (1,00 m x 1,00 m x 1,00 m).
- b) Frondosas de tres savias y raíz desnuda: cero coma ochenta por cero coma ochenta por cero coma ochenta (0,80 m x 0,80 m x 0,80 m).
- c) Árboles y arbustos comprendidos entre ciento cincuenta centímetros (150 cm) y dos metros (2 m) con cepellón: cero coma sesenta por cero coma sesenta por cero coma sesenta (0,60 m x 0,60 m x 0,60 m).
- d) Árboles y arbustos menores de ciento cincuenta centímetros (150 cm) con cepellón o maceta: cero coma treinta por cero coma treinta por cero coma treinta (0,30 m x 0,30 m x 0,30 m).

07.- En condiciones muy favorables, pero siempre con larga experiencia comprobada, podrán reducirse de modo proporcionado las mayores de las anteriores dimensiones. En condiciones muy favorables podrá el Director autorizar el uso de plantadores mecánicos.

08.- En la plantación de especies cespitosas podrán utilizarse el punzón y el barrón, si las condiciones locales de humedad lo justifican.

4.- MEDICIÓN Y ABONO

01.- La unidad de apertura de hoyos se entenderá comprendida en las de plantación y por lo tanto no habrá lugar a su medición y abono por separado.

ARTÍCULO 46.14.- SIEMBRAS (PCTG99)

1.- DEFINICIONES

01.- Se define como siembra la operación de distribución uniforme sobre el terreno de las semillas de las especies vegetales que se procura implantar, precedida y seguida de otras operaciones, necesarias o convenientes a tal fin.

2.- NORMATIVA TÉCNICA

2.1.- Normas básicas de referencia

01.- Reglamento de la Asociación Internacional de Ensayos de Semillas (vigente en el Hemisferio Norte a partir del 1-7-1960) y reglas para los mismos.

02.- Reglamento General sobre Producción de Semillas y Plantas de Vivero. Decreto 3767/1972 de 23 de Diciembre.

03.- Directiva 66/404 CEE de 14 de Junio.

04.- Reglamento CEE nº 3768/85.

05.- Reglamento General de Registro de Variedades Comerciales. Instituto Nacional de Semillas y Plantas de Vivero.

06.- Orden de 18 de Julio 1989 sobre Método Oficial de Toma de Muestras de Fertilizantes. BOE 25/7/89.

07.- Métodos Oficiales de Análisis de Suelos y Aguas. Secretaría General Técnica. MAPA.

3.- MATERIALES

3.1.- Semillas

01.- Se define como semilla el embrión capaz de germinar y desarrollarse, dando lugar a una planta de similares características que aquélla que la originó.

02.- La provisión de las semillas habrá de hacerse mediante su adquisición en centros oficiales o instituciones análogas o, en todo caso, en empresas de reconocida solvencia. Un examen previo deberá mostrar que se hallan exentas de impurezas, granos rotos, defectuosos o enfermos, así como de granos de especies distintas a la determinada. En general, habrán de cumplir las especificaciones del "Reglamento Técnico de Control y Certificación de Semillas y Plantas Forrajeras".

03.- Cuando exista duda razonable acerca de tales propiedades, o bien se desee comprobar su poder germinativo, habrá de acudir a los organismos oficiales competentes.

04.- El Director podrá ordenar la realización de los correspondientes ensayos para cada partida de semillas de distinta procedencia.

05.- El peso de la semilla pura y viva (Pr) contenida en cada lote no será inferior al setenta y cinco por ciento (75%) del peso del material envasado.

06.- El grado de pureza de la semilla (Pp) será, al menos, del noventa por ciento (90%) de su peso. El poder germinativo (Pg) habrá de ser tal que el valor real de las semillas sea el indicado en el apartado 05. La relación entre estos conceptos es la siguiente:

$$Pr = Pg \cdot Pp$$

07.- No estarán contaminadas por hongos, ni presentarán signos de haber sufrido alguna enfermedad micológica. No presentarán parasitismo de insectos.

08.- Las semillas deberán suministrarse en envases individuales precintados, fácilmente identificables, en los que se lean de forma clara:

- Número productor
- Composición en porcentaje de especies y variedades
- Número de lote
- Fecha de precintado.

09.- La toma de muestras se realizará con una sonda tipo Nobbe.

10.- Si el Director lo considerase conveniente, podrá pedir un informe acerca de la posibilidad de desarrollo de agentes patógenos capaces de actuar desfavorablemente sobre los primeros estados de desarrollo de las plantas jóvenes.

11.- La densidad de siembra, en kilogramos por metro cuadrado (kg/m²), podrá determinarse mediante la fórmula siguiente:

$$P = \frac{n}{N \cdot Pg \cdot K}$$

donde:

P = peso, en kg por m² a emplear

n = número de plantas a obtener por m²

N = número medio de semillas existentes en un kilogramo
(característica específica)

Pg= poder germinativo, en tanto por uno

K = coeficiente de eficiencia o de viabilidad

12.- El coeficiente de eficiencia o de viabilidad depende del carácter específico de la semilla, de las características ecológicas de la zona y de las condiciones previsibles en que va a tener lugar la germinación y el desarrollo inicial de la planta. Puede variar entre K = 1, condición extrema favorable, y K = 0,2 en situaciones inconvenientes de siembra por anomalías meteorológicas. Ante la previsión de situaciones temporales que puedan hacer a K menor que 0,5 el Director podrá proponer el aplazamiento de la operación de siembra.

3.2.- Suelos

01.- Los suelos destinados a recibir las siembras habrán de presentar propiedades normales en relación con la futura nascencia de las mismas y con el desarrollo de las plantas jóvenes. En consecuencia habrá de tratarse de suelos normales tanto en sus propiedades físicas como químicas, debiendo procederse a las oportunas operaciones correctoras cuando los problemas que puedan originarse sean graves.

02.- En caso de propiedades físicas muy desfavorables, como pedregosidad superior al treinta y cinco por ciento (35%) en volumen, texturas inconvenientes (como arenosas, limosas o arcillosas finas), deberá procederse a un laboreo profundo y a un refinado de la superficie, antes de proceder a un recubrimiento con tierra vegetal o tierra vegetal fertilizada que cumpla las especificaciones del Artículo 46.11 de este Pliego, titulado Manto de tierra vegetal fertilizada.

03.- Cuando las propiedades físicas desfavorables afecten al subsuelo, como en los casos de drenaje insuficiente, se deberá tener en cuenta tal hecho cuando se proceda a la preparación del terreno, corrigiendo tales deficiencias.

04.- En el caso de propiedades químicas desfavorables, se procederá a su corrección en el momento de la preparación del terreno para la siembra, llevando tales propiedades hasta los límites compatibles con una germinación y desarrollo de las plantas jóvenes normales.

05.- En todos los casos habrán de tenerse en cuenta, por un lado, las propiedades del suelo existente antes de la siembra y, por otro, las exigencias específicas de las especies deseables para el fin previsto con la cobertura vegetal que se haya de conseguir.

3.3.- Aguas de riego

01.- El riego es una práctica casi indispensable en la mayor parte de los casos.

02.- La calidad del agua de riego ha de ser acorde con el tipo de suelo y con las exigencias de las especies a sembrar. En principio pueden aceptarse como apropiadas las aguas destinadas a abastecimiento público.

03.- Cuando no exista información suficiente acerca de la calidad del agua propuesta para su empleo en los riesgos, se tomarán las muestras necesarias para su análisis, que se realizará en laboratorios oficiales.

3.4.- Materiales de cobertura

01.- Materiales de cobertura es el conjunto de materiales destinados a cubrir semilla y suelo, una vez depositada ésta o bien a ser mezclados con la semilla para una mejor distribución.

02.- En los materiales de cobertura cabe distinguir los de carácter orgánico, como el mantillo, el estiércol, la paja de cereales triturada, la turba, la viruta de madera, etc., y los de carácter no orgánico, como la arena de río, los asfaltos, látex, alginatos, acetatos de polivinilo y el butadieno-estireno, todos ellos empleados como emulsiones.

03.- El mantillo que se emplee como cobertura deberá estar finamente dividido, sin grumos o terrones en cantidad apreciable. Deberá contener un alto porcentaje de materia orgánica, mayor; del cinco por ciento (5%) en peso, y alcanzar un color negruzco, derivado de tales propiedades. Su relación carbono-nitrógeno (C/N) no deberá ser superior a quince (15), a menos que se prevea una fertilización nitrogenada compensatoria.

04.- El estiércol habrá de ser bien evolucionado, de color oscuro y previamente desmenuzado hasta un grado que permita un recubrimiento uniforme sin necesidad de otras operaciones complementarias a su distribución. Sí no se procediera a una fertilización complementaria, habrá de conocerse el contenido de elementos fertilizantes a fin de valorar su efecto sobre el desarrollo de las plantas jóvenes.

05.- Los materiales destinados a una protección mecánica, como la turba o la paja, o exclusivamente a servir de cobertura, como la viruta de madera, los restos de descortezado, etc., deberán cumplir los requisitos de tamaño suficientemente fino para lograr una distribución uniforme frente al golpeteo de las gotas de lluvia, del riego por aspersión y para provocar un efecto de frenado sobre las aguas de escorrentía que eventualmente pudieran originarse en los taludes de cierta pendiente.

06.- Los materiales de origen industrial destinados a la hidrosiembra, como las fibras de celulosa, los fangos de depuradora o bien los compuestos químicos destinados a estos fines, como las emulsiones citadas de asfalto, látex, alginatos y otros carbohidratos, acetato de polivinilo, butadieno-estireno, etc., habrán de corresponder a las especificaciones establecidas para los tratamientos correspondientes.

4.- EJECUCIÓN DE LAS SIEMBRAS

4.1.- Generalidades

01.- Tanto los trabajos preparatorios como los correspondientes a la propia siembra se realizarán en las épocas del año más oportunas, teniendo en cuenta tanto los factores de temperatura como de precipitación; en todo caso el Director habrá de autorizar el momento de iniciación de los trabajos y marcar un plazo para la finalización de los mismos.

4.2.- Operaciones preparatorias

01.- Las diferentes condiciones iniciales de la superficie a sembrar exigen la ejecución de ciertas labores preparatorias del terreno antes de proceder a la siembra de las especies seleccionadas .

02.- En todos los casos la superficie del terreno, hasta una profundidad de treinta centímetros (30 cm), habrá de quedar suficientemente mullida para que el sistema radicular en desarrollo no encuentre dificultades para su penetración. Cuando el suelo cuente con esa condición favorable bastará con una comprobación mediante la excavación de pequeñas calcatas, o con la ejecución de sondeos con barrena manual, que permita conocer la regularidad de tal estado.

03.- Cuando esta condición favorable de existencia de una capa de suelo mullida hasta la profundidad de cuarenta centímetros (40 cm) no se de originalmente, habrá de conseguirse mediante el adecuado laboreo de la misma utilizando arados y gradas o bien mediante cava manual.

04.- La superficie de la capa mullida deberá quedar suficientemente lisa para no ofrecer obstáculos a la distribución uniforme de los materiales y semillas que se depositarán posteriormente. Si esta configuración no resultase de las operaciones anteriores (gradeos, nivelaciones, etc.) habrá de lograrse mediante operaciones de refinado, manual o mecánico.

4.3.- Operaciones complementarias

01.- Operaciones complementarias son las que deben realizarse en el terreno antes de la propia siembra como consecuencia de circunstancias especiales. Es frecuente que las superficies a sembrar en ciertas zonas presenten fuertes inclinaciones, por lo que los efectos de la erosión causada por las lluvias intensas son de temer, sobre todo en el periodo inmediatamente posterior a la siembra, y hasta tanto la vegetación nacida de la semilla no se ha desarrollado suficientemente como para proteger al terreno frente al impacto de las gotas de agua y frente a la eventual escorrentía que puede producirse.

02.- En consecuencia, debe estimarse para cada caso el riesgo de erosión existente, a fin de tomar precauciones mayores en los casos más graves. En general, se tendrán en cuenta los siguientes factores de erosión de la superficie del suelo:

- Intensidad de las lluvias previsibles: probabilidad de aguaceros de intensidad igual o superior a veinticinco milímetros (25 mm) de altura de lluvia en una hora, o factor de erosividad.
- Erosionabilidad intrínseca del suelo superficial.
- Factores de pendiente longitudinal, que modifican la velocidad de la escorrentía.
- Factor de cobertura, C, que alcanza los valores indicados en el CUADRO 46.14.1

CUADRO 46.14.1

VALORES DEL COEFICIENTE "C" CORRESPONDIENTE A LA COBERTURA VEGETAL DE VEGETACIÓN HERBÁCEA

| Cobertura del terreno (vertical) Hierbas altas (50 cm) | Tipo de vegetación * | Porcentajes de plantas en contacto con la superficie | | | | | |
|---|----------------------|--|------|------|-------|-------|--------|
| | | 0 | 20 | 40 | 60 | 80 | 95-100 |
| 25% | G | 0,36 | 0,18 | 0,09 | 0,038 | 0,012 | 0,003 |
| | A | 0,36 | 0,20 | 0,13 | 0,082 | 0,041 | 0,011 |
| 50% | G | 0,26 | 0,13 | 0,07 | 0,035 | 0,012 | 0,003 |
| | A | 0,26 | 0,16 | 0,11 | 0,075 | 0,039 | 0,011 |
| 75% | G | 0,17 | 0,10 | 0,06 | 0,031 | 0,011 | 0,003 |
| | A | 0,17 | 0,12 | 0,09 | 0,067 | 0,038 | 0,011 |

*G = Gramíneas predominantes

A = Dicotiledóneas, hoja ancha, predominantes

03.- Cada uno de los valores de los factores indicados debe ser considerado antes de la realización de las siembras a fin de procurar realizar las distintas operaciones con las mayores garantías de un resultado final optimizado.

4.4.- Siembra

4.4.1.- Generalidades

01.- Este apartado se refiere a las operaciones estrictamente relacionadas con la distribución de las semillas sobre el terreno .

02.- Los procedimientos más comunes, que deberán elegirse según las condiciones concretas de cada caso particular, son los siguientes:

- Siembra directa.
- Siembra con protección.
- Hidrosiembra.

03.- Tras la finalización de las operaciones, el Contratista deberá retirar todos los materiales sobrantes o rechazados, llevando incluso a vertedero los que resulten inútiles y retirando las instalaciones y equipos utilizados en la operación.

4.4.2.- Siembra directa

01.- La siembra directa es el procedimiento de colocación a poca profundidad, dentro del terreno, de las semillas elegidas a tal fin. La semilla debe quedar a una profundidad que es función del futuro tamaño de la planta para que, tras la germinación, asomen las hojas cotiledonares e inicien la función clorofílica antes de que agoten las reservas de la semilla. Tal profundidad está relacionada con el tamaño de la semilla, siendo entre una (1) y dos (2) veces su dimensión mayor la profundidad adecuada .

02.- La siembra se podrá realizar a mano, cuando las superficies de operación sean pequeñas o muy pendientes, o con máquinas sembradoras de distintos tipos, cuando las superficies a tratar sean importantes y de poca pendiente. La siembra a mano requiere más habilidad para su realización ya que una distribución uniforme de pequeñas cantidades no es fácil de conseguir y por ello es preferible encomendar la labor a personal especializado.

03.- La práctica puede aconsejar ciertas precauciones, como la mezcla de la semilla con productos granulares de tamaño análogo (arenas, gránulos diversos, etc.) para facilitar una distribución uniforme. También puede ser conveniente un ligero enterrado y compresión de la parte superior del suelo mediante un rastrillado, pases con ramas, etc.

04.- La siembra con medios mecánicos simplifica todas estas operaciones y da una mayor garantía de perfección a la labor, sobre todo si se emplean máquinas especiales para siembra de pratenses .

05.- El aporte de mantillo o de tierra vegetal, o de tierra vegetal fertilizada, se hará en los casos en que resulte conveniente, así como el abonado químico complementario, que puede hacerse antes o después de la siembra. Igual consideración tendrán los riegos, que dependen, en su conjunto, de la casuística local y temporal de las operaciones.

4.4.3.- Siembra con protecciones

01.- En la siembra con protecciones se procura, en general, una protección, previa o posterior a la siembra, de la superficie del terreno que se cubre en buena parte de su superficie con paja cortada de cereal. Las precauciones generales son las mismas del caso especificado en el apartado anterior.

02.- La protección final más corriente es el recubrimiento superficial, una vez realizada la siembra, mediante una emulsión de asfalto proyectada en general con una bomba de alta presión que logra un recubrimiento uniforme en un adecuado manejo.

03.- La siembra con protecciones se elegirá cuando los factores de erosividad o de erosionabilidad alcancen un grado tal que hagan aconsejable una protección general de la superficie del suelo tratado hasta que la vegetación ya implantada y desarrollada cumpla su misión de protección suficiente del suelo, época en que la emulsión asfáltica habrá desaparecido como elemento protector de la superficie del mismo.

4.4.4.- Hidrosiembra

01.- Hidrosiembra es el procedimiento mecánico hidráulico de proyección de la semilla sobre el terreno juntamente con otros materiales que se añaden al agua, en suspensión o en solución, para cubrir diversos objetivos. Es el procedimiento de más alto grado de mecanización, por lo que resulta especialmente adecuado para el tratamiento de grandes superficies y además se ha adaptado para la siembra en taludes de fuertes pendientes donde otros medios de operación directa resultan menos eficaces .

02.- Teniendo en cuenta la diversidad de equipos y tratamientos existentes, el Contratista garantizará el riguroso cumplimiento de las especificaciones acerca de los diversos materiales y de las recomendaciones de manejo de los equipos mecánicos que el fabricante estipule en cada caso.

4.5.- Riego

01.- Los riegos deberán ejecutarse siempre que exista duda de que las disponibilidades de agua para las semillas en germinación, y para las plantas en desarrollo, sean insuficientes, de modo que se cuente con unas condiciones que permitan alcanzar los valores finales posibles acordados con el grado de pureza y poder germinativo previstos.

02.- Las calidades de las aguas empleadas en el riego se atenderán a las especificaciones establecidas en el anterior apartado 3.3.

03.- La aportación del agua se hará de manera que alcance el suelo de modo suave, de forma de lluvia fina, de tal modo que no arrastre ni la semilla ni los materiales complementarios empleados, desnudando unas zonas y recargando otras.

04.- Las dotaciones de los riegos han de ser tales que no provoquen escorrentías apreciables; en todo caso se evitará el desplazamiento superficial de semillas y materiales, así como el descalce de las plantas jóvenes.

5.- CONTROL DE CALIDAD

5.1.- Control de recepción

01.- Se comprobará que los datos referentes a la identidad botánica de las semillas o bulbos recibidos vienen correctamente consignados, así como los relativos a pureza, poder germinativo y peso, verificándose que corresponden a lo solicitado. Asimismo se verificará que en las etiquetas consta la información relativa a fechas de precintado o validez, así como en su caso, los productos activos con los que hubieran sido tratadas y su posible toxicidad.

02.- Se debe examinar visualmente, en un área representativa, la cobertura prevista del suelo, su homogeneidad y distribución, así como, si se diera el caso, el porcentaje de especies no autorizadas.

5.2.- Control fitosanitario

01.- Aunque la entidad proveedora deberá ofrecer las garantías y fiabilidad que establece el Instituto Nacional de Semillas y Plantas de Vivero, eventualmente, o si se hubiesen observado con anterioridad anomalías en el resultado de las siembras, se llevarán a cabo pruebas sobre las características garantizadas y consignadas en los envases de la mercancía, consistentes en lo siguiente:

- Índices de pureza: verificación de las proporciones de simientes señaladas por el proveedor.
- Poder germinativo: comprobación de los porcentajes de éxito de germinación atribuidos al material recibido. Se realizará mediante siembras en semillero o en placas Petri y posterior conteo.
- Contaminación: mediante incubación en cámara húmeda se observará la posible existencia de infecciones fúngicas, puestas de manifiesto por el desarrollo de micelio sobre las simientes
- Por comparación con elementos patrones se verificará tamaño y peso, comprobándose su normalidad y procedencia de individuos bien constituidos.

02.- Respecto a los bulbos, el control de recepción será suficiente salvo en aquellos casos en que se presenten indicios de infecciones, en los que se realizará la incubación y observación correspondiente.

6.- MEDICIÓN Y ABONO

01.- La medición y abono de la siembra de plantas cespitosas y vivaces se hará por metros cuadrados (m²), medidos en el terreno. En esta unidad quedan incluidos los riegos afectados en la siembra y en el periodo inicial.

ARTÍCULO 46.15.- PLANTACIONES Y TRASPLANTES (PCTG99)

1.- DEFINICIONES

01.- Se define como plantación el procedimiento de repoblación artificial consistente en colocar en el terreno, previas las operaciones necesarias, una planta más o menos desarrollada, nacida y crecida en otro lugar.

02.- Se define como trasplante el cambio de un vegetal desde el sitio donde se encuentra plantado a otro.

2.- MATERIALES

2.1.- Plantas

2.1.1.- Definición

01.- Planta, al tratar de una plantación, es cualquier especie vegetal adecuada al fin propuesto que, habiendo nacido y sido criada en otro lugar, es arrancada de éste, en debida forma, y transportada al lugar de plantación.

2.1.2.- Selección

01.- Las plantas precisas para llevar a cabo la plantación deberán proceder de viveros acreditados y ubicados en zonas cuyas condiciones ecológicas sean semejantes a las de la zona de destino. Cada una de las plantas deberá pertenecer estrictamente a la especie botánica y variedad prefijada; deberán tener las dimensiones y edad, al menos apreciada en savias o ciclos de desarrollo, que esté establecida.

2.1.3.- Recepción

01.- El examen de cada planta recibida debe permitir apreciar que sus características son las que corresponden a la especie y grado de desarrollo en que deba encontrarse. No se aceptarán las plantas que hayan alcanzado las dimensiones exigidas a costa de un mayor número de años en vivero que el especificado.

02.- En todas las plantas existirá el debido equilibrio entre parte aérea y sistema radicular, debiendo presentar este último claras muestras de haber sido repicado en vivero.

03.- Las plantas que presenten síntomas de enfermedad, o de haberla sufrido, bien por ataque criptogámico o de insectos, serán automáticamente rechazadas y aisladas de las sanas, hasta su retirada por el Contratista en el plazo más breve posible.

04.- Las plantas dañadas en el arranque o transporte, con lesiones o desperfectos visibles, tanto en su parte aérea como en la radical, serán igualmente rechazadas.

05.- Toda planta rechazada deberá ser reemplazada por el Contratista por otra en las debidas condiciones, siendo a su costa todos los gastos ocasionados por la reposición del nuevo material.

06.- El Contratista exigirá un certificado de garantía del vivero proveedor.

2.1.4. Transporte

01.- En el transporte deberá extremarse el cuidado de las raíces de las plantas, manejándolas debidamente y acudiendo, si fuera necesario, a medios de protección tales como rodearlas de arpillera, lona o plástico resistente, por mazos o conjuntos de plantas.

02.- La preparación en vivero de las plantas a arrancar debe preverse incluso uno (1) o dos (2) años antes de la operación. A savia parada se rodeará el tronco, en el caso de árboles grandes, con una zanja en forma de corona circular, para cortar todas las raíces laterales que se alejen en tal medida del mismo. Luego se follará con escayola la pared interna de la zanja, previamente armado el espesor correspondiente con alambre de suficiente grosor. La profundidad de la zanja, de la que será función el espesor del futuro cepellón, debe alcanzar a la mayor parte de la raíz principal del árbol y estará en consonancia con el porte del mismo en el momento del arranque.

03.- El transporte se efectuará con la mayor rapidez posible, debiéndose realizar una cuidadosa planificación del mismo.

04.- Las plantas con raíz desnuda deberán protegerse eficazmente contra la desecación de la misma. Los espacios comprendidos entre las raíces, bien en una planta, bien en mazos de ellas, deberán quedar rellenos con paja, musgo, etc., fuertemente atado en arpillera, lona o plástico resistente. Si fuera necesario, durante el transporte se regará el interior de los atados e, incluso podrá exigirse recubrimiento con plástico o lona de las partes aéreas.

05.- La programación del transporte establecerá el número de plantas que diariamente deberán recibirse, de acuerdo con las posibilidades del trabajo de plantación. Cuando el número de plantas recibido fuera superior al que pudiera plantarse en el día, la cantidad previsible sobrante deberá ser adecuadamente protegida de la desecación.

06.- En el caso de transporte de plantas jóvenes en macetas, éstas se manejarán, para que no haya roturas accidentales, con las debidas precauciones, fijando unos u otros elementos debidamente.

07.- El transporte y manejo del césped en tepes se realizará con cuidado de forma que no se produzca una pérdida acusada de la tierra interpuesta en sus raíces. Las dimensiones, bien de los bloques o de las bandas, deberán ser suficientemente regulares como para permitir un posterior acoplamiento sin que queden hendiduras o espacios vacíos que aumenten la desecación en los primeros tiempos de su plantación.

08.- La carga y la descarga se realizará a mano, sin que pueda acudir al vuelco para la descarga de los camiones o remolques. La plantación deberá realizarse antes de las veinticuatro horas (24 h) del arranque, sin que su almacenamiento esté permitido bajo ningún concepto dado el alto riesgo de desecación y marchitamiento .

09.- El riego de protección durante el transporte deberá ser utilizado con precaución y mesura, dadas las dificultades de manejo que supone un exceso de humedad.

2.1.5.- Acopio del material vegetal en la obra.

01.- Si una vez descargadas las plantas en la obra no se pudiesen plantar el mismo día, se tomarán las medidas de protección que se indican en los párrafos siguientes.

02.- En primer lugar se habilitará una zona para acopiar el material vegetal en la obra. Esta zona tendrá un suelo con textura arenosa o franco-arenosa. Se protegerá contra la insolación y el frío y se resguardará de vientos fuertes.

03.- Los árboles y arbustos suministrados con la raíz desnuda se colocarán uno a uno en una zanja abierta con esta finalidad. Se cubrirán las raíces con tierra, procurando que éstas queden en contacto. Seguidamente se regarán. En cambio, los árboles y arbustos suministrados con pan de tierra sin protección se situarán en un lugar a la sombra, tocándose ambos panes de tierra, y cubriéndolos con tierra o con un acolchado. Se evitará estropear la estructura del pan de tierra y de la corteza. Se regarán procurando mojar el interior del pan de tierra.

04.- Las plantas suministradas con contenedor o con pan de tierra protegido con malla metálica y yeso se mantendrán dentro del recipiente correspondiente a su plantación. Seguidamente será necesario regarlas individualmente.

05.- En invierno, los árboles y arbustos leñosos se cubrirán con un acolchado. Las plantas sensibles al frío, en cambio, se protegerán colocándolas dentro de un invernadero o en una zona preparada para este fin.

06.- Se evitará la desecación de cualquier parte de la planta, así como el exceso y acumulación de agua.

07.- Durante el tiempo que las plantas estén almacenadas se tendrán cubiertas sus necesidades hídricas y nutricionales. Las plagas y enfermedades se combatirán inmediatamente, tan pronto aparezcan. Las plantas se acopiarán según el tipo, especie y/o variedad, y tamaño, haciendo posible un control y una verificación constante de las existencias en el acopio.

08.- Las plantas no estarán más de tres (3) días en estas condiciones transitorias. Si no fuera así, se retirarán y se recuperarán en una zona más adecuada.

2.2.- Suelos

01.- Será de aplicación lo establecido en el Apartado 3.2. del Artículo 46.14, Siembras, de este Pliego.

02.- Complementariamente, se tendrán en cuenta las exigencias en profundidad de suelo por parte de las especies arbóreas de mayor porte.

03.- En el caso de que el espesor útil para el sistema radical de desarrollo previsible fuera insuficiente, deberá procederse a un ahoyado más profundo que el indicado en el párrafo 06 del Apartado 3 del Artículo 46.13, Apertura de hoyos, de este Pliego.

2.3.- Aguas de riego

01.- Será de aplicación lo establecido en el Apartado 3.3 del Artículo 46.14, Siembras, de este Pliego.

2.4.- Vientos y tutores

01.- Vientos y tutores son los elementos destinados a anclar y mantener en posición vertical los árboles recién plantados, evitando que sean derribados o abatidos por el viento, o que puedan perder el contacto de las raíces con la tierra.

02.- Los vientos estarán constituidos por tres (3) tirantes de alambres equidistantes ciento veinte grados (120 °) en planta y con una inclinación de cuarenta y cinco grados (45 °) en alzado, de grosor suficiente en relación con el tamaño del árbol y del posible efecto del viento sobre su copa. Las armaduras deberán reposar en el árbol de modo que no le causen daño, interponiéndose a tal efecto, las protecciones suficientemente eficaces al respecto.

03.- Los cables y anclajes irán provistos de tubos o platinas señalizadoras, de color muy visible para avisar de su presencia.

04.- Los tutores serán de longitud aproximada a la del fuste del plantón a sujetar incrementada en la magnitud de la porción a enterrar, para darle la suficiente estabilidad. Los tutores deberán hincarse en el terreno natural (por debajo de la tierra de relleno del hoyo), en una profundidad de al menos treinta centímetros (30 cm).

05.- El tutor puede ser metálico, de acero, de aluminio o de madera, ésta deberá ser suficientemente resistente a la pudrición o estar tratada al efecto. Los tutores irregulares, de mala calidad o vejez excesiva, serán rechazados y habrán de ser sustituidos por otros por cuenta del Contratista.

06.- El tutor simple se colocará en el lado donde sopla el viento dominante. Para situaciones muy adversas, se utilizarán dos (2) o tres (3) tutores.

07.- Se utilizarán dos (2) fijaciones, una al extremo y la otra a dos tercios (2/3) de este. El tutor se situará en posición vertical, lo más centrado posible con el tronco y como mínimo a una distancia de veinte centímetros (20 cm). La vida útil del tutor será de dos (2) años como mínimo, si fuera necesario se renovaría pasado este periodo.

08.- Las fijaciones al tronco del árbol se hará con un material elástico, no abrasivo para la corteza y resistente a los rayos ultravioleta. Su disposición no deberá originar heridas a las plantas.

2.5.- Alcorque y marcos de plantación.

01.- La medida mínima que tendrá el alcorque es de un metro cuadrado (1 m²) en el caso de los árboles, y de treinta y seis centímetros cuadrados (36 cm²) en el de los arbustos. El árbol o arbusto se situará en el centro del alcorque.

02.- En las calles asfaltadas con las aceras pavimentadas, no se utilizarán alcorques enmarcados con bordillos que sobresalgan del nivel del pavimento, ya que no permiten que entre el agua de lluvia que cae en la acera.

03.- Para las plantaciones en pendiente se habilitará un alcorque donde queda el agua de riego o de lluvia, modificando la superficie según la pendiente. El agujero de plantación estará completamente dentro del terreno natural.

04.- En medio urbano, la plantación se hará teniendo en cuenta el desarrollo posterior y se dimensionará de acuerdo con su estado adulto.

05.- Para árboles en alineación se respetarán los mínimos siguientes:

- Árboles de porte pequeño y porte columnar 4 a 6 m
- Árboles de porte mediano 6 a 8 m
- Árboles de porte grande 8 a 12 m

3.- EJECUCIÓN DE LAS PLANTACIONES

3.1.- Programa de actividades

01.- La iniciación de la plantación exige la previa aprobación por parte del Director del momento de iniciación y del plazo o plazos para realizar sus diferentes etapas.

02.- La ejecución de las obras exige la previa aprobación por parte del Director del replanteo de posiciones de las diferentes especies en cuestión. El replanteo se efectuará con cinta métrica colocando las consiguientes estacas y referencias que faciliten el trabajo de apertura de hoyos y la colocación de las plantas.

03.- En los casos de combinación de siembras y plantaciones sobre una misma superficie se programará, con la debida antelación, cada una de las operaciones de los dos sistemas a realizar a fin de que no haya interferencias evitables y se limiten al mínimo las perturbaciones sobre la obra ya realizada.

04.- Como norma general y si no se objeta orden en contra, los trabajos se realizarán en el orden siguiente:

- Limpieza del terreno, arranque y destocoado de los vegetales cuya supresión está prevista en el proyecto.
- Movimiento de tierras que modifique la topografía del terreno y aportación de tierras fértiles u otros áridos.
- Obras de albañilería, fontanería e instalaciones de riegos.
- Perfilado de las tierras, así como rastrillado y limpieza de las mismas, destinadas a jardines y plantaciones.
- Abonado y enmiendas del terreno.
- Plantaciones y siembras.
- Limpieza general y salida de sobrantes.
- Instalación del equipamiento y mobiliario.
- Cuidados de mantenimiento hasta la entrega.

05.- El período de plantación más favorable es cuando la savia está parada (de octubre a abril), si bien el otoño es la época más favorable.

06.- No se plantará nunca en suelo helado o excesivamente mojado, ni en condiciones climáticas muy desfavorables.

3.2.- Realización de los trabajos

01.- Cuando la plantación no pueda efectuarse inmediatamente después de recibir las plantas hay que proceder a depositarlas según lo descrito e el Apartado 2.1.5. de este Artículo.

02.- La apertura de hoyos se efectuará según lo especificado en el Artículo 46.13 de este Pliego.

03.- Las enmiendas y abonos se incorporarán al suelo con el laboreo, extendiéndolos sobre la superficie antes de empezar a labrar.

04.- El relleno del agujero o zanja se realizará en sucesivas capas de menos de treinta centímetros (30 cm), compactándolos con medios manuales y asegurando el contacto entre las raíces y la tierra. Se evitarán las bolsas de aire provocadas por una mala compactación.

05.- Se plantarán a la misma profundidad que estaban originalmente en el vivero, quedando la superficie de tierra al mismo nivel. En aquellas plantas con poder de regeneración celular, capaces de emitir nuevas raíces, se hundirán entre diez y veinticinco centímetros (10 - 25 cm) respecto del nivel original para favorecer el enraizamiento. En las plantas injertadas el injerto nunca debe quedar cubierto por el suelo.

06.- La plantación con cepellón es obligada para las especies perennifolias o aquellas otras que tengan dificultades de arraigo. En el fondo del hoyo se introducirá la tierra del horizonte superficial, según lo especificado en el Apartado 3 del Artículo 46.13, Apertura de hoyos, de este Pliego. Si se estimase conveniente, en el fondo del hoyo podrá colocarse una mezcla de estiércol y tierra vegetal, de uno a diez kilogramos (1-10 kg) de estiércol recubriendo este espesor, con una nueva capa de material del horizonte superficial del suelo original o de tierra vegetal simplemente. Al rellenar el hoyo, se hará de forma que no se deshaga el cepellón. Es preciso regar suficientemente, de tal forma que el agua atraviese el cepellón.

07.- La plantación a raíz desnuda se efectuará, como norma general, con los árboles y arbustos caducifolios que no presenten especiales dificultades para su posterior enraizamiento. En este caso, se procederá inicialmente a un examen, limpieza y eliminación del sistema radicular dejando sólo las raicillas sanas y viables. Para raíces mayores de tres centímetros (3 cm), se hará un tratamiento con un cicatrizante. La planta se colocará procurando que las raíces queden en posición natural, sin doblarse, en especial las de mayor diámetro, y sobre todo la principal. El cuello de la raíz deberá quedar diez centímetros (10 cm) por debajo del nivel del suelo. Finalmente se distribuirá el abono, si así se hubiese especificado, a medida que se rellena el hoyo y se procederá al riego, tendiendo a no producir encharcamiento en el fondo del hoyo.

08.- En el caso de las plantas en maceta o bolsa de plástico, se extraerán del recipiente en el mismo momento de la plantación y se recuperará o almacenará el envase, o bien se introducirá el envase, con la planta dentro, en el hoyo y se procederá a su rotura intencionada para librar el camino a las raíces. Tanto en un caso como en el otro, se procederá a un relleno cuidadoso del hoyo con el material prescrito (tierra vegetal, tierra vegetal fertilizada, etc.), cuidando de la integridad y posición correcta de las raíces. Finalmente, se procederá al abonado químico, si así se hubiera especificado y al riego, cuidando de no producir encharcamiento en el fondo del hoyo.

09.- Las plantas en cepellón de escayola se introducirán en los hoyos de tamaño adecuado, con el relleno de fondo previamente constituido, y a la cota conveniente para que el cuello de la raíz quede al nivel del terreno. Una vez dentro del hoyo se romperá el yeso del cepellón cuidadosamente y se cortarán los alambres de la armadura, extrayendo todos estos materiales. A continuación se procederá al relleno del hoyo con los materiales prescritos según las condiciones particulares de cada caso.

10.- La colocación de los vientos y de los tutores dependen de las condiciones locales de la plantación, porte de los árboles, fuerza y frecuencia de los vientos, compacidad del terreno, etc.

11.- En el caso de los arbustos, el hoyo será quince centímetros (15 cm) más ancho que las raíces o el pan de tierra. Una vez colocado el arbusto en el hoyo se rellenará hasta la mitad, compactándose a continuación medios manuales (pisado), se terminará de rellenar el hoyo y se volverá a compactar.

12.- Antes de la plantación de enredaderas se colocará un soporte permanente, excepto en las variedades bien dotadas para trepar en las que se colocará un soporte temporal. Los soportes se colocarán retirados de la pared. Su hoyo será treinta centímetros (30 cm) más ancho que las raíces o cepellón y cincuenta centímetros (50 cm) más profundo. Si la plantación está al lado de la pared se asegurará su impermeabilidad al agua. Las fijaciones de las ramas a los soportes se harán con material elástico no abrasivo.

13.- Los bulbos y tubérculos de flor se plantarán en la situación correcta de acuerdo con la especie y/o variedad. En ningún caso pueden quedar bolsas de aire bajo la base del bulbo o el tubérculo. Si la plantación se atrasa, los bulbos y los tubérculos se tratarán con un fungicida de amplio espectro antes de almacenarlos. Si el tratamiento se hace mediante una disolución, éstos se dejarán secar al aire libre antes de almacenarlos.

14.- La plantación de plantas acuáticas se hará en contenedores de treinta centímetros (30 cm) de profundidad, como mínimo, y antes de llenar el agua del estanque. En otro caso se cubrirá la tierra del contenedor con una capa de grava para evitar que ésta se pierda y ensucie el agua. No se añadirán abonos orgánicos ya que favorecen la proliferación de plantas no deseables. La tierra será de textura arcillosa. Las plantas pequeñas se sumergirán entre cinco y veinte centímetros (5-20 cm), y las grandes entre treinta y sesenta centímetros (30-60 cm), y el nivel del agua se mantendrá constante.

15.- Siempre se regará después de la plantación y hasta llegar a la capacidad de campo.

3.3.- Garantía de las plantaciones

01.- En el plazo de garantía, el Contratista deberá reponer las plantas muertas en todo o parte a su exclusivo cargo, salvo que hayan sido rotas por agentes externos no imputables a la planta ni al trabajo de plantación. La reposición deberá hacerse con planta de especie y tamaño igual a la sustituida y sin ningún cargo por parte del Contratista.

02.- Igualmente, vendrá éste obligado a llevar a cabo los cuidados de cultivo primeros, en la misma forma que se estableciera en el proyecto para la plantación inicial.

4.- EJECUCIÓN DE LOS TRASPLANTES

01.- Dado que el trasplante es una operación difícil y costosa, solamente debiera intentarse con los vegetales que, por su tamaño o desarrollo, posean un valor especial y reúnan, además las condiciones de vigor que hagan presumir un buen éxito. Gran parte de los árboles de hoja caduca pueden trasplantarse sin dificultad a raíz desnuda cuando la circunferencia de su tronco no exceda de veinte centímetros (20 cm), medida a un metro (1 m) del suelo. Las especies de hojas perennes, frondosas y coníferas, precisan, para poder ser trasplantadas, que su sistema radical quede incluido en un cepellón de tierra.

4.1.- Operaciones previas.

01.- Se marcarán los ejemplares a trasplantar si hay posibilidad de confusión.

02.- Se definirán los posibles recorridos, y se preverán las posibles incidencias en la vía pública, los obstáculos y el acceso de la maquinaria a la zona de trabajo; así como la localización de los servicios y la provisión de todos los materiales necesarios.

03.- Se tratarán las enfermedades y las plagas que afecten al ejemplar. La restauración, el saneamiento de la madera muerta, la sustentación de la estructura interna del ejemplar o el cableado son operaciones necesarias para preparar al ejemplar para su trasplante.

04.- Se eliminarán las malas hierbas del cepellón.

05.- El equilibrio hídrico entre la parte aérea y el sistema radical es un factor básico y se deberá actuar para mantenerlo. La pérdida de la mayor parte de la capacidad de absorción producida por el corte de las raíces en la formación del cepellón debe ser compensada.

06.- El volumen de la copa afectada por la poda será proporcional al volumen afectado por el corte del sistema radical, procurando mantener el máximo ramaje estructural y reduciendo el volumen de la copa un treinta por ciento (30 %), como máximo, dejando tirasavías y aplicando la técnica de poda correctamente.

07.- Se aplicarán antitranspirantes, preferentemente orgánicos, para compensar el desequilibrio hídrico producido por el trasplante en especies que no toleran bien la poda y principalmente en la temporada de mayor actividad. La aplicación se hará dos o tres (2-3) días antes del trasplante y se aplicará el producto siguiendo las recomendaciones de los fabricantes.

4.2.- Operaciones de extracción y transporte.

4.2.1.- Dimensionado del cepellón.

01.- El diámetro del cepellón será dos o tres (2-3) veces el perímetro del tronco medido a un metro (1 m) de altura del terreno y una o dos (1-2) veces en altura, excepto en grandes ejemplares y casos especiales.

02.- Una vez determinadas las dimensiones del cepellón, se calculará el tonelaje del ejemplar con cepellón para prever la maquinaria necesaria.

4.2.2.- Formación del cepellón definitivo.

01.- Se sujetará el ejemplar con eslingas acolchadas especiales para árboles.

02.- Se abrirán cuidadosamente zanjas de veinticinco a cuarenta centímetros (0,25 m - 0,40 m) de anchura y de treinta a setenta y cinco centímetros (0,30 m - 0,75 m) de profundidad, variables según la especie con objeto de conformar el cepellón. Estas zanjas se profundizarán adecuadamente hasta que dicho cepellón tenga las dimensiones previstas.

03.- Se recubrirá la parte superior y lateral del cepellón con tela metálica de diferente grosor y capas, dejando un faldón que se sujetará en la base del mismo. Se pondrá una tela de arpillera o se enyesará y se atará con cuerdas.

04.- Se marcará la cara norte del ejemplar para respetar la orientación original en el emplazamiento definitivo.

05.- A continuación se cortarán las raíces por debajo del cepellón utilizando un cable de acero de doce a quince milímetros (12-15 mm) de diámetro.

4.2.3.- *Extracción.*

01.- El ejemplar será extraído con una grúa de gran tonelaje, alzado básicamente por el cepellón. En ningún caso se podrá extraer el ejemplar estirando sólo desde los puntos embragados al tronco.

02.- Se embragará el ejemplar con unas eslingas por uno o más puntos del tronco, que se determinarán conjuntamente con otro punto situado en el cepellón para encontrar la resultante de los momentos de las fuerzas más óptima.

03.- Las eslingas acolchadas que se sujetan al tronco del ejemplar se pondrán con mucho cuidado para no herir la corteza, muy especialmente en aquellas especies de madera blanda. Se podrá colocar cadenas alrededor del cepellón protegiendo su estructura con tabloncillos de madera o similares.

4.2.4.- *Depósito temporal*

01.- Es preciso realizar una buena programación de los trabajos de trasplante, que repercutirá en la reducción del tiempo de acopio, que en ningún caso será superior a dos (2) días.

02.- Si el ejemplar no se puede plantar inmediatamente, éste deberá depositarse en posición vertical, en un lugar donde esté protegido de posibles daños y de donde no se tenga que mover, siguiendo lo indicado en el Apartado 2.1.5. del presente Artículo.

4.3.- **Operaciones de plantación.**

4.3.1.- *Apertura del hoyo de plantación.*

01.- El hoyo de plantación deberá ser entre cincuenta y ochenta centímetros (50-80 cm) más grande que el cepellón.

02.- Los suelos compactados se subsolarán alrededor del hoyo de plantación.

03.- Durante la operación de cavado, la parte superficial del suelo se separará y apilará para poder ser reutilizado. Se reservará y reutilizará un suelo original que sea de textura arenosa y adecuado al desarrollo radicular para evitar una interfase muy diferente entre la tierra de jardinería de textura arenosa del hoyo de plantación y el suelo circundante.

4.3.2.- *Plantación.*

01.- Se evitará todo movimiento innecesario del árbol para prevenir roturas de las raíces del cepellón. Antes de descargar o mover un ejemplar de un depósito temporal, se comprobarán las dimensiones del cepellón en relación con las del hoyo de plantación, y si es necesario, se ajustará el tamaño y la forma del hoyo de plantación.

02.- Se dará forma a la base del hoyo de plantación para facilitar la colocación y la orientación del ejemplar, la cual coincidirá con la que tenía originalmente.

03.- El ejemplar se colocará en el hoyo de plantación en posición vertical. Una vez colocado, la superficie del cepellón no quedará ni por debajo ni por encima del suelo circundante.

04.- Se sacarán las protecciones del cepellón y posteriormente, se procederá al relleno del hoyo por capas con una compactación ligera, suficiente para asegurar que no queden bolsas de aire.

05.- Las paredes del hoyo de plantación, con excepción de los suelos de textura arenosa, se rascarán para favorecer la penetración de las raíces. Se preparará una zanja de enraizamiento de cuarenta a setenta centímetros (40-70 cm) de profundidad y veinticinco a cuarenta centímetros (25-40 cm) de anchura y un recubrimiento de unos diez centímetros (10 cm) de tierra de jardinería de textura arenosa alrededor del cepellón en el hoyo de plantación.

06.- Se conformará una poza de riego con un caballón de treinta a cuarenta centímetros (30-40 cm) de altura y cincuenta a ochenta centímetros (50-80 cm) más ancha que el hoyo de plantación.

07.- El ejemplar se regará abundantemente asegurando que se empape el cepellón entero y que salgan rápidamente las bolsas de aire.

4.3.3.- *Tutores y anclajes.*

01.- El ejemplar trasplantado se fijará en el hoyo de plantación para evitar los movimientos y las rotaciones que producen roturas de las raíces nuevas hasta que éstas aseguren la estabilidad del ejemplar en el emplazamiento nuevo.

02.- El ejemplar trasplantado se estabilizará, bien anclando el cepellón bajo tierra, o bien con tutores o vientos que sujeten su parte aérea. Es de aplicación lo expuesto en el Apartado 2.4. del presente Artículo, además se tendrán en cuenta los siguientes aspectos:

- El ejemplar se sujetará firmemente en el suelo mediante una fijación cruzada soportada por tres o cuatro (3-4) vientos insertados a los lados del hoyo de plantación y a una altura no superior a un tercio (1/3) de la altura de la cruz del tronco.
- Cabe la opción de utilización de anclajes subterráneos. Se sujetará el cepellón protegido con un marco de madera con cables tensados a unos anclajes enterrados o en el alcorque. El sistema quedará fuertemente tensado.

4.3.4.- *Acolchado.*

01.- Los materiales utilizados serán orgánicos y granulares. No se pueden colocar materiales que restrinjan el movimiento del agua o del aire a la zona radical.

02.- Se aconseja extender una capa de acolchado de seis a doce centímetros (6-12 cm) dentro de la poza de riego especialmente en aquellos individuos procedentes de zonas sombrías. El acolchado se extenderá sin cubrir el cuello del árbol y después de haber regado.

4.3.5.- *Protección del ejemplar trasplantado.*

01.- Los ejemplares trasplantados recientemente estarán protegidos del acceso continuado de personas, animales y maquinaria, así como de aquellas actividades que puedan poner en peligro su supervivencia.

4.4.- Operación de post-trasplante.

01.- Las operaciones de mantenimiento de los grandes ejemplares se llevarán a cabo, por regla general, después del trasplante por un período de dos (2) años, como mínimo. En las especies que se recuperan lentamente del trasplante, en el caso de suelos pobres u operaciones difíciles, es aconsejable hacer el mantenimiento durante un período no inferior a los tres (3) años.

02.- Se mantendrá periódicamente el nivel del substrato en el hoyo y alrededor del hoyo de plantación mediante la aportación de arena lavada o bien material de acolchado.

03.- Las malas hierbas que crezcan dentro de la poza se eliminarán preferentemente con una escarda manual o bien con la aportación de más acolchado.

04.- El riego es la clave para la supervivencia de los ejemplares recién trasplantados. Habrá que poner una atención especial durante los meses de verano. Se regará siempre a baja presión.

05.- Tanto la frecuencia como la dosis de riego varían con las condiciones climatológicas de la temporada, la especie, el tipo de suelo, el drenaje, la situación y la orientación. Se determinará el plan de riego de mantenimiento del ejemplar trasplantado fijando la frecuencia y la dosis de riego.

06.- Se establecerá un programa anual de abonado de mantenimiento y si es necesario de corrección. Durante la primera época de crecimiento después del trasplante no es recomendable hacer aportaciones de abono y, si los análisis lo aconsejan, éstas se harán con abonos de liberación lenta.

07.- Se cortarán las ramas rotas y fuertemente dañadas, dejando las heridas perfectamente lisas y saneadas.

08.- Se debe de hacer un control y un seguimiento periódico de la estabilidad del ejemplar. Se controlará cualquier movimiento del cepellón o de la base del ejemplar. Los tutores, vientos y anclajes se verificarán periódicamente y siempre después de los vientos fuertes y las lluvias copiosas.

4.5.- Ejecución de trasplante mediante trasplantadora.

01.- El sistema de trasplante con trasplantadora es más operativo cuanto mayor es el número de trasplantes a realizar.

4.5.1.- Operaciones de pre-trasplante.

01.- Son de aplicación las operaciones previas descritas en el Apartado 4.1. de este Artículo.

02.- Se formará una poza de riego con un caballón de treinta a cuarenta centímetros (30-40 cm) de altura y de veinticinco a cuarenta centímetros (25-40 cm) más de anchura que el hoyo de plantación, regándolo cada veinticuatro (24) horas abundantemente, uno o dos (1-2) días antes de empezar el proceso de excavación con las trasplantadora para facilitar la penetración de las palas en el suelo

4.5.2.- *Apertura de los hoyos de plantación, extracción, transporte, plantación y relleno de tierras.*

01.- Las operaciones de apertura de los hoyos de plantación, extracción, transporte, plantación y relleno de tierras tienen lugar simultáneamente en el sistema de trasplante con trasplantadora, si las distancias de transporte son cortas.

02.- Antes de la extracción, se marcará la cara norte del ejemplar para respetar la orientación original en el emplazamiento definitivo.

03.- Considerando previamente una primera operación de apertura del hoyo de plantación, se procederá de la siguiente manera:

- Extracción del primer ejemplar a trasplantar, transporte y plantación en el hoyo de plantación abierto anteriormente.
- Apertura del segundo hoyo de plantación y transporte de la tierra extraída al hoyo que ha dejado el primer ejemplar trasplantado.
- Extracción del segundo ejemplar a trasplantar, transporte y plantación en el segundo hoyo abierto, y así sucesivamente.

04.- Cuando varios ejemplares se trasplanten a distancias largas, deberán ser transportados situados encima de vehículos debidamente acondicionados.

05.- Se prestará especial atención a la extracción lo más vertical posible del ejemplar. Así se situará el tronco en el centro de las palas y alternativamente se irán clavando las palas hasta el fondo. El cepellón quedará inmovilizado y a continuación se extraerá lentamente. Las raíces gruesas que no se hayan cortado con las cuchillas de las palas, se cortarán manualmente con corte correctos.

06.- El transporte se realizará situando el ejemplar encima de la trasplantadora. Se protegerán las ramas y hojas de los movimientos violentos.

07.- Se deberán conocer las condiciones del suelo donde se hará la plantación. Es interesante hacer los correspondientes análisis del suelo en la etapa proyectual de la planificación por si fuera necesario corregirlo.

08.- Hay que poner atención en el momento de la plantación mecánica, alineando el ejemplar verticalmente, ayudándose manualmente para evitar romper el cepellón y herir las raíces.

09.- Son de aplicación todas las especificaciones dadas en los Apartados:

- Tutores y anclajes (4.3.3.)
- Acolchado (4.3.4.)
- Protección del ejemplar trasplantado (4.3.5.)

4.5.3.- *Operaciones de post-trasplante.*

01.- Son de aplicación las descritas en el Apartado 4.4. del presente Artículo.

5.- PLANTACIONES DE TEPES.

5.1.- **Generalidades.**

01.- La implantación de céspedes precultivados se debe llevar a cabo en buenas condiciones climatológicas y con suelo en sazón, bien nivelado y estabilizado. Los trabajos de preparación del suelo deberán realizarse, cuando sea posible a finales de verano.

02.- La implantación deberá efectuarse, preferiblemente, durante el otoño o principios de invierno. En caso de realizarse en verano, se extremarán las medidas en el transporte y en la instalación.

03.- Los tepes nunca deben implantarse en suelo seco ni en condiciones climáticas muy desfavorables.

04.- El transporte durante el verano se realizará en camiones frigoríficos.

05.- Los tepes rotos o dañados con pérdida importante de suelo, serán rechazados y reemplazados por otros por cuenta del Contratista.

06.- El acopio en tiempo caluroso no debe superar las veinticuatro (24) horas, mientras que en tiempo fresco se puede prolongar hasta tres (3) días. Las pilas de tepes no superarán el metro y medio (1,5 m) de altura y se deben situar en un suelo limpio y libre de malas hierbas.

5.2.- **Tendido**

01.- Los tepes se llevarán al área de tendido recogidos con soportes preparados para este propósito. Para la operación de tendido se utilizarán planchas o tablones de madera como soporte para las personas.

02.- La distribución de las piezas debe realizarse a tresbolillo. Los tepes se extenderán en el nivel previsto sobre el lecho de siembra, evitando pisarlos posteriormente. Las juntas deben quedar bien ajustadas, asegurando un buen contacto entre las piezas. Una vez extendidos los tepes, y a medida que van progresando los trabajos, se irán rellenando las juntas con arena lavada y se compactará con un rodillo ligero (1 kg/cm de generatriz). Las entregas y los márgenes deberán hacerse recortando los tepes.

03.- En caso de irregularidades en el terreno, éstas deben corregirse aportando arena lavada debajo del tepe, o bien alisando la superficie del lecho de siembra. Debe asegurarse un buen contacto y evitar la presencia de bolsas de aire.

04.- Es necesario regar siempre al final del tendido.

5.3.- **Medidas específicas para taludes.**

01.- Los tepes deben ser suficientemente fibrosos, con una composición dominante de variedades estoloníferas, para superar las condiciones adversas de estabilidad.

02.- Es suficiente acondicionar una capa de tierra de jardinería. Los tepes se extenderán horizontal o diagonalmente. Éstos deberán fijarse al suelo con clavos de fijación en caso de desplazamientos. Las juntas entre tepes deben rellenarse con tierra de jardinería. En algunos casos, para asegurar un buen contacto con el suelo, será necesario picar ligeramente los tepes con martillos de madera.

03.- Debe regarse con mucho cuidado, a base de gotas muy finas, preferiblemente por aspersión.

6.- MEDICIÓN Y ABONO

01.- La medición y abono de la plantación y trasplante de especies arbóreas, arbustivas y subarbustivas se hará por unidades (Ud) y la de especies cespitosas por metros cuadrados (m^2) medidos en el terreno. El precio unitario correspondiente incluye el riego efectuado durante la plantación y las labores de conservación de las plantaciones durante la ejecución de la obra.

02.- La explanación y refino de tierras se medirá y abonará por metros cuadrados (m^2).

03.- El transporte se medirá y abonará por metros cúbicos (m^3) o unidades, según los casos.

04.- La roturación del terreno se medirá y abonará por metros cuadrados (m^2).

Sección 2.^a

SISTEMAS DE RIEGO E HIDRANTES

ARTÍCULO 46.21.- RED DE RIEGO E HIDRANTES (PCTG99)

1.- DEFINICIONES

01.- Red de Riego. Instalación conectada a la de distribución de agua cuyo objeto es permitir la limpieza y el riego de los espacios públicos.

02.- Hidrante. Pieza especial en la instalación de abastecimiento de agua cuya misión fundamental es servir de conexión para la toma de agua en caso de incendio.

03.- Piezas especiales. Son elementos o piezas distintas de los tubos que, formando parte de la tubería, sirven para realizar en ella cambios de sección o de alineación, derivaciones, uniones con otros elementos o para otros fines determinados. En los párrafos siguientes se describen las más usuales.

04.- Bocas de riego. Son piezas que permiten la toma de agua para el riego.

05.- Tes. Son piezas para derivaciones. Normalmente serán de enchufes en los dos extremos con salida de brida.

06.- Terminales. Son piezas para la unión de la tubería con elementos de bridas: tes, llaves, carretes de anclaje y de desmontaje, etc. Son de brida en un extremo y de enchufe o cordón en el otro.

07.- Manguitos. Sirven para unir trozos de dos cordones y se emplean constantemente en las reparaciones. Son piezas de enchufes en los dos extremos.

08.- Codos. Sirven para cambios de alineación. Estas piezas tienen enchufes o bridas en los dos extremos.

09.- Conos de reducción. Para cambios de diámetro. Normalmente son de enchufe en los dos extremos.

10.- Carretes de anclaje. Son piezas con bridas en sus dos extremos, y estrías transversales para facilitar el anclaje de las válvulas a las que van adosados, o de los testers.

11.- Carretes de desmontaje. Son piezas telescópicas, de forma que una vez instalado el conjunto de tubería, válvula y carrete, permitan sacar o introducir las válvulas sin ningún impedimento.

12.- Bridas ciegas o testers. Son tapones o finales de las tuberías, embridados a elementos por medio de bridas.

13.- Llaves de paso o válvulas. Son piezas que permiten o cierran el paso de agua por la tubería.

2.- NORMATIVA TÉCNICA

2.1.- Normas de aplicación obligatoria

01.- "Pliego de Prescripciones técnicas generales para tuberías de abastecimiento de agua" del MOPU

3.- CONDICIONES GENERALES

01.- El material de las tuberías para la red de riego será de fundición dúctil para diámetros iguales o mayores a ochenta milímetros (80 mm) y de polietileno de alta densidad para diámetros inferiores a ochenta milímetros (80 mm).

02.- Los tubos para la red de hidrantes tendrán de diámetro cien milímetros (100 mm) y serán de fundición dúctil, de polietileno de alta densidad o de acero negro con o sin soldadura.

03.- Las tuberías de fundición dúctil serán de fundición gris modular. Llevarán un revestimiento interior de mortero de cemento centrifugado y una protección exterior a base de un revestimiento de zinc sobre el que se aplicará un barniz exento de fenoles o pintura de alquitrán epoxi. El corte de los tubos se hará con discos abrasivos, no permitiéndose hacerlo con autógena o electrodos. Será de aplicación lo establecido en el Artículo 23.31 de este Pliego.

04.- Las tuberías de acero estarán fabricadas por laminación o extrusión y se soldarán a partir de planchas o chapas de acero dulce. Han de estar revestidas exterior e interiormente mediante protecciones anti-corrosión. Será de aplicación lo establecido en el Artículo 23.32 de este Pliego.

05.- Las tuberías de polietileno serán las correspondientes a diez (10) atm. de presión de trabajo o superior. La unión de tuberías entre sí, o entre estas y el resto de piezas intercaladas en la instalación, se realizará mediante accesorios metálicos, de latón, bronce o fundición. Será de aplicación lo establecido en el Artículo 26.53 de este Pliego.

06.- Las piezas especiales de la red y los hidrantes se ajustarán a los modelos que figuran en el documento "Normalización de Elementos Constructivos"

4.- JUNTAS EN TUBERÍA DE FUNDICIÓN

4.1.- Tipología

01.- Los tipos de juntas utilizados en tubería de fundición para red de riego e hidrantes son los que se indican a continuación y que están representados en la FIGURA 46.21.1.

4.1.1.- Junta automática flexible

01.- Esta junta reúne tubos terminados respectivamente por un enchufe y un extremo liso. La estanquidad se consigue por la compresión de un anillo de goma labiado, para que la presión interior del agua favorezca la compresión.

02.- El enchufe debe tener en su interior un alojamiento profundo, con topes circulares para el anillo de goma y un espacio libre para permitir los desplazamientos angulares y longitudinales de los tubos unidos.

03.- El extremo liso debe estar achaflanado.

4.1.2.- *Junta mecánica Express*

01.- Reune piezas terminadas respectivamente por un enchufe y un extremo liso. La estanquidad se obtendrá por la compresión de un anillo de goma alojado en el enchufe, por medio de una contrabrida apretada por pernos que se apoyarán en la abrazadera externa del enchufe.

02.- Este tipo de junta debe emplearse en todas las piezas especiales.

4.1.3.- *Juntas de bridas*

01.- Se emplearán en las piezas terminales, para unir a válvulas, carretes de anclaje y de desmontaje, etc.

02.- La arandela de plomo, para la estanquidad de la junta, deberá tener un espesor mínimo de tres milímetros (3 mm).

4.2.- **Montaje**

4.2.1.- *Junta automática flexible*

01.- El montaje se hará de la forma que se indica en los párrafos siguientes.

02.- Se limpiará cuidadosamente, con un cepillo metálico y un trapo, el interior del enchufe, en particular el alojamiento de la arandela de goma. Limpiar igualmente la espiga del tubo a unir, así como la arandela de goma.

03.- Se recubrirá con pasta lubricante el alojamiento de la arandela.

04.- Se introducirá la arandela de goma en su alojamiento, con los labios dirigidos hacia el fondo del enchufe. Comprobar si la arandela se encuentra correctamente colocada en todo su contorno.

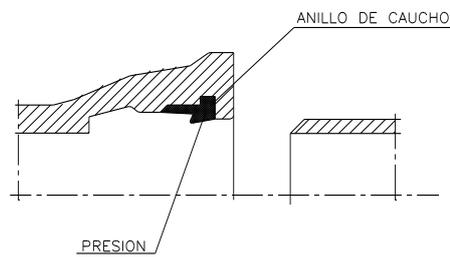
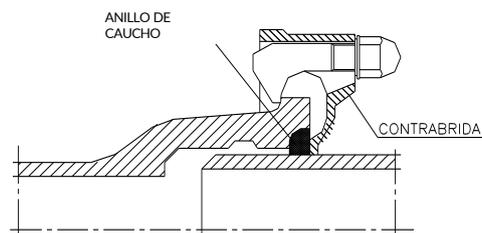
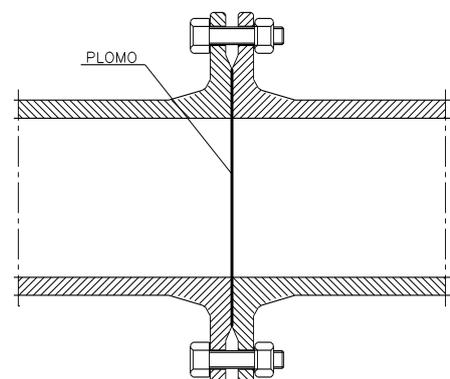
05.- Se recubrirá con pasta lubricante la superficie exterior de la arandela y la espiga.

06.- Se trazará sobre el cuerpo del extremo liso del tubo a colocar una señal a una distancia del extremo igual a la profundidad del enchufe, disminuida en un centímetro (1 cm).

07.- Se centrará el extremo de unión en el enchufe y se mantendrá el tubo en esta posición, haciéndole reposar sobre tierra apisonada o sobre dados provisionales.

08.- Se introducirá la espiga en el enchufe, mediante tracción o empuje adecuados, comprobando la alineación de los tubos a unir, hasta que la señal trazada en el extremo liso del tubo llegue a la vertical del extremo exterior del enchufe. No exceder esta posición, para evitar el contacto de metal contra metal en los tubos y asegurar la movilidad de la junta.

FIGURA 46.21.1

**JUNTA AUTOMATICA FLEXIBLE****JUNTA MECANICA EXPRESS****JUNTAS DE BRIDAS**

09.- Será necesario comprobar si la arandela de goma ha quedado correctamente colocada en su alojamiento, pasando por el espacio anular comprendido entre la espiga y el enchufe el extremo de una regla metálica, que se hará tropezar contra la arandela, debiendo dicha regla introducirse en todo el contorno a la misma profundidad.

10.- Inmediatamente después, rellenar con materiales de terraplén la parte inferior del tubo que se acaba de colocar, o ejecutar los apoyos definitivos, para mantener bien centrado el enchufe.

4.2.2. Junta mecánica Express

01.- El montaje se efectuará según lo indicado en los párrafos siguientes.

02.- Se limpiará con un cepillo la espiga, así como el enchufe de los tubos a unir.

03.- Se instalará en la espiga la contrabrida y luego la arandela de goma con el extremo delgado de esta arandela hacia el interior del enchufe.

04.- Se introducirá la espiga a fondo en el enchufe, comprobando la alineación de los tubos o piezas a unir y después se desenchufará un centímetro (1 cm) aproximadamente, para permitir el juego y la dilatación de los tubos o piezas.

05.- Se hará resbalar la arandela de goma, introduciéndola en su alojamiento y se colocará contrabrida en contacto con la arandela.

06.- Se colocarán los pernos y se atornillarán las tuercas con la mano hasta el contacto de la contrabrida, comprobando la posición correcta de ésta y por último se apretarán las tuercas, con una llave dinamométrica, progresivamente, por pases sucesivos, no sobrepasando el par de torsión, para tornillos de veintidós milímetros (22 mm) de diámetro, de doscientos Newton por metro (200 N x m).

4.2.3.- Junta de bridas

01.- Lo mismo que en los casos anteriores, se procederá a una limpieza minuciosa y al centrado de los tubos y de los agujeros de las bridas, presentando en estos algunos tornillos y ayudándose de barras para el centrado.

02.- A continuación se interpondrá entre las dos coronas de las bridas una arandela de plomo de tres milímetros (3 mm) de espesor, como mínimo, que debe quedar perfectamente centrada.

03.- Finalmente, se colocarán todos los tornillos y sus tuercas que se apretarán progresivamente y alternativamente, para producir una presión uniforme en la arandela de plomo, hasta que quede fuertemente comprimida.

5.- BOCAS DE RIEGO

01.- En este Apartado se fijan las condiciones a cumplir por los elementos constitutivos de las bocas de riego sin perjuicio de que en los epígrafes siguientes, números seis (6) y siete (7), se establezcan las prescripciones exigibles a las restantes piezas especiales.

02.- Todos los componentes, descritos a continuación, deberán fabricarse de acuerdo con lo indicado en los planos que figuran en la "Normalización de Elementos Constructivos"

03.- Para conocer el emplazamiento del registro de la llave de serie de las bocas de riego, se colocarán estas con la capuchina en dirección al registro.

04.- Dependiendo del lugar de utilización los dispositivos de cubrimiento y cierre se clasificarán en A15, B125, C250, D400, E600 y F900, de acuerdo con la Norma UNE EN 124-95.

5.1.- Carcasa y tapa de boca

5.1.1. Características

01.- La carcasa y tapa de boca deberán fabricarse en fundición con grafito esferoidal de los tipos EN-GJS-500-7 ó EN-GJS-600-3, según la Norma UNE EN-1563-97. La composición química será tal que permita obtener las características mecánicas y microestructurales requeridas.

02.- Las características a tracción mínimas exigibles son:

| Designación | Resistencia a la tracción mínima N/mm ² | Límite elástico mínimo (N/mm ²) | | | | Alargamiento mínimo % |
|---------------|---|---|-------------|--------------|---------------|-----------------------|
| | | e ≤ 50 | 50 < e ≤ 80 | 80 < e ≤ 120 | 120 < e ≤ 200 | |
| EN-GJS-500-7C | 500 | 290 | 280 | 270 | 260 | 7 |
| EN-GJS-600-3C | 600 | 360 | 340 | 330 | 320 | 3 |

03.- El valor de la dureza estará comprendido en el intervalo 170 - 270 HB, determinado sobre la propia pieza moldeada, en un emplazamiento significativo.

04.- En la microestructura de ambas calidades aparecerá el grafito esferoidal (forma VI) al menos en un ochenta y cinco por ciento (85%), pudiendo ser nodular el resto (forma V). No son admisibles formas I, II, III y IV, cuya concreción se define en la Norma UNE EN ISO 945-96. Además del grafito podrán existir como constituyentes ferrita y perlita en cantidades no definidas.

5.1.2.- Fabricación

01.- El fabricante deberá ajustarse a las condiciones de fabricación señaladas en la Normas UNE EN-1559-1-97 y UNE EN-1559-3-97, referida a este tipo de fundición, destacando entre otras las siguientes:

- Limpieza de arena y rebabas.
- Ausencia de defectos, en especial las "uniones frías".
- Recubrimiento mediante una capa homogénea de alquitranado.

5.2.- Piezas varias: Capuchina, Tapa del cuerpo de boca, Válvula, Tuerca de válvula y Boquilla

5.2.1. Características

01.- Estas piezas deberán fabricarse como mínimo en una fundición gris perlítica del tipo EN-GJL-200, según la Norma UNE EN 1561-97. La composición química será tal que el contenido en fósforo y en azufre no supere veinte centésimas por ciento y dieciocho centésimas por ciento, respectivamente ($P \leq 0,20\%$, $S \leq 0,18\%$). Asimismo deberán alcanzarse las siguientes especificaciones para las características mecánicas:

- Resistencia a la tracción: ≥ 200 N/mm²
- Dureza 175-235 HB

02.- Parte de estas piezas se fabrican en latón como se indica más adelante.

03.- El grafito será laminar en distribución A ó B y no se tolerarán contenidos de ferrita superiores al diez por ciento (10%).

5.2.2.- *Fabricación*

01.- El fabricante deberá ajustarse a los requisitos de las Normas UNE EN 1559-1-97 y UNE EN 1559-3-97, que se refiere a este tipo de fundición.

5.3.- **Pasador**

5.3.1. *Características*

01.- El pasador se fabricará en acero A-33 (F-6200) según la Norma UNE EN 10025-94. Se exigirán las siguientes prescripciones:

- Resistencia a la tracción: 320-520 N/mm²
- Límite Elástico \geq 180 N/mm²
- Alargamiento \geq 13%

02.- Su microestructura estará constituida básicamente por ferrita y algo de cementita o perlita.

5.3.2.- *Fabricación*

01.- Este acero común, habitualmente suministrado en estado efervescente, se obtendrá de alguna de las formas de productos laminados en caliente y se ajustará a las especificaciones de la Norma UNE EN 10025-94.

5.4.- **Desagüe**

5.4.1. *Características*

01.- Se deberá fabricar mediante tubo sin soldadura, roscable según la Norma UNE 19046-93, en un acero común A-33, UNE EN 10025-94.

02.- Cumplirá, al menos, las siguientes especificaciones:

- Resistencia a la tracción: 350 N/mm²
- Alargamiento: 15%
- Contenido en fósforo (P) : \leq 0,06%
- Contenido en azufre (S) : \leq 0,06%

5.4.2.- Fabricación

01.- Se obtendrá por estirado en caliente o en frío, si bien en este último caso será preceptivo realizar un recocido contra acritud. Se suministrará en estado de galvanizado.

5.5.- Tapón de desagüe

5.5.1. Características

01.- Se fabricará con un acero moldeado, no aleado, tipo F-8310 (AM 22 Mn 5), según la Norma UNE 36255-79. Sus características a tracción en estado de normalizado serán:

- Resistencia: $\geq 540 \text{ N/mm}^2$
- Límite Elástico: $\geq 300 \text{ N/mm}^2$
- Alargamiento : $\geq 17\%$

02.- Su microestructura estará formada por ferrita y perlita, como corresponde a un estado de tratamiento térmico de normalizado.

5.5.2.- Fabricación

01.- El proceso de fabricación queda a criterio del fundidor, siempre que se consigan las características propias de este material fijadas para un estado de normalizado. No obstante, sería preferible si la pieza fuese templada y revenida.

02.- La pieza deberá estar libre de arenas, rebabas, etc. y será recubierta por alquitranado, una vez que forma parte de la boca de riego.

5.6.- Eje

01.- Se fabricará en un acero tipo F-1110, según la Norma UNE 36051-91, solicitándose en estado de normalizado. Cumplirá las siguientes especificaciones:

- Resistencia a la tracción: $\geq 400 \text{ N/mm}^2$
- Límite Elástico: $\geq 230 \text{ N/mm}^2$
- Alargamiento: $\geq 24\%$

5.7.- Husillo, Prensaestopas y Vástago de la válvula

01.- Se deberán fabricar de un latón para forja del tipo C-6440 (Cu Zn 39 Pb 3) según la Norma UNE 37103-10-78 y 37103-1-80 ERRATUM.

02.- Su microestructura será bifásica ($\alpha + \beta$) y su dureza estará comprendida en el intervalo 120-170 HB.

5.8.- Rosca interior embutida en el cuerpo de rosca y Rosca inferior de la boquilla

01.- Se deberán fabricar con un latón moldeado del tipo C-2410 (Cu Zn 33 Pb 2), según la Norma UNE 37103-1-78 y UNE 37103-1-80 ERRATUM.

02.- Su microestructura será monofásica y no se aceptará la presencia de rechupes. Su dureza deberá hallarse en el intervalo 40-80 HB.

5.9.- Juntas

01.- La junta de válvula será de caucho, mientras que las juntas de boquilla y la del cuerpo de boca serán tóricas.

6.- LLAVES DE PASO

01.- Las válvulas de paso serán del tipo compuerta, con husillo fijo, estando constituidas por cuerpo, tapa y obturador o lenteja, de acero moldeado o fundición de grafito esferoidal tipo EN-GJS-350-22, según la Norma UNE EN 1563-97. Se utilizará el diámetro de ochenta milímetros (80 mm) para red de riego y el de cien milímetros (100 mm) para hidrantes.

02.- En el interior del cuerpo y tapa, el obturador se moverá con movimiento de traslación, accionado por un mecanismo de volante, husillo y tuerca.

03.- El obturador estará formado por dos discos fundidos en una sola pieza, con doble cara, ambas guarnecidas en todo su contorno, con aros de bronce fundidos, teniendo una acentuada conicidad. Los cuerpos irán provistos también de aros de bronce, que se corresponderán con los del obturador en su posición de cierre. Se podrán aceptar estos obturadores con junta de cierre elástico.

04.- El movimiento de traslación estará guiado por fuertes nervios y guías de fundición. El ajuste y la mecanización deben ejecutarse con la mayor exactitud, para el cierre estanco de la válvula.

05.- Los husillos serán rígidos, de acero inoxidable, roscados en máquinas de fresar, lo mismo que las tuercas de bronce fundido, con rosca trapezoidal o a un solo filete. El husillo se prolongará por fuera del prensa, para acoplarle la capuchina y con ésta realizar las maniobras de apertura y cierre. Entre la tapa y el prensa se colocará el tejuelo, para impedir el movimiento longitudinal del husillo.

06.- Los cuerpos de las válvulas dispondrán de bridas (Normas DIN-2.533.PN.16 para la fundición y UNE 19182-60.PN.16 para las de acero), para treinta y dos kilopondios por centímetro cuadrado (32 kp/cm²) de pruebas en fábrica, no debiéndose observar anomalía ni deformación apreciable.

07.- La unión de las válvulas, a base de bridas, con la tubería, se efectuará intercalando un carrete de anclaje por un lado y un carrete de desmontaje por el otro. El cierre de estas válvulas se obtendrá girando la capuchina adosada al husillo en sentido contrario al de las agujas del reloj.

08.- Todo el material de fundición dúctil o acero, será protegido con capas de imprimación intermedias y acabado a base de alquitrán.

09.- La estanquidad de las válvulas, actuando sobre las dos caras del obturador, se comprobará en fábrica, no debiendo dar paso de agua en absoluto y no observándose ninguna anomalía a la presión hidráulica de veinte kilopondios por centímetro cuadrado (20 kp/cm²).

10.- Se realizará asimismo una comprobación geométrica de las dimensiones y pruebas mecánicas de apertura y cierre un número significativo de veces.

7.- OTRAS PIEZAS ESPECIALES

01.- Son las siguientes: Boquillas para hidrantes, tes, terminales, manguitos, codos, conos de reducción, carretes y bridas ciegas o tapones.

02.- Las boquillas para hidrantes serán de bronce tipo "Ayuntamiento de Madrid". El resto de las piezas especiales se probarán en fábrica a una presión hidráulica de treinta y dos kilopondios por centímetro cuadrado (32 kp/cm²) y cumplirán las condiciones que se establecen en los párrafos siguientes.

03.- Se fabricarán en fundición de grafito esferoidal tipo EN-GJS-350-22, según la Norma UNE EN 1563-97. Su composición química será tal que permita conseguir las características mecánicas y microestructurales exigibles.

04.- Deberán conseguirse las siguientes especificaciones para las características mecánicas:

- Resistencia a tracción: $\geq 350 \text{ N/mm}^2$
- Limite Elástico: $\geq 220 \text{ N/mm}^2$
- Alargamiento: $\geq 22\%$
- Dureza: 140-180 HB

05.- El grafito deberá ser esferoidal (forma VI) al menos en un ochenta y cinco por ciento (85%) pudiendo ser nodular (forma V) el resto. Además del grafito, la estructura presentará una matriz ferrítica siendo aceptable un contenido de perlita inferior al cinco por ciento (5%).

06.- Para las tes, codos y llaves de paso deberán disponerse los necesarios macizos de anclaje, que contrarresten los esfuerzos producidos por la presión del agua, según lo indicado en la "Normalización de Elementos Constructivos".

07.- Los dispositivos de cubrición y cierre de distribución de agua se clasificarán igual que las bocas de riego del Apartado 5.

8.- HIDRANTES.

01.- Los hidrantes cumplirán lo especificado en la Norma UNE 23407-90 y se ajustarán a lo indicado en la Normalización de Elementos Constructivos.

9.- ZANJAS Y ARQUETAS

01.- Las zanjas y arquetas se ajustarán a las dimensiones mínimas indicadas en la "Normalización de Elementos Constructivos".

02.- No se procederá a la excavación de zanjas hasta que hayan sido recibidos por la Dirección los tubos y las piezas especiales de la red de riego e hidrantes.

03.- La apertura, relleno y compactación de las zanjas, se ajustará a lo especificado en los Artículos 32.23 y 32.32 de este Pliego con las condiciones que se señalan en el párrafo siguiente .

04.- En los cruces de calzadas, el relleno situado entre la cara superior de los tubos y la cara inferior de la base del pavimento, se ejecutará con arena de miga a la que se le exigirán las mismas condiciones de compactación que a la sub-base granular del firme adyacente a la zanja. Para conseguir este grado de compactación, la arena de miga se extenderá y compactará en una (1) o dos (2) capas, según sea el espesor del relleno a realizar .

10.- CONTROL DE CALIDAD

10.1.- Control de la obra civil

01.- El Control de Calidad de la obra civil se ajustará a lo indicado en los Artículos correspondientes de este Pliego.

10.2.- Recepción de tubos y piezas especiales

01.- Cada partida de tubos y piezas especiales llegará a obra acompañada de su correspondiente certificado en el que se haga constar el nombre del fabricante, el número de colada y las características mecánicas prescritas en el presente Pliego.

02.- De forma específica, las bocas de riego e hidrantes se acompañarán de un certificado en el que se indique el fabricante, el tipo de fundición del cuerpo y de la tapa de la boca y la adaptación a los requisitos indicados en este Pliego de las piezas que componen los mecanismos de apertura, cierre y conexión.

03.- Se realizará una inspección visual sobre la totalidad de las bocas de riego e hidrantes comprobando su acabado superficial y en especial la ausencia de defectos del tipo "uniones frías". Sobre el dos por ciento (2%) de estas piezas y nunca en menos de dos (2) unidades, se comprobarán las características mecánicas, la microestructura del cuerpo y de la tapa de la boca así como las características geométricas de los elementos componentes de los mecanismos de apertura, cierre y salida de agua. Se verificará igualmente el correcto funcionamiento de la boca de riego y del hidrante.

04.- De cada partida de tubos y del resto de piezas especiales, se seleccionará una muestra sobre la cual se realizarán los siguientes ensayos:

- Resistencia a la tracción.

- Dureza.
- Microestructura.

05.- Si los resultados obtenidos en los controles indicados en los Apartados 03 y 04 cumplen las prescripciones exigidas para cada una de las características, se aceptará la partida y de no ser así, la Dirección decidirá su rechazo a la vista de los ensayos realizados.

06.- El lote en los elementos metálicos de cubrición se definirá por quinientas (500) piezas o la producción de una jornada. Si los resultados obtenidos en los controles indicados en los Apartados 03 y 04 cumplen las prescripciones exigidas para cada una de las características, se aceptará el lote. En caso contrario, se subdivide el lote en cinco (5) partes eligiéndose una muestra de cada uno de los sublotes resultantes. La no conformidad de una muestra conduce al rechazo definitivo del lote.

10.3.- Prueba de la tubería instalada

01.- Serán preceptivas las dos pruebas de presión interior y de estanquidad, de acuerdo con lo señalado en el "Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para tuberías de abastecimiento de agua".

11.- MEDICIÓN Y ABONO

01.- La medición y abono de la obra civil se realizará según lo indicado en los Artículos correspondientes.

02.- La tubería se medirá y abonará por metros lineales (m) instalados, incluyéndose la parte proporcional de junta automática flexible.

03.- Las piezas especiales se medirán y abonarán por unidades, según el tipo a que pertenezcan. No obstante, las piezas de cuarenta milímetros (40 mm) de diámetro de conexión desde la serie hasta la boca de riego, se abonarán por kilogramos (kg).

04.- Los hidrantes se medirán y abonarán por unidades en la parte correspondiente a la arqueta y los elementos del interior de la misma, excepto la acometida y las piezas de unión, así como el injerto a la tubería de abastecimiento de agua, que se medirá y abonará de acuerdo con las unidades ejecutadas.

ARTÍCULO 46.22.- ELEMENTOS PARA RIEGO DE PARQUES Y JARDINES (PCTG99)

1.- DEFINICIONES

01.- El presente Artículo recoge las condiciones generales exigibles a diversos elementos constitutivos de la red de riego de parques y jardines, con excepción de las bocas de riego, que se tratan en el Artículo 46.2.1. El Pliego de Condiciones Técnicas Particulares definirá los elementos necesarios para cada proyecto y complementará en caso necesario las prescripciones aquí recogidas.

02.- En los siguientes apartados se describen las condiciones que deben cumplir los siguientes elementos:

- Aspersores emergentes de turbina.
- Aspersores emergentes de impacto.
- Difusores emergentes.
- Válvulas automáticas.
- Programadores entre seis y treinta (6-30) estaciones.
- Programadores autónomos.
- Tubería integral de goteo.
- Boca de riego tipo "acople rápido".

2.- ASPERSORES EMERGENTES DE TURBINA.

01.- Los aspersores emergentes de turbina deberán disponer de los siguientes elementos o sistemas:

- Sistema de rotación por turbina mediante engranajes u otros sistemas, con lubricación por agua o aceite.
- Boquillas codificadas por colores, o numeradas, intercambiables, adaptadas a índices de pluviometría uniforme superior al ochenta por ciento (80%) según el coeficiente de Christiansen, para arcos variables ajustable de cuarenta a trescientos sesenta grados (40° - 360°).
- Cubierta de goma integral en tapa con cierre de entrada de cuerpos extraños a los mecanismos de ajuste y regulación, o protección especial anti-vandálica.
- Filtro desmontable.
- Válvula antidrenaje (opcional) y junta limpiadora de elastómero flexible.
- Muelle de acero inoxidable de gran retracción.
- Tapa roscada.
- Cuerpo y boquillas de plástico ABS resistente al impacto y a la corrosión, con inhibidores de rayos ultravioleta.
- Tornillo de ajuste de alcance, en acero inoxidable.
- Conexión hembra $\frac{3}{4}$ " ó 1".

02.- Las características técnicas serán las siguientes:

- Presión de funcionamiento 3-7 kg/cm².
- Caudal 0,15 - 8,5 m³/hora.

- Alcance de 7 a 22 m.
- Emergencia de 7 a 30 cm.

3.- ASPERSORES EMERGENTES DE IMPACTO.

01.- Los aspersores emergentes de impacto estarán constituidos por los siguientes elementos o sistemas:

- Sistema de rotación por medio de brazo oscilante, con mecanismo antisalpicadura.
- Círculo completo o sectorial.
- Boquillas codificadas por colores o numeradas.
- Filtro desmontable.
- Válvula antidrenaje (opcional) y junta limpiadora de elastómero flexible.
- Muelle de acero inoxidable de gran retracción.
- Tornillo de acero inoxidable de regulación de alcance y/o difusor de chorro.
- Aspersor de bronce, latón o plástico de alta resistencia (ABS), muelles y ejes de acero inoxidable.
- Carcasa de plástico de alta resistencia.
- Conexión hembra $\frac{3}{4}$ ", 1", 1 $\frac{1}{4}$ ", 1 $\frac{1}{2}$ " diámetro.

02.- Las características técnicas serán las siguientes:

- Presión de funcionamiento 3-7 kg/cm².
- Caudal 0,8 - 16 m³/hora.
- Alcance 10-30 m.
- Emergencia 7-10 cm.

4.- DIFUSORES EMERGENTES.

01.- Los difusores emergentes estarán constituidos por los siguientes elementos o sistemas:

- Sector fijo de riego según toberas. Diferente sector de riego: Círculo completo o parcial, rectángulo, franja, etc. o bien de arco ajustable.
- Filtro bajo boquilla, extraíble y junta limpiadora de elastómero flexible.
- Dispositivo de cremallera para ajuste direccional del arco de riego.
- Muelle de acero inoxidable de fuerte retracción.
- Ángulo bajo y normal de riego.
- El cuerpo del difusor, eje y filtro serán de material plástico de alta calidad, ABS resistentes a la corrosión, con inhibidores de rayos ultravioleta.
- Válvula antidrenaje (opcional) y junta limpiadora y de estanqueidad de elastómero flexible.
- Conexión hembra de $\frac{1}{2}$ " de diámetro.
- Toberas de plástico o bronce de gran precisión.
- Tornillo de regulación de alcance de acero inoxidable.

02.- Las características de funcionamiento serán las siguientes:

Presión de funcionamiento: 2 a 4,5 kg/cm².
 Caudal: 0,05 - 1,5 m³/hora.
 Alcance: 0 - 5 m.
 Emergencia: 6,5 - 30 cm.

5.- VÁLVULAS AUTOMÁTICAS.

01.- Las válvulas con control a distancia serán eléctricas, del tipo “normalmente cerrada”, de cierre con diafragma de caucho de butilo y activada por un solenoide de veinticuatro voltios (24 v), C.A. 50 Hz.

02.- El cuerpo y cámara serán de nylon con refuerzo de fibra de vidrio o bronce resistente a radiaciones ultravioletas.

03.- El diafragma será de caucho de nitrilo reforzado con nylon o goma sintética. Los componentes interiores serán de acero inoxidable.

04.- Las válvulas deberán disponer de un vástago de control de flujo, con una manivela para ajustar manualmente el caudal; asimismo, tendrán que venir equipadas con un tornillo de purgado para apertura y cierre manual, sin necesidad de excitar eléctricamente al solenoide.

05.- El diseño de las válvulas debe permitir desmontar todos los componentes internos desde la parte superior, sin necesidad de mover las válvulas de su posición en la instalación.

06.- En aquellos casos en que el proyecto así lo exija, las válvulas deberán ir equipadas con los siguientes elementos:

- Solenoides con núcleo cautivo, que evita la pérdida de componentes al desmontarlos.
- Módulo de regulación de presión que mantiene constante la presión aguas abajo de las válvulas, cuando la presión de entrada oscila dentro de un intervalo entre 1,0 - 7,0 kg/cm² mínimo, con una tolerancia de $\pm 0,35$ kg/cm² mínimo. El módulo dispondrá de un tornillo de ajuste y una conexión para manómetro, para medir la presión de salida. La presión será ajustable, incluso cuando la válvula se abra manualmente
- Módulo lavador autolimpiante, compuesto por malla de acero inoxidable y un raspador activado por el movimiento del diafragma que limpia un filtro de acero inoxidable en cada apertura y cierre de la válvula, u otro mecanismo de autolimpieza.

6.- PROGRAMADORES ENTRE 6 Y 30 ESTACIONES.

6.1.- Programadores electromecánicos.

01.- El programador deberá operar con un mínimo de corriente de entrada de 215 VAC, y será capaz de activar 1, 2 ó 3 válvulas eléctricas de control remoto por estación, con un consumo de solenoide de 5,5 VA a 24 VAC, más un dispositivo de válvula maestra/arranque de bomba con bobina de 24 VAC. El programador tendrá un disyuntor y diagnóstico de cortocircuito automático.

02.- El programador controlará entre 6 y 30 estaciones con incrementos de tipo por estación de un (1) minuto hasta un tiempo máximo de 12 horas. El programador tendrá un mínimo de 2 programas independientes, A y B, con un mínimo de 3 arranques por programa y día. Cada estación puede ser adscrita indistintamente a los programas A o B.

03.- El programador incorporará una función dual de control del aporte de agua (Water budget). Cada uno de los programas tendrá por separado la capacidad de control de aporte de agua para las estaciones asignadas al programa en cuestión.

04.- Tendrá capacidad de programación de ciclos fijos de 7 a 14 días, y por intervalos de 1 a 7 días. Tendrá un reloj de 24 horas o de 12 horas AM/PM con un cambio de día a las 0:00 horas.

05.- El programador dispondrá de un circuito de mantenimiento de memoria del programa de mínimo 7 días mediante pila alcalina de 9 v, o de 24 horas como mínimo, mediante pila recargable de NiCd.

06.- Los programadores que necesiten de una pila para mantener la memoria, deberán contar con un programa estándar de seguridad que efectúe riegos de mantenimiento cada 24 horas como mínimo, si fuera necesario. También podrá, para esta eventualidad, reiniciar su ciclo de riego al volver el suministro de energía eléctrica, aunque sea a horas distintas (siempre 24 horas o menos).

07.- En caso de que el programador no disponga de batería incluirá un dispositivo para mantener la memoria del programa durante 7 días sin necesidad de suministro eléctrico.

6.2.- Programadores electrónicos.

01.- Un programador de riego de tipo electrónico estará construido a base circuitería microelectrónica, y será capaz de trabajar de forma automática, semiautomática y manual. Estará alojado en un armario resistente a la humedad, construido en plástico de alta resistencia, con sistema de montaje mural.

6.3.- Programadores híbridos.

01.- En el programador de riego tipo híbrido, se combina circuitería microelectrónica con mecanismos electromecánicos. Será capaz de trabajar de forma automática, semiautomática y manual. Estará alojado en un armario resistente a la humedad, construido en plástico de alta resistencia o de metal, con sistema de montaje mural.

7.- PROGRAMADORES AUTÓNOMOS

7.1.- Generalidades

01.- Un programador autónomo estará formado por un circuito impreso con microprocesador, aislado herméticamente con un baño de resina, dentro de un armazón hermético, alimentado por una pila de 9 v.

02.- Dispondrá de uno o varios terminales, para una o varias electroválvulas. (En las electroválvulas se sustituirá el solenoide de C.A. de 24 v por un solenoide de impulsos).

03.- Llevará igualmente una conexión tipo teléfono o por infrarrojos para recibir los datos de la consola de programación (En las electroválvulas se sustituirá el solenoide de C.A. de 24 voltios por un solenoide de impulsos).

7.2.- Consola de programación.

01.- Es un programador portátil alimentado por pilas de nueve voltios (9 v), con terminal tipo teléfono o por infrarrojos que conecta con los programadores autónomos.

02.- La consola de programación permitirá introducir los datos del programa de riego que se establece para cada válvula o grupo de válvulas de un programador autónomo:

- Hora y fecha.
- Inicio y final de riego.
- Días de riego.
- Repetición diaria de programas (de 4 a 16 por día).

8.- TUBERÍA INTEGRAL DE GOTEO.

8.1.- Generalidades.

01.- La tubería integral de goteo es, en esencia, una tubería superficial, en la cual se insertan los goteros.

02.- Estará fabricada por proceso de extrusión, en Polietileno de alta densidad. No contendrá productos reciclados.

03.- El contenido mínimo de Negro de Carbono será del 2,5 %, y contará con antioxidante protector contra la degradación termolumínica.

04.- La distancia entre goteros podrá variar entre 0,30 y 1,5 m.

05.- Se emplearán tuberías de diámetro entre 12 a 20 mm.

06.- Las tuberías deberán de cumplir lo especificado en la Norma UNE 68076-89.

8.2.- Con gotero normal.

01.- El gotero normal es aquel que arroja un caudal de agua que está en función de la presión a la que está trabajando la red.

02.- Dispondrá de los siguientes elementos y características:

- Filtro incorporado a la entrada del laberinto.
- Diafragma como mecanismo de autolimpieza.
- Caudal variable entre 1,5 - 4 l/h.
- Presión de funcionamiento: 1-3 kg/cm²
- Coeficiente de variación de fabricación de gotero ≤0,05.

$$cv = \frac{\sigma}{qn}$$

siendo: cv el coeficiente de variación.
 σ desviación típica de los caudales de n emisores, probados a una presión ha.
 qn caudal medio de los n goteros ensayados.
 ha presión nominal de los n goteros ensayados.

8.3.- Con gotero autocompensante.

01.- El gotero autocompensante o autorregulable es aquel que arroja igual cantidad de agua para un intervalo determinado de presiones.

02.- Dispondrá de los siguientes elementos y características:

- Caudal uniforme para presiones entre 0,8 y 3,5 kg/cm².
- Filtro incorporado a la entrada del laberinto.
- Diafragma como mecanismo de autolimpieza.
- Caudal variable entre 1,5 - 4 l/h.
- Presión de funcionamiento: 1-4 kg/cm²
- Coeficiente de variación de fabricación de gotero $\leq 0,05$.

$$cv = \frac{\sigma}{qn}$$

siendo: cv el coeficiente de variación.
 σ desviación típica de los caudales de n emisores, probados a una presión ha.
 qn caudal medio de los n goteros ensayados.
 ha presión media del intervalo de autocompensación de los n goteros ensayados.

9.- BOCA DE RIEGO TIPO "ACOPLE RÁPIDO"

01.- La boca de riego tipo "acople rápido" es un dispositivo que permite disponer de un punto de agua de fácil acceso de forma que se pueda conectar una manguera para proporcionar riego suplementario.

02.- La boca de riego tipo "acople rápido", será monobloque de bronce o latón, y contará con las siguientes características:

- Conexión rosca hembra de ¾", 1" ó 1 ½" de diámetro.
- Tapa de bronce o caucho, con cerradura y provista de muelle retráctil.
- Presión de funcionamiento hasta 8,8 kg/cm².
- Caudales variables y regulables entre 2,5 y 16 m³/hora y pérdidas de carga con máximos entre 0,16 y 0,98 l/h.
- Sistema de cierre hermético con junta bilabial de goma.
- Muelles de acero inoxidable y mecanismos internos de bronce o latón.

10.- CONTROL DE CALIDAD.

01.- La Dirección de Obra podrá ordenar la realización de las pruebas pertinentes en los distintos elementos de la red de riego.

11.- MEDICIÓN Y ABONO.

01.- La medición y abono de aspersores, difusores, válvulas, programadores, y bocas de riego tipo acople rápido se realizará por unidades.

02.- La medición y abono de la tubería integral de goteo se realizará por metros lineales (m) completamente realmente instalados.

Sección 3.^a

NORMATIVA TÉCNICA

ARTÍCULO 46.31.- NORMATIVA TÉCNICA DE REFERENCIA (PCTG99)

1.- NORMAS BÁSICAS RECOMENDADAS

01.- Normas Tecnológicas de Jardinería y Paisajismo (NTJ) aprobadas por la Asociación Española de Parques y Jardines Públicos.

CAPÍTULO 47.- SEÑALIZACIÓN Y BALIZAMIENTO VIARIO

ARTÍCULO 47.11.- SEÑALES VERTICALES

1.- DEFINICIONES

01.- Este Artículo tiene por objeto determinar las características que deben cumplir las señales de circulación utilizadas en la señalización vertical e informativa, retrorreflectantes o no, incluyendo las señales iluminadas internamente, así como los métodos de ensayo que permitan valorar dichas características.

02.- El carácter retrorreflectante de estas señales se obtiene adhiriendo láminas prefabricadas a la cara exterior de la placa, en cuya composición entran microesferas de vidrio o microprismas.

03.- No se incluyen en el presente artículo los carteles de lamas colocados sobre banderolas, los carteles de lamas colocados sobre pórticos, los carteles laterales ni los carteles de flecha, quedando, asimismo, excluidas sus estructuras portantes.

2.- REFERENCIA NORMATIVA

01.- Norma UNE-EN “12899-1 Señales verticales fijas de circulación. Parte 1: Señales fijas”.

3.- CONDICIONES GENERALES

3.1.- De las señales

01.- La forma, dimensiones y colores, se ajustarán a lo que especifica el Catálogo oficial de Señales Verticales de Circulación de marzo de 1.992, elaborado por la Dirección General de Carreteras, así como a las “Recomendaciones para la Señalización Informativa Urbana”, en lo referente a señalización informativa.

02.- El tamaño de las señales a colocar se seleccionará en función del tipo de vía y de su velocidad de circulación, debiendo ser aprobado por la Dirección Facultativa de la obra o el Área competente del Ayuntamiento de Madrid.

03.- Todas las señales deberán ir pintadas en el reverso de color gris. Asimismo, llevarán la inscripción A.M. y el Escudo de La Villa en caracteres negros de cinco centímetros (5 cm) de altura. También figurarán al dorso de todas las placas la fecha de fabricación y las referencias del fabricante, además del Marcado de conformidad CE. Estas inscripciones deberán llevarlas también los carteles complementarios, reduciéndose el tamaño de las mismas si fuera necesario.

04.- Las pinturas que se empleen en la fabricación de las señales, se ajustarán en cuanto a calidad a lo que se especifica en el Artículo 27.61. “Pinturas a emplear en señales de circulación” del presente Pliego. En cuanto a tonalidad, se ajustarán a las coordenadas cromáticas indicadas en las tablas 16 y 17 en función de su clase (NR1 o NR2) de la norma UNE-EN 12899-1.

05.- El material reflectante de que constan las señales deberá cumplir con lo especificado en el presente Artículo.

06.- Las placas, las láminas retrorreflectantes y los postes deberán contar con el marcado CE. De igual modo, deberá contar con este marcado de calidad si se adquiere la señal completa.

3.1.1.- De las señales de código

01.- El material que constituye las señales será acero galvanizado.

02.- Se podrán utilizar otros materiales, siempre previa autorización expresa por parte del Área competente del Ayuntamiento de Madrid.

03.- Los símbolos y orlas exteriores no tendrán relieve.

04.- Todas las señales tendrán un refuerzo perimetral de veinticinco milímetros (25 mm) de anchura que estará formado por la misma chapa de señal doblada en ángulo recto. Se tolerarán variaciones de dos milímetros y medio ($\pm 2,5$ mm).

05.- Las señales tipo "R-400 a, b y c" y "R-401 a y b" dispondrán de borde perimetral de ocho pares de orificios. Los centros de cada par se corresponderán con los vértices de un octógono regular inscrito en la circunferencia que forma el borde exterior de la señal.

06.- El radio en las esquinas de las señales verticales de código no será inferior a 10 mm.

07.- Cuando se requiera rigidizar la placa de la señal con refuerzos adicionales, se admitirá como clase de perforaciones de la cara de la señal indicadas en la norma UNE-EN 12899-1, al menos, la clase P2 (La cara de la señal no debe perforarse, excepto cuando resulte necesario fijar el sustrato de la señal a la estructura soporte), admitiéndose la clase P3 (La cara de la señal no debe perforarse en ningún caso).

08.- Las clases admitidas para los bordes de la placa de la señal, según la norma UNE-EN 12899-1, serán E2 (Protegido, con el borde estampado, conformado, embutido o cubierto con un perfil protector) y E3 (Protegido, siendo la protección la estructura sobre la que se monta la placa señal).

09.- No se admitirán señales sin protección de la superficie, es decir, la clase mínima de protección de la superficie frente a la corrosión de la norma UNE-EN 12899-1 será SP1 (Con recubrimiento protector), admitiéndose, por tanto, la clase SP2 (Con protección inherente de la propia superficie).

10.- La iluminancia media mínima de la cara de la señal vertical externamente iluminada deberá corresponder, al menos, a 100 lux, que equivale, según las clases recogidas en la tabla 22 de la norma UNE-EN 12899-1, a clase E2.

11.- Las clases mínimas a utilizar en cuanto a presión de viento (WL), presión dinámica debida a nieve (DSL), cargas puntuales (PL), deformaciones permanentes y temporales (DTB y DTD), y características de visibilidad dependerán del emplazamiento de la señal, por lo que deberán ser fijados para cada obra y aprobados por el Área competente del Ayuntamiento de Madrid.

3.1.2.- De las señales informativas

01.- Serán de aplicación los requisitos generales indicados en el punto 3.1.- “De las señales” del presente artículo.

02.- El material que constituye los carteles informativos será de aluminio extrusionado o de chapa galvanizada.

03.- En aquellas señales que sea necesario refuerzo perimetral, será de veinticinco milímetros (25 mm) de anchura y estará formado por la misma chapa de señal doblada en ángulo recto. Podrá exceptuarse en los laterales. Se tolerarán variaciones de dos milímetros y medio ($\pm 2,5$ mm).

04.- Se podrán utilizar otros materiales, siempre previa autorización expresa por parte del Área competente del Ayuntamiento de Madrid.

3.1.3.- De las señales internamente iluminadas

01.- Serán de aplicación los requisitos generales indicados en el punto 3.1.- “De las señales” del presente artículo.

02.- Deberán tener, al menos, la clase L1, de las indicadas en la norma UNE-EN 12899-1.

3.2.- De los soportes

01.- Los postes y piezas de anclaje serán de chapa o perfil de acero galvanizado.

02.- Las dimensiones de estos elementos (diámetro y espesor) atenderán a lo indicado en la Normalización de Elementos Constructivos para Obras de Urbanización del Ayuntamiento de Madrid. En caso de no estar indicadas en este documento, deberán ser calculadas por el fabricante en función de su tamaño, material, sistema de anclaje, viento y lugar de exposición.

03.- El galvanizado se ajustará a lo que se especifica en la Norma UNE 135312 “Señalización vertical. Anclajes para placas y lamas utilizadas en señales, carteles y paneles direccionales metálicos. Características y métodos de ensayo” y UNE 135314 “Señalización vertical. Perfiles de acero galvanizado empleados como postes de sustentación de señales, carteles laterales y paneles direccionales. Elementos móviles de sustentación. Tornillería. Características y métodos de ensayo”. En su defecto se utilizará la norma UNE-EN ISO 1461 “Recubrimientos de galvanización en caliente sobre piezas de hierro y acero. Especificaciones y métodos de ensayo”.

04.- El sistema de recubrimiento de los postes destinados a la sujeción de módulos de señalización informativa será el de plastificado por sistema de sinterización de lecho fluido.

05.- Todos los tornillos, tuercas y arandelas que se utilicen serán cadmiadas.

06.- El diámetro de los orificios destinados a facilitar la suspensión será de nueve milímetros (9 mm).

4.- LÁMINAS RETRORREFLECTANTES

4.1.- Descripción

01.- Se incluyen dentro de este apartado las láminas retrorreflectantes a base de microesferas de vidrio o con tecnología microprismática, cuyas características se recogen en la norma UNE-EN 12899-1 “Señales verticales fijas de circulación” y en la norma UNE 135340, respectivamente.

02.- Prevalecerá el uso de láminas retrorreflectantes a base de microesferas de vidrio, si el Área competente del Ayuntamiento de Madrid o la Dirección Facultativa no indican lo contrario.

4.2.- Características

Cumplirán con lo establecido en la norma indicada en el epígrafe anterior y deberán contar con el marcado de idoneidad CE.

4.3.- Clasificación de las láminas retrorreflectantes con microesferas de vidrio

01.- Según su poder retrorreflectante, las láminas se clasifican en:

- Clase RA1
- Clase RA2
- Clase RA3

02.- Estas clases quedan determinadas según los coeficientes de retrorreflexión indicados en la norma UNE-EN 12899-1, para los colores serigrafiados (blanco, amarillo, rojo, verde, azul, marrón, naranja y gris) y ángulos de reflexión (12', 20' y 2°).

5.- CARACTERÍSTICAS DE LAS SEÑALES RETRORREFLECTANTES

01.- Serán de aplicación tanto para señales retrorreflectantes con microesferas de vidrio como con microprismas.

5.1.- Coeficiente de retrorreflexión

01.- La señal retrorreflectante debe poseer unos valores de retrorreflexión superiores a los límites indicados en la norma UNE-EN 12899-1.

5.2.- Color

01.- Los colores utilizados para las láminas retrorreflectantes serán los siguientes:

- Azul
- Verde
- Blanco
- Amarillo
- Marrón
- Naranja
- Rojo
- Gris

cuyas coordenadas cromáticas (x,y) deberán estar dentro de los respectivos polígonos de color formados por los cuatro vértices definidos por la CIE, indicadas a su vez en la Norma UNE-EN 12899-1.

6.- CONTROL DE CALIDAD

01.- Serán de aplicación los métodos de ensayo recogidos en la norma UNE-EN 12899-1 "Señales verticales fijas de circulación" para señales verticales, señales informativas y señales internamente iluminadas; y en las normas UNE 135334 "Láminas retrorreflectantes con microesferas de vidrio. Características y métodos de ensayo" y UNE 135340 "Señalización vertical: Láminas retrorreflectantes microprismáticas poliméricas. Características y métodos de ensayo".

02.- Asimismo y sin perjuicio de lo indicado en el párrafo anterior, todos los elementos regulados en el presente artículo deberán contar con el Marcado CE, cuya conformidad sobre las prestaciones declaradas asume el fabricante. De igual modo, se deberán acompañar de la Declaración de Prestaciones, las instrucciones de uso y la información de seguridad.

03.- En todo caso, se estará dispuesto a la legislación vigente en materia ambiental, de producción, almacenamiento, gestión y transporte de productos de la construcción, de residuos de construcción y demolición, de suelos contaminados y de seguridad y salud.

7.- RECEPCIÓN

01.- Cuando el material llegue a obra con Marcado CE que acredite el cumplimiento de las condiciones exigibles, la recepción podrá efectuarse comprobando solamente sus características aparentes. Se requerirá la declaración de prestaciones del fabricante.

02.- No obstante, el Director podrá fijar los ensayos de recepción y su intensidad con objeto de comprobar las características del material.

8.- MEDICIÓN Y ABONO

01.- La medición y abono de las señales de circulación formadas por el conjunto de placa y poste se hará por unidades.

02.- En el caso de que la medición y el abono de placas y postes se haga por separado, se medirán y abonarán también por unidades.

ARTÍCULO 47.12.- SEÑALIZACIÓN DE FUNCIONAMIENTO AUTOMÁTICO (PCTG99)

1.- DEFINICIONES

01.- Semáforo: Dispositivo de señalización automática compuesto de las siguientes partes:

- Cabeza o armadura que contiene las partes visibles del semáforo y por la que éste se sujeta o suspende.
- Cara o conjunto de luces orientadas en una misma dirección.
- Unidades ópticas, formadas por una lámpara, un reflector y una lente de color.

02.- Regulador: Es el mecanismo que sirve para ordenar los cambios de luces del semáforo.

03.- Detector: Es cualquier clase de dispositivo que registra y transmite al regulador cualquier información referente a determinada característica del tráfico o de la vía.

04.- Ciclo: Tiempo necesario para que se dé una sucesión completa de indicaciones en los semáforos conectados a un mismo regulador.

05.- Intervalo: Es cada uno de los períodos de tiempo en que el semáforo muestra una señal determinada.

06.- Fase: Se conocen con esta denominación cada una de las combinaciones de indicaciones que permiten uno o varios movimientos simultáneos a través de la intersección regulada.

2.- NORMATIVA TÉCNICA

2.1.- Normas de obligado cumplimiento

01.- Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión (Decreto 2413/1973, de 20 de Septiembre).

02.- Los báculos y columnas acreditarán mediante certificación de conformidad emitido por Organismo Autorizado el cumplimiento de las especificaciones técnicas contenidas en la Orden del Ministerio de Industria y Energía del 16 de Mayo de 1.989.

3.- CONDICIONES GENERALES DE LAS SEÑALES DE FUNCIONAMIENTO AUTOMÁTICO

01.- Todos los elementos que se citan en Apartados posteriores y cualesquiera que se instalen, se ajustarán a los modelos incluidos en la "Normalización de Elementos Constructivos", y, en su defecto, a los que definan los Servicios Técnicos Municipales.

02.- La pintura de columnas, báculos, soportes y cuantos elementos de suspensión puedan existir, se realizará dando una (1) primera capa de pintura antioxidante y dos (2) de pintura de acabado, conforme a lo establecido en el Artículo 43.46. de este Pliego.

03.- Todos los equipos deberán cumplir las normas que se establezcan en base a las directivas europeas sobre inmunidades e interferencias electromagnéticas.

04.- Todos y cada uno de los reguladores, columnas y báculos estarán dotados de tomas de tierra, conforme a la normativa vigente.

3.1.- Columnas y báculos

01.- Se ajustarán a los modelos especificados en la "Normalización de Elementos Constructivos" vigente.

02.- Serán de fundición o de chapa de acero galvanizado en caliente, en cuyo caso la base deberá estar protegida por una pieza de fundición de características adecuadas. Tendrán el momento de inercia necesario y suficiente para que puedan hacer frente, sin que su estabilidad peligre, a las acciones naturales externas a que puedan estar sometidos.

03.- La pintura de acabado será de color verde en brillo, del modelo S6030-G70Y de la Norma UNE 48103-94.

04.- La altura libre del brazo de los báculos sobre la calzada será de seis metros (6 m) y su longitud permitirá alcanzar en horizontal una distancia de hasta seis metros y medio (6,5 m) desde la base hasta la vertical de la cabeza que alberga las señales luminosas.

3.2.- Semáforos

01.- Deberán ser de fundición de metal resistente a la corrosión, ajustándose también sus formas y dimensiones a las de los modelos incluidos en la "Normalización de Elementos Constructivos" vigente. La cara frontal de los semáforos será de color negro "UNE-S9000-N" y el resto de color verde "UNE-S6030-G70Y". Las especificaciones que debe cumplir la pintura son análogas a las que se señalan en el ya citado Artículo 43.46, de este Pliego.

02.- Los dispositivos de cierre serán herméticos y estarán dotados de viseras, de modo que bajo la acción de la luz del sol no produzcan imágenes fantasmas.

03.- Los sistemas ópticos reflectores serán de aluminio anodizado y abrigado adecuadamente, de manera que resistan satisfactoriamente la corrosión con reducción mínima de su factor de reflexión.

04.- Las lentes serán de vidrio y tendrán su factor de absorción lo más bajo posible. Serán de superficie lisa, para evitar acumulación de suciedad y cumplirán las Normas sobre color DIN 6163. El coeficiente de transmisión será superior al quince por ciento (15%), la dispersión horizontal será superior a dos por quince grados ($2 \times 15^\circ$), y la vertical superior a dos por cinco grados ($2 \times 5^\circ$).

05.- La potencia de las lámparas de incandescencia en cada foco será, como mínimo de sesenta vatios (60 W) y su vida media de seis mil horas (6.000 h). Para las lámparas de halógenos las citadas características serán de cincuenta vatios (50 W) y cuatro mil horas (4.000 h). Los portalámparas serán de tipo tal o estarán dotados de tales elementos o dispositivos que resulte imposible el aflojamiento de las lámparas por vibraciones o sacudidas, y se podrán desplazar respecto del reflector y fijarse para conseguir un mayor nivel de iluminación al coincidir el filamento con el centro óptico del paraboloide de reflexión.

06.- Los sistemas dióptricos en general, tendrán las características necesarias para que sea perceptible el encendido en cada color en cualesquiera condiciones, excepto con niebla densa, entre distancias de tres a ciento veinte metros (3 a 120 m).

07.- Las flechas de dirección obligatoria que sean de color verde, estarán iluminadas sobre fondo negro y en cambio las flechas negras lo estarán sobre fondo ámbar o rojo.

08.- Los semáforos con lentes ámbar siempre tendrán lámparas de incandescencia, para que el funcionamiento intermitente sea correcto. En los casos en los que sea preciso, llevarán la figura de un peatón caminando en color negro.

09.- Las pantallas antideslumbrantes serán de mil cien por quinientos cincuenta milímetros (1.100 mm x 550 mm) con las esquinas redondeadas con circunferencias de centro a ciento veinte milímetros (120 mm) de distancia de los lados. El material será de fibra de vidrio, el color de la parte frontal negro "UNE-S9000-N" con una orla de treinta milímetros (30 mm) de color blanco "UNE-S0502-Y" y la parte posterior de color verde "UNE-S6030-G70Y".

10.- Los indicadores luminosos de los pasos de peatones deberán tener la debida luminancia para que su indicación sea perceptible en todas condiciones y estar dotados de lámparas incandescentes y dispositivos de cierre hermético. Las indicaciones de "esperen" se harán iluminando en color rojo la silueta de un hombre en posición parada. La indicación de iniciar el paso se indicará iluminando en color verde un hombre en posición de marcha, y la indicación de paso exclusivo a los peatones dentro de la calzada y de espera a los que quieren iniciar el paso, será iluminando intermitentemente en color verde la silueta de un hombre en posición de marcha, según el modelo normalizado vigente. Los elementos descritos podrán ser de ópticas leds, si así lo estimase la Dirección de Obra.

11.- En los pasos de peatones accionados por los mismos, se emplearán pulsadores de doble indicación "PULSE PEATÓN", "ESPERE VERDE", de funcionamiento alternativo, en conexión con la actuación del peatón y en casos opcionales detectores de peatones. La indicación "PULSE PEATÓN" será intermitente.

3.3.- Reguladores

01.- Los reguladores deberán cumplir la normativa vigente sobre Equipos de Señales Luminosas Reguladoras de la circulación del Ayuntamiento de Madrid.

02.- Estarán dotados de los dispositivos necesarios para un funcionamiento automático o para poder ser accionados manualmente o por el tráfico.

03.- El regulador incluirá los dispositivos necesarios para asegurar que la temperatura interna dentro del armario no exceda de setenta y cinco grados centígrados (75 °C) cuando la temperatura exterior sea de cincuenta grados centígrados (50 °C), así como los equipos auxiliares para evitar la condensación.

04.- En el exterior del armario se colocará una placa indicativa con el siguiente texto: "AYUNTAMIENTO DE MADRID. REGULADORES DE TRÁFICO. PROHIBIDO FIJAR CARTELES", así como una placa de identificación del fabricante con el número de serie y fecha de fabricación.

05.- El regulador dispondrá de un sistema interno de supervisión de salidas independiente del de control, que en el caso de detectar alguna anomalía pondrá el cruce en intermitente o lo apagará, comunicándolo a los equipos superiores, si existen. Además de este sistema, el

regulador llevará una unidad de seguridad de verdes incompatibles conectada a las entradas de alimentación de cada grupo semafórico, que provocará el paso a intermitente de todo el cruce cuando aparezcan verdes incompatibles por causas externas al regulador, comunicándolo a los niveles superiores, si existen. Asimismo, el equipo ejercerá vigilancia directa sobre el estado de las fases comprobando constantemente la tensión del cable de alimentación de lámparas.

06.- El Regulador deberá constar al menos de las siguientes partes funcionales:

- Fuente de alimentación provista de fusibles de entrada.
- Módulo central que contiene los elementos principales de cálculo y control, tales como microprocesadores, módulos de memoria y batería tampón, si fuera necesaria.
- Módulo de salida, que incorpore los elementos encargados de suministrar potencia a las lámparas.
- Módulo de comunicaciones, destinado a mantener la comunicación mediante transmisión de señales con otros reguladores o con otros equipos integrantes del sistema al que pertenecen.
- Módulo de entradas con los elementos necesarios para aceptar señales externas como detectores, pulsadores de peatones, interruptores, etc.

07.- Características funcionales.

- Dispondrá, como mínimo, de dos (2) estructuras por subregulador.
- Los parámetros de regulación, ciclo, reparto y desfase deberán poderse programar en segundos enteros, en pasos de un segundo obligatoriamente o en fracciones decimales opcionalmente.
- El ciclo deberá estar comprendido, como mínimo, entre cuarenta y doscientos cincuenta (40 - 250) segundos.
- Dispondrá de dos frecuencias de intermitencia: una de sesenta (60) y otra no inferior a ochenta (80) encendidos por minuto, con una tolerancia del cinco por ciento ($\pm 5\%$).
- Subreguladores: Cada regulador podrá subdividirse en un mínimo de hasta cuatro (4) subreguladores, de manera que, dentro de las limitaciones impuestas por las condiciones de seguridad respecto al tráfico, puedan funcionar de forma independiente entre sí.
- Deberá ser capaz de almacenar como mínimo ocho (8) planes de tráfico por cada subregulador.

3.4.- Centrales de zona.

01.- En general, todas las Centrales incluirán los dispositivos necesarios para asegurar que la temperatura interna dentro del armario no exceda de setenta y cinco grados centígrados (75 °C) cuando la temperatura exterior sea de cincuenta grados centígrados (50 °C) instalándose también equipos auxiliares que eviten la condensación.

02.- En el exterior del armario se colocará una placa indicativa con el siguiente texto: "AYUNTAMIENTO DE MADRID. REGULACIÓN DE TRÁFICO. PROHIBIDO FIJAR CARTELES", así como una placa de identificación del fabricante con el número de serie y fecha de fabricación.

03.- En cualquier caso, las Centrales que se instalen en la zona centralizada, ampliaciones de la misma, o en nuevas centralizaciones, darán al menos, las mismas prestaciones que las actualmente existentes, y tanto su definición como su aceptación o rechazo se someterá siempre a las decisiones que adopten los Servicios Técnicos Municipales.

04.- Todas las instalaciones que se realicen, estarán preparadas para que puedan ser interconectadas entre sí y con las que estén actualmente en funcionamiento, de forma que al recibir una única señal de sincronismo, sea posible mantener, con la debida seguridad, la coordinación deseada entre los Semáforos de unas y otras intersecciones. En los cruces en que los Servicios Técnicos Municipales lo requieran, se implantará un sistema de coordinación sin hilos en base a la hora del día generada por un reloj de alta precisión u otros sistemas. En cualquier caso, el Ayuntamiento se reserva la facultad de imponer un sistema de sincronismo determinado, quedando obligadas las empresas que no lo ofrezcan a suministrar junto con el regulador, los elementos complementarios precisos, sin cargo alguno.

3.4.1.- Centrales de regulación.

01.- La misión de estas Subcentrales consiste en mandar, sincronizar y regular una subzona determinada. Estarán enlazadas entre sí mediante un par de líneas de transmisión. Dispondrán, al menos, de doce (12) programas preestablecidos que se podrán aplicar manualmente, seleccionados por un reloj o seleccionadas por la información de tráfico que facilitan los detectores y con independencia del computador central. Podrán funcionar como emisor o receptor cuando estén telemandadas.

3.4.2.- Centrales de Comunicaciones.

01.- Son el elemento intermedio entre el Ordenador y los reguladores locales. Se comunican con los reguladores y con el Ordenador mediante pares telefónicos o cuadretes, permitiendo su presencia, la reducción de cables de comunicación y las canalizaciones.

02.- En funcionamiento normal, modo ordenador, la Central es el elemento conversor de las comunicaciones, mensajes y órdenes que se produzcan entre el ordenador del centro de control de tráfico y los reguladores adscritos a ella. Permite la transparencia de diálogo del ordenador con los reguladores actuando cuando los datos no sean correctos o exista interrupción de comunicaciones con el Ordenador, asimismo efectúa el sincronismo de los reguladores.

03.- Las Centrales funcionarán de modo autónomo, debido a transmisiones reiteradas de datos erróneos entre el Ordenador y la Central o por orden de la sala de control. Las Centrales, en este caso, se harán cargo de la gestión y de los reguladores asignados a ellas.

04.- Las características generales que deben de cumplir las Centrales de Comunicación son:

- Transmisión serie tipo punto a punto, por medio de "Half Dúplex" con un solo par telefónico, tanto con los reguladores como con el Ordenador Central.
- Comunicación con lenguaje interactivo, con validación de mensajes, con comprobación de Checksum.
- Modularidad en hardware con tarjetas de unidad central, memoria RAM, EPROM, EARON, Input/Output y módulos de conexión con reguladores. Teclado y visualizador externo y enchufable.
- Modularidad en software, con un ejecutivo en tiempo real que supervise las distintas tareas diferenciadas por módulos de software distintos, para cálculos, envíos, control, etc., con un monitor del sistema, para comprobación de los distintos módulos y verificación del funcionamiento, así como test de transmisión.

05.- Las capacidades mínimas de las Centrales serán de 32 Reguladores Locales y por medio de él se podrá recibir información de 512 detectores (16X32), debiendo poder transmitir dos

(2) de ellos (seleccionables en tiempo real) al Ordenador para comprobación del funcionamiento de los mismos.

3.5.- Detectores de vehículos

01.- Los detectores de vehículos que se instalen serán de bucle inductivo, basados en la perturbación de un campo magnético producido en una espira por la presencia de la masa metálica de un vehículo cuando éste pasa por encima del detector.

02.- La profundidad de ranura en el pavimento será de cinco centímetros (5 cm) y la anchura de seis milímetros (6 mm). El cable de cobre que forma la espira será de dos milímetros cuadrados (2 mm²) de sección. Las dimensiones de la espira se adaptarán a los carriles de circulación o anchura del acceso en cada caso particular. Los puntos de medida dispondrán de oscilador, detector propiamente dicho, amplificador y bloque de salida.

03.- En cualquier caso, la definición completa y la consiguiente aceptación o rechazo de estos equipos y materiales corresponden a los Servicios Técnicos Municipales.

04.- Los detectores de vehículos deberán tener:

- a) Una inductancia entre 50 y 1.000 MHz
- b) Salida de relé configurable en abierto o cerrado.
- c) Poder obtener a partir de ellos los siguientes datos:
 - Presencia
 - Lazo no conectado
 - Lazo roto
 - Velocidades medias, intensidades, Porcentajes Ocupación, etc.

4.- CONDICIONES GENERALES DE LOS CONDUCTORES Y DE LAS CANALIZACIONES

4.1.- Conductores

01.- Los cables a emplear en las conducciones subterráneas, deberán estar dotados de una protección según Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión y preparados para trabajar a una tensión de hasta mil voltios (1.000 v), con una sección mínima por conductor de un milímetro cuadrado y medio (1,5 mm²), cumplirán las normas de instalaciones eléctricas en baja tensión, en todo lo referente a aislamientos y caídas de tensión, y serán de aplicación automática, tan pronto como se publiquen, las normativas y normalizaciones que sean aprobadas durante el período de vigencia del contrato.

02.- Los conductores no presentarán en ningún caso, empalmes dentro de los tubos de canalización. Los empalmes o derivaciones se realizarán en las arquetas con las máximas condiciones de seguridad y garantía, empleándose en cada caso material adecuado, cinta aislante de goma, manguitos de empalmes, tes de derivación, etc, alojando, si fuera necesario estos elementos dentro de una caja estanca rellena de pasta aislante en frío o en caliente, debiendo desecharse los empalmes defectuosos o en malas condiciones de seguridad. Todos los conductores deberán ir debidamente diferenciados por marcas identificadoras de larga duración.

4.2.- Canalizaciones

01.- cuando existan galerías de servicio, los cables se colocarán en ellas, apoyados sobre palomillas. En caso contrario, se situarán dentro de canalizaciones con tuberías de polietileno que deberán cumplir las características especificadas en el Artículo 43.33, Apartado 3, del presente Pliego.

02.- En este último caso, de canalización en tubos, éstos deberán quedar suficientemente protegidos y a la profundidad conveniente: para acera un mínimo de sesenta centímetros (60 cm) y para calzada ochenta centímetros (80 cm), con el fin de evitar posibles roturas por sobrecarga del pavimento. La malla de tubos y arquetas, así como sus conexiones, se realizarán de modo que toda la red de distribución sea impermeable. A veinticinco centímetros (25 cm) de los tubos se extenderá una cinta indicadora de canalización con el título "REGULACIÓN DE TRÁFICO". Las canalizaciones de acometida alcanzarán profundidades superiores a las anteriores en los casos que se requieran.

03.- Las derivaciones se realizarán dentro de arquetas de registro, construidas con ladrillo cerámico u hormigón, enlucidas en todo caso y provistas de cerco metálico y tapa de fundición. La tapa llevará la inscripción "AYUNTAMIENTO DE MADRID. REGULACIÓN DE TRÁFICO".

04.- Todos los detalles constructivos de las canalizaciones se ajustarán a la Normalización de Elementos Constructivos.

05.- No se procederá a la excavación de zanjas hasta que hayan sido aceptados por la Dirección los tubos de protección de los conductores.

5.- CONTROL DE CALIDAD

01.- El control de calidad de la obra civil se ajustará a lo especificado en los Artículos correspondientes de este Pliego.

02.- Por lo que respecta al control de semáforos, reguladores, detectores y conductores, se indica que cuando dichos elementos lleguen a obra con certificados de Origen Industrial que acrediten el cumplimiento de las condiciones exigibles, la recepción podrá efectuarse comprobando solamente sus características aparentes.

03.- No obstante, el Director podrá establecer los ensayos de recepción y su intensidad a fin de comprobar las características de los elementos.

6.- MEDICIÓN Y ABONO

01.- Las columnas sustentadoras de los semáforos se medirán y abonarán por unidades, totalmente pintadas y colocadas, incluyendo cimentación, anclaje, tubería de acometida y elementos de unión entre columna y linterna.

02.- Las señales luminosas con semáforo se medirán y abonarán por unidades, incluyendo la linterna completa con equipo de iluminación, lámparas incandescentes y accesorios.

ARTÍCULO 47.13.- SEÑALIZACIÓN HORIZONTAL: EJECUCIÓN DE MARCAS VIALES

1.- DEFINICIONES

1.1.- Marca vial

01.- Se define como marca vial, a aquella guía óptica situada sobre la superficie del pavimento, formando líneas, símbolos o signos, con el fin de regular la circulación e informar, advertir o guiar a los usuarios.

02.- Salvo que el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares indique lo contrario, las marcas se clasificarán en función de su utilización (regular o especial) y de sus propiedades fotométricas de acuerdo con el Cuadro 47.13.1.

CUADRO 47.13.1

CLASIFICACIÓN DE LAS MARCAS VIALES.

| Definición | Clave (identificación) | Características |
|---|------------------------|---|
| En función de su utilización | | |
| Permanente | P | Marca vial de color blanco y amarillo, así como símbolos multicolor preformados (combinación de negro, rojo, azul y blanco: al menos, dos colores) que deberán mantener su correspondiente Nivel de Servicio durante su periodo de garantía y/o la duración de un contrato de conservación. |
| Temporal | T | Marca vial de color amarillo utilizada en señalización de obras, cuyo Nivel de Servicio deberá mantenerse durante el periodo de tiempo que dure la obra y que deberá ser fácilmente eliminable, una vez finalizada la misma. |
| En función de sus propiedades fotométricas | | |
| Tipo I | R | Marca vial no estructurada diseñada específicamente para mantener un nivel adecuado de retrorreflexión en seco. |
| Tipo II (1) | RW | Marca vial estructurada, o no, diseñada específicamente para mantener un nivel adecuado de retrorreflexión en seco y con humedad. |
| | RR | Marca vial estructurada diseñada específicamente para mantener un nivel adecuado de retrorreflexión en seco, con humedad y lluvia. |
| En función de otros usos especiales | | |
| Sonora (*) | S | Marca vial con resaltes (de uso permanente o temporal) que produce, al ser pisada por un vehículo, efectos sonoros y mecánicos (vibraciones). |
| <p>(*) La marca vial sonora (S) deberá responder a las claves: P-RR (para uso permanente) y T-RR (para su empleo en señalización horizontal de obras). El Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares deberá definir con precisión la geometría y diseño de estas marcas.</p> <p>(1) La evaluación de las prestaciones de la marca vial con relación a su visibilidad nocturna en condiciones de humedad y/o lluvia, podrá exigirse, únicamente, caso de así estimarse necesario, a efectos del ensayo de durabilidad.</p> | | |

2.- REFERENCIA NORMATIVA

01.- Reglamento (UE) 305/2011 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 9 de marzo de 2011.

02.- M/111 «Mandate to CEN and CENELEC concerning the execution of standardisation work for harmonised standards on circulation fixtures. Comisión Europea».

03.- EOTA/Documento de Evaluación Europeo (DEE) 230011-00-0106 “Road Marking Products”

04.- EOTA/COMMON UNDERSTANDING OF ASSESSMENT PROCEDURE « CUAP 01.06/08 Materiales de Señalización Horizontal».

05.- PG-3 «Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para Obras de Carreteras y Puentes. Ministerio de Fomento».

06.- UNE-EN 1436 «Materiales para señalización vial horizontal. Comportamiento de las marcas viales aplicadas sobre la calzada y métodos de ensayo».

07.- UNE-EN 12802 «Materiales para señalización vial horizontal. Métodos de laboratorio para la identificación».

08.- UNE-EN 13036-1 «Características superficiales de carreteras y superficies aeroportuarias. Métodos de ensayo. Parte 1: Medición de la profundidad de la macrotextura superficial del pavimento mediante el método del círculo de arena».

09.- UNE-EN 13197 «Materiales para señalización vial horizontal. Simulador de desgaste. Mesa giratoria».

10.- UNE-EN 13459 «Materiales para señalización vial horizontal. Control de calidad. Toma de muestras de los acopios y ensayos».

11.- UNE-CEN/TR 16958 IN «Materiales para señalización vial horizontal. Condiciones para la eliminación/enmascaramiento de marcas viales».

12.- UNE 135204 «Equipamiento para la señalización horizontal. Control de calidad. Comportamiento en servicio».

13.- UNE 135277-1 «Equipamiento para la señalización horizontal. Maquinaria de aplicación. Parte 1: Clasificación y características».

14.- UNE 135277-2 «Equipamiento para la señalización horizontal. Maquinaria de aplicación. Parte 2: Métodos de ensayo».

3.- CONDICIONES GENERALES

01.- El presente artículo especifica las características de las marcas viales aplicadas durante su período de garantía y/o la duración de un contrato de conservación, con el fin de que proporcionen un Nivel de Servicio (NS) adecuado a las condiciones propias del tráfico urbano.

02.- Son objeto de este artículo las marcas viales permanentes, de color blanco y amarillo, las de empleo temporal (señalización de obra) de color amarillo, así como las permanentes construidas con símbolos multicolor preformados.

4.- SELECCIÓN DE LOS MATERIALES

4.1.- General

01.- El tipo de material a emplear en las obras de señalización horizontal se seleccionará teniendo en cuenta, en primer lugar, la clase de durabilidad exigible en función del tipo (longitudinal, no longitudinal y símbolos multicolor), así como del uso de la marca vial (permanente y temporal) objeto de las obras; y, a continuación, en función de su compatibilidad con la naturaleza del pavimento (en el caso de aplicación directa sobre este) o con la de la marca vial existente (para repintados).

02.- Por su parte, las dosificaciones y método de aplicación de los materiales (manual y automático) serán las especificadas en el correspondiente ensayo de durabilidad (UNE-EN 13197).

03.- En el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares, de acuerdo a los criterios desarrollados en este apartado, se especificarán los materiales considerados como idóneos para la ejecución de las marcas viales tanto permanentes como temporales de la obra.

4.2.- Selección en función de la clase de durabilidad

01.- La selección de los materiales a emplear en las obras de señalización horizontal se realizará de acuerdo con lo especificado al respecto en el apartado 4.3 del Artículo 27.62 "SEÑALIZACIÓN HORIZONTAL: MATERIALES A EMPLEAR EN MARCAS VIALES".

02.- Para las marcas viales de empleo permanente (longitudinales y no longitudinales: pasos de peatones y líneas de parada, cebreados y símbolos), de color blanco y amarillo, se exigirá la clase de durabilidad P6 (según UNE-EN 13197).

03.- Para marcas viales de empleo permanente conformadas con símbolos multicolor preformados (combinación de negro, rojo, azul y blanco: al menos, dos colores), se atenderá a la clase de durabilidad P6 (de acuerdo con UNE-EN 13197).

04.- Para las marcas viales de uso temporal (señalización de obra: color amarillo) construidas con pinturas, la clase de durabilidad exigible será P4 (UNE-EN 13197); por su parte, en las aplicadas con materiales preformados se demandará la clase de durabilidad P6 (UNE-EN 13197).

4.3.- Selección de acuerdo con la naturaleza del material base (compatibilidad)

01.- Dentro de cada clase de durabilidad (apartado 4.2 de este artículo), la selección definitiva del material a emplear en la construcción de las marcas viales (tanto de empleo permanente como temporal) objeto de las obras se realizará en base a su compatibilidad con el sustrato:

- De acuerdo con el Cuadro 47.13.2(A) cuando se trate de aplicación directa sobre un pavimento nuevo o expuesto tras el borrado de las marcas viales existentes.
- Y de acuerdo con el Cuadro 47.13.2(B) cuando se trate de repintado.

02.- Debe tenerse en cuenta que, en función del método empleado, las operaciones de borrado de las marcas viales existentes (informe técnico UNE-CEN/TR 16958 IN) pueden alterar la rugosidad del pavimento; en estos casos, se recomienda su medida (UNE-EN 13036-1) con el fin de seleccionar la clase de durabilidad que mejor se ajuste a las nuevas propiedades de la superficie sobre la que han de instalarse las marcas viales.

CUADRO 47.13.2(A)

**CRITERIOS DE COMPATIBILIDAD ENTRE LOS MATERIALES DE SEÑALIZACIÓN
HORIZONTAL Y LA NATURALEZA-TIPO DE PAVIMENTO (APLICACIÓN DIRECTA SOBRE
PAVIMENTO).**

| | Producto y método de aplicación | Mezcla bituminosa convencional (mbc) nueva | Mezcla bituminosa convencional (mbc) envejecida | Microaglomerado en frío (lechada bituminosa) | Mezcla bituminosa drenante | Pavimento de hormigón |
|--|---|--|---|--|----------------------------|-----------------------|
| Aplicación en capa fina | Alcídica (pulverización) | Muy apropiada (1) | Muy apropiada | No apropiada | No apropiada | Apropiada (2) |
| | Acrílica termoplástica (pulverización) | Apropiada | Muy apropiada | No apropiada | No apropiada | Muy apropiada |
| | Acrílica termoplástica en base agua (pulverización) | Muy apropiada | Apropiada | Muy apropiada | No apropiada | Apropiada |
| Aplicación en capa gruesa | Plástico de aplicación en frío: | | | | | |
| | Pulverización | Muy apropiada | Muy apropiada | Apropiada | Apropiada (1) | Muy apropiada |
| | Manual / zapatón | Muy apropiada | Muy apropiada | No apropiada | Muy apropiada | Muy apropiada |
| | Termoplástico de aplicación en caliente: | | | | | |
| | Pulverización | Muy apropiada | Muy apropiada | No apropiada | Apropiada (1) | No apropiada |
| | Extrusión | Muy apropiada | Muy apropiada | No apropiada | Muy apropiada | No apropiada |
| | Zapatón | Muy apropiada | Muy apropiada | No apropiada | Muy apropiada | No apropiada |
| MARCAS VIALES PREFORMADAS (manual o mecanizada) - (3) | | Muy apropiada | Muy apropiada | Apropiada | Muy apropiada | Muy apropiada |
| <p>(1) Dos aplicaciones. En la primera aplicación, dado que su objetivo es permitir el sangrado del pavimento, no serán exigibles características de servicio a las marcas viales aplicadas ya que su función es equivalente a la de una imprimación.</p> <p>(2) Se requiere imprimación: en color negro, para rebordeo (con el fin de aumentar la relación de contraste entre el pavimento y la marca vial) y asegurar la adherencia; transparente, para asegurar únicamente la adherencia. Al tratarse de un pavimento de hormigón, se recomienda utilizar como ligante, para la fabricación de dicha imprimación, una resina acrílica.</p> <p>(3) La instalación de marcas viales preformadas puede requerir la aplicación de una imprimación (adhesivo) para reforzar su fijación al pavimento, sobre todo cuando la marca vial vaya a estar sometida a esfuerzos resultante de giros de vehículos a motor (especialmente, vehículos pesados).</p> | | | | | | |

CUADRO 47.13.2(B)

**CRITERIOS DE COMPATIBILIDAD ENTRE LOS MATERIALES DE SEÑALIZACIÓN
HORIZONTAL EN FUNCIÓN DE SU NATURALEZA (REPINTADOS).**

| MARCA VIAL NUEVA | MARCA VIAL EXISTENTE | | | | | |
|--|----------------------|--------------------------------------|--|---|---|--------------------------|
| | PINTURA ALCÍDICA | PINTURA ACRÍLICA TERMOPLÁSTICA | PINTURA ACRÍLICA TERMOPLÁSTICA EN BASE AGUA | PLÁSTICO DE APLICACIÓN EN FRÍO | TERMOPLÁSTICA DE APLICACIÓN EN CALIENTE | MARCA VIAL PREFORMADA |
| PINTURA ALCÍDICA | EXCELENTE | - | - | - | - | - |
| PINTURA ACRÍLICA TERMOPLÁSTICA | BUENA | EXCELENTE | BUENA | BUENA | BUENA | BUENA |
| PINTURA ACRÍLICA TERMOPLÁSTICA EN BASE AGUA | BUENA | EXCELENTE | EXCELENTE | NULA O BAJA | EXCELENTE | BUENA |
| PLÁSTICO DE APLICACIÓN EN FRÍO | BUENA | BUENA | BUENA | EXCELENTE | NULA O BAJA | NULA O BAJA |
| TERMOPLÁSTICA DE APLICACIÓN EN CALIENTE | BUENA | BUENA | BUENA | NULA O BAJA | EXCELENTE | NULA O BAJA |
| MARCA VIAL PREFORMADA | BUENA | BUENA | NULA O BAJA | BUENA | NULA O BAJA | EXCELENTE |

02.- En todo caso, no se admitirán más de dos repintados de la marca vial original (la aplicada por primera vez, directamente sobre la superficie del pavimento) procediéndose, una vez alcanzado dicho número de repintados, a eliminar la marca vial por el método que resulte más apropiado en cada caso, de acuerdo con los criterios establecidos en el informe técnico UNE-CEN/TR 16958.

03.- Una vez seleccionados los materiales, su aplicación deberá efectuarse de acuerdo con las instrucciones relativas a la preparación de la superficie recogidas en el apartado 6.3 del presente artículo, así como, especialmente en el caso de dos aplicaciones o la utilización de una imprimación, según las instrucciones del Fabricante.

5.- ESPECIFICACIONES DE LAS MARCAS VIALES

5.1.- Características de servicio

01.- Para cumplir con sus objetivos de seguridad (regular la circulación, informar, advertir o guiar a los usuarios), de acuerdo con las características esenciales que al respecto se le asignan como Equipamiento fijo para vías de circulación a través del mandato de normalización M/111 "Circulation Fixtures", según el requisito básico de Seguridad y accesibilidad de utilización en el marco del Reglamento (UE) N° 305/2011, las marcas viales aplicadas proporcionarán las características, que conforman su Nivel de Servicio (NS), especificadas en el Cuadro 47.13.3.

CUADRO 47.13.3

CARACTERÍSTICAS DE SERVICIO DE LAS MARCAS VIALES.

| Característica de servicio | Parámetro de medida | | | Métrica |
|--|--|-----------------------------|----------------|--|
| Visibilidad nocturna | Coeficiente de luminancia retrorreflejada, o retrorreflexión | | | $\text{mcd}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{lux}^{-1}$ |
| | En seco | Clave de identificación: R | R _L | |
| | En condiciones de humedad (1) | Clave de identificación: RW | | |
| | Bajo lluvia (1) | Clave de identificación: RR | | |
| Visibilidad diurna | Coeficiente de luminancia bajo iluminación difusa (en seco) | | Q _d | $\text{mcd}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{lux}^{-1}$ |
| | Color | | (x,y) | Coordenadas cromáticas: polígono de color |
| Resistencia al deslizamiento | Coeficiente de resistencia al deslizamiento | | SRT | Valor SRT |
| (1) La evaluación de las prestaciones de la marca vial con relación a su visibilidad nocturna en condiciones de humedad y/o lluvia, podrá exigirse, únicamente, caso de así estimarse necesario, a efectos del ensayo de durabilidad (cuadro 47.13.1). | | | | |

5.2.- Nivel de Servicio

01.- De acuerdo con las “Condiciones generales” del presente artículo, en este apartado se consideran exclusivamente las marcas viales de color blanco (uso permanente) y amarillo (empleo permanente y en señalización de obras), así como las de carácter permanente conformadas con símbolos multicolor preformados (combinación de negro, rojo, azul y blanco: al menos dos colores) aplicadas en vías urbanas; quedan excluidas, por tanto, las marcas viales aplicadas en zonas periurbanas (travesías y vías de circunvalación). Es estos casos, las marcas viales se ajustarán a lo especificado al respecto en el Artículo 700 “MARCAS VIALES” del Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para Obras de Carreteras y Puentes (PG-3) del Ministerio de Fomento.

02.- A efectos del presente artículo, se define el Nivel de Servicio (NS) de una marca vial como:

$$\text{NIVEL DE SERVICIO (NS)} = f(R_L, Q_d, (x,y), \text{SRT}) = (a \cdot R_L) + (b \cdot Q_d) + (c \cdot (x,y)) + (d \cdot \text{SRT})$$

Donde

$a+b+c+d = 100\%$, , representando “a”, “b”, “c” y “d” la influencia (en tanto por ciento) de la característica correspondiente sobre el Nivel de Servicio de la marca vial.

03.- Y siendo R_L , Q_d , (x,y) y SRT los parámetros de medida correspondientes a las características de servicio de una marca vial (Cuadros 47.13.4).

04.- Por su parte, el valor de cada coeficiente (a, b, c, d) dependerá del tipo de marca vial: longitudinal y no longitudinal.

05.- En los Cuadros 47.13.4 (A), (B) y (C), se especifican los valores ponderados asignados a las características que definen el Nivel de Servicio de las marcas viales permanentes (color blanco), de color amarillo (uso permanente y temporal), así como de las permanentes conformadas con símbolos multicolor preformados respectivamente, de acuerdo con el nivel de prestación que proporcione cada una de dichas características.

06.- A su vez, el Nivel de Servicio de una marca vial se considerará:

ÓPTIMO, cuando $\text{NS} = 9.0$

ACEPTABLE, cuando $3.0 < \text{NS} < 9.0$

INSUFICIENTE, cuando $1.0 < \text{NS} \leq 3.0$

INACEPTABLE, cuando $\text{NS} \leq 1.0$

07.- Por su parte, los criterios de aceptación o rechazo de la marca vial aplicada, en función de los valores obtenidos en su Nivel de Servicio, se exponen en el epígrafe 7.6 del presente artículo.

CUADRO 47.13.4 (A)

VALOR PONDERADO DE LAS PRESTACIONES CORRESPONDIENTES A LAS CARACTERÍSTICAS QUE DEFINEN EL NIVEL DE SERVICIO DE LAS MARCAS VIALES PERMANENTES - COLOR BLANCO (NORMA UNE-EN 1436).

| | | | | |
|--------------------------------------|---|-----------------------------|----------------------------|------------------------------|
| R _L - (a) | En seco (R) | R _L < 100 | 100 ≤ R _L < 150 | R _L ≥ 150 |
| | En condiciones de humedad (RW) ^{***} | R _L < 25 | 25 ≤ R _L < 35 | R _L ≥ 35 |
| | Bajo lluvia (RR) ^{***} | R _L < 25 | 25 ≤ R _L < 35 | R _L ≥ 35 |
| Qd* - (b) | | Qd < 100 | 100 ≤ Qd < 130 | Qd ≥ 130 |
| Qd** - (b) | | Qd < 130 | 130 ≤ Qd < 160 | Qd ≥ 160 |
| (x,y) - (c) | | Fuera del polígono de color | - | Dentro del polígono de color |
| SRT - (d) | | SRT < 45 | 45 ≤ SRT < 50 | SRT ≥ 50 |
| Valor ponderado de la característica | | 0 | 3 | 9 |

| Coordenadas cromáticas (x,y) - color blanco | | | | |
|---|-------|-------|-------|---|
| 1 | 2 | 3 | 4 | |
| 0,355 | 0,305 | 0,285 | 0,335 | x |
| 0,355 | 0,305 | 0,325 | 0,375 | y |

| Color BLANCO | a | b | c | d |
|--|-----|-----|-----|-----|
| Marcas viales longitudinales | 40% | 25% | 20% | 15% |
| Pasos de peatones y líneas de parada, cebreados y símbolos | 15% | 20% | 25% | 40% |

* Valor medido sobre pavimento asfáltico.

** Valor medido sobre pavimento de hormigón.

*** Exigible, únicamente, caso de así estimarse necesario, a efectos del ensayo de durabilidad (cuadro 47.13.1).

CUADRO 47.13.4 (B)

VALOR PONDERADO DE LAS PRESTACIONES CORRESPONDIENTES A LAS CARACTERÍSTICAS QUE DEFINEN EL NIVEL DE SERVICIO DE LAS MARCAS VIALES DE COLOR AMARILLO - USO PERMANENTE Y TEMPORAL (NORMA UNE-EN 1436).

| | | | | |
|--------------------------------------|----------------------------------|-----------------------------|---------------------------|------------------------------|
| R _L - (a) | En seco (R) | R _L < 80 | 80 ≤ R _L < 100 | R _L ≥ 100 |
| | En condiciones de humedad (RW)** | R _L < 25 | 25 ≤ R _L < 35 | R _L ≥ 35 |
| | Bajo lluvia (RR)** | R _L < 25 | 25 ≤ R _L < 35 | R _L ≥ 35 |
| Qd* - (b) | | Qd < 80 | 80 ≤ Qd < 100 | Qd ≥ 100 |
| (x,y) - (c) | | Fuera del polígono de color | - | Dentro del polígono de color |
| SRT - (d) | | SRT < 45 | 45 ≤ SRT < 50 | SRT ≥ 50 |
| Valor ponderado de la característica | | 0 | 3 | 9 |

| Coordenadas cromáticas (x,y) - color amarillo | | | | |
|---|-------|-------|-------|---|
| 1 | 2 | 3 | 4 | |
| 0,443 | 0,545 | 0,465 | 0,389 | x |
| 0,399 | 0,454 | 0,534 | 0,431 | y |

| Color AMARILLO | a | b | c | d |
|--|-----|-----|-----|-----|
| Marcas viales longitudinales | 40% | 25% | 20% | 15% |
| Pasos de peatones y líneas de parada, cebreados y símbolos | 15% | 20% | 25% | 40% |

* Valor medido sobre pavimento asfáltico o de hormigón.

** Exigible, únicamente, caso de así estimarse necesario, a efectos del ensayo de durabilidad (cuadro 47.13.1).

CUADRO 47.13.4 (C)

VALOR PONDERADO DE LAS PRESTACIONES CORRESPONDIENTES A LAS CARACTERÍSTICAS QUE DEFINEN EL NIVEL DE SERVICIO DE LOS SÍMBOLOS MULTICOLOR PREFORMADOS (COMBINACIÓN DE NEGRO, ROJO, AZUL Y BLANCO: AL MENOS, DOS COLORES), APLICADOS COMO MARCAS VIALES PERMANENTES (NORMA UNE-EN 1436).

| R _L - (a) (Valor medio del símbolo) | En seco (R) | R < 80 | 80 ≤ R < 100 | R ≥ 100 |
|---|--|---------|---------------|--|
| | En condiciones de humedad (RW)(Valor medio del símbolo)* | RW < 25 | 25 ≤ RW < 35 | RW ≥ 35 |
| | Bajo lluvia (RR)(Valor medio del símbolo)* | RR < 25 | 25 ≤ RR < 35 | RR ≥ 35 |
| (x,y) - (b) | Algún color fuera del polígono de color | | - | Todos los colores dentro del polígono de color |
| SRT - (d) Valor medio del símbolo | SRT < 45 | | 45 ≤ SRT < 50 | SRT ≥ 50 |
| Valor ponderado de la característica | 0 | | 3 | 9 |

* Exigible, únicamente, caso de estimarse necesario, a efectos del ensayo de durabilidad (cuadro 47.13.1).

| | a | b | d |
|--|-----|-----|-----|
| Símbolos multicolor preformados (combinación de negro, rojo, azul y blanco: al menos, dos colores) | 15% | 40% | 45% |

| Coordenadas de los vértices del polígono de color | | 1 | 2 | 3 | 4 |
|---|---|-------|-------|-------|-------|
| Color BLANCO | x | 0,355 | 0,305 | 0,285 | 0,335 |
| | y | 0,355 | 0,305 | 0,325 | 0,375 |
| Color ROJO | x | 0,650 | 0,490 | 0,480 | 0,620 |
| | y | 0,310 | 0,310 | 0,340 | 0,350 |
| Color AZUL | x | 0,250 | 0,180 | 0,130 | 0,250 |
| | y | 0,230 | 0,165 | 0,270 | 0,310 |
| Color NEGRO | x | 0,355 | 0,305 | 0,285 | 0,335 |
| | y | 0,355 | 0,305 | 0,325 | 0,375 |

08.- La verificación de las prestaciones de cada una de las características que conforman el Nivel de Servicio de la marca vial ha de realizarse por un laboratorio acreditado por ENAC, a excepción de la evaluación del Coeficiente de Luminancia Retrorreflejada mediante equipos

dinámicos para la cual no será exigible dicha acreditación, si bien habrá de llevarse a cabo por un laboratorio de reconocido prestigio en este campo.

6.- EJECUCIÓN

6.1.- Consideraciones generales

01.- La aplicación de la marca vial debe realizarse de conformidad con las instrucciones del Fabricante de acuerdo con las dosificaciones del sistema de señalización horizontal (pintura, termoplástico de aplicación en caliente, plástico de aplicación en frío y materiales de post-mezclado), o marca vial preformada, sometido a ensayo de durabilidad (norma UNE-EN 13197).

02.- Por su parte, la maquinaria y equipos empleados para la aplicación (automática) de los materiales utilizados en la construcción de las marcas viales, deberán ser capaces de aplicar y controlar automáticamente las dosificaciones requeridas y conferir una homogeneidad a la marca vial tal que garantice las prestaciones requeridas, para cada una de sus características de servicio, a lo largo de la misma.

03.- Se atenderá en todos los casos a que las marcas viales ejecutadas no provoquen la retención y formación de una película de agua sobre el pavimento, debiendo preverse en su diseño los pertinentes sistemas para su drenaje.

6.2.- Seguridad y señalización de las obras

01.- Se atenderá lo indicado al efecto en el PG-3, Artículo 700 "Marcas viales".

6.3.- Preparación de la superficie existente

01.- Se atenderá en general lo indicado al efecto en el PG-3, Artículo 700 "Marcas viales".

02.- De manera específica, la nueva marca vial deberá ser compatible con el sustrato (pavimento o marca vial antigua: apartado 4.3. de este artículo); en caso contrario, deberá efectuarse el tratamiento superficial más adecuado a juicio de la Dirección de las Obras.

6.4.- Eliminación de las marcas viales existentes

01.- Cuando resulte necesario proceder a la eliminación de las marcas viales existentes y/o a su enmascaramiento (por razones de temporalidad en el caso de este último), dichas operaciones se realizarán de acuerdo con el informe técnico UNE-CEN/TR 16958 IN.

02.- Para la eliminación de marcas viales, queda expresamente prohibido el empleo de decapantes, así como los procedimientos térmicos. Se deberán utilizar, en cualquier caso, métodos de eliminación/borrado de las marcas viales que no alteren sustancialmente la textura superficial y la rugosidad del pavimento; por ejemplo: microfresado (mediante la utilización de sistemas fijos rotatorios o flotantes horizontales), o hidrofresado.

03.- Por su parte, solo se permitirá el enmascaramiento de marcas viales existentes mediante pintado en color negro en situaciones provisionales excepcionales y de muy corta duración.

04.- La Dirección de las obras y/o del Área competente del Ayuntamiento de Madrid deberá autorizar expresamente el método de borrado, o de enmascaramiento, de las marcas viales existentes propuesto por el Contratista.

6.5.- Maquinaria de puesta en obra

01.- Se atenderá en general lo indicado al efecto en el PG-3, Artículo 700 "Marcas viales".

6.6.- Premarcado

01.- Con anterioridad a la aplicación la marca vial, se realizará su replanteo para asegurar la adecuada ejecución y acabado de los trabajos. Cuando no exista ningún tipo de referencia adecuado, se creará una línea de referencia continua o de puntos, a una distancia no superior a cincuenta centímetros (50 cm) entre puntos consecutivos medidos en el eje de la marca vial.

6.7.- Limitaciones a la ejecución

01.- La ejecución de la marca vial se realizará, salvo prescripción en contra por parte del Fabricante, cuando la temperatura del sustrato (sea éste el pavimento o una marca vial antigua), sea superior en al menos cinco grados Celsius (5°C) al punto de rocío.

02.- La aplicación asimismo no podrá realizarse, si el pavimento está húmedo, o la temperatura ambiente no está comprendida entre cinco y cuarenta grados Celsius (5°C a 40°C).

03.- Tampoco podrá llevarse a cabo la aplicación si la velocidad del viento fuese superior a veinticinco kilómetros por hora (25 Km/h).

04.- En caso de superarse estos límites, la Dirección de las Obras podrá no obstante autorizar la ejecución condicionada a la utilización de equipos de calentamiento y secado de eficacia previamente comprobada en la obra, y se haya obtenido la preceptiva aprobación del Fabricante.

7.- CONTROL DE CALIDAD

7.1.- Sistema de calidad

01.- Los materiales empleados en la construcción de las marcas viales, junto con las propias marcas viales, conforman un sistema (Figura 47.13.1) apoyado en las especificaciones técnicas (tanto nacionales como europeas) a emplear en la verificación de las prestaciones (control de calidad), por un laboratorio acreditado por ENAC (Entidad Nacional de Acreditación) , de los materiales que van a ser utilizados en las obras de señalización horizontal, de su aplicación y de las marcas viales aplicadas durante el período de garantía y/o la duración de un contrato de conservación.

02.- La implementación efectiva del mencionado sistema de calidad exige:

- Con respecto a los productos de señalización horizontal empleados en la construcción de marcas viales: el "marcado CE", siempre que se disponga de la correspondiente especificación técnica europea. En cualquier caso, el Fabricante deberá acreditar la conformidad de los materiales suministrados con relación a las características físicas exigidas a los mismos, así como disponer de la correspondiente Declaración que

permita, caso de considerarse necesaria, la identificación de dichos materiales (Cuadro 27.62.6).

- Con respecto a los laboratorios empleados para el control de calidad: de acuerdo con lo especificado al respecto en los artículos 27.62 y 47.13, la acreditación ENAC para realizar los ensayos que se incluyen en cada fase del mencionado control.

En ese sentido, con el fin de optimizar los recursos destinados al control de calidad de las obras y conseguir que resulte lo más eficiente y eficaz posible, la toma de muestras de los materiales (tanto del acopio como durante su puesta en obra, para el control de las dosificaciones), así como la medida del Coeficiente de Luminancia Retrorreflejada (o Retrorreflexión) mediante un equipo dinámico, podrá realizarse por una entidad de ensayo con reconocida experiencia en este campo, sin necesidad de que se encuentre acreditada, para dichas actividades, por ENAC.

- Por su parte, el control de calidad de las obras de señalización horizontal incluirá el de los materiales suministrados a la obra, el de la ejecución y el correspondiente al Nivel de Servicio (NS) de las marcas viales aplicadas, conformando un proceso racional, eficiente y concatenado tal que:
 - a) Garantice que los materiales que van a aplicarse se corresponden con los ofertados por el Contratista para cumplir las prestaciones (NS) exigidas a las marcas viales;
 - b) Que la maquinaria empleada, en el caso de aplicación automática, es la adecuada para la puesta en obra de los materiales que conforman la marca vial;
 - c) Que la puesta en obra de dichos materiales se realiza sin desviaciones en las dosificaciones, con respecto a las instrucciones del Fabricante, más allá de las tolerancias definidas en los correspondientes ensayos de verificación (de las mencionadas dosificaciones);
 - d) Y que las marcas viales proporcionan, durante el periodo de garantía y/o en el marco de un contrato de conservación, el Nivel de Servicio exigido.

FIGURA 47.13.1

SISTEMA DE CALIDAD DE LAS MARCAS VIALES



7.2. Implementación del control de calidad

7.2.1.- Consideraciones generales

01.- El control de calidad de las obras de señalización horizontal incluirá el de los materiales suministrados a la obra, el de la ejecución y el correspondiente al Nivel de Servicio (NS) de las marcas viales, conformando un proceso de tres fases (Figura 47.13.1) de implementación consecutiva:

- Fase 1 - Antes de la aplicación: verificación de los materiales y de la maquinaria (caso de aplicación automática) a emplear en la construcción de las marcas viales.
- Fase 2 - Durante la aplicación: control de las dosificaciones de los diferentes materiales utilizados en la construcción de las marcas viales, según el ensayo de durabilidad (norma UNE-EN 13197) y de acuerdo con las instrucciones del Fabricante.
- Fase 3 - De las marcas viales aplicadas: verificación sistemática del Nivel de Servicio de las marcas viales aplicadas, objeto de las obras y/o sujetas a contrato de conservación.

7.3.- Fase 1: Control de calidad antes de la aplicación

7.3.1.- Con respecto a los materiales

01.- A la entrega de cada suministro, el Contratista pondrá a disposición de la Dirección de las Obras (por vía telemática o en papel) la siguiente información:

- Nombre y dirección de la empresa suministradora.
- Identificación del Fabricante.
- Designación de la marca comercial de los productos.
- Identificación de los lotes (referencia) de cada uno de los productos suministrados.
- Fecha de fabricación.
- Declaraciones y certificados acreditativos correspondientes a cada uno de los productos, según lo indicado en el artículo 27.62 "SEÑALIZACIÓN HORIZONTAL: MATERIALES A EMPLEAR EN MARCAS VIALES" (Cuadro 27.62.6).

02.- Por su parte, la Dirección de las Obras:

- **Comprobará, mediante la correspondiente revisión documental**, para cada lote de los materiales de señalización horizontal suministrados por el Fabricante y antes de su aplicación por parte del Contratista, que la información incluida en la documentación exigida para acreditar e identificar a dichos materiales (Art. 27.62./ Cuadro 27.62.6): (1) se corresponde con la proporcionada por el Contratista adjudicatario de las obras; y (2) permite concluir el cumplimiento, por parte de dichos materiales, de las prestaciones exigidas para sus características físicas, así como las correspondientes al ensayo de durabilidad, establecidas en el presente procedimiento.

- Y, opcionalmente, a partir de una muestra representativa de los materiales a emplear (obtenida de acuerdo con la norma UNE-EN 13459), **ordenará la verificación**, mediante la realización de los ensayos correspondientes en un laboratorio acreditado por ENAC, de las **características físicas** de los materiales (siempre que éstos no dispongan de “marcado CE”) así como de las relativas a su **identificación**.

03.- Sin perjuicio de lo anterior, si se detectara alguna anomalía durante el transporte, almacenamiento o manipulación de los productos, la Dirección de las Obras podrá ordenar, antes de su puesta en obra, la realización, en un laboratorio acreditado por ENAC, de las comprobaciones que, de acuerdo con el presente procedimiento, estime oportunas.

7.3.2.- Con respecto a la maquinaria y equipos de puesta en obra

01.- Antes de iniciarse la puesta en obra de los materiales que van a conformar la marca vial, se procederá a realizar el ajuste de la maquinaria y equipos correspondientes para determinar los parámetros de aplicación, conforme a lo indicado en la norma UNE 135277-1.

02.- Las máquinas y equipos de puesta en obra se clasificarán y caracterizarán según lo especificado en la norma UNE 135277-1. Por su parte, los ensayos de los requisitos asociados a cada clase y característica se llevarán a cabo de acuerdo con lo especificado en la norma UNE 135277-2.

03.- Las máquinas (excepto para el caso de los termoplásticos) estarán equipadas de bombas volumétricas y de registros automáticos de las condiciones de aplicación, salvo expresa autorización en contra de la Dirección de las Obras.

04.- Dispondrán, también, de termómetro de temperatura ambiente, higrómetro, termómetro de superficie (de contacto o de infrarrojos.), velocímetro con apreciación de una décima de kilómetro por hora (0,1 Km/h), así como de todos aquellos elementos que, en su caso, sean exigibles por razones de seguridad tanto de sus componentes como de los vehículos que circulen por la vía pública. Dichos elementos, a fin de permitir su posterior verificación (según norma UNE 135277-1), deberán estar perfectamente identificados.

05.- El cumplimiento de los requisitos exigidos a la maquinaria y equipos de puesta en obra, se acreditará mediante la presentación de la documentación (Declaración del Contratista) que corresponda a cada una de las máquinas y equipos a utilizar. Dicha documentación incluirá, como mínimo, la siguiente información:

- Ficha técnica de cada máquina, de acuerdo al modelo descrito en el Anexo A de la norma UNE 135277-1.
- Requisitos asociados a cada clase de máquina, conforme a los ensayos descritos en la norma UNE 135277-2.
- Identificación de los elementos de la máquina, que son objeto de verificación y sus curvas de caudal, según la norma UNE 135277-1.

06.- El número, clase y sistema de dosificación de la maquinaria y equipos de puesta en obra para la ejecución de la marca vial, se determinará de acuerdo con los criterios descritos en la norma UNE 135277-1.

7.4.- Fase 2: Durante la aplicación

01.- Esta fase del control de calidad tiene por objeto, por un lado, comprobar que los materiales se están aplicando, de acuerdo con las instrucciones del Fabricante; y, por otro lado, verificar que las dosificaciones empleadas para construir la marca vial se corresponden con las especificadas en el ensayo de durabilidad (UNE-EN 13197) pertinente.

02.- Consecuentemente, tanto para garantizar que las marcas viales construidas proporcionan un adecuado Nivel de Servicio, como para trazar la causalidad de una posible falta de prestaciones en las mismas (por deficiencias durante la aplicación), en ningún caso:

- Podrá utilizarse maquinaria y/o equipo de puesta en obra alguno que no haya sido previamente aprobado por la Dirección de las Obras.
- Podrán utilizarse materiales que presenten algún tipo de alteración o deterioro, que no hayan sido almacenados y conservados en condiciones adecuadas, o cuya fecha de fabricación sea anterior en más de doce (12) meses a la de su puesta en obra.

03.- No obstante, la Dirección de las Obras podrá fijar otros períodos de tiempo superiores siempre que, de acuerdo con las instrucciones del Fabricante, las condiciones de conservación y de almacenamiento hayan sido las adecuadas.

04.- Diariamente, el Contratista facilitará a la Dirección de las Obras un parte de ejecución y de obra en el que deberá figurar, al menos, la siguiente información:

- Marca comercial y dosificación de los productos aplicados.
- Tipo y dimensiones de la marca vial.
- Localización y referenciación sobre el pavimento de las marcas viales.
- Fecha de aplicación.
- Cualquier observación e incidencia que, a juicio del Contratista, pudiera influir en la vida útil o en el Nivel de Servicio de las marcas viales aplicadas: tales como, la temperatura (ambiente y del pavimento) y la humedad relativa durante la aplicación de los materiales.

05.- Durante la aplicación de los materiales que forman parte de la unidad de obra, y al menos una vez al mes (para el caso de contratos de conservación), la Dirección de las Obras ordenará la toma de muestras pertinentes, para verificar que las dosificaciones empleadas para construir la marca vial se corresponden con las especificadas en el ensayo de durabilidad pertinente (norma UNE-EN 13197).

06.- Complementariamente, la Dirección de las Obras podrá ordenar la realización de los pertinentes ensayos de identificación, para verificar que los materiales que están siendo aplicados coinciden con los ofertados por el Contratista adjudicatario de las obras. En caso de ordenarse dicha identificación, la toma de muestras se realizará de acuerdo con la norma UNE-EN 13459.

06.- Realizadas las comprobaciones que se enuncian en los párrafos anteriores, el control de las dosificaciones de los materiales empleados en la construcción de la marca vial se llevará a cabo:

7.4.1.- *Para marcas viales longitudinales aplicadas mediante maquinaria o equipo automático de puesta en obra.*

01.- La toma de muestras se realizará in situ, directamente del dispositivo de aplicación de la máquina. Para ello, se colocarán en cada uno de los tramos de control seleccionados, a lo largo de la línea por donde haya de pasar la máquina, quince (15) pares de bandejas. Se cuidará de que al paso de la máquina por los elementos de control se mantengan las condiciones de trabajo reales, previamente comprobadas.

Dichas bandejas, que podrán ser metálicas, de silicona o de otro material apropiado para la toma de muestras, serán indeformables y de dos décimas de milímetro (0,2 mm) de espesor. En general, serán rectangulares de treinta por quince milímetros (30 x 15 mm) para cualquier tipo de marca vial longitudinal y de cuarenta por quince milímetros (400 x 150 mm) cuando se trate de una marca vial de ancho superior a veinte centímetros (20 cm), así como en delimitación de carriles especiales.

02.- En cada tramo de control seleccionado, se intercalarán, cada doscientos a trescientos metros (200 a 300 m), los quince (15) pares de bandejas dejando un espacio de separación entre las dos bandejas de un mismo par de, aproximadamente, diez metros (10 m).

03.- Sobre la primera de ellas, referenciada con la letra E, circulará la máquina aplicando de forma normal el material base (pintura, termoplástico de aplicación en caliente y plástico de aplicación en frío) y los materiales de post-mezclado. Al llegar a la segunda bandeja, referenciada con la letra P, la máquina circulará sin detenerse ni frenar, pero con el paso de materiales de post-mezclado cerrado, el cual se abrirá de nuevo una vez sobrepasada la bandeja.

04.- Tan pronto como la máquina haya pasado se retirarán las bandejas, teniendo la precaución de que el curado de los materiales, cuya dosificación va a determinarse, se realice en las mismas condiciones que la marca vial, procediéndose a recubrir inmediatamente la zona en cuestión con materiales del mismo tipo.

05.- En el caso marcas viales de color naranja, rojo, azul y verde, al no prescribirse un determinado Nivel de Servicio para éstas, el control de la dosificación de las pinturas empleadas en su construcción se realizará, únicamente, mediante 15 bandejas referenciadas con la letra P.

06.- Llevada a cabo la toma de muestras, se tomará como valor representativo de los rendimientos (dosificaciones) de los materiales aplicados en cada zona de control la media de los valores encontrados para cada dosificación (material base y de post-mezclado) en los quince pares de bandejas correspondientes.

07.- Una vez que se haya constatado el curado de los materiales, las dosificaciones correspondientes se determinarán:

- Para plásticos de aplicación en frío y termoplásticos de aplicación en caliente, por diferencia de la bandeja P con su tara.
- Para microesferas de vidrio y/o áridos antideslizantes, por diferencia de pesada entre cada pareja de bandejas E y P, restando previamente a cada una de ellas su tara.

- En pinturas, la dosificación en pintura húmeda se obtendrá, a partir de la dosificación que determine la correspondiente bandeja P, mediante la adecuada corrección por la materia fija, la cual habrá sido previamente determinada.

08.- En el caso de marcas viales longitudinales preformadas, en cada uno de los tramos de obra donde estén siendo utilizadas, se tomarán muestras de longitud mínima un metro (1 m) de acuerdo con lo establecido en la norma UNE 135204.

7.4.2.- *Para marcas viales no longitudinales: pasos de peatones y líneas de parada, cebreados y símbolos (aplicación manual).*

01.- Antes de aplicarse los materiales, se pesarán los envases llenos (G_2 , en gramos), conteniendo la totalidad de cada uno de los productos a emplear. Una vez finalizada la aplicación, se determinará la superficie cubierta por la marca vial (área A, en cm^2), que se corresponderá con la de la figura geométrica de menor área que circunscriba a dicha marca, y se pesarán los envases de material vacíos (G_1 , en gramos); para la determinación de los valores correspondientes a G_1 y G_2 , se empleará una balanza de una décima de gramo de precisión (0,1 g).

02.- Por su parte, el rendimiento de los materiales empleados en la construcción de la marca vial (Gmv), expresado en gramos por centímetro cuadrado (g/cm^2), se obtendrá mediante la siguiente expresión:

$$G_{mv} (\text{g}/\text{cm}^2) = [(G_2 - G_1)/A]$$

7.4.3.- Para marcas viales preformadas longitudinales y no longitudinales (señalización de obras) y símbolos multicolor (señalización permanente).

01.- Se tomará como muestra representativa un área equivalente de 0,75 m^2 ; y, específicamente para las marcas viales longitudinales, con una anchura mínima de 0,10 m y una longitud adecuada para permitir la realización de los ensayos de verificación de las prestaciones y de identificación especificados en los Cuadros 27.62.3, 27.62.4 y 27.62.6(B), del Artículo 27.62 “SEÑALIZACIÓN HORIZONTAL: MATERIALES A EMPLEAR EN MARCAS VIALES”, respectivamente.

7.5.- Fase 3: De las marcas viales aplicadas

01.- Al finalizar las obras, y antes de cumplirse el período de garantía o bien durante la duración del correspondiente contrato de mantenimiento, se llevarán a cabo, por medio de un laboratorio acreditado por ENAC, controles periódicos de las características de las marcas viales con el fin de determinar in situ, de acuerdo con el apartado 5.2 de este artículo, su Nivel de Servicio

02.- El Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares fijará la frecuencia relativa al control del Nivel de Servicio de las marcas viales, que se realizará:

Para la señalización permanente,

- dentro del periodo de treinta (30) días, tras la finalización de las obras,
- y, al menos, cada seis (6) meses contabilizados desde la aplicación de la marca vial o en el marco de un contrato de conservación.

Para la **señalización de obra** (aplicable, exclusivamente, a las obras cuya duración prevista sea, como mínimo, cuatro (4) semanas),

- transcurridas, como máximo, una semana desde la aplicación de las marcas viales.
- y, periódicamente, cada cuatro (4) semanas contabilizadas desde la fecha en que se lleva a cabo el primer control de calidad, de las marcas viales aplicadas.

03.- La Dirección de las Obras, en el uso de sus atribuciones, podrá exigir en cualquier momento la realización de comprobaciones sobre las características de las marcas viales, las veces que considere oportunas, dentro del período de garantía y/o en el contexto de los contratos de conservación.

04.- El control de calidad de las marcas viales podrá realizarse de forma puntual, con equipos portátiles (mediante muestreo realizado de acuerdo con la norma UNE 135204), o de manera continua con equipos dinámicos de alto rendimiento (norma UNE-EN 1436), pudiendo emplearse complementariamente ambos métodos. Por su parte, las características a evaluar serán las especificadas en el Cuadro 47.13.5. Ha de tenerse en cuenta que, en el ámbito de este artículo, para la evaluación de las prestaciones de las características que conforman el Nivel de Servicio de las marcas viales mediante equipos dinámicos, no se exigirá la acreditación por ENAC del laboratorio encargado de llevarlas a cabo, si bien los laboratorios encargados de dicho control deberán poseer una reconocida experiencia en este campo.

05.- El Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares, o en su defecto la Dirección de las Obras, deberá especificar la frecuencia, así como cuál de los dos métodos, o su combinación, deberá emplearse para llevar a cabo dicho control de calidad.

CUADRO 47.13.5

CARACTERÍSTICAS DE SERVICIO DE LAS MARCAS VIALES A EVALUAR DURANTE EN PERÍODO DE GARANTÍA O EN EL MARCO DE LOS CONTRATOS DE CONSERVACIÓN (NORMA UNE-EN 1436)

| Tipo de marca vial | Parámetro de medida | | | |
|---|--|---|--------------------------------|--|
| | Coefficiente de Luminancia Retrorreflejada, o Retrorreflexión (R_L en seco) | Coefficiente de Luminancia bajo iluminación difusa (Q_d en seco) | Color (coordenadas cromáticas) | Coefficiente de resistencia al deslizamiento (valor SRT) |
| Marcas viales longitudinales | X (1) | X | X | X |
| Marcas viales no longitudinales: pasos de peatones y líneas de parada, cebreados y símbolos | X | X | X | X |
| Símbolos multicolor preformados | X | X | X | X |
| (X) Parámetros, medidos con equipo portátil, que conforman el Nivel de Servicio de las marcas viales. | | | | |
| (1) Parámetro con posibilidad de medida tanto con equipo portátil, como dinámico. | | | | |

06.- Cuando por razones de seguridad y/o por cualquier otro motivo no puedan evaluarse todas y cada una de las características que conforman el Nivel de Servicio de las marcas viales aplicadas (Cuadro 47.13.5), se verificará:

- Para las marcas viales longitudinales, el nivel de prestación correspondiente al Coeficiente de Luminancia Retrorreflejada o Retrorreflexión (R_L en seco) y al Coeficiente de Luminancia bajo iluminación difusa (Q_d en seco);
- Para marcas viales no longitudinales (pasos de peatones y líneas de parada, cebreados y símbolos), el nivel de prestación relativo al Coeficiente de resistencia al deslizamiento (valor SRT).
- Para símbolos multicolor preformados, las coordenadas cromáticas de cada uno de los colores y el nivel de prestación relativo al Coeficiente de resistencia al deslizamiento (valor SRT medio, del símbolo).

7.6.- Criterios de aceptación o rechazo.

7.6.1.- Antes de la aplicación.

01.- Se rechazarán todos los materiales de señalización horizontal de un mismo lote, suministrados, que:

- Realizada la comprobación (mediante la pertinente revisión documental) de la información incluida en la documentación exigida para acreditar e identificar dichos materiales, de acuerdo con lo especificado al respecto en este procedimiento (Art. 27.62/Cuadro 27.62.6), no se corresponda con la presentada por el Contratista adjudicatario de las obras y/o no permita concluir que se cumplen las prestaciones exigidas para las características físicas y para el ensayo de durabilidad de dichos materiales;
- Y/o, caso de haberse realizado, no se cumplen los requisitos y tolerancias establecidos para los ensayos de identificación en la norma UNE-EN 12802.

02.- Los lotes que hubieran sido rechazados, podrán ser presentados a una nueva inspección, con sus correspondientes ensayos de control de calidad, previa acreditación por parte del suministrador, a través del Contratista, de que se han eliminado todas las partidas defectuosas o se han corregido sus defectos.

03.- La Dirección de las Obras, en el marco de sus atribuciones, podrá exigir que las nuevas unidades sean sometidas a los correspondientes ensayos de control de calidad.

04.- Asimismo, no podrá utilizarse ninguna maquinaria y equipo de puesta en obra (de los materiales de señalización horizontal) que no haya sido previamente aprobado por la Dirección de las Obras, de acuerdo con lo especificado en el presente procedimiento.

7.6.2.- Durante la aplicación.

01.- Se rechazarán todas las marcas viales de un mismo lote si en las correspondientes comprobaciones a las que se hace referencia en el apartado 7.4 de este artículo, se da cualquiera de los siguientes supuestos:

- Que la maquinaria y equipo de puesta en obra utilizado en la construcción de las marcas viales no haya sido aprobado, previamente, por la Dirección de las Obras.
- Que los materiales que están siendo aplicados hayan sido fabricados con más de doce (12) meses de antelación, con respecto a su puesta en obra, y/o hayan sido puestos en obra a pesar de presentar signos de alteración o deterioro.
- Que la aplicación de los materiales se haya realizado contraviniendo las instrucciones del Fabricante y/o bajo condiciones ambientales (temperatura del sustrato, temperatura ambiente, humedad del pavimento y velocidad del viento) que no aconsejen su puesta en obra.
- Que el Contratista no haya facilitado (a la Dirección de las Obras) el parte diario de ejecución y de obra correspondiente al tramo (de obra) en cuestión.

02.- Asimismo, se rechazarán también todas las marcas viales de un mismo lote, si en los correspondientes controles de dosificación se da alguno de los siguientes supuestos:

- El valor medio de las dosificaciones obtenidas es inferior al especificado en el correspondiente ensayo de durabilidad (norma UNE-EN 13197).
- La dispersión de los valores obtenidos sobre las dosificaciones aplicadas, expresada como coeficiente de variación, supera el veinte por ciento (20%).
- Y, caso de haberse ordenado la identificación de los materiales que están siendo aplicados, éstos no coinciden con los ofertados por el Contratista.

7.6.3.- *Durante el periodo de garantía, o en el marco de los contratos de conservación.*

01.- se rechazarán:

- Todas las **marcas viales permanentes (de color blanco y amarillo)**, tanto longitudinales como no longitudinales (pasos de peatones y líneas de parada, cebreados y símbolos) cuyo Nivel de Servicio (Cuadros 47.13.4(A) y 47.13.4 (B)) sea igual o inferior a 1.0 (**NS \leq 1.0**).

Asimismo, se rechazarán aquellas marcas viales permanentes que, a pesar de presentar un Nivel de Servicio superior a 1.0 (**NS > 1.0**), registren cualquiera de las prestaciones que se definen en el Cuadro 47.13.6:

CUADRO 47.13.6

CONDICIONES SUFICIENTES PARA EL RECHAZO DE LAS MARCAS VIALES PERMANENTES (COLOR BLANCO Y AMARILLO).

| | COLOR BLANCO | COLOR AMARILLO |
|---|------------------|-----------------|
| Marcas viales longitudinales | Qd (en seco)<100 | Qd (en seco)<80 |
| | Rl (en seco)<100 | Rl (en seco)<80 |
| Marcas viales no longitudinales: pasos de peatones y líneas de parada, isletas y símbolos | SRT<45 | SRT<45 |

Cuando no sea posible evaluar todas las características que conforman dicho Nivel de Servicio, para cada tipo de marca vial: (1) se evaluarán las características especificadas en el Cuadro 47.13.6; y (2) se rechazarán las marcas viales permanentes que registren cualquiera de las prestaciones definidas en dicho cuadro.

- Todas las **marcas viales de empleo temporal (color amarillo)**, tanto longitudinales como no longitudinales (pasos de peatones y líneas de parada, cebreados y símbolos) cuyo Nivel de Servicio (Cuadro 47.13.4 (B)) sea igual o inferior a 1.0 (**NS ≤ 1.0**).

Asimismo, se rechazarán aquellas marcas viales temporales que, a pesar de presentar un Nivel de Servicio superior a 1.0 (**NS > 1.0**), registren cualquiera de las prestaciones que se definen en el Cuadro 47.13.7:

CUADRO 47.13.7

CONDICIONES SUFICIENTES PARA EL RECHAZO DE LAS MARCAS VIALES DE EMPLEO TEMPORAL (COLOR AMARILLO).

| | COLOR AMARILLO |
|---|-----------------|
| Marcas viales longitudinales | Qd (en seco)<80 |
| | Rl (en seco)<80 |
| Marcas viales no longitudinales: pasos de peatones y líneas de parada, isletas y símbolos | SRT<45 |

Cuando no sea posible evaluar todas las características que conforman dicho Nivel de Servicio, para cada tipo de marca vial: (1) se evaluarán las características especificadas en el Cuadro 47.13.7; y (2) se rechazarán las marcas viales de empleo temporal que registren cualquiera de las prestaciones definidas en dicho cuadro.

- Todos los **símbolos multicolor preformados** (en los que se combinen, al menos, dos colores: negro, rojo, azul y blanco), que presenten evidentes deformaciones con respecto a sus dimensiones originales.

Así mismo, se rechazarán los símbolos multicolor preformados: (1) cuyo Nivel de Servicio (Cuadro 47.13.4(C)) sea igual o inferior a 1.0 (**NS ≤ 1.0**); o (2), que a pesar de presentar un Nivel de Servicio superior a 1.0 (**NS > 1.0**), registren cualquiera de las prestaciones que se definen en el Cuadro 47.13.8:

CUADRO 47.13.8

**CONDICIONES SUFICIENTES PARA EL RECHAZO DE LOS SÍMBOLOS MULTICOLOR
(MARCAS VIALES PERMANENTES).**

| | |
|------------------------------|---|
| Coordenadas cromáticas (x,y) | Fuera del polígono de color correspondiente, en alguno de los colores |
| Valor SRT medio, del símbolo | SRT<45 |

Cuando no sea posible evaluar todas las características que conforman dicho Nivel de Servicio: (1) se evaluarán las características especificadas en el Cuadro 47.13.8; y (2) se rechazarán los símbolos multicolor preformados que registren cualquiera de las prestaciones definidas en dicho cuadro.

02.- Las marcas viales (permanentes o temporales) que hayan sido rechazadas, de acuerdo con los criterios especificados en este apartado para cualquiera de las fases del procedimiento de control de calidad, serán repintadas de nuevo por el Contratista a su costa, y corresponderá a la Dirección de las Obras decidir si han de eliminarse antes de proceder a la nueva aplicación. Las nuevas marcas viales aplicadas serán sometidas, periódicamente, durante el período de garantía o en el marco de los contratos de conservación, a los ensayos de verificación de la prestación de sus características en base a lo especificado en el apartado 7.6 del presente artículo.

8.- RECEPCIÓN Y PERÍODO DE GARANTÍA

01.- El período de garantía mínimo de las marcas viales ejecutadas será fijado por el Pliego de Cláusulas Administrativas Particulares de la obra y/o en el contrato de conservación.

02.- En cualquier caso, no será nunca inferior a un (1) año, a partir de su fecha de aplicación.

03.- El periodo de garantía de las marcas viales se fijará en función de la posición de las mismas, del de material, y de cualquier otra cuestión que pueda incidir en su calidad y durabilidad, así como en la seguridad viaria.

04.- Durante el periodo de garantía, el Nivel de Servicio de las marcas viales aplicadas cumplirá con lo especificado en el apartado 7.6.3 del presente artículo.

9. MEDICIÓN Y ABONO

01.- El importe que percibirá el Contratista por las marcas viales aplicadas estará vinculado al cumplimiento de las prestaciones de servicio especificadas en el apartado 5.2 de este artículo, de acuerdo con el Nivel de Servicio que presenten las marcas viales durante su período de garantía de la obra, o durante el período de vigencia del correspondiente contrato de conservación.

02.- De acuerdo con lo indicado en el régimen económico del correspondiente Pliego de Cláusulas Administrativas Particulares, se fijará el porcentaje (sobre el total) a abonar de cada una de las unidades en las que pueda separarse la obra, en función del Nivel de Servicio que presenten las marcas viales que las conformen.

03.- Cuando las marcas viales sean de ancho constante se abonarán por metros lineales (m) realmente ejecutados, medidos en el eje de las mismas sobre el pavimento. En caso contrario, las marcas viales se abonarán por metros cuadrados (m²) realmente ejecutados, medidos sobre el pavimento.

04.- La eliminación de las marcas viales se abonará por metros cuadrados (m²) realmente eliminados, medidos sobre el pavimento. En caso de marcas viales de ancho constante y solo cuando el Cuadro de Precios así lo recoja, la eliminación de las marcas viales se abonará por metros (m) realmente ejecutados, medidos en el eje de las mismas sobre el pavimento. En cualquier caso, no se abonarán las operaciones necesarias para la preparación de la superficie de aplicación y/o de premarcado, que se incluirán en el abono de la marca vial aplicada.

05.- La medición y abono de microesferas de vidrio se realizará de acuerdo con lo indicado en la unidad de obra de que forme parte, no siendo objeto por tanto de abono independiente.

06.- Las marcas viales rechazadas, en ningún caso serán abonables por la Administración siendo, además, el Contratista responsable de los daños y perjuicios que por esta causa puedan derivarse para la Administración.

ARTÍCULO 47.14.- HITOS DE BALIZAMIENTO

1.- DEFINICIONES

01.- Este Artículo tiene por objeto determinar las características que deben cumplir los hitos de balizamiento fijos, así como los métodos de ensayo que permitan valorar sus características.

02.- El balizamiento es la delimitación realizada mediante elementos emergentes esbeltos anclados al pavimento, que se hace de una zona que, por motivos de seguridad y/u ordenación de tráfico, no puede ser transitada.

03.- Se consideran hitos de balizamiento, los hitos rígidos tipo H-50 y H-75, además de los hitos tipo A y B, de la Normalización de Elementos Constructivos para Obras de Urbanización del Ayuntamiento de Madrid.

04.- No se incluyen en este artículo las pilonas, los bolardos y las horquillas.

2.- REFERENCIA NORMATIVA

01.- UNE 135363 “Señalización vertical. Balizamiento. Balizas cilíndricas permanentes en material polimérico. Características, medidas y métodos de ensayo”.

02.- UNE-EN “12899-3 Señales verticales fijas de circulación. Parte 3: Delineadores y dispositivos retrorreflectantes”.

03.- UNE 135334 “Señalización vertical. Láminas retrorreflectantes con microesferas de vidrio. Características y métodos de ensayo”.

3.- CONDICIONES GENERALES

01.- El material que conforma estas balizas cumplirá con lo especificado en la norma UNE 135363. Las bandas y aplicaciones reflectantes cumplirán con lo especificado en la norma UNE 135334.

02.- El color del cuerpo de los hitos Tipo A, Tipo B, H-50 y H.75 será el indicado en la Normalización de Elementos Constructivos para Obras de Urbanización del Ayuntamiento de Madrid, o, en su defecto, por la Dirección Facultativa de las obras.

03.- El material que compone los hitos H-50 y H-75 es polietileno expandido.

04.- El material que compone los hitos Tipo A y Tipo B es polietileno rotomoldeado.

03.- Deberán ser anclados al pavimento, siempre siguiendo las instrucciones del fabricante.

04.- Cumplirán con lo establecido en la norma indicada en el presente artículo y deberán contar con el marcado de idoneidad CE.

4.- CONTROL DE CALIDAD

01.- Serán de aplicación los métodos de ensayo recogidos en la norma UNE 135363 "Señalización vertical. Balizamiento. Balizas cilíndricas permanentes en material polimérico. Características, medidas y métodos de ensayo".

02.- Asimismo y sin perjuicio de lo indicado en el párrafo anterior, todos los elementos regulados en el presente artículo deberán contar con el Marcado CE, cuya conformidad sobre las prestaciones declaradas asume el fabricante. De igual modo, se deberán acompañar de la Declaración de Prestaciones, las instrucciones de uso y la información de seguridad.

03.- En todo caso, se estará dispuesto a la legislación vigente en materia ambiental, de producción, almacenamiento, gestión y transporte de productos de la construcción, de residuos de construcción y demolición, de suelos contaminados y de seguridad y salud.

5.- RECEPCIÓN

01.- Cuando el material llegue a obra con Marcado CE que acredite el cumplimiento de las condiciones exigibles, la recepción podrá efectuarse comprobando solamente sus características aparentes. Deberá requerirse la declaración de prestaciones del fabricante.

02.- No obstante, la Dirección de la Obra podrá fijar los ensayos de recepción y su intensidad con objeto de comprobar las características del material.

6.- MEDICIÓN Y ABONO

01.- La medición y abono de los hitos de balizamiento se hará por unidades.

ARTÍCULO 47.15.- ELEMENTOS PARA TEMPLADO DE TRÁFICO

1.- DEFINICIONES

01.- Este Artículo tiene por objeto determinar las características que deben cumplir los elementos para templado de tráfico, es decir, aquellos elementos emergentes respecto de la rasante de la calzada de la circulación en la que son colocados, que tienen como objetivo una reducción de la intensidad y/o velocidad del tráfico rodado.

02.- Se consideran elementos del templado de tráfico a efectos del presente artículo las bandas transversales de alerta, los badenes (pasos de peatones elevados y lomos de asno) y los resaltes (reductores provisionales de velocidad).

03.- Bandas transversales de alerta: según la definición recogida en la orden FOM/3053/2008, son *“dispositivos modificadores de la superficie de rodadura de la calzada, cuyo objetivo es transmitir al conductor la necesidad de extremar la atención en su aproximación a un tramo en el que existen un riesgo vial superior al percibido subjetivamente, empleando para ello la transmisión de vibraciones o ruidos de su acción sobre el sistema de suspensión y amortiguación del vehículo”*.

04.- Los pasos de peatones elevados son badenes cuya zona de cruce en calzada conforma una plataforma elevada a cota de acera de sección trapezoidal, profiriendo al peatón un itinerario continuo sin cambios de nivel. Por el contrario, los vehículos deben acceder mediante rampas a la plataforma elevada.

05.- De igual modo, se contemplan badenes de sección circular, cuya longitud coincide con el ancho de la calzada y son de ancho reducido respecto de los anteriores. No tienen como aplicación el cruce de peatones. También son conocidos como “lomos de asno”.

06.- Por último, los resaltes o reductores de velocidad provisionales son bandas transversales elevadas de sección circular reducida, formadas por elementos prefabricados unidos entre sí, que ocupan total o parcialmente el ancho de la calzada.

2.- REFERENCIA NORMATIVA

01.- Orden FOM/3053/2008 por la que se aprueba la Instrucción Técnica para la instalación de reductores de velocidad y bandas transversales de alerta en carreteras de la Red de Carreteras del Estado.

3.- CONDICIONES GENERALES

3.1.- Bandas transversales de alerta (BTA)

01.- Serán de aplicación las prescripciones indicadas en la Orden FOM/3053/2008.

02.- De los tres grupos de bandas transversales que se indican en la orden mencionada, previa autorización del Área municipal competente o de la Dirección Facultativa de las obras, en su caso, se emplearán BTA:

- fresadas
- resaltadas
- a nivel

03.- El desnivel máximo que tendrá la banda resaltada será de 10 mm.

04.- Su disposición estará acorde a lo indicado en la Normalización de Elementos Constructivos para Obras de Urbanización del Ayuntamiento de Madrid, a las indicaciones de la Dirección Facultativa y las prescripciones indicadas en la Orden FOM/3053/2008.

3.2.- Badenes. Pasos de peatones elevados y lomos de asno

01.- En cuanto a su pavimentación, se atenderá a lo indicado en el Proyecto de Obras, a lo indicado por la Dirección Facultativa de las Obras y/o a lo indicado por el Servicio Técnico Municipal competente.

02.- La geometría y la señalización de ambos badenes cumplirán con lo indicado en la Normalización de Elementos Constructivos para Obras de Urbanización del Ayuntamiento de Madrid y en la Orden FOM/3053/2008.

3.3.- Resaltes o reductores de velocidad provisionales.

01.- Tendrán un uso temporal en tanto en cuanto no se ejecuten soluciones para minorar la velocidad de carácter definitivo.

02.- Estarán formados por elementos prefabricados, anclados al pavimento, que una vez ensamblados forman una banda continua.

03.- Generalmente, su acabado será en color negro y amarillo formando bandas transversales al eje de la calzada.

04.- Cumplirán con lo indicado en la Orden FOM/3053/2008.

4.- CONTROL DE CALIDAD

01.- En los elementos prefabricados, se deberá comprobar documental y visualmente que cumplen con los parámetros establecidos por el fabricante. De igual modo, seguirán las directrices dadas por la Dirección Facultativa en cuanto a colocación y geometría.

02.- En aquellos elementos ejecutados mediante la elevación del pavimento de calzada, se comprobará la idoneidad de los materiales que lo componen de acuerdo a los métodos de ensayos indicados en sus correspondientes artículos del presente Pliego. Se comprobará la geometría indicada por la Dirección Facultativa de las obras.

03.- En todo caso, se estará dispuesto a la legislación vigente en materia ambiental, de producción, almacenamiento, gestión y transporte de productos de la construcción, de residuos de construcción y demolición, de suelos contaminados y de seguridad y salud.

5.- RECEPCIÓN

01.- Cuando el material llegue a obra con Marcado CE, que documente el cumplimiento de las condiciones exigibles, en el caso de que el elemento disponga de esta acreditación, la recepción podrá efectuarse comprobando solamente sus características aparentes. En este supuesto, se deberá recabar la declaración de prestaciones del fabricante.

02.- No obstante, la Dirección de las Obras podrá fijar los ensayos de recepción y su intensidad con objeto de comprobar las características del material.

6.- MEDICIÓN Y ABONO

01.- La medición y abono de las bandas transversales de alerta se realizará por metro cuadrado, realmente ejecutado.

02.- La medición y abono de los badenes (pasos de peatones elevados y lomos de asno) realizados por elevación del pavimento se realizará por metro cuadrado realmente ejecutado.

03.- La medición y abono de los resaltes o reductores provisionales de velocidad se hará por metro lineal, realmente colocado.

ARTÍCULO 47.16.- VALLAS DE DELIMITACIÓN PROVISIONAL PARA ACTOS PÚBLICOS

1.- DEFINICIONES

01.- Se definen estas vallas como elementos de acero galvanizado formados por barros verticales montados sobre bastidor de tubo, dos pies metálicos, placa para publicidad, así como elementos para el enganche entre ellas y láminas reflectantes adhesivas.

02.- Estas vallas están diseñadas para su colocación en actos y eventos públicos sin ánimo de lucro, que se celebren en la ciudad de Madrid. Con ellas se puede proteger al público, a determinadas zonas verdes, estructuras y/o elementos urbanos (modelo A), elementos históricos o elementos singulares (modelo E), asegurando con ello la movilidad peatonal.

03.- Debido a esta finalidad, surge la necesidad de describir las características técnicas que deben tener para que cumplan su objetivo.

2.- REFERENCIA NORMATIVA

01.- ORDEN TMA/851/2021, de 23 de julio, por la que se desarrolla el documento técnico de condiciones básicas de accesibilidad y no discriminación para el acceso y la utilización de los espacios públicos urbanizados.

02.- DECRETO 13/2007 DE LA COMUNIDAD DE MADRID, por el que se aprueba el Reglamento Técnico de Desarrollo en Material de Promoción de la Accesibilidad y Supresión de Barreras Arquitectónicas.

03.- UNE-EN 10025. Productos laminados en caliente de aceros para estructuras.

04.- UNE EN 10060. Barras redondas de acero laminadas en caliente para usos generales. Dimensiones y tolerancias dimensionales y de forma.

05.- UNE EN 10219. Perfiles huecos para construcción soldados, conformados en frío de acero no aleado y de grano fino.

06.- UNE EN ISO 7089. Arandelas planas. Serie normal. Producto de clase A.

07.- UNE-EN ISO 15609-1. Especificación y cualificación de los procedimientos de soldeo para los materiales metálicos. Especificación del procedimiento de soldeo. Parte 1: Soldero por arco.

08.- UNE-EN ISO 1461. Recubrimientos galvanizados en caliente sobre productos acabados de hierro y acero- Especificaciones y métodos de ensayo.

09.- UNE-EN ISO 2178. Recubrimientos metálicos no magnéticos sobre metal base magnético. Medida del espesor. Método magnético.

10.- UNE-EN ISO 2808. Pinturas y barnices. Determinación del espesor de película.

11.- UNE-EN ISO 1460. Recubrimientos metálicos. Recubrimientos de galvanización en caliente sobre materiales férricos. Determinación gravimétrica de la masa por unidad de área.

12.- ISO 10474. Productos de acero- documentos de inspección.

13.- UNE 135340. Señalización vertical: Láminas retrorreflectantes microprismáticas poliméricas. Características y métodos de ensayo.

3.- CONDICIONES GENERALES

01.- La valla se compone, según su tipología, de:

| | Modelo de valla | |
|---------------------------------------|-----------------|----------|
| | MODELO A | MODELO E |
| Elementos metálicos de acero (Uds.) | 26 | 23 |
| Láminas reflectantes adhesivas (Uds.) | 8 | 13 |

02.- El peso de la valla una vez montada en acero negro sin galvanizar será de 20,60 kg en el modelo A, y de 27,90 kg en el modelo E. Una vez galvanizada la valla, el peso se incrementa entre un 15-20% del peso en acero negro.

03.- En ningún caso el peso de la valla galvanizada podrá sobrepasar para el modelo A los 25 kg, y para el modelo E los 35 kg.

3.1.- Elementos metálicos

01.- Los elementos metálicos de la valla son:

- Bastidor (1 unidad)
- Tubo vertical o barrote (16 unidades modelo A Y 13 unidades modelo E)
- Pletina de enganche (2 unidades)
- Gancho (2 unidades)
- Chapa (1 unidad)
- Cuadrillo (2 unidades)
- Pata (2 unidades)

3.2.- Elementos reflectantes

01.- La valla asimismo incorpora los siguientes elementos reflectantes:

- Bandas reflectantes horizontales (5 unidades modelo A/8 unidades modelo E)
- Bandas reflectantes verticales (2 unidades modelo A/4 unidades modelo E)
- Escudo reflectante del Ayuntamiento de Madrid (1 unidad)

4.- CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LOS ELEMENTOS METÁLICOS

4.1.- Bastidor

01.- El bastidor se compone de una sola pieza de tubo de acero S235JR según norma UNE-EN 10025, de diámetro 35 milímetros y grosor 1,5 milímetros, según UNE EN 10219.

02.- Para su construcción, se doblará el tubo cuatro veces en ángulo recto con un radio interior de 125mm. La unión de los dos extremos del tubo que conforman el bastidor se realizará a la mitad de la parte horizontal del bastidor que queda más cercana al suelo, mediante un cordón de soldadura por arco eléctrico a lo largo de toda la unión, según la norma UNE-EN ISO 15609-1.

03.- Una vez soldado el bastidor, se realizarán dos taladros de desagüe-galvanizado, dos taladros de desagüe y un taladro de galvanizado, en la parte del bastidor que se encuentra más cercana al suelo. También se realizarán otros tres taladros más para el galvanizado en la parte del bastidor que se encuentra más alejada del suelo. La ubicación de estos taladros y sus diámetros serán los reflejados en los planos de Normalización de Elementos Constructivos para Obras de Urbanización del Ayuntamiento de Madrid.

4.2.- Símbolo identificativo del servicio en el bastidor

01.- La ubicación de los taladros dentro del bastidor para la realización del símbolo identificativo del Servicio de Vallas se especifica en los planos de Normalización de Elementos Constructivos para Obras de Urbanización del Ayuntamiento de Madrid.

02.- Todos los taladros de las letras del símbolo sobre el bastidor tendrán las siguientes características:

- Serán de diámetro 8 milímetros.
- No tendrán aristas cortantes.
- Al realizar cada taladro sólo se taladrará una cara del bastidor, no debiendo golpear con la broca la cara opuesta.

4.3.- Tubo vertical o barrote

01.- Cada tubo vertical se compone de una sola pieza de tubo de acero de diámetro 20 milímetros y grosor 1,5 milímetros según UNE EN 10219, y con acero S235JR según norma UNE en 10025.

02.- Para su construcción se tomarán las medidas y la forma especificadas en los planos de Normalización de Elementos Constructivos para Obras de Urbanización del Ayuntamiento de Madrid, incluyendo los dos taladros para el galvanizado de la valla.

4.4.- Pletina de enganche

01.- La pletina de enganche se fabrica de una pletina de acero S235JR según UNE EN 10025, de 30 milímetros de alto y de 4 milímetros de grosor.

02.- Para su construcción se doblará la pletina con un radio interior de 7 mm, según las medidas y la forma especificadas en los planos de Normalización de Elementos Constructivos para Obras de Urbanización del Ayuntamiento de Madrid.

4.5.- Gancho

01.- El gancho se compone de una varilla de acero S235JR según norma UNE-EN 10025 y de diámetro 14 milímetros según UNE EN 10060, y de una arandela plana de acero S235JR según norma UNE-EN 10025 con chaflán, de diámetro exterior 20 milímetros, diámetro interior 10,5 milímetros y de grosor 2 milímetros, según UNE EN 7089.

02.- Para su construcción se doblará según las medidas y la forma especificadas en los planos de Normalización de Elementos Constructivos para Obras de Urbanización del Ayuntamiento de Madrid. La arandela se unirá a la varilla en la parte inferior mediante dos puntos de soldadura por arco eléctrico diametralmente opuestos en la unión del círculo interior de la arandela y la varilla de diámetro 14 milímetros.

4.6.- Chapa

0.1.- La chapa se compone de una placa de acero S235JR según norma UNE-EN 10025, de 420 x 250 milímetros en el caso del modelo A y de 280 x 250 milímetros en el modelo E y de 2 milímetros de espesor. El espesor de la placa será de 2 milímetros, para ambos modelos.

02.- Los bordes de la chapa deberán de ser romos, para que no corten o raspen al pasar la mano por ellos. Los cuatro vértices deberán estar redondeados según la medida especificada en los planos de Normalización de Elementos Constructivos para Obras de Urbanización del Ayuntamiento de Madrid.

4.7.- Cuadrillo

01.- El cuadrillo se compone de un tubo cuadrado hueco de acero S235JR según norma UNE-EN 10025, de 35 x 35 milímetros y 1,5 milímetros de grosor, según UNE EN 10219.

02.- Para su construcción se tomarán las medidas y la forma especificadas en los planos de Normalización de Elementos Constructivos para Obras de Urbanización del Ayuntamiento de Madrid, incluyendo los dos taladros para el galvanizado de la valla.

4.8.- Pata

01.- La pata se compone de una sola pieza de tubo de acero S235JR según norma UNE-EN 10025, de diámetro 35 milímetros y grosor 1,5 milímetros, según UNE EN 10219.

02.- Para su construcción se tomarán las medidas y la forma especificadas en los planos de Normalización de Elementos Constructivos para Obras de Urbanización del Ayuntamiento de Madrid, incluyendo los dos taladros para galvanizado de la valla.

5.- CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LOS ELEMENTOS REFLECTANTES

5.1.- Bandas reflectantes horizontales

01.- Cada una de las bandas reflectantes horizontales se compone de una sola pieza de lámina adhesiva reflectante azul con nivel de reflectancia 2 según normativa UNE 135340, de dimensiones 100 x 110 milímetros en el caso de la valla A de 100 x 126 milímetros en el caso de la valla E.

5.2.- Bandas reflectantes verticales

01.- Cada banda reflectante vertical se compone de una sola pieza de lámina adhesiva reflectante azul con nivel de reflectancia 2 según normativa UNE 135340, de dimensiones 200 X 110 milímetros en el caso de la valla A y de 200 x 126 milímetros en el caso de la valla E.

5.3.- Escudo reflectante del Ayuntamiento de Madrid.

01.- El escudo del Ayuntamiento de Madrid se compone de una sola pieza de lámina adhesiva reflectante con nivel de reflectancia 2 según normativa UNE 135340, de dimensiones 420 x 250 milímetros en el caso de la valla A y de 280 x 250 milímetros en el caso de la valla E. El fondo del escudo será en color azul y el escudo del Ayuntamiento de Madrid en color blanco, según los planos de Normalización de Elementos Constructivos para Obras de Urbanización del Ayuntamiento de Madrid.

6.- MONTAJE Y GALVANIZADO DE LA VALLA

01.- Una vez elaborados todos los elementos metálicos y reflectantes de la valla, se procederá al montaje de la valla. Este proceso constará de tres fases:

- Montaje de los elementos metálicos entre sí
- Galvanizado de la valla
- Montaje de los elementos reflectantes de la valla

6.1.- Montaje de los elementos metálicos entre sí

6.1.1.- Unión de los tubos verticales al bastidor

01.- Los tubos verticales se montarán sobre el bastidor la valla según los planos de Normalización de Elementos Constructivos para Obras de Urbanización del Ayuntamiento de Madrid, teniendo precaución sobre la ubicación de los taladros de galvanizado.

02.- Las dos uniones del bastidor con cada tubo vertical se realizarán mediante un cordón de soldadura por arco eléctrico a lo largo de toda la unión, según UNE-EN ISO 15609-1.

6.1.2.- Unión de la pletina de enganche con el bastidor

01.- Las pletinas se montarán sobre la valla según los planos de Normalización de Elementos Constructivos para Obras de Urbanización del Ayuntamiento de Madrid.

02.- Las dos uniones del bastidor con cada pletina de enganche se realizarán mediante dos cordones exteriores de soldadura por arco eléctrico, asegurando que los bordes superior e inferior de la pletina queden soldados en todo su espesor, según UNE-EN ISO 15609-1.

6.1.3.- Unión del gancho al bastidor

01.- Los ganchos se montarán sobre la valla según los planos de Normalización de Elementos Constructivos para Obras de Urbanización del Ayuntamiento de Madrid.

02.- Para unir el gancho al bastidor, lo primero que habrá que hacer es un taladro de 10 milímetros perpendicular a la cara del bastidor de forma que traspase el tubo del bastidor en dos puntos, uno exterior y otro interior diametralmente opuestos. En los planos de Normalización de Elementos Constructivos para Obras de Urbanización del Ayuntamiento de Madrid viene acotado el punto exacto del bastidor donde realizar el taladro. Con una broca de 14 milímetros se ensancha por igual el diámetro del agujero de 10 milímetros realizado en la parte exterior del bastidor. Una vez realizados los taladros se cogerá el gancho y se introducirá el extremo que no tiene la arandela, en el agujero de diámetro 14 milímetros realizado en el exterior del bastidor, hasta que el extremo del gancho toque internamente el

agujero de 10 milímetros realizado en la parte interna del bastidor, de forma que el gancho quede perfectamente perpendicular al bastidor.

03.- La unión del gancho a la parte exterior del bastidor se realizará mediante un cordón de soldadura por arco eléctrico a lo largo de toda la unión, y en la parte interior del bastidor, se rellenará exteriormente el agujero interior de diámetro 10 milímetros con soldadura por arco eléctrico, y posteriormente se reparará la soldadura con un disco para acero hasta que quede igualada la superficie interior del bastidor. La soldadura cumplirá la norma UNE-EN ISO 15609-1.

6.1.4.- Unión de la chapa al bastidor-tubos verticales

01.- La chapa se montará sobre la valla según los planos de Normalización de Elementos Constructivos para Obras de Urbanización del Ayuntamiento de Madrid.

02.- La chapa se fijará al bastidor-tubos verticales mediante cuatro cordones de soldadura por arco eléctrico con una longitud mínima de 10 milímetros cada uno y a los tubos verticales mediante cuatro cordones de soldadura por arco eléctrico con una longitud mínima de 10 milímetros cada uno, distribuidos según los planos de Normalización de Elementos Constructivos para Obras de Urbanización del Ayuntamiento de Madrid, y según UNE-EN ISO 15609-1, teniendo la precaución de no tapar los taladros de los tubos verticales para el galvanizado.

6.1.5.- Unión de la pata al cuadradillo

01.- El montaje de la pata con el cuadradillo se realizará según los planos de Normalización de Elementos Constructivos para Obras de Urbanización del Ayuntamiento de Madrid.

02.- La unión de la pata con el cuadradillo se realizará mediante un cordón continuo de soldadura por arco eléctrico a lo largo de cada una de las cuatro caras de la unión, según UNE-EN ISO 15609-1, teniendo la precaución de no tapar los taladros de los cuadradillos para el galvanizado.

6.1.6.- Unión de la pata-cuadrillo al bastidor

01.- El montaje de la pata-cuadrillo al bastidor se realizará según se recoge en los planos de Normalización de Elementos Constructivos para Obras de Urbanización del Ayuntamiento de Madrid.

02.- La unión de la pata-cuadrillo con el bastidor se realizará mediante un cordón continuo de soldadura por arco eléctrico a lo largo de cada una de las cuatro caras de la unión, según UNE-EN ISO 15609-1, teniendo la precaución de no tapar los taladros de los cuadradillos para el galvanizado.

6.2.- Galvanizado de la valla

01.- Una vez montados los elementos metálicos de la valla se procederá a su galvanizado en caliente por procedimiento discontinuo por inmersión en un baño de zinc fundido según la norma ISO 1461. Después de la galvanización la valla no será centrifugada.

02.- Antes de la inmersión en el baño de zinc habrá que asegurarse que los taladros para el proceso de galvanizado cumplen los siguientes requisitos:

- Son correctas las ubicaciones de los mismos una vez ensamblada la valla, según los planos de Normalización de Elementos Constructivos para Obras de Urbanización del Ayuntamiento de Madrid.
- No puede haber ni más, ni menos taladros que los especificados en dicho plano.
- Las medidas de los diámetros de los taladros son los especificados.

6.2.1.- *Espesor del recubrimiento*

01.- Según la norma ISO 1461, al estar la valla formada por piezas de espesor 1,5 milímetros el valor local mínimo será de 325 g/m² ó 45 micrómetros por metro cuadrado y el valor medio de 395 g/m² o 55 micrómetros por metro cuadrado.

02.- La determinación del espesor del recubrimiento galvanizado se realizará por uno de los siguientes métodos de ensayo:

- Magnético (UNE-EN ISO 2178)
- Electromagnético (UNE-EN ISO 2808)
- Gravimétrico (UNE-EN ISO 1460)

6.2.2.- *Aspectos del recubrimiento*

01.- Al realizar inspección visual de las superficies significativas de la valla galvanizada no deberán tener ampollas, rugosidades y/o puntos punzantes, que puedan producir lesiones en el manejo de la valla. Asimismo, no podrá tener zonas no recubiertas, residuos de sales de flujo, grumos y/o cenizas de zinc.

02.- Además, los taladros de la parte del bastidor que se encuentra más cercana al suelo, no deberán estar obstruidos con resto de galvanizado.

03.- Las piezas que no pasen la inspección visual deberán ser reparadas o regalvanizadas y vueltas a someterse a inspección visual. El galvanizador deberá aportar el método utilizado en la restauración del recubrimiento en las zonas no recubiertas o dañadas.

6.2.3.- *Tratamientos o revestimientos posteriores al recubrimiento galvanizado*

01.- No se aplicará ningún tipo de tratamiento o revestimiento posterior al recubrimiento galvanizado, excepto para la restauración de zonas dañadas de la valla por soldadura que se utilizarán pinturas de retoques para componentes cincados con alto contenido de polvo de zinc superior al 90% del pigmento.

6.2.4.- *Galvanizado de las piezas de la valla a sustituir*

01.- Las piezas de las vallas que deban de ser sustituidas por deformidad, rotura (total o parcial) o falta de la misma, vendrán galvanizadas antes de su unión a la valla. Para la galvanización de la pieza a sustituir se aplicará la norma UNE-EN ISO 1461. Al estar la valla formada por piezas de espesor 1,5 milímetros el valor local mínimo será de 325 g/m² ó 45 micrómetros por metro cuadrado y el valor medio de 395 g/m² o 55 micrómetros por metro cuadrado.

02.- La unión de la nueva pieza a la valla se realizará según se describe en este documento y la soldadura realizada se cubrirá según se ha descrito en el apartado 6.2.3 de este documento.

6.2.5.- Certificado de conformidad

01.- Las vallas deberán de tener el certificado de conformidad con las prescripciones de la norma UNE-EN ISO 1461 según la ISO 10474.

6.3.- Montaje de los elementos reflectantes

02.- Una vez galvanizada la valla se procederá al montaje de los elementos reflectantes de la valla.

6.3.1.- Colocación de las bandas reflectantes horizontales sobre el bastidor

01.- Las bandas reflectantes se colocarán sobre el bastidor de la valla según los planos de Normalización de Elementos Constructivos para Obras de Urbanización del Ayuntamiento de Madrid.

02.- La unión de las bandas reflectantes horizontales al bastidor se realizará rodeando completamente con la banda reflectante la parte exterior del bastidor mediante presión manual, de forma que, no queden burbujas de aire entre el bastidor y la banda reflectante, y la unión de los dos extremos de la banda reflectante horizontal quede paralelo al plano del suelo y de las dos posiciones posibles, la más cercana al plano de suelo (ver planos de Normalización de Elementos Constructivos para Obras de Urbanización del Ayuntamiento de Madrid).

6.3.2.- Colocación de las bandas reflectantes verticales sobre el bastidor

01.- Las bandas reflectantes se colocarán sobre el bastidor de la valla según los planos de Normalización de Elementos Constructivos para Obras de Urbanización del Ayuntamiento de Madrid.

02.- La unión de las bandas reflectantes verticales al bastidor se realizará rodeando completamente con la banda reflectante la parte exterior del bastidor mediante presión manual, de forma que, no queden burbujas de aire entre el bastidor y la banda reflectante, y la unión de los dos extremos de la banda reflectante vertical queden perpendicular al plano del suelo y de las dos posiciones posibles, la más cercana a los tubos verticales de la valla (ver planos de Normalización de Elementos Constructivos para Obras de Urbanización del Ayuntamiento de Madrid).

6.3.- Colocación del escudo reflectante del Ayuntamiento de Madrid sobre la chapa

01.- El escudo del Ayuntamiento de Madrid se colocará sobre la chapa según los planos de Normalización de Elementos Constructivos para Obras de Urbanización del Ayuntamiento de Madrid.

02.- La unión del escudo reflectante a la chapa se realizará mediante presión manual, de forma que, no queden burbujas de aire entre la chapa y el escudo reflectante, y la lámina se ajuste perfectamente a la totalidad de la superficie de la chapa (ver planos de Normalización de Elementos Constructivos para Obras de Urbanización del Ayuntamiento de Madrid).

7.- RECEPCIÓN

01.- Se deberá verificar para su recepción que las características corresponden a las especificadas en este artículo. Se comprobarán sus características geométricas, aspecto, acabado, así como estabilidad de las mismas.

CAPÍTULO 48.- MOBILIARIO URBANO

ARTÍCULO 48.00 – GENERALIDADES (PCTG99)

1.- DEFINICIONES Y ÁMBITO DE APLICACIÓN

01.- Se entiende por mobiliario urbano el conjunto de objetos existentes en las vías y espacios públicos, superpuestos o adosados a los elementos de la urbanización o de la edificación de forma que su modificación o traslado no genere alteraciones sustanciales de aquéllas.

02.- Aunque en principio pudiera pensarse que estos elementos fueran móviles, en la práctica sólo lo son parte de ellos. En la mayoría de los casos, bien sea por razones de funcionalidad o de seguridad se procede a su fijación sobre el terreno.

03.- Todos los elementos de mobiliario urbano, tanto de titularidad pública como privada, se rigen por la Ordenanza General sobre Mobiliario Urbano.

04.- Las disposiciones contenidas en este PCTG son de aplicación preceptiva en los elementos de Mobiliario Urbano cuyo titular sea el Ayuntamiento de Madrid, con independencia de que su instalación y explotación se realice por el propio Ayuntamiento o mediante concesión.

05.- Los elementos de Mobiliario Urbano cuya titularidad no sea del Ayuntamiento se registrarán por la Ordenanza General sobre Mobiliario Urbano. Sus condiciones técnicas las establece bien la Normativa aplicable a elementos de titularidad pública no municipal, bien las propias Normas específicas del Ayuntamiento, no incluidas en este PCTG.

2.- CLASIFICACIÓN

01.- A continuación se relacionan, sin ánimo de exhaustividad, los grupos de elementos más usuales de Mobiliario Urbano, de titularidad municipal:

- Protectores y defensas metálicas para árboles, jardines y aceras
- Jardineras
- Papeleras
- Bancos públicos
- Juegos infantiles
- Mesas
- Elementos de instalaciones deportivas
- Cerramientos de zonas verdes, deportivas y peatonales
- Fuentes
- Carteles informativos
- Barandillas
- Quioscos

3.- CONDICIONES GENERALES

01.- Los elementos de Mobiliario Urbano cumplirán las especificaciones de forma y materiales que se establecen en las fichas correspondientes del documento "Normalización de Elementos Constructivos", además de las incluidas en el presente PCTG.

Sección 1ª.

CONDICIONES GENERALES DE LOS ELEMENTOS DE MOBILIARIO URBANO Y SUS MATERIALES

ARTÍCULO 48.11. - CONDICIONES DE LOS MATERIALES (PCTG99)

01.- Maderas.- Será de aplicación lo establecido en los Artículos 28.00 y 28.31 de este Pliego, además de las condiciones específicas establecidas en cada ficha del documento "Normalización de Elementos Constructivos" y en la Sección 2ª de este Capítulo para cada elemento específico.

02.- Siderúrgicos.- Será de aplicación lo establecido en los Capítulos 23 y 36 de este Pliego, además de las condiciones específicas establecidas en cada ficha del documento "Normalización de Elementos Constructivos".

03.- Materiales poliméricos.- Será de aplicación lo establecido en el Capítulo 26, además de las condiciones específicas establecidas en cada ficha del documento "Normalización de Elementos Constructivos".

04.- Prefabricados de hormigón.- Será de aplicación lo establecido en el Capítulo 22 de este Pliego, además de las condiciones específicas establecidas en cada ficha del documento "Normalización de Elementos Constructivos".

05.- Protecciones.- Será de aplicación lo establecido en los Capítulos 27 y 36, Sección 2ª, de este Pliego, además de las condiciones establecidas en cada ficha del documento "Normalización de Elementos Constructivos".

ARTÍCULO 48.12 - OTRAS CONDICIONES (PCTG99)

01.- Los Servicios Técnicos Municipales deberán considerar los condicionantes específicos de los elementos de Mobiliario Urbano referentes a salubridad (por los materiales y el uso, por ejemplo las fuentes de beber), a seguridad (tanto de los usuarios como de los propios elementos frente a acciones vandálicas) y a estética (de los propios elementos y en función del emplazamiento elegido).

Sección 2ª.

CONDICIONES ESPECÍFICAS DE LOS ELEMENTOS DE MOBILIARIO URBANO

ARTÍCULO 48.21. - BANCOS PÚBLICOS (PCTG99)

1.- BANCO MÓVIL DE MADERA (TIPO MADRID)

1.1.- Condiciones generales.

01.- Las especificaciones que deberá cumplir este elemento se ajustarán a lo establecido en la ficha "Banco tipo Madrid", MU-16, de la "Normalización de Elementos Constructivos".

1.2.- Madera.

01.- La madera a utilizar será tropical, del tipo de Lauan o Iroko. Deberá cumplir las especificaciones del Artículo 28.31.

02.- La madera utilizada para los bancos deberá almacenarse en condiciones climáticas muy semejantes a las que encontrarán los bancos, para evitar el movimiento de las mismas durante un período no inferior a dos (2) años.

03.- Los tablonces a emplear en los bancos serán dos (2) de 2,00 X 0,20 X 0,05 metros en los asientos y uno de 2,00 X 0,25 X 0,05 metros en el respaldo. La tolerancia máxima será del uno por ciento (1%).

04.- Los tablonces deberán venir bien cepillados, sin repelos en ninguna de las caras o cantos, con las aristas matadas sin hendiduras y con formas regulares y paralelepípedicas.

05.- La carga de rotura a flexión será superior a ciento noventa kilopondios por centímetro cuadrado (190 kp/cm²) para esfuerzos paralelos a la dirección de las fibras.

06.- Los tablonces llevarán las cajas necesarias para la mejor adaptación de las pletinas que soportan la madera y de forma que no rebasen la superficie del tablón.

07.- El tablero del respaldo tendrá serigrafiado en negro el escudo normalizado del Ayuntamiento de Madrid.

1.3.- Cerrajería.

01.- El bastidor metálico del banco estará formado por pletinas de acero, tipo F-1, laminadas en caliente. Las dimensiones transversales de las mismas serán de cincuenta por diez milímetros (50 X 10 mm) en patas y brazos y de cincuenta por dieciocho milímetros (50 X 18 mm) en los soportes de asiento y respaldo.

02.- Los bastidores metálicos, que soportan los tablonces del banco, serán maleables en frío y caliente, aptos para soldarse y no presentarán oquedades, grietas ni otro defecto de cualquier clase.

03.- Serán fáciles de trabajar con lima y buril, susceptibles de un buen taladro y de comprimirse bajo el golpe del martillo. La pletina a emplear será de cincuenta milímetros (50 mm) de ancho y diez milímetros (10 mm) de grueso, excepto en el respaldo que tendrá dieciocho milímetros (18 mm) de grueso.

04.- La sujeción de la madera a las pletinas se hará por medio de tornillos con cabeza gota de sebo provistos de una tuerca, siendo el tornillo remachado para que las tuercas no puedan separarse. La cabeza no deberá sobresalir de la superficie del tablón.

05.- Los patines que forman las patas del banco, deberán estar bien soldados, sin rebabas, perfectamente nivelados y simétricos respecto al eje transversal y limados en todos los empalmes que sean necesarios. Presentarán asimismo dos (2) taladros por cada pata, de diez milímetros (10 mm) de diámetro para facilitar su fijación a los redondos del anclaje.

06.- En el caso de que se estimara oportuno proceder a la fijación del banco, junto con éste se suministrarán cuatro (4) redondos de ocho milímetros (8 mm) de diámetro y cuarenta centímetros de longitud (40 cm), ya sean rectos o en forma de L.

07.- Toda la cerrajería y tornillería se desengrasará con tricloroetileno en caliente y se someterá a un posterior fosfatado e imprimación anticorrosiva de color metálico que garantice una protección máxima de trescientas (300) horas en cámara de niebla salina.

08.- El acabado se realizará con esmalte sintético negro azulado o con pintura de resina de poliéster secado al horno. (ISO 2808-1974).

1.4.- Pintura de la madera

01.- Los materiales empleados deberán cumplir las siguientes condiciones:

- Serán fácilmente extensibles y cubrirán perfectamente las superficies a las que se aplique, sin atacar a la madera.
- Deberán presentar buena fijeza en su tinta.
- Insolubilidad en el agua e inalterabilidad por aceites, otros colores o ácidos. No serán pringosas ni malolientes.
- Serán inalterables a la acción del aire, agua, nieve, o granizo, además del sol.
- Conservarán la fijeza de los colores, en su caso.
- Mantendrán transparencia y brillo en perfecto estado.

02.- El aceite de linaza procederá de la molienda de granos de lino. Su índice de yodo estará comprendido entre ciento sesenta y uno (161) y ciento ochenta y seis (186) y en crudo tendrá una densidad entre noventa y tres y noventa y cuatro centésimas (0,93-0,94) a quince grados (15°C). Si es cocido, la densidad estará entre noventa y cuatro y noventa y cinco centésimas (0,94-0,95) a la misma temperatura.

03.- Se darán tres (3) manos de aceite de linaza como mínimo en todas las caras y cantos, espaciándose cada aplicación cuatro (4) días de la siguiente.

04.- A los tablones se le dará un mínimo de tres (3) manos de un barniz que permita que los bancos estén a la intemperie y soportando las variaciones y oscilaciones climáticas. El barniz se aplicará en todas las caras y cantos de los tres (3) tablones de cada banco.

1.5.- Medición y abono.

01.- La medición y abono de los bancos móviles de madera de uso público se realizará por unidades, incluyéndose el suministro y fijación de los mismos, así como las operaciones necesarias para asegurar el cumplimiento de las especificaciones del presente Artículo

ARTÍCULO 48.22. - PROTECCIÓN DE COMPONENTES METÁLICOS MEDIANTE PINTURA (PCTG99)

1.- GENERALIDADES

01.- Todos los elementos o componentes metálicos de cualquier clase que se empleen en mobiliario urbano se protegerán frente a la corrosión con un sistema de pintura que incluya las siguientes operaciones:

- Preparación de la superficie.
- Aplicación de la pintura de imprimación.
- Aplicación de la pintura de acabado.

02.- Son de aplicación las prescripciones contenidas en la Sección 2ª del Capítulo 36: "Estructuras metálicas".

2.- PREPARACIÓN DE LA SUPERFICIE

01.- En los elementos de materiales férricos se realizará una limpieza con disolvente y desengrasado, preferentemente vía vapor por condensación del mismo (tricloroetileno) hasta una temperatura comprendida entre ochenta y cinco y noventa grados centígrados (85 - 90 °C).

02.- En los elementos de aluminio se estará a lo dispuesto en el párrafo 03 del Apartado 4.8 del Artículo 36.20 de este Pliego.

3.- IMPRIMACIÓN DE LA SUPERFICIE

01.- Se aplicará en taller una capa de pintura de imprimación de las incluidas en el párrafo 02 del Apartado 2 del Artículo 36.20 de este Pliego o de pintura de ácido fosfórico con pigmento anticorrosivo polimerizable o de fosfato de cinc, siempre conforme a las especificaciones del fabricante.

4.- PINTURA DE ACABADO.

01.- Todos los elementos metálicos del mobiliario urbano se pintarán en taller, realizándose en obra únicamente los repasos de piezas que hayan podido sufrir pequeños raspones o rayas en el proceso de traslado e instalación.

02.- Las pinturas a aplicar serán en todos los casos esmaltes sintéticos aptos para intemperie en ambientes de tipo marino o industrial moderadamente agresivos.

03.- En los elementos de fundición de hierro o aluminio se emplearán esmaltes sintéticos a base de resinas alcídicas con partículas de óxido de hierro micáceo.

04.- El espesor de la o las capas de pintura de acabado será el definido en la Normalización de Elementos Constructivos para Obras de Urbanización, o, en su defecto, el especificado por el fabricante del elemento de mobiliario urbano.

05.- El color de la pintura de acabado será el definido en la Normalización de Elementos Constructivos para Obras de Urbanización.

06.- El secado de la pintura se efectuará en horno a ciento sesenta grados centígrados (160 °C) durante veinte (20) minutos.

Sección 3.ª

**CONTROL DE CALIDAD Y PRUEBAS DE RECEPCIÓN DE LOS
ELEMENTOS DE MOBILIARIO URBANO.**

ARTÍCULO 48.31.- GENERALIDADES (PCTG99)

01.- El contenido y alcance de la Normalización y Homologación de Elementos de Mobiliario Urbano de titularidad municipal se regirá por lo establecido en el Capítulo 49 del presente Pliego de Condiciones Técnica Generales.

ARTÍCULO 48.32.- RECEPCIÓN DE ELEMENTOS HOMOLOGADOS (PCTG99)

01.- En el CUADRO 48.32.1 se indican los elementos más comunes de Mobiliario Urbano homologables y la correspondiente ficha del documento Normalización de Elementos Constructivos. Las características que se deben hacer constar en el Certificado de Homologación serán definidas en cada caso concreto por el Departamento de Mobiliario Urbano.

02.- Los laboratorios aceptados por el Ayuntamiento para la realización de los ensayos necesarios para la determinación de las características específicas de cada elemento son, además de los propios del servicio de Control de Calidad municipal, aquéllos que, previamente, sean aceptados por la Dirección de Servicios de Sistemas Generales en base a su carácter oficial o su probada independencia.

03.- Conforme al párrafo 05 del Apartado 1 del Artículo 49.12, para la recepción de un elemento homologable será necesario que éste esté incluido en la relación de elementos homologados vigente en la fecha de licitación, considerando como tal el último día hábil para la presentación de ofertas.

04.- Cuando por aplicación del párrafo 3 del Apartado 4 del Artículo 49.12, un elemento homologado en la fecha de licitación sea posteriormente eliminado de la relación de elementos homologados, por cumplirse el plazo de vigencia del Certificado de Homologación, el Director deberá realizar todos los ensayos y pruebas que considere oportunos para comprobar la correcta calidad de todos los elementos en cuestión. Si la eliminación se produjera por alguno de los supuestos "a)" o "b)" del referido párrafo, no podrá recepcionarse en obra.

05.- El Director realizará, asimismo, todos los ensayos que al amparo de las especificaciones contenidas en este PCTG y en el PCTP estime oportuno, previamente a la recepción del elemento.

CUADRO 48.32.1.

| ELEMENTOS HOMOLOGABLES | FICHA NORMALIZACIÓN DE ELEMENTOS CONSTRUCTIVOS |
|---|---|
| Protector zona ajardinada tipo valla de nudos Protector zona ajardinada tipo valla de nudos Protector zona ajardinada tipo valla de medio nudo Protector zona ajardinada tipo valla de medio nudo Remate de esquinas protector zona ajardinada Protector de alcorque | MU-5A MU-5B MU-5C MU-5D MU-6 MU-7 |
| Jardinera exagonal de 0,50 m de altura Jardinera exagonal de 0,60 m de altura Jardinera colgante tipo Gran Vía Jardinera rectangular | MU-8 MU-8B MU-9 MU-10 |
| Papelera basculante de jardín Papelera zona histórica (1 seno) Papelera zona histórica (2 senos) Papelera zona histórica (3 senos) Papelera adosada zona histórica Papelera octogonal de fundición Papelera contenedor basculante forestal | MU-11 MU-12A MU-12B MU-12C MU-12D MU-13 MU-14 |
| Banco tipo Madrid Banco de tablillas Banco doble tipo Retiro Banco de estructura tubular Banco rústico | MU-16 MU-17 MU-18 MU-19 MU-20 |
| Columpio doble Tobogán Laberinto | MU-23 MU-24 MU-26 |
| Mesa de ajedrez Mesa rústica | MU-28 MU-29 |
| Canasta de baloncesto Canasta de mini basket Canasta de baloncesto móvil Portería de balonmano y fútbol sala Portería de fútbol | MU-30A MU-30B MU-30C MU-32 MU-33 |
| Bolardo cilíndrico Bolardo troncocónico alto Bolardo troncocónico alto desmontable Bolardo troncocónico bajo Bolardo torneado Bolardo esférico Bolardo zona histórica Bolardo desmontable zona histórica Horquilla de delimitación de zonas peatonales | MU-35A MU-35B MU-35C MU-35D MU-35E MU-35F MU-35G MU-35H MU-36 |
| Fuente de agua potable | MU-37 |
| Soporte para bicicletas | MU-38 |
| Cartel indicativo en parques | MU-39 |
| Poste de señalización peatonal | MU-40 |
| Cerramiento metálico galvanizado de un metro de altura Cerramiento metálico galvanizado de dos metros de altura Cerramiento metálico plastificado de un metro de altura Cerramiento metálico plastificado de dos metros de altura | MU-42A MU-42B MU-42C MU-42D |
| Valla tipo Bravo Murillo Valla de doble horquilla | MU-44 MU-45 |

| | |
|-------------------------------|--------|
| Valla tipo Sol alta | MU-46A |
| Valla tipo Sol baja | MU-46B |
| Valla jardines tipo Salamanca | MU-48 |
| Talanquera de madera | MU-50A |

CAPÍTULO 49.- NORMALIZACIÓN Y HOMOLOGACIÓN DE ELEMENTOS PARA OBRAS DE URBANIZACIÓN

ARTÍCULO 49.11.- ELEMENTOS NORMALIZADOS (PCTG99)

01.- Reciben este nombre todos aquellos elementos contenidos en el documento del Ayuntamiento "Normalización de Elementos Constructivos para obras de Urbanización", en lo sucesivo Normalización de Elementos Constructivos.

02.- La Normalización de Elementos Constructivos define la geometría y los materiales constitutivos de todos aquellos elementos que por su frecuente uso en las obras de urbanización son susceptibles de ser normalizados.

03.- El resto de las condiciones de estos elementos como calidad, ejecución, recepción, etc., se ajustará a las especificaciones contenidas en este PCTG.

04.- En caso de incompatibilidad entre alguna condición establecida en la Normalización de Elementos Constructivos y en el PCTG, regirá lo indicado en este último documento.

ARTÍCULO 49.12.- ELEMENTOS HOMOLOGADOS (PCTG99)

1.- GENERALIDADES.

01.- A los efectos considerados en el presente PCTG, reciben el nombre de elementos homologables aquellos elementos utilizables en las obras o instalaciones municipales cuya fabricación se ajuste a un proceso industrial desarrollado en factoría fija de fabricación y que, o bien estén incluidos en la Normalización de Elementos Constructivos o bien se condicione su instalación en este PCTG a la disposición de un Certificado de Homologación en los términos siguientes.

02.- Reciben el nombre de elementos homologados aquellos elementos homologables que obtengan el Certificado de Homologación aprobado por el Pleno del Ayuntamiento. Éste podrá reconocer a otros Organismos la capacidad de homologación de determinados elementos para su instalación en obras municipales.

03.- Las Entidades que realicen los reconocimientos, inspecciones, pruebas y ensayos para la comprobación de las características básicas de los elementos homologables, deberán ser, previamente, aceptadas por el Ayuntamiento.

04.- En los Capítulos correspondientes de este PCTG se indican los elementos que son susceptibles de homologación, consignando para cada uno de ellos las características básicas que deberán acreditarse para la Homologación, las Entidades autorizadas para la realización de los reconocimientos, inspecciones, pruebas y ensayos y, en su caso, los Organismos aceptados por el Ayuntamiento para la emisión del Certificado de Homologación.

05.- La recepción o instalación de un elemento homologable, conforme al párrafo anterior, requerirá que éste esté incluido en la relación de elementos homologados vigente en la fecha de su instalación.

06.- Con periodicidad anual el Ayuntamiento actualizará la relación de elementos homologables, así como los datos sobre los mismos a los que se hace referencia en el párrafo 04 anterior.

07.- El carácter de elemento homologado representa, a los efectos de este PCTG, que el producto es susceptible de alcanzar las características del prototipo que sirvió de base para la obtención del Certificado de Homologación, lo que permitirá al Director la reducción del nivel de Control de Calidad exigido en este PCTG para la recepción de este elemento.

08.- Con independencia de lo especificado en el Apartado precedente, será potestad del Director la realización de cuantos reconocimientos, inspecciones, pruebas y ensayos considere precisos para comprobar las características del elementos durante el desarrollo de las actividades de control de calidad en la ejecución de las obras.

2.- PROCEDIMIENTO PARA LA HOMOLOGACIÓN DE ELEMENTOS.

01.- La obtención del Certificado de Homologación por un elemento homologable se ajustará al siguiente procedimiento:

- a) Presentación por el peticionario de la correspondiente solicitud en impreso normalizado en el Departamento de Proyectos y Tecnología del Área de Obras e Infraestructuras, acompañada de:
- Memoria descriptiva del elemento, con datos constructivos, de materiales empleados, de acabados, detalles de instalación o explotación, etc.
 - Planos de definición del elemento.
 - Condiciones de conservación, reposición y reparación.
 - Certificados de Entidades autorizadas que garanticen el cumplimiento de las características exigidas al elemento, al amparo de lo indicado en los Apartados 04 y 06 del Apartado 1 de este Artículo.
 - Catálogos publicados con especificaciones técnicas.
 - Tres (3) muestras del elemento a homologar.
 - Cuanta documentación considere oportuna el interesado.
- b) El Departamento de Proyectos y Tecnología del Área de Obras e Infraestructuras enviará la documentación presentada, junto con las muestras, a los Departamentos Técnicos municipales con competencias técnicas sobre el elemento presentado.
- c) Los Departamentos Técnicos correspondientes realizarán los estudios y análisis del elemento presentado. Una vez realizados los estudios o comprobaciones precisos y obtenidos los informes que consideren necesarios, devolverán la documentación y las muestras presentadas por el solicitante al Departamento de Proyectos y Tecnología con un informe razonado sobre la decisión a adoptar. Para la realización de las pruebas o ensayos (destructivos o no) que deba realizar el Departamento Técnico, el peticionario aportará las nuevas muestras que este Departamento le solicite, al objeto de conservar siempre con la solicitud al menos una de las tres inicialmente presentadas.
- d) A la vista de los anteriores informes el Departamento de Proyectos y Tecnología del Área de Obras e Infraestructuras, propondrá a la Superioridad la aceptación o rechazo de la homologación solicitada, así como el plazo de vigencia de la misma.

02.- Las muestras indicadas en los puntos “a” y “c” del párrafo 01 de este Apartado, quedarán en poder del Ayuntamiento, salvo que el elemento no sea homologado, en cuyo caso el peticionario podrá reclamar su devolución.

03.- Dos (2) de las muestras se enviarán, para su custodia, a los Laboratorios de Control de Calidad Municipales.

04.- Los gastos derivados de la obtención de los certificados indicados en el punto a) del párrafo 01 de este Apartado serán por cuenta del peticionario.

05.- Los gastos derivados de los reconocimientos, inspecciones, pruebas y ensayos que los Servicios Técnicos municipales estimen oportuno realizar sobre el elemento a homologar al amparo de lo indicado en el punto d) del párrafo 01 de este Apartado, serán a cuenta del peticionario, quien ingresará el importe de los mismos, previamente a su realización, en la cuenta de Valores Independientes y Auxiliares del Presupuesto del Ayuntamiento.

3.- CONTROLES SOBRE ELEMENTOS HOMOLOGADOS.

01.- El fabricante de un producto homologado por el Ayuntamiento mantendrá en todo momento la factoría y todos los procesos de fabricación abiertos a la inspección de los Servicios Municipales. Asimismo, facilitará la documentación del control de producción a requerimiento de tales Servicios, así como las muestras que sean necesarias para la realización del control de recepción libres de cargo.

02.- El Departamento de Proyectos y Tecnología del Área de Obras e Infraestructuras podrá exigir que los elementos homologados sean controlados en origen y que la factoría disponga de un sistema de control de calidad interno e independiente del control de recepción que en cada caso realice el propio Ayuntamiento.

4.- RENOVACIÓN Y PÉRDIDA DE LA HOMOLOGACIÓN.

01.- El fabricante de un elemento homologado no podrá modificar las características básicas que figuran en el Certificado de Homologación, debiendo iniciar el proceso indicado en el Apartado 2 de este Artículo para homologar el elemento si tal circunstancia se produjera.

02.- Transcurrido el plazo de vigencia de cada Certificado de Homologación, que será variable en función del elemento homologado, se podrá proceder a su renovación por un procedimiento análogo al indicado en el Apartado 2 de este Artículo, con las simplificaciones que estime oportunas el Departamento de Proyectos y Tecnología del Área de Obras e Infraestructuras a la vista de las características que se mantengan constantes desde la renovación anterior.

03.- La homologación de un elemento será retirada en los supuestos siguientes:

- a) En el caso en que los controles de recepción desarrollados por los Servicios Municipales, tanto en fábrica como en obra, arrojen resultados negativos o se encuentren suficientes anomalías contrastadas en el proceso de control interno del fabricante.
- b) En el caso de que los controles de seguimiento descritos en el Apartado 3 de este Artículo arrojen resultados negativos.
- c) Por cumplirse el plazo de vigencia del Certificado.