

**PLIEGO DE
CONDICIONES
TÉCNICAS
GENERALES
2024 ■**

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

**PARTE 3: CONDICIONES QUE DEBEN
CUMPLIR LAS UNIDADES DE OBRA
BÁSICAS**

Capítulos 30-38

INDICE DEL COMPENDIO 2024 DE LA PARTE 3 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 3: CONDICIONES QUE DEBEN CUMPLIR LAS UNIDADES DE OBRA BÁSICAS

CAPÍTULO 30.- LEVANTADOS Y DEMOLICIONES	7
ARTÍCULO 30.00.- GENERALIDADES.....	7
Sección 1.ª	10
DEMOLICIONES.....	10
ARTÍCULO 30.11.- TRABAJOS DE DEMOLICIÓN	10
CAPÍTULO 31.- AGOTAMIENTOS Y OBRAS DE DRENAJE.....	13
Sección 1.ª	13
AGOTAMIENTOS.....	13
ARTÍCULO 31.11.- AGOTAMIENTOS.....	13
ARTÍCULO 31.12.- REBAJAMIENTO DEL NIVEL FREÁTICO.....	14
Sección 2.ª	17
OBRAS DE DRENAJE	17
ARTÍCULO 31.21.- DRENES SUBTERRÁNEOS.....	17
ARTÍCULO 31.22.- RELLENOS LOCALIZADOS DE MATERIAL FILTRANTE	23
CAPÍTULO 32.- MOVIMIENTO DE TIERRAS	28
ARTÍCULO 32.00.- GENERALIDADES.....	28
Sección 1.ª	31
TRABAJOS PRELIMINARES.....	31
ARTÍCULO 32.11.- DESPEJE Y DESBROCE DEL TERRENO	31
Sección 2.ª	34
EXCAVACIONES A CIELO ABIERTO.....	34
ARTÍCULO 32.21.- EXCAVACIÓN EN EXPLANACIÓN.....	34
ARTÍCULO 32.22.- EXCAVACIÓN EN VACIADOS.....	40
ARTÍCULO 32.23.- EXCAVACIÓN EN ZANJA Y POZO.....	46
ARTÍCULO 32.24.- ENTIBACIÓN EN ZANJAS Y POZOS	51
Sección 3.ª	54
RELLENOS	54
ARTÍCULO 32.31.- TERRAPLENES	54
ARTÍCULO 32.32.- RELLENOS LOCALIZADOS.....	66
Sección 4.ª	70
EXCAVACIONES SUBTERRÁNEAS	70
ARTÍCULO 32.41.- EXCAVACIÓN EN MINA (PCTG99).....	70

Sección 5.ª	72
REFINO DE LA EXCAVACIÓN	72
ARTÍCULO 32.51.- SANEAMIENTO Y REFINO DE LA EXCAVACIÓN	72
ARTÍCULO 32.52.- REFINO DE TALUDES	74
CAPÍTULO 33.- ESTUDIO Y TRATAMIENTOS DEL TERRENO	76
Sección 1.ª	76
PERFORACIONES Y SONDEOS	76
ARTÍCULO 33.11.- SONDEOS DE RECONOCIMIENTO	76
ARTÍCULO 33.12.- TALADROS	84
Sección 2.ª	95
MEJORAS DEL TERRENO	95
ARTÍCULO 33.20.- INYECCIONES. GENERALIDADES	95
ARTÍCULO 33.21.- INYECCIONES AL TERRENO CON MEZCLAS DE CEMENTO	117
ARTÍCULO 33.22.- INYECCIONES AL TERRENO CON SILICATOS	127
ARTÍCULO 33.23.- INYECCIONES AL TERRENO CON RESINAS	132
ARTÍCULO 33.24.- INYECCIONES EN TERRENOS CAVERNOSOS	138
ARTÍCULO 33.25.- COLUMNAS DE GRAVA	140
ARTÍCULO 33.26.- PRECARGA DEL TERRENO	143
ARTÍCULO 33.27.- COMPACTACIÓN DINÁMICA	147
CAPÍTULO 34.- CIMENTACIONES INDIRECTAS Y PANTALLAS	150
Sección 1.ª	150
PILOTAJES	150
ARTÍCULO 34.11.- PILOTES DE HORMIGÓN IN SITU	150
ARTÍCULO 34.12.- PILOTES HINCADOS	163
ARTÍCULO 34.13.- MICROPILOTES DE TUBO DE ACERO	174
Sección 2.ª	182
PANTALLAS	182
ARTÍCULO 34.21.- PANTALLAS CONTINUAS DE HORMIGÓN	182
ARTÍCULO 34.22.- PANTALLAS CONTINUAS DE BENTONITA	195
ARTÍCULO 34.23.- TABLESTACADO METÁLICO	199
ARTÍCULO 34.24.- PANTALLAS DE PILOTES O MICROPILOTES	206
Sección 3.ª	212
VARIOS	212
ARTÍCULO 34.31.- ANCLAJES	212
CAPÍTULO 35.- OBRAS DE HORMIGÓN	221
Sección 1.ª	221
OBRAS DE HORMIGÓN	221
ARTÍCULO 35.11.- OBRAS DE HORMIGÓN EN MASA O ARMADO	221
ARTÍCULO 35.12.- OBRAS DE HORMIGÓN PRETENSADO	236
ARTÍCULO 35.13.- ESTRUCTURAS CON PIEZAS PREFABRICADAS DE HORMIGÓN	238
ARTÍCULO 35.14.- HORMIGÓN PROYECTADO	241
Sección 2.ª	244



DISPOSITIVOS EN LAS OBRAS DE HORMIGÓN.....	244
ARTÍCULO 35.21.- JUNTAS DE CONTRACCIÓN Y DE DILATACIÓN	244
ARTÍCULO 35.22.- ANCLAJE A POSTERIORI DE ELEMENTOS METÁLICOS EN HORMIGÓN	248
ARTÍCULO 35.23.- JUNTAS ESTRUCTURALES CON PASADORES DE CORTANTE	254
CAPÍTULO 36.- ESTRUCTURAS METÁLICAS.....	256
Sección 1.ª.....	256
CONSTRUCCIONES METÁLICAS.....	256
ARTÍCULO 36.11.- ESTRUCTURAS DE ACERO	256
ARTÍCULO 36.12.- ESTRUCTURAS DE ACERO RESISTENTE A LA CORROSIÓN.....	278
Sección 2.ª.....	280
PROTECCIONES.....	280
ARTÍCULO 36.20.- PROTECCIÓN DE LAS CONSTRUCCIONES METÁLICAS MEDIANTE PINTURAS. GENERALIDADES.....	280
ARTÍCULO 36.21.- PINTURAS DE IMPRIMACIÓN SINTÉTICA CON FOSFATO DE ZINC COMO ANTICORROSIVO	295
ARTÍCULO 36.22.- CAPAS DE ACABADO CON ESMALTES SINTÉTICOS BRILLANTES.....	297
ARTÍCULO 36.23.- CAPAS DE IMPRIMACIÓN Y DE ACABADO CON PINTURAS A BASE DE RESINAS EPOXI	299
ARTÍCULO 36.24.- CAPAS DE IMPRIMACIÓN Y DE ACABADO CON PINTURAS DE CLOROCAUCHO	301
ARTÍCULO 36.25.- PROTECCIONES ANTICORROSIVAS CON PINTURAS BITUMINOSAS	303
ARTÍCULO 36.26.- PINTURAS MONOCAPA	304
Sección 3.ª.....	306
CONSTRUCCIONES MIXTAS	306
ARTÍCULO 36.31.- ESTRUCTURAS MIXTAS DE HORMIGÓN Y ACERO.....	306
ARTÍCULO 36.32.- FORJADOS DE CHAPA COLABORANTE	308
CAPÍTULO 37.- FÁBRICAS.....	310
ARTÍCULO 37.00.- FÁBRICAS. GENERALIDADES.....	310
Sección 1.ª.....	312
FÁBRICAS DE MATERIALES PÉTREOS.....	312
ARTÍCULO 37.11.- SILLERÍA.....	312
ARTÍCULO 37.12.- MAMPOSTERÍA ORDINARIA	314
ARTÍCULO 37.13.- MAMPOSTERÍA EN SECO.....	317
ARTÍCULO 37.14.- MAMPOSTERÍA DESCAFILADA	318
ARTÍCULO 37.15.- MAMPOSTERÍA CONCERTADA.....	320
ARTÍCULO 37.16.- MAMPOSTERÍA CAREADA	322
ARTÍCULO 37.17.- CHAPADO DE PIEDRA	324
Sección 2.ª.....	326
FÁBRICAS DE LADRILLO Y PIEZAS DE ARCILLA COCIDA.....	326
ARTÍCULO 37.21.- FÁBRICAS DE LADRILLO Y PIEZAS DE ARCILLA COCIDA	326
Sección 3.ª.....	330
FÁBRICAS DE BLOQUES DE HORMIGÓN.....	330
ARTÍCULO 37.31.- FÁBRICA DE BLOQUES DE HORMIGÓN	330
Sección 4.ª.....	333
ESCOLLERAS Y OBRAS DE TIERRA.....	333
ARTÍCULO 37.41.- ESCOLLERA DE PIEDRAS.....	333

ARTÍCULO 37.42.- GAVIONES	336
CAPÍTULO 38.- REPARACIÓN DE ESTRUCTURAS	338
Sección 1.ª	338
SANEADO, LIMPIEZA Y DEMOLICIONES	338
ARTÍCULO 38.11.- PICADO Y SANEADO DE HORMIGÓN	338
ARTÍCULO 38.12.- CORTE CON DISCO DIAMANTADO	343
ARTÍCULO 38.13.- CHORREO Y LIMPIEZA.....	344
ARTÍCULO 38.14.- LIMPIEZA DE MANCHAS	346
ARTÍCULO 38.15.- LIMPIEZA DE ELEMENTOS METÁLICOS CON CHORRO DE AGUA A ALTA PRESIÓN.....	348
ARTÍCULO 38.16.- SOPLADO CON AIRE A PRESIÓN	349
ARTÍCULO 38.17.- HIDRODEMOLICIÓN ROBOTIZADA.....	350
Sección 2.ª	352
REGENERACIÓN ESTRUCTURAL	352
ARTÍCULO 38.21.- TRATAMIENTO DE FISURAS.....	352
ARTÍCULO 38.22.- REPARACIÓN ESTRUCTURAL DE PARAMENTOS DE HORMIGÓN	359
ARTÍCULO 38.23.- REJUNTADO DE PARAMENTOS DE FÁBRICA.....	361
ARTÍCULO 38.24.- RECONSTRUCCIÓN DE PARAMENTOS DE FÁBRICA	363
ARTÍCULO 38.25.- REFUERZO CON FIBRAS	365
Sección 3.ª	374
CURA Y PROTECCIÓN	374
ARTÍCULO 38.31.- PROTECCIÓN DE HORMIGÓN MEDIANTE PINTURA ANTICARBONATACIÓN	374
ARTÍCULO 38.32.- PROTECCIÓN E IMPERMEABILIZACIÓN DE PARAMENTOS DE HORMIGÓN CON REVESTIMIENTO EN BASE CEMENTO.....	376
ARTÍCULO 38.33.- PASIVACIÓN E INHIBICIÓN DE ARMADURAS	379



CAPÍTULO 30.- LEVANTADOS Y DEMOLICIONES

ARTÍCULO 30.00.- GENERALIDADES

1.- DEFINICIONES

01.- Demolición es el conjunto de labores destinadas al derribo, desmantelamiento, desmontaje o la destrucción de una construcción haciéndola desaparecer de forma total o parcial.

02.- Levantado, a efectos del presente artículo, es la labor de demolición consistente en la extracción de un elemento que forma parte de una construcción.

2.- REFERENCIA NORMATIVA

2.1.- Normativa estructural

01.- Código Estructural aprobado por el Real Decreto 470/2021, de 29 de junio.

02.- 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.

02.- Código Técnico de la Edificación CTE: Documentos Básicos de Seguridad estructural DB-SE-AE Acciones en la Edificación y Anejo D del DB-SE Evaluación estructural de edificios existentes.

2.2.- Normativa de gestión de residuos

01.- Directiva 2008/98/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 19 de noviembre de 2008, sobre los residuos.

02.- Ley 7/2022, de 8 de abril, de residuos y suelos contaminados para una economía circular.

03.- Ley 1/2024, de 17 de abril, de Economía Circular de la Comunidad de Madrid.

04.- Real Decreto 105/2008 de 1 de febrero por el que se regula la producción de residuos de Construcción y Demolición.

05.- Orden 2726/2009, de la Consejería de Medio Ambiente, Vivienda y Ordenación del Territorio, por la que se regula la gestión de los residuos de construcción y demolición en la Comunidad de Madrid.

06.- Ordenanza 12/2022, de 20 de diciembre, de Limpieza de los Espacios Públicos, Gestión de Residuos y Economía Circular.

2.3.- Normativa de seguridad y salud en obra

01.- Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales.

02.- 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.

03.- Real Decreto 396/2006, de 31 de marzo, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud aplicables a los trabajos con riesgo de exposición al Amianto

2.4.- Normas Técnicas

01.- Orden de 10 de febrero de 1975 por la que se aprueba la norma Tecnológica de la edificación NTE-ADD/1975 «Acondicionamiento del terreno. Desmontes: Demoliciones»

02.- Artículo 301 “demoliciones” del Pliego de prescripciones técnicas generales para obras de carreteras y puentes del Ministerio de Fomento (PG3).

3.- CONSIDERACIONES GENERALES

01.- Los proyectos que contengan labores de levantado y demolición deberán justificar en la memoria la necesidad de realizarlas.

02.- Las diferentes labores de levantado y demolición se planificarán en el proyecto, y previamente al inicio de la obra requiriendo la aprobación de la dirección facultativa.

03.- Los proyectos deberán prever la afección de las labores de levantado y demolición tanto en la misma construcción, como en las construcciones próximas. Se deberá tener en cuenta el terreno y la posible variación de las condiciones de contorno, así como la variación de las solicitaciones actuantes en las construcciones. Se deberán diseñar justificadamente las soluciones de consolidación, apeos y de protección, que sean necesarias, en cada una de las fases de la demolición, para lograr unas condiciones de seguridad suficientes y evitar daños.

04.- Los proyectos deberán prever en el anejo de integración ambiental, o en su defecto en la memoria, la afección de las labores de levantado y demolición en el entorno indicando los medios de prevención y protección a adoptar.

05.- Las obras de demolición de estructuras deberán cumplir con lo dispuesto en la normativa estructural.

06.- Las obras de demolición de gran dificultad o afección deberán realizarse con proyectos específicos, al menos en los casos previstos por la normativa.

4.- GESTIÓN DE RESIDUOS

01.- Las obras de levantado y demolición conllevan la producción de residuos de construcción y demolición (RCD). Se debe cumplir lo exigido por la normativa sobre gestión de residuos, atendiendo a las orientaciones y estrategias establecidas en los planes estatal y autonómico de residuos.

02.- De acuerdo con el Real Decreto 105/2008 de 1 de febrero por el que se regula la producción de residuos de Construcción y Demolición, los proyectos deben incluir un Estudio de Gestión de RCD, debiendo elaborar el constructor un Plan de Gestión de RCD, que refleje como llevará a cabo sus obligaciones como poseedor de RCD aplicando lo previsto en el citado Estudio.

03.- Se ha de asegurar la correcta gestión de los residuos, aplicando el principio de jerarquía establecido en la Ley 7/2022, de 8 de abril, de residuos y suelos contaminados para una economía circular. El proyecto, la planificación de la demolición y el Plan de gestión de RCD se orientarán para facilitar una adecuada separación de los residuos con vistas a su aprovechamiento.

04.- Se deberán analizar las construcciones a demoler en fase de proyecto a fin de identificar y cuantificar lo mejor posible el tipo de residuos que se generarán y poderlos inventariar debidamente en el Estudio de gestión de residuos. En especial se debe detectar si existen materiales y sustancias peligrosas debiéndolo inventariar correctamente, se garantizará que no se mezclan residuos peligrosos con los no peligrosos.

05.- Cuando las construcciones a demoler contengan amianto o pueda existir riesgo de exposición al mismo de algún trabajador, se debe aplicar el Real Decreto 396/2006, de 31 de marzo, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud aplicables a los trabajos con riesgo de exposición al amianto. El proyecto deberá detallar el cumplimiento de dicha normativa, asimismo el coordinador de seguridad y salud en la obra y el contratista deberán asegurar su cumplimiento.

06.- El Estudio de gestión de RCD deberá prever la separación de los RCD, preferentemente en la propia obra siempre que sea técnicamente viable. Sin perjuicio de las fracciones de residuos que ya tienen establecida una separación obligatoria, a criterio de la dirección del proyecto la separación de RCD en obras con proyecto se realizará al menos según lo propuesto por el Plan de Gestión de Residuos de Construcción y Demolición 2017-2024 de la Comunidad de Madrid.

CUADRO 30.0.1

UMBRALES PROPUESTOS POR EL PLAN DE GESTIÓN DE RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN 2017-2024 DE LA COMUNIDAD DE MADRID PARA EXIGIR SEPARACIÓN DE LOS RCD EN OBRA

Fracción	Cantidad generada para el total de la obra
Hormigón:	10 t. (umbral según RD 105/2008: 80 t)
Ladrillos, tejas, cerámicos:	10 t. (umbral según RD 105/2008: 40 t)
Yeso de falsos techos, molduras y paneles:	En todos los casos

07.- Cuando no se realice una separación de RCD con las fracciones previstas en el RD 105/2008, al menos se realizará una separación entre fracción árida (hormigón, ladrillos, cerámicos...) y no árida. Se evitará la mezcla del yeso con fracciones áridas dado que impide o limita en gran medida el reciclaje de dichas fracciones.

08.- Mientras los residuos permanezcan en la obra, el contratista deberá mantenerlos en condiciones adecuadas de higiene y seguridad, así como evitar la mezcla de fracciones ya seleccionadas que impida o dificulte su posterior valorización o eliminación.

09.- En las obras de levantado y demolición el proyecto estudiará si existen elementos que puedan no considerarse residuos, por ser aptos para ser reutilizados en la misma obra u otra. Se planteará por ejemplo en elementos de mobiliario o de cantería, debiéndose prever si fuera necesario su preparación y transporte al almacén o casilla municipal con la conformidad del servicio municipal competente.

10.- De acuerdo con lo dispuesto por el Real Decreto 105/2008 de 1 de febrero, por el que se regula la producción de residuos de Construcción y Demolición, el constructor deberá entregar los RCD a un gestor de residuos cuando no proceda gestionarlos por sí mismo, debiendo sufragar los correspondientes costes de gestión. Previamente a la certificación final de la obra el contratista deberá haber entregado a la dirección facultativa los certificados y demás documentación acreditativa de la gestión de los RCD de la obra.

Sección 1.^a

DEMOLICIONES

ARTÍCULO 30.11.- TRABAJOS DE DEMOLICIÓN

1.- CONSIDERACIONES GENERALES

01.- Los trabajos de demolición comprenderán las siguientes operaciones o fases:

- Trabajos de preparación y de protección.
- Derribo, fragmentación o desmontaje de construcciones.
- Retirada de los materiales e instalaciones.

02.- Según el procedimiento de ejecución se pueden clasificar en:

- Demolición elemento a elemento. Los trabajos se efectúan siguiendo un orden que, en general, corresponde al orden inverso seguido para la construcción.
- Demolición por colapso. En este caso la demolición puede efectuarse mediante empuje, por impacto de bola de gran masa o mediante el uso de explosivos.

2.- TRABAJOS DE PREPARACIÓN Y PROTECCIÓN

01.- Se realizarán todos los trabajos de preparación y protección necesarios para garantizar que la demolición se produce de una forma controlada y segura.

02.- Se protegerán los elementos de los servicios públicos que puedan estar afectados por la demolición y se neutralizarán las acometidas de las instalaciones, de acuerdo con las empresas suministradoras. Se taponará el alcantarillado y se revisarán los locales del edificio, comprobando que no existe almacenamiento de materiales combustibles o peligrosos, ni otras derivaciones de instalaciones que no procedan de las tomas del edificio, así como si se han vaciado todos los depósitos y tuberías.

03.- Cuando la construcción se sitúa en una zona urbana y su altura sea superior a cinco metros (5 m), al comienzo de la demolición, estará rodeada de una valla, verja o muro de altura no menor de dos metros (2 m). Las vallas se situarán a una distancia del edificio no menor de uno coma cinco metros (1,50 m). Cuando dificulten el paso, se dispondrán a lo largo del cerramiento luces rojas, a distancias no mayores de diez metros (10 m), y en las esquinas.

04.- En fachadas de edificios que den a la vía pública se situarán protecciones como redes o lonas, así como una pantalla inclinada, rígida, que recoja los escombros o herramientas que puedan caer. Esta pantalla sobresaldrá de la fachada una distancia no menor de dos metros (2 m).

05.- Se dejarán previstas tomas de agua para el riego, para evitar la formación de polvo durante los trabajos.

3.- DERRIBO, FRAGMENTACIÓN O DESMONTAJE DE CONSTRUCCIONES

3.1.- Condiciones generales

01.- Los trabajos se realizarán de forma que produzcan la menor molestia posible a los ocupantes de las zonas próximas a la obra.

02.- Durante la demolición, si aparecen grietas en los edificios medianeros, se colocarán testigos, a fin de observar los posibles efectos de la demolición y efectuar su apuntalamiento o consolidación si fuese necesario.

03.- Durante la ejecución se vigilará y se comprobará que se adoptan las medidas de seguridad especificadas, que se dispone de los medios adecuados y que el orden y la forma de ejecución de la demolición se adapta a lo especificado en el proyecto, el plan de demolición y el plan de seguridad y salud.

3.2.- Demolición elemento a elemento

01.- El orden de demolición se efectuará, de forma inversa a su construcción, de arriba hacia abajo de tal forma que la demolición se realice prácticamente al mismo nivel, sin que haya personas situadas en la misma vertical ni en la proximidad de elementos que se abatan o vuelquen.

02.- No se suprimirán los elementos atirantados o de arriostamiento en tanto no se supriman o contrarresten las tensiones que inciden sobre ellos.

03.- En elementos metálicos en tensión se tendrá presente el efecto de oscilación al realizar el corte o al suprimir las tensiones.

04.- Se apuntalarán los elementos en voladizo antes de aligerar sus contrapesos.

05.- En general, se desmontarán sin trocear los elementos que puedan producir cortes o lesiones, como vidrios, aparatos sanitarios, etc. El troceo de un elemento se realizará por piezas de tamaño manejable por una sola persona.

06.- El corte o desmontaje de un elemento, no manejable por una sola persona, se realizará manteniéndolo suspendido o apuntalado, evitando caídas bruscas y vibraciones que se transmitan al resto del edificio o a los mecanismos de suspensión.

07.- El abatimiento de un elemento se realizará permitiendo el giro, pero no el desplazamiento de sus puntos de apoyo, mediante mecanismo que trabaje por encima de la línea de apoyo del elemento y permita el descenso lento.

08.- El vuelco solo podrá realizarse para elementos despiezables, no empotrados, situados en fachadas hasta una altura de dos plantas y todos los de planta baja. Será necesario previamente, atirantar o apuntalar el elemento, rozar inferiormente 1/3 de su espesor o anular los anclajes, aplicando la fuerza por encima del centro de gravedad del elemento. Se dispondrá, en el lugar de caída, de suelo consistente y de una zona de lado no menor a la altura del elemento más la mitad de la altura desde donde se lanza.

09.- Las cargas se comenzarán a elevar lentamente, con el fin de observar si se producen anomalías, en cuyo caso, se subsanarán después de haber descendido nuevamente la carga a su lugar inicial.

10.- Se evitará la formación de polvo regando ligeramente los elementos y/o escombros.

11.- Al finalizar la jornada no deben quedar elementos del edificio en estado inestable, de forma que el viento, las condiciones atmosféricas u otras causas no puedan provocar su derrumbamiento. Se protegerán de la lluvia, mediante lonas o plásticos, las zonas o elementos del edificio que puedan ser afectados por aquella.

3.3.- Demolición por empuje

01.- La altura del edificio o parte de edificio a demoler, no será mayor de 2/3 de la altura alcanzable por la máquina.

02.- La máquina avanzará siempre sobre suelo consistente y los frentes de ataque no aprisionarán a la máquina, de forma que esta pueda girar siempre 360°.

03.- No se empujará, en general, contra elementos no demolidos previamente, de acero ni de hormigón armado. Se habrá demolido previamente, elemento a elemento, la parte de edificio que está en contacto con medianerías, dejando aislado el tajo de la máquina.

04.- Se empujará en el cuarto superior de la altura de los elementos verticales y siempre por encima de su centro de gravedad.

05.- Cuando existan planos inclinados, como faldones de cubierta, que puedan deslizar sobre la máquina, deberán demolerse previamente.

3.4.- Demolición por impacto de bola de gran masa o mediante el uso de explosivos

01.- La utilización de estos sistemas requerirá un estudio especial en cada caso.

02.- El empleo de explosivos estará condicionado a la obtención del permiso de la autoridad competente con jurisdicción en la zona de la obra, cuya obtención será de cuenta y responsabilidad del Contratista.

4.- RETIRADA DE LOS MATERIALES DE LA DEMOLICIÓN

01.- Los materiales de la demolición se retirarán para su gestión según se indica en el apartado 4 del artículo 30.00.

5.- MEDICIÓN Y ABONO

01.- Las demoliciones se abonarán por metros cúbicos (m³), o por metros cuadrados (m²), sobre planos, según lo previsto en el proyecto.

02.- Los trabajos de preparación y protección de la demolición, previstos o no en el proyecto, si no cuentan con partida propia se considerarán abonados dentro de la unidad de demolición.

03.- Si en los documentos del proyecto no se hace referencia alguna a la unidad de demoliciones, se entenderá que está comprendida en las de excavación y, por tanto, no habrá lugar a su medición y abono por separado.

04.- El estudio de gestión de residuos del proyecto definirá el volumen de esponjamiento del escombro en función de sus características, que estará comprendido entre 1,3 y 1,5. Los trabajos de separación, clasificación, recogida, transporte y tratamiento de RCD se medirán y abonarán según lo previsto en el estudio de gestión de residuos.

CAPÍTULO 31.- AGOTAMIENTOS Y OBRAS DE DRENAJE

Sección 1.^a

AGOTAMIENTOS

ARTÍCULO 31.11.- AGOTAMIENTOS

1.- DEFINICIÓN

01.- Se define como agotamiento el conjunto de operaciones necesarias para recoger y evacuar las aguas que irrumpen en las zonas de trabajo, cualquiera que sea su origen, siempre que sea obligada su elevación mediante bombas o máquinas similares.

2.- CONDICIONES GENERALES

01.- El Contratista deberá mantener en seco las zonas de trabajo y evacuar el agua que entre en ellas hasta los puntos de desagüe. A tal fin deberá efectuar las captaciones locales y evacuar todas las aguas que lleguen a las zonas de trabajo, ya sean a cielo abierto o subterráneas, bombeándolas, si fuese preciso, y conduciéndolas hasta los lugares aprobados por la Dirección de obra, sin provocar problemas de erosión o de estabilidad del terreno y de las obras ejecutadas o en ejecución, así como afecciones a terceros.

02.- El Contratista deberá disponer de los equipos e instalaciones de la capacidad y características necesarias para la recogida y evacuación de las aguas desde el inicio de las obras y deberá mantener adecuadamente, mediante limpieza y reparaciones, todas las obras de drenaje y desagüe durante todo el tiempo de ejecución de las obras.

03.- El sistema de agotamiento será propuesto por el Contratista a la aprobación de la Dirección, sin que de su aprobación pueda deducirse eximente alguno de la responsabilidad de aquel.

04.- Las bombas de agua o de fangos deberán tener la capacidad suficiente para mantener el nivel del agua por debajo de la cota prefijada para que los trabajos puedan desarrollarse correctamente; deberá contar con suficientes bombas de reserva y piezas de repuesto para garantizar la continuidad de la ejecución de las obras.

05.- En el caso de que las aguas a agotar contengan depósitos, se deberán adoptar las medidas necesarias para la eliminación de las mismas, especialmente en aquellos casos en los que el vertido se efectúe sobre redes de saneamiento existentes.

06.- Siempre que sea posible, el agua que se extraiga se conducirá a la red de alcantarillado público.

3.- MEDICIÓN Y ABONO

01.- Los agotamientos se abonarán por unidad de energía consumida por el grupo motobomba.

02.- En los agotamientos necesarios para la ejecución de excavaciones, se estará a lo dispuesto en el Apartado 4 del Artículo 32.21 de este Pliego.

ARTÍCULO 31.12.- REBAJAMIENTO DEL NIVEL FREÁTICO

1.- DEFINICIÓN

01.- Se define como rebajamiento del nivel freático la técnica que consiste en dejar en seco una zona más o menos profunda del terreno mediante la extracción continua del agua intersticial de modo que el perfil de la lámina freática se mantenga por debajo de los límites de la excavación a ejecutar.

02.- Se utilizará el rebajamiento del nivel freático cuando se considere que es menos apropiado retirar el agua de las zonas ya excavadas, por bombeo abierto, que hacer descender el nivel freático general, previamente a la excavación. En la aplicación de esta técnica se tendrá en cuenta la naturaleza del suelo, sus características hidrológicas, el tamaño y profundidad de la zona que se quiere agotar, los métodos previstos o posibles de excavación y contención del suelo, el destino y condiciones de funcionamiento de la obra a construir, la proximidad de estructuras ya existentes y el plazo de ejecución.

2.- CLASIFICACIÓN

01.- Los métodos de rebajamiento del nivel freático más usuales son los siguientes:

- Well-point. Bombeo, con bombas de succión, de pequeño a mediano caudal, desde pozos poco espaciados, de un metro y medio (1,5 m) a tres metros (3 m), con una altura máxima menor de siete metros (7 m). Este método es recomendable para rebajamientos de nivel de poca altura, para recintos de pequeñas y medianas dimensiones y en suelos estratificados con baja permeabilidad. Se utiliza, para alturas mayores a la máxima citada, instalando redes escalonadas a distintos niveles.
- Well-point con inyección. Se utiliza para drenar el agua del nivel freático empleando una serie de lanzas que delimitan la zona de trabajo y que no superan los 7 m de longitud. El sistema de bombeo crea un vacío que empuja el agua hacia la superficie a través de la succión de las lanzas, montadas con una separación de 1-1.5 m.
- Método de pozos profundos. Se utiliza en el rebajamiento de acuíferos homogéneos que se desarrollan bajo el fondo de un recinto a desecar de grandes dimensiones, en terrenos muy permeables. En este caso se disponen bombas sumergidas de gran caudal en pozos de gran profundidad y muy separados entre sí. Este sistema también se puede ejecutar con micropozos para superficies más pequeñas.
- Métodos de succión a través de electroósmosis. Este fenómeno produce el movimiento de las moléculas de agua inducido por un campo eléctrico en un medio vaporoso, como es el suelo.
- Subdrenes de zanjas. Consiste en la construcción de subdrenes con geotextil y material granular en los lugares indicados en el Proyecto. La colocación de un geotextil en contacto con el suelo permite el paso del agua, a largo plazo, dentro del sistema de drenaje subsuperficial, reteniendo el suelo adyacente. Se podrá emplear geotextil cuyas fibras estén elaboradas con polímeros sintéticos de cadena larga, compuestos por un porcentaje mínimo del 95% en masa de poliéster. Las fibras de geotextil deberán conformar una red estable que mantenga la estabilidad dimensional entre ellas, incluyendo los bordes. El tipo y las propiedades requeridas al geotextil serán los establecidos en los documentos del Proyecto en función de las características y condiciones del mismo y los procedimientos de instalación, así como de la granulometría, de la plasticidad y de las condiciones hídricas del suelo.
- Subdrenes interceptores. Son zanjas excavadas a mano o a máquina, rellenas con material filtrante y elementos de captación y transporte de agua. La profundidad máxima de esta zanja es de 6 m.
- Drenes horizontales o Subdrenes de penetración. Consiste en una tubería perforada colocada en el terreno con una perforación profunda subhorizontal o ligeramente inclinada. Con la que se busca rebajar el nivel freático, hasta incrementar la estabilidad de un talud. Son rápidos y simples de instalar y su longitud varía entre los 10 m y los 40 m.
- Trincheras estabilizadoras. Son zanjas profundas y anchas ejecutadas con maquinaria pesada que en su fondo y paredes laterales lleva un colchón de filtro, un dren interceptor o un sistema de drenes tipo hespina de pescado. La zanja se rellena con enrocado o con material común.



3.- ESTUDIO PREVIO A LA EJECUCIÓN DE LOS TRABAJOS

3.1.- Estudio del terreno

01.- Si los informes, reconocimientos y ensayos incluidos en el Proyecto, no tuviesen el detalle suficiente o la orientación adecuada para que puedan servir de base cierta para el estudio del rebajamiento del nivel freático, será obligatorio realizar un estudio geológico, geotécnico e hidrogeológico complementario, mediante los reconocimientos, ensayos y pruebas que, a propuesta del Contratista y de conformidad con la Dirección, sea preciso llevar a cabo.

La caracterización necesaria del suelo comprende, al menos, hasta a 1,5 veces la profundidad de la excavación y preferiblemente hasta la base del acuífero a bombear.

02.- La anterior prescripción no excluye la responsabilidad y obligación del Contratista de poner gratuitamente a disposición de la Dirección cuantos informes y estudios del terreno tenga a su disposición o que pudiera recopilar por su cuenta.

3.2.- Estudio de ejecución

01.- El Contratista deberá presentar a la Dirección, para su aceptación, el Estudio de ejecución del rebajamiento del nivel freático que tendrá en cuenta los siguientes aspectos:

- Naturaleza y características geotécnicas.
- Características hidrogeológicas del freático o freáticos afectados.
- Planta y profundidad de la zona que se pretende dejar en seco.
- Los métodos previstos de excavación y de contención de suelos.
- El destino y las condiciones de funcionamiento en explotación de la obra a construir, y particularmente si va a ser preciso para ello el mantenimiento, en todo o parte, del rebajamiento, después de la terminación de la obra.
- La seguridad de estructuras próximas preexistentes.
- La seguridad del personal.

02.- El estudio presentado por el Contratista deberá definir y justificar, al menos, los siguientes puntos:

- Hipótesis de partida.
- Hipótesis de cálculo.
- Tipo de rebajamiento previsto.
- Características y posición de los elementos previstos (pozos profundos, well-point, etc.).
- Procedimientos de instalación.
- Situación de la red completa.
- Suministro de energía.
- Programa de seguimiento del rebajamiento y más particularmente de prueba del sistema instalado antes de proceder al rebajamiento total que permita comprobar su capacidad para ello.
- Medidas a tomar para la seguridad de todos los posibles afectados que se especifican en el punto anterior.

4.- EJECUCIÓN DE LOS TRABAJOS

01.- Durante todo el período de utilización del rebajamiento, el Contratista atenderá al mantenimiento en buenas condiciones de funcionamiento de todo el sistema, cuidando en especial los siguientes puntos:

- Evitar las fugas de la red de evacuación que pueden dar lugar a deterioros en la obra o el suelo y a un mayor gasto del sistema.
- Mantener todo el sistema, en especial la red eléctrica, en perfectas condiciones de seguridad para los operarios y terceras personas.
- Mantener el equipo de bombeo en buenas condiciones de funcionamiento.
- Redactar un parte diario de incidencias, niveles freáticos mantenidos, consumos energéticos y estimación de volumen extraído.
- Presentar a la Dirección un parte semanal, resumen del parte diario, con los extremos que este considere oportunos.
- Informar de modo inmediato a la Dirección de todas las incidencias del rebajamiento que puedan tener consecuencias, como puede ser: anormal arrastre de sólidos, movimientos de taludes, anormales variaciones de caudales o niveles freáticos, etc.

02.- Cualquier sistema destinado a retirar el agua del terreno o rebajar la presión intersticial debe contar con un reconocimiento geotécnico o hidrogeológico, según UNE-EN 1997-1:2016/2016-06-22

5.- MEDICIÓN Y ABONO

01.- La medición y abono de esta unidad se realizará de acuerdo con lo indicado en el PCTP y demás documentos del Proyecto.

Sección 2.^a

OBRAS DE DRENAJE

ARTÍCULO 31.21.- DRENES SUBTERRÁNEOS

1.- GENERALIDADES

01.- Estos drenes consisten en tubos perforados, de material poroso, o con juntas abiertas, colocados en el fondo de zanjas rellenas de material filtrante adecuadamente compactado, y que, tras un relleno de tierras localizado, están aisladas normalmente de las aguas superficiales por una capa impermeable que ocupa y cierra su parte superior.

02.- A veces se omite la tubería, en cuyo caso la parte inferior de la zanja queda completamente rellena de material filtrante, constituyendo un dren ciego o dren francés. En estos drenes el material que ocupa el centro de la zanja es piedra gruesa.

03.- Su ejecución incluye las operaciones siguientes:

- Ejecución del lecho de asiento de la tubería.
- Colocación de la tubería.
- Colocación del material filtrante.

04.- El Proyecto deberá definir con el nivel de detalle que en cada caso proceda, los sistemas de drenaje subterráneo a disponer, justificando convenientemente su elección y adecuación a cada caso.

05.- Los sistemas de drenaje podrán ser utilizados para el drenaje de aguas superficiales, contribuyendo a retener y laminar los caudales de lluvia en el sistema de saneamiento. Cuando se dispongan en sustitución de absorbedores se requerirá de un dimensionamiento por cálculo en el proyecto.

1.1.- Necesidades de drenaje del terreno

01.- En los muros de contención: Se debe colocar siempre un drenaje de trasdós y algunas veces también en la cimentación, salvo que el trasdós sea de material granular y de alta permeabilidad y el nivel freático esté por debajo de la cimentación.

02.- Muros de sótano: Si el nivel freático está por encima de la cimentación, se debe rebajar con un drenaje perimetral, salvo que el caudal sea excesivo y haya que recurrir a cámaras bufas. El muro se impermeabilizará. Se colocará un drenaje longitudinal en el tacón del muro y a una cota inferior a la solera, sobre el dren se colocará una pantalla porosa y una capa de material filtrante de 25 cm de espesor mínimo.

03.- Drenajes de soleras: Será necesario cuando exista agua ascendente por subpresión o cuando, debido a las grandes dimensiones, el dren perimetral no rebaja suficientemente.

04.- Drenajes de jardines: Se ajustará a la topografía, con los drenes en línea de vaguada. En pendientes inferiores al 10% se colocarán drenes tubulares y para pendientes superiores, drenes de grava. En terrenos horizontales, una red tubular ramificada.

05.- Drenes en campos de deportes: disponer una red de drenes tubulares en parrilla bajo el encachado con una pendiente del 4% hacia los drenes y un espesor, al menos de 20 cm, drenando hacia el colector perimetral con pendiente mayor del 1%.

1.2.- Tipos de drenes subterráneos

1.2.1.- Zanjas drenantes

01.- Son zanjas rellenas de material drenante y aisladas de las aguas superficiales, en el fondo de las cuales se dispone la tubería drenante. Las zanjas se proyectarán para proteger las capas de firme y la explanada de la infiltración horizontal, para evacuar parte del agua que pudiera haber penetrado por infiltración vertical, así como para rebajar niveles freáticos y drenar localmente taludes de desmonte o cimientos de rellenos.

02.- Si la zanja drenante pretende el rebajamiento del nivel freático, el Proyecto deberá determinar la necesidad de efectuar ensayos in situ para conocer el valor de los coeficientes de permeabilidad de los terrenos.

03.- Ubicación: el Proyecto deberá definir el trazado y las características geométricas de las zanjas drenantes, que podrá ubicarse bajo cunetas revestidas siempre que adopten medidas para que no se produzcan filtraciones bajo las mismas.

04.- El Proyecto deberá estudiar la estabilidad local de la zanja y la global de las obras, antes, durante y después de su construcción.

05.- Las zanjas drenantes no deberán recibir más caudales que los captados por ellas mismas en los tramos situados entre arquetas o pozos de registro.

1.2.2.- Pantallas drenantes

01.- Las pantallas drenantes, o pantallas drenantes de borde, son zanjas bastante más profundas que anchas – su anchura no puede superar los veinticinco centímetros (25 cm)- que se disponen normalmente en el borde de capas de firme o explanada, en cuyo interior se dispone un filtro geotextil, un alma drenante y generalmente, un dispositivo colector en la parte inferior. Se distinguen dos tipos de pantallas, dependiendo de cuál sea el alma drenante proyectada:

- In situ, en las que suele ser de material granular.
- Prefabricadas, en las que el alma drenante se elabora en un proceso industrial.

02.- Aunque las pantallas drenantes requieren una ocupación de espacio en planta comparativamente menor que en otras soluciones que procuran objetivos similares, presentan condicionantes de limpieza y conservación más estrictos. En el Proyecto se deberá justificar de manera expresa la adecuación de esta solución a la problemática planteada, así como las características y ubicación de las pantallas drenantes, contemplando de modo expreso sus necesidades de limpieza y conservación, prescribiendo, salvo justificación en contra, que su parte superior sea impermeable.

03.- El diámetro interior mínimo del dispositivo del colector deberá ser de 100 mm. Cuando la sección no sea circular deberá permitir la inscripción de un círculo de dicho diámetro. La distancia entre arquetas no será superior a cincuenta metros (50 m), salvo justificación expresa en contra en Proyecto, efectuada teniendo en cuenta las condiciones de limpieza y conservación del sistema.

1.2.3.- Filtros y materiales drenantes

01.- Los filtros utilizados más frecuentemente son los rellenos localizados de material drenante y los geotextiles.

- Rellenos localizados de material drenante: consiste en la extensión y compactación de materiales drenantes en zanjas, trasdoses de obra de fábrica, o cualquier otra zona, cuyas dimensiones no permitan la utilización de los equipos de maquinaria pesada.

- Geotextiles; el Pliego de condiciones Técnicas Particulares del Proyecto determinará las características que deben cumplir los geotextiles, prestando especial atención a las propiedades relacionadas con los fenómenos de punzonamiento y colmatación.

1.2.4.- *Tubería drenante*

01.- Consiste en una tubería perforada, ranurada, etc., que normalmente estará rodeada de un relleno de material drenante o un geotextil, y que, colocada, convenientemente permite la captación de aguas freáticas o de infiltración.

02.- El diámetro interior mínimo de los tubos será de 150 mm, salvo justificación en contra del Proyecto efectuado teniendo en cuenta las necesidades de limpieza y conservación del sistema. Cuando la sección no fuera circular, deberá permitir la inscripción de un círculo de dicho diámetro.

1.2.5.- *Mantos drenantes*

01.- Son capas drenantes formadas por bloques, bolos, material granular o elementos drenantes prefabricados, que se disponen entre un relleno y el terreno natural sobre el que se cimienta.

02.- Deben recoger y conducir al sistema general de drenaje de las obras, aportes de agua procedente del terreno natural y las provenientes del propio relleno en su caso. El área del manto depende de la zona a drenar.

03.- Salvo que estuviera constituido exclusivamente por geocompuestos, en cuyo caso el Proyecto podrá justificar valores menores, el manto drenante tendrá un espesor mínimo de treinta centímetros (30 cm) debiendo encontrarse la línea de saturación al menos diez centímetros (10 cm) bajo la cota superior. Asimismo, y salvo especificación en contra del Proyecto, deberán disponerse filtros granulares o geotextiles para la protección del manto. En general el manto drenante deberá estar provisto de tuberías drenantes, con desagüe a colectores.

1.2.6.- *Drenes en espina de pez*

01.- Para la captación de un conjunto localizado de manantiales o surgencias, los mantos drenantes pueden sustituirse por una red, generalmente arborescente, con forma de espina de pez, constituida por zanjas drenantes que confluyen a una principal que funciona como emisario y que, normalmente, alojará tubería drenante y colector en su interior. Los entronques deberán definirse en el Proyecto, mediante piezas especiales entre tuberías, trasposiciones entre zanjas, arquetas, etc.

02.- El trazado de esta red se determinará de acuerdo con la ubicación de los manantiales o surgencias que hubieran de captarse en cada caso, pudiendo combinarse los drenes en espina de pez con los mantos drenantes.

1.2.7.- *Tacones drenantes*

01.- En rellenos que pudieran plantear problemas de estabilidad, puede adosarse al pie un tacón generalmente de escollera, con doble propósito de actuar como elemento resistente, proporcionándole contención lateral, y de constituir un elemento de drenaje para recoger el agua procedente del terreno de cimentación, del manto drenante si existiera, e incluso del propio relleno en su caso.

1.2.8.- *Drenes de interceptación*

01.- Son zanjas drenantes provistas, por lo general, de tubería drenante en su parte inferior, que tienen por objeto la captación de aguas subterráneas o el rebajamiento del nivel freático, y que se disponen transversalmente al flujo a captar.

02.- Pueden situarse en cimientos de rellenos o al pie de los mismos, al pie o en coronación de los desmontes y en bermas intermedias.

1.2.9.- *Contrafuertes drenantes*

01.- Es un sistema mixto de drenaje y refuerzo de aplicación en taludes de desmonte o espaldones de rellenos, que consta de zanjas drenantes orientadas según líneas de máxima pendiente de los mismos, que además actúan de contrafuertes.

02.- Entre dichas zanjas y a diferentes alturas, pueden proyectarse, transversalmente a las primeras otras de menor o igual profundidad (contrafuertes secundarios) que desagüen en los anteriores, contribuyendo además al refuerzo del paramento en cuestión.

03.- Los contrafuertes se proyectarán con profundidad sensiblemente constante, o variable, en función de las características del terreno y de la importancia relativa de las funciones de drenaje y refuerzo respectivamente, buscadas en cada aplicación particular.

1.2.10.- *Drenes californianos*

01.- Son perforaciones de pequeño diámetro y en gran longitud, en relación con el diámetro, efectuadas en el interior del terreno natural o de rellenos, dentro de los cuales se colocan generalmente tubos, que, en la mayoría de los casos, serán ranurados o perforados. El objetivo principal de un tratamiento mediante drenes californianos es el de reducir las presiones intersticiales de una zona determinada, agotar una bolsa de agua o rebajar el nivel freático.

2.- MATERIALES

2.1.- **Tubos**

01.- Los tubos a emplear en drenes subterráneos podrán ser de hormigón poroso, UPVC o cualquier otro material sancionado por la experiencia. El PCTP y demás documentos del Proyecto definirán en cada caso el tipo de material y sus características.

02.- Cuando se utilicen tubos de hormigón poroso será de aplicación el Artículo 22.23 de este Pliego.

03.- Cuando se utilicen tubos ranurados de UPVC será de aplicación el Artículo 26.57 de este Pliego.

04.- En otros casos, los tubos utilizados serán fuertes, duraderos y libres de defectos, grietas y deformaciones.

05.- La forma y dimensiones de los tubos a emplear en drenes subterráneos, así como sus correspondientes perforaciones y juntas, serán las indicadas en los Planos y PCTP.

06.- La superficie interior será razonablemente lisa, y no se admitirán más defectos que los de carácter accidental o local, siempre que no suponga merma de la calidad de los tubos ni de su capacidad de desagüe.

2.2.- **Material drenante**

01.- Ver Artículo 31.22 de este Pliego.

3.- EJECUCIÓN DE LAS OBRAS

3.1.- Ejecución del lecho de asiento de la tubería

01.- Una vez abierta la zanja de drenaje, si su fondo es impermeable, el lecho de asiento de los tubos deberá ser también impermeable.

02.- En todo caso, el lecho de asiento se compactará hasta conseguir una base de apoyo firme en toda la longitud de la zanja.

3.2.- Colocación de la tubería

01.- La colocación de la tubería no deberá iniciarse sin la previa autorización de la Dirección. Obtenida esta, los tubos se tenderán en sentido ascendente, con las pendientes y alineaciones indicadas en los Planos o, en su defecto, por la Dirección.

02.- El tratamiento de las juntas y uniones de la tubería se ejecutará de acuerdo con los Planos y PCTP y las instrucciones de la Dirección.

3.3.- Colocación del material filtrante

01.- Si la tubería se ha colocado sobre un lecho de asiento impermeable, la zanja se rellenará, a uno y otro lado de los tubos, con el material impermeable que se utilizó en su ejecución hasta llegar a cinco centímetros (5 cm) por debajo del nivel de las perforaciones más bajas, en caso de que se empleen tubos perforados, o hasta la altura que marquen los Planos si se usan tubos con juntas abiertas. Si se empleasen tubos porosos, el material impermeable se limitará al que corresponde al lecho de asiento.

02.- A partir de las alturas indicadas, se proseguirá el relleno con material filtrante hasta la cota fijada en los Planos o, en su defecto, indicada por la Dirección.

03.- En el caso de que el lecho de asiento sea permeable, una vez colocada la tubería, la zanja se rellenará con material filtrante. Si la tubería es de juntas abiertas, deberán cerrarse estas en la zona de contacto con su lecho de asiento.

04.- Las operaciones de relleno de la zanja se ejecutarán de acuerdo con lo indicado en el Artículo 31.22 de este Pliego.

05.- Se cuidará especialmente no dañar los tubos ni alterar su posición.

4.- CONTROL DE CALIDAD Y CRITERIOS DE ACEPTACIÓN Y RECHAZO

01.- Los materiales, tubos y materias de relleno deberán cumplir las especificaciones anteriores, rechazándose aquellos que no cumplan estrictamente con alguna de ellas.

02.- La ejecución se controlará por medio de inspecciones periódicas con frecuencia de una cada 100 metros.

03.- La valoración de los resultados de las inspecciones de ejecución se harán según el criterio de la Dirección de obra, quien rechazará la parte de obra que considere defectuosa.

5.- MEDICIÓN Y ABONO

01.- Los drenes subterráneos se abonarán por metros (m) del tipo correspondiente de dren realmente ejecutados, medidos en el terreno.

02.- Las pantallas filtrantes se abonarán por metros cuadrados (m²) realmente ejecutados, medidos en el terreno.

ARTÍCULO 31.22.- RELLENOS LOCALIZADOS DE MATERIAL FILTRANTE

1.- DEFINICIÓN

01.- Consisten en la extensión y compactación de materiales filtrantes en zanjas, trasdós de obras de fábrica, o cualquier otra zona, cuyas dimensiones no permitan la utilización de los equipos de maquinaria de alto rendimiento.

2.- MATERIALES

2.1.- Condiciones generales

01.- Los materiales filtrantes a emplear en rellenos localizados serán áridos naturales o procedentes del machaqueo y trituración de piedra de cantera o grava natural, o áridos artificiales exentos de arcilla, marga y otros materiales extraños.

2.2.- Composición granulométrica

01.- El tamaño máximo no será, en ningún caso, superior a setenta y seis milímetros (76 mm), cedazo 80 UNE, y el cernido ponderal acumulado por el tamiz 0,080 UNE no rebasará el cinco por ciento (5%).

02.- Para evitar que el filtro se colmate de finos procedentes del suelo ni que el material del filtro penetre por el sistema de evacuación de agua, se puede actuar de dos formas:

- Cuidando la granulometría del filtro
- Colocando un geotextil

03.- Cuando el terreno natural esté constituido por materiales con gravas y bolos se atenderá únicamente a la curva granulométrica de la fracción del mismo inferior a veinticinco milímetros (25 mm), a efecto de cumplimiento de las condiciones anteriores.

04.- Si el terreno natural está constituido por suelos no cohesivos con arena fina y limo, el material filtrante deberá cumplir, además de las condiciones de filtro generales, la siguiente:

$$F_{15} \leq 1 \text{ mm.}$$

05.- Si dicho terreno natural es un suelo cohesivo, compacto y homogéneo, sin vetas de arena fina de limo, las condiciones de filtro a) y b) serán sustituidas por la siguiente:

$$0,1 \text{ mm} \leq F_{15} \leq 0,4 \text{ mm}$$

06.- En los drenes ciegos el material de la zona permeable central deberá cumplir las siguientes condiciones:

- Tamaño máximo del árido comprendido entre veinte milímetros (20 mm) y ochenta milímetros (80 mm).
- Coeficiente de uniformidad $\frac{D_{60}}{D_{10}} \leq 4$

2.2.1.- Granulometría para no necesitar geotextil

01.- Siendo F_x el tamaño superior al de $x\%$, en peso, del material filtrante, y d_x el tamaño superior al del $x\%$, en peso, del terreno a drenar, se deberán cumplir las siguientes condiciones de filtro:

$$(a) \frac{F_{15}}{d_{85}} \leq 5; \quad (b) \frac{F_{15}}{d_{15}} \leq 5; \quad (c) \frac{F_{50}}{d_{50}} \leq 25; \quad (d) \frac{F_{60}}{d_{10}} \leq 20;$$

02.- En el caso de terrenos cohesivos, la condición (a) se puede sustituir por la de

$$F_{15} \leq 0,1 \text{ mm}$$

03.- Además, de acuerdo con el sistema previsto para la evacuación del agua, el material filtrante situado junto a los tubos o mechinales deberá cumplir las condiciones siguientes:

- Si se utilizan tubos perforados:

$$\frac{F_{85}}{\text{diametro del orificio}} \leq 1$$

- Si se utilizan tubos con juntas abiertas:

$$\frac{F_{85}}{\text{ancho de la junta}} \leq 1,2$$

- Si se utilizan tubos de hormigón poroso:

$$\frac{F_{85}}{d_{15} \text{ del arido del tubo}} \leq 0,2$$

- Si se drena por mechinales:

$$\frac{F_{85}}{\text{diametro del mechinal}} \leq 1$$

04.- Cuando no sea posible encontrar un material que cumpla con dichos límites, podrá recurrirse al empleo de filtros compuestos por varias capas; una de las cuales, la de material más grueso, se colocará junto al sistema de evacuación, y cumplirá las condiciones de filtro respecto a la siguiente, considerada como terreno; esta, a su vez, las cumplirá respecto de la siguiente, y así sucesivamente hasta llegar al relleno o terreno natural.

2.2.2.- Empleo de geotextil

01.- Para proteger a esta grava de la contaminación por arrastre de finos procedentes del terreno, se envolverá totalmente en un geotextil de, al menos, ciento cincuenta gramos por metro cuadrado (150 g/m²).

2.3.- Plasticidad

01.- El material filtrante será no plástico y su equivalente de arena será superior a treinta (30).

2.4.- Calidad

01.- El coeficiente de desgaste de los materiales de origen pétreo, medido por el ensayo de Los Ángeles, según la Norma NLT 149, será inferior a cuarenta (40). Los materiales procedentes de escorias deberán ser aptos para su empleo en obras de hormigón. Los materiales de otra naturaleza deberán poseer una estabilidad química y mecánica suficiente, de acuerdo con los criterios establecidos en el PCTP.

2.5.- Materiales Reciclados

01.- Cuando se empleen materiales reciclados se deberá garantizar que las características del producto son las exigidas en los Apartados anteriores.

02.- La Dirección de Obra deberá autorizar el empleo de los materiales reciclados, pudiendo exigir ensayos adicionales o condiciones especiales.

3.- EJECUCIÓN DE LAS OBRAS

3.1.- Acopios

01.- Los acopios de cada tipo de material se formarán y explotarán de forma que se evite la segregación y contaminación del mismo. En especial, se tendrán presentes las siguientes precauciones: evitar una exposición prolongada del material a la intemperie; formar los acopios sobre una superficie que no contamine el material; evitar la mezcla de distintos tipos de materiales.

02.- Se eliminarán de los acopios todas las zonas segregadas o contaminadas por polvo, por contacto con la superficie de apoyo, o por inclusión de materiales extraños.

3.2.- Preparación de la superficie de asiento

01.- Cuando el relleno haya de asentarse sobre un terreno en el que existan corrientes de agua superficial o subálvea, se desviarán las primeras y captarán y conducirán las últimas, fuera del área donde vaya a construirse el relleno, antes de comenzar su ejecución. Estas obras, que tendrán el carácter de accesorias, se ejecutarán con arreglo a lo previsto en el PCTP o, en su defecto, de acuerdo con las indicaciones de la Dirección de las obras.

02.- Las grietas y huecos que haya en el fondo de la excavación a rellenar se han de estabilizar hasta alcanzar una superficie uniforme.

3.3.- Ejecución de las tongadas

01.- Los materiales del relleno se extenderán en tongadas sucesivas, de espesor uniforme y sensiblemente horizontal. El espesor de estas tongadas será lo suficientemente reducido para que, con los medios disponibles, se obtenga en todo su espesor el grado de compactación exigido. Cuando una tongada deba estar constituida por materiales de distinta granulometría, se adoptarán las medidas necesarias para crear entre ellos una superficie continua de separación.

02.- El relleno de trasdós de obras de fábrica se realizará de modo que no se ponga en peligro la estabilidad de las mismas.

03.- No se ha de extender ninguna tongada hasta que la inferior cumpla las condiciones exigidas.

3.4.- Extensión y compactación

01.- Antes de proceder a extender cada tipo de material se comprobará que es homogéneo y que su humedad es la adecuada para evitar su segregación durante su puesta en obra y para conseguir el grado de compactación exigido. Si la humedad no es adecuada se adoptarán las medidas necesarias para corregirla, sin alterar la homogeneidad del material.

02.- El grado de compactación a alcanzar en cada tongada dependerá de la ubicación de la misma. En ningún caso dicho grado de compactación será inferior al mayor de los que posean los terrenos o materiales adyacentes situados a su mismo nivel.

3.5.- Protección del relleno

01.- Los trabajos se realizarán de modo que se evite en todo momento la contaminación del relleno por materiales extraños o por la circulación, a través del mismo, de agua de lluvia cargada de partículas finas. A tal efecto, los rellenos se ejecutarán en el menor plazo posible y, una vez terminados, se cubrirán de forma provisional o definitiva para evitar su contaminación.

02.- También se adoptarán las precauciones necesarias para evitar la erosión o perturbación de los rellenos en ejecución, a causa de las lluvias, así como los encharcamientos superficiales de agua.

03.- Si, a pesar de las precauciones adoptadas, se produjera la contaminación o perturbación de alguna zona del relleno, se procederá a eliminar el material afectado y a sustituirlo por material en buenas condiciones. Esta operación no será abonable.

3.6.- Limitaciones de la ejecución

01.- Los rellenos localizados se ejecutarán cuando la temperatura ambiente, a la sombra, sea superior a cero grados centígrados (0°C), debiendo suspenderse los trabajos cuando la temperatura descienda por debajo de dicho límite.

02.- Sobre las capas en ejecución debe prohibirse la acción de todo tipo de tráfico, hasta que se haya completado su compactación. Si ello no es posible, el tráfico que necesariamente tenga que pasar sobre ellas se distribuirá de forma que no se concentren huellas de rodadas en la superficie.

03.- Los rellenos junto a estructuras de hormigón no se realizarán hasta que la resistencia del hormigón haya alcanzado el ochenta por ciento (80%) de la resistencia prevista. La compactación junto al paramento de hormigón se hará con máquinas vibrantes ligeras accionadas manualmente.

4.- CONTROL DE CALIDAD Y CRITERIOS DE ACEPTACIÓN Y RECHAZO

01.- Los materiales filtrantes deberán cumplir lo especificado anteriormente, rechazándose los que no cumplan estrictamente alguna de las condiciones anteriores.

02.- Por cada 500 m³ de cada tipo o procedencia se realizarán ensayos de:

- Granulometría según NLT-104.
- Equivalente de arena, según NLT-113.

03.- Por cada tipo y procedencia:

- Desgaste Los Ángeles, según NLT-149.

04.- El control de la ejecución se realizará mediante inspecciones periódicas en número de una por cada 500 m³. La valoración de los resultados de las mismas se hará de acuerdo con el criterio de la Dirección de Obra, quien rechazará la parte de obra que considere defectuosamente ejecutada.

05.- Los rellenos que no se hayan realizado de manera adecuada o en los que se observen asentamientos, se excavarán hasta llegar a una profundidad en la cual el material esté compactado adecuadamente, volviéndose a rellenar y compactar de modo correcto, por cuenta del Contratista, hasta dejar la superficie lisa y capaz de soportar las cargas que vayan a solicitarla.

5.- MEDICIÓN Y ABONO

01.- Las distintas zonas de rellenos localizados de material filtrante se abonarán por metros cúbicos (m³), medidos sobre los Planos de perfiles transversales.

CAPÍTULO 32.- MOVIMIENTO DE TIERRAS

ARTÍCULO 32.00.- GENERALIDADES

1.- ALCANCE Y DEFINICIONES

01.- Se entiende por movimiento de tierra a las operaciones de excavación o relleno controlado que es necesario llevar a cabo para acomodar la topografía inicial del terreno a la requerida en el Proyecto.

02.- Las posibles operaciones pueden ser:

- Trabajos preliminares:
 - Despeje y desbroce del terreno
- Excavaciones:
 - En explanación
 - Vaciado
 - Excavación en zanja
- Rellenos:
 - Terraplenes
 - Rellenos localizados

2.- REFERENCIA NORMATIVA

01.- Código Técnico de la Edificación. Documento Básico Seguridad Estructural – Cimientos.

02.- UNE-EN 1997. Eurocódigo 7: Proyecto geotécnico. Todas las partes.

03.- Ley 16/1985 Ley de patrimonio histórico español.

04.- Real Decreto 1/2016, de 8 de enero, por el que se aprueba la revisión de los Planes Hidrológicos de las demarcaciones hidrográficas del Cantábrico Occidental, Guadalquivir, Ceuta, Melilla, Segura y Júcar, y de la parte española de las demarcaciones hidrográficas del Cantábrico Oriental, Miño-Sil, Duero, Tajo, Guadiana y Ebro.

05.- Ley 7/2022, de 8 de abril, de residuos y suelos contaminados para una economía circular.

06.- RD 105/2008 de 1 de febrero por el que se regula la producción de residuos de Construcción y Demolición.

07.- Orden APM/1007/2017, de 10 de octubre, sobre normas generales de valorización de materiales naturales excavados para su utilización en operaciones de relleno y obras distintas a aquéllas en las que se generaron.

08.- Ley 5/2003 de Residuos de la Comunidad de Madrid.

09.- Orden 2726/2009 por la que se regula la gestión de residuos de construcción y demolición en la Comunidad de Madrid.

10.- Ordenanza 12/2022, de 20 de diciembre, de Limpieza de los Espacios Públicos, Gestión de Residuos y Economía Circular.

3.- PROTECCIÓN GEOLÓGICA, ARQUEOLÓGICA Y PALEONTOLÓGICA

01.- En todas las obras que impliquen movimientos de tierras con afección al subsuelo se respetará la regulación de patrimonio histórico.

02.- Se atenderá a lo dispuesto para las áreas de protección geológica, arqueológica y paleontológica en el Catálogo de elementos protegidos, y el Plano de catálogo de espacios naturales y conjuntos de interés, del Plan General de Ordenación Urbana de Madrid.

03.- Los proyectos que contemplen excavar en las citadas áreas de protección deberán contener la hoja informativa emitida por el órgano competente de la Comunidad de Madrid.

4.- PROTECCIÓN DEL ARBOLADO URBANO

01.- Cuando las obras puedan afectar a árboles existentes se atenderá a lo dispuesto por la Ley 8/2005, de 26 de diciembre, de Protección y Fomento del Arbolado Urbano de la Comunidad de Madrid.

02.- Se deberá proteger adecuadamente todo el arbolado que pueda verse afectado por las obras. La retirada del arbolado sólo podrá ser contemplada como última opción.

5.- REUTILIZACIÓN Y GESTIÓN DE RESIDUOS

5.1.- Condiciones con carácter general

01.- El Proyecto suministrará una información completa sobre el empleo previsto de los materiales extraídos de la excavación.

02.- Según dispone la Orden 2726/2009 por la que se regula la gestión de residuos de construcción y demolición en la Comunidad de Madrid el destino preferente de los RCD de Nivel I será su reutilización. Los RCD de nivel I no tendrán la consideración de residuos cuando se acredite de forma fehaciente su utilización en la misma obra, en una obra distinta, en actividades de restauración, acondicionamiento, relleno o con fines constructivos para los que resulten adecuados.

03.- Los materiales de excavación que se reutilicen deberán cumplir las condiciones técnicas requeridas para el uso al que se destinen.

04.- Si en las excavaciones se encontrasen materiales que pudieran emplearse en unidades distintas a las previstas en el Proyecto y sea necesario su almacenamiento, se transportarán a depósitos provisionales o a los acopios que a tal fin señale la Dirección de Obra a propuesta del Contratista, con objeto de proceder a su utilización posterior.

05.- Los materiales de excavación que no sean aptos para su reutilización serán gestionados conforme a la normativa de gestión de residuos.

06. A efectos de medición y abono de la gestión de materiales de excavación, no se admitirán esponjamientos superiores a 1,3 veces el volumen medido sobre perfil.

5.2.- Gestión de las tierras vegetales

01.- Las tierras superficiales con unas mejores condiciones para la plantación de vegetación (tierras vegetales) deberán destinarse a un uso posterior para jardinería o recuperación de los suelos degradados, dentro o fuera de la obra.

02.- Se entiende por tierra vegetal todo aquel material procedente de excavación cuya composición fisicoquímica y granulométrica permita el establecimiento de una cobertura herbácea permanente y sea susceptible de recolonización natural.

03.- Se consideran materiales asimilables a la tierra vegetal, a los efectos de su acopio separado y aprovechamiento en las labores de revegetación, todos aquellos suelos que no sean rechazables según las siguientes condiciones:

Parámetro	Rechazar si
pH	< 5,5 > 9
Nivel de carbonatos	> 30%
Sales solubles	> 0,6% (con CO ₃ Na) > 1% (sin CO ₃ Na)
Conductividad (a 25°C extracto a saturación)	> 4ms/cm > 6 ms/cm en caso de ser zona salina y restaurarse con vegetación adaptada
Textura	Arcillosa muy fina (> 60% arcilla)
Estructura	Maciza o fundida (arcilla o limo compacto)
Elementos gruesos (> 2 mm)	> 30% en volumen

04.- Estas tierras serán retiradas y almacenadas en el menor tiempo posible a los lugares designados por la Dirección de Obra, siguiendo las siguientes instrucciones:

- Se hará formando caballones o artesas, cuya altura se mantendrá alrededor del metro y medio (1,50 m), con taludes laterales de pendiente no superior a 3H:2V.
- El almacenaje en caballones de más de metro y medio (1,50 m) de altura, podrá permitirse, previa autorización de la Dirección de Obra, siempre que la tierra se remueva con la frecuencia conveniente.
- El lugar elegido no interferirá el normal desarrollo de las obras.
- se mantendrán separadas de piedras, escombros, desechos, basuras y restos de troncos y ramas.
- Durante el acopio se evitará la humedad excesiva, la manipulación y la contaminación con otros materiales.
- Se evitará el paso de camiones de descarga, o cualesquiera otros, por encima de la tierra apilada.
- El modelado del caballón, si fuera necesario, se hará con un tractor agrícola que compacte poco el suelo.
- Se harán ligeros ahondamientos en la capa superior de la artesa acopio, para evitar el lavado del suelo por la lluvia y la deformación de sus laterales por erosión, facilitando al mismo tiempo los tratamientos que hubieren de darse.
- Cuando el acopio vaya a permanecer largo tiempo deberán hacerse las siguientes labores de conservación:
 - Restañar las erosiones producidas por la lluvia.
 - Mantener cubierto el caballón con plantas vivas, leguminosas preferentemente por su capacidad para fijar nitrógeno.

Sección 1.^a

TRABAJOS PRELIMINARES

ARTÍCULO 32.11.- DESPEJE Y DESBROCE DEL TERRENO

1.- DEFINICIÓN

01.- La unidad de obra despeje y desbroce del terreno consiste en extraer y retirar de la zona de excavación todos los árboles, tocones, plantas, maleza, broza, escombros, basura o cualquier otro material indeseable, así como en la excavación de la capa superior de los terrenos cultivados o con vegetación.

02.- Su ejecución incluye las operaciones siguientes:

- Remoción de los materiales objeto de desbroce.
- Retirada de los materiales objeto de desbroce.
- Valorización, reutilización y reciclaje.

2.- EJECUCIÓN DE LAS OBRAS

2.1.- Remoción de los materiales de desbroce

01.- Las operaciones de remoción se efectuarán con las precauciones necesarias para lograr unas condiciones de seguridad suficientes y evitar daños en las construcciones existentes, de acuerdo con lo que sobre el particular ordene la Dirección, quien designará y marcará los elementos que haya que conservar intactos.

02.- Para disminuir en lo posible el deterioro de los árboles que hayan de conservarse, se procurará que los que han de derribarse caigan hacia el centro de la zona objeto de limpieza. Cuando sea preciso evitar daños a otros árboles, al tráfico, o a construcciones próximas, los árboles se irán troceando por su copa y tronco progresivamente. Si para proteger estos árboles, u otra vegetación destinada a permanecer en su sitio, se precisa levantar vallas o utilizar cualquier otro medio, los trabajos correspondientes se ajustarán a lo que sobre el particular ordene la Dirección.

Cuando los árboles a mantener resulten dañados por el Contratista, deberán ser reemplazados, con la aprobación de la Dirección de las Obras, sin costo para la Propiedad.

03.- El espesor a excavar para la extracción de la tierra vegetal, será el fijado en el Proyecto o el ordenado por la Dirección.

La excavación de tierra vegetal se simultaneará con el desbroce siempre que ello sea posible, a fin de incluir los restos de vegetación existente.

04.- Al excavar la tierra vegetal se pondrá cuidado en no convertirla en barro, para lo cual se utilizará maquinaria ligera e incluso, si la tierra está seca, se podrán emplear motoniveladoras para su remoción.

05.- Todos los tocones y raíces mayores de diez centímetros (10 cm) de diámetro serán eliminados hasta una profundidad no inferior a cincuenta centímetros (50 cm) por debajo de la rasante de excavación ni menor de quince centímetros (15 cm) bajo la superficie natural del terreno.

06.- Fuera de la explanación los tocones podrán dejarse cortados al ras del suelo.

07.- Todas las oquedades causadas por la extracción de tocones y raíces se rellenarán con material análogo al suelo que ha quedado al descubierto al hacer el desbroce y se compactarán hasta que la superficie se ajuste a la del terreno existente.

08.- Todos los pozos y agujeros que queden dentro de la explanación se rellenarán conforme a las instrucciones que, al respecto, dé la Dirección.

09.- Los árboles susceptibles de aprovechamiento serán podados y limpiados; luego se cortarán en trozos adecuados y, finalmente, se almacenarán cuidadosamente, a disposición del Ayuntamiento, separados de los montones que hayan de ser quemados o desechados. El Contratista no estará obligado a trocear la madera a longitud inferior a tres metros (3 m)

10.- La tierra vegetal extraída susceptible de posterior aprovechamiento en la obra será acopiada por el Contratista, manteniendo la misma en condiciones adecuadas de humedad para su utilización.

Se procurará no mezclar los diferentes niveles, con objeto de no diluir las propiedades de las capas más fértiles.

11.- Los trabajos se realizarán de forma que no produzcan molestias a los ocupantes de las zonas próximas a la obra.

2.2.- Retirada de los materiales objeto de desbroce

01.- La tierra vegetal tendrá como destino preferente su reutilización, antes que su traslado a vertedero, dentro o fuera de la obra. La conservación de la tierra vegetal se realizará de acuerdo con lo establecido en el Artículo 32.00 de este Pliego.

02.- Los restantes materiales que no puedan ser reutilizados, serán gestionados y trasladados a vertedero de acuerdo con lo establecido en el Artículo 32.00 de este Pliego.

3.- CONTROL DE CALIDAD Y CRITERIOS DE ACEPTACIÓN Y RECHAZO

3.1.- 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 y a lo indicado por la Dirección durante la marcha de la obra.

02.- Dadas las características de las operaciones, el control se efectuará mediante inspección ocular.

3.2.- Control geométrico

01.- El control geométrico tiene por objeto comprobar que las superficies desbrozadas se ajustan a lo especificado en los Planos y en el PCTP.

02.- La comprobación se efectuará de forma aproximada con mira o cinta métrica de treinta metros (30 m).

03.- Las irregularidades deberán ser corregidas por el Contratista. Serán a su cargo, asimismo, los posibles daños al sobrepasar el área señalada.

4.- MEDICIÓN Y ABONO

01.- La unidad de despeje y desbroce se medirá en metros cuadrados (m²) sobre el terreno. Se medirán aparte los árboles y tocones eliminados.

02.- Si en los documentos del Proyecto no figura esta unidad de obra, se entenderá que, a los efectos de medición y abono, será considerada como excavación a cielo abierto y, por lo tanto, no habrá lugar a su medición y abono por separado.

Sección 2.^a

EXCAVACIONES A CIELO ABIERTO

ARTICULO 32.21.- EXCAVACIÓN EN EXPLANACIÓN

1.- DEFINICIÓN

01.- Excavación en explanación es la excavación a cielo abierto para rebajar el nivel del terreno y obtener una superficie regular definida por los planos, donde han de realizarse otras excavaciones en fase posterior, asentarse obras o simplemente para formar una explanada.

2.- EJECUCIÓN DE LAS OBRAS

2.1.- Generalidades

01.- Una vez terminadas las operaciones de desbroce del terreno, de acuerdo con lo indicado en el Artículo 32.11 de este Pliego, se iniciarán las obras de excavación, ajustándose a las alineaciones, pendientes, dimensiones y demás información contenida en los Planos y PCTP y a lo que sobre el particular ordene la Dirección.

02.- En el Proyecto de obra se deben gestionar los residuos de acuerdo con lo establecido en el Artículo 32.00 de este Pliego, incluyendo el correspondiente estudio de gestión de residuos.

03.- El orden y la forma de ejecución se ajustarán a lo establecido en el Proyecto.

04.- Las excavaciones deberán realizarse por procedimientos aprobados, mediante el empleo de equipos de excavación y transporte apropiados a las características, volumen y plazo de ejecución de las obras.

05.- Además de las condiciones de seguridad y Salud en la Construcción, en todas las obras en donde hay movimiento de tierras, se considerará la estabilidad del terreno de acuerdo con el tipo de suelo y sus parámetros geotécnicos. Se debe considerar:

- Problemas de estabilidad o reptación
- Problemas de inestabilidad global de suelos granulares y rocas fracturadas cuando la inclinación sea igual o mayor al ángulo de rozamiento
- Problemas por erosión superficial.
- Cualquier proceso que incremente el agua en el terreno
- Problemas de desecación en terrenos expansivos

06.- La valorización de residuos requerirá la autorización previa en materia medio ambiental, según los términos según los términos de la ley 10/1998. La autorización puede ser para uno o varios operadores y para un plazo determinado y podrá ser renovada. La autorización de otorgará previa inspección de las instalaciones y comprobación de los técnicos responsables y de su adecuada formación.

07.- Se solicitará de las correspondientes Compañías, la posición y solución a adoptar para las instalaciones que puedan ser afectadas por la excavación, así como la distancia de seguridad a tendidos aéreos de conducción de energía eléctrica.

08.- Durante la ejecución de los trabajos se tomarán las precauciones adecuadas para no disminuir la resistencia del terreno no excavado. En especial, se adoptarán las medidas necesarias para evitar los siguientes fenómenos: inestabilidad de taludes en roca debida a voladuras inadecuadas, deslizamientos

ocasionados por el descalce del pie de la excavación, erosiones locales y encharcamientos debidos a un drenaje defectuoso de las obras.

09.- En desarrollos urbanos de magnitud superior a 2500 m², según la Ordenanza de Gestión y Uso eficiente del agua, habrá de establecerse un Plan de Control de la Erosión que incluya una adecuada gestión de las aguas de escorrentía, de conformidad con lo establecido en los Criterios de buenas prácticas que se describen en el Anexo I de la citada ordenanza.

10.- Se harán estudios adicionales si existen problemas para realizar un estudio de la estabilización global.

11.- La excavación no debe dificultar la ejecución de construcciones en el entorno, ni alcanzar los Estados Límite Último ni los Estados Límite de Servicio. Los taludes expuestos a la erosión se deben proteger.

2.2.- Sostenimientos y entibaciones

01.- El Contratista deberá asegurar la estabilidad de los taludes y paredes de todas las excavaciones que realice, y aplicar oportunamente los medios de sostenimiento, entibación, refuerzo y protección superficial del terreno, apropiados al fin de impedir desprendimientos y deslizamientos que pudieran causar daños a personas o a las obras, aunque tales medios no estuviesen definidos en el Proyecto, ni hubieran sido ordenados por la Dirección.

02.- Con independencia de lo anterior, la Dirección podrá ordenar la colocación de apeos, entibaciones, protecciones, refuerzos o cualquier otra medida de sostenimiento o protección en cualquier momento de la ejecución de las obras.

03.- En general, se adoptarán las precauciones necesarias para evitar derrumbamientos, según la naturaleza y condiciones del terreno.

04.- Si se emplearan taludes más acentuados que el adecuado para las características del terreno, o bien se lleve a cabo mediante bermas que no reúnan las condiciones adecuadas, se dispondrá de entibación que por su forma, materiales empleados y secciones de estos ofrezcan absoluta seguridad, de acuerdo con las características del terreno: entibación cuajada, semicuajada o ligera.

05.- La entibación debe ser dimensionada para las cargas máximas previsibles en las condiciones más desfavorables.

2.3.- Evacuación de las aguas y agotamientos

01.- El Contratista adoptará las medidas necesarias para evitar la entrada de agua y mantener libre de agua la zona de las excavaciones. A estos fines construirá las protecciones, zanjas y cunetas, drenajes y conductos de desagüe que sean necesarios. El agua de cualquier origen que sea y que, a pesar de las medidas tomadas, irrumpa en las zonas de trabajo o en los recintos ya excavados y la que surja en ellos por filtraciones, será recogida, encauzada y evacuada convenientemente, y extraída con bombas u otros procedimientos si fuese necesario.

02.- El Contratista tendrá especial cuidado en que las aguas superficiales sean desviadas y encauzadas antes de que alcancen las proximidades de los taludes o paredes de la excavación, para evitar que la estabilidad del terreno pueda quedar disminuida por un incremento de presión del agua intersticial, y para que no se produzcan erosiones de los taludes.

2.4.- Tierra vegetal

01.- La tierra vegetal que se encuentre en las excavaciones, y que no se hubiera extraído en el desbroce, se removerá de acuerdo con lo que, al respecto, se señale en el Proyecto u ordene la Dirección, y se acopiará

para su utilización posterior en protección de taludes o superficies erosionables, o donde ordene la Dirección.

02.- La tierra vegetal extraída se mantendrá separada del resto de los productos excavados.

2.5.- Empleo de los productos de excavación

01.- Todos los materiales que se obtengan de la excavación se utilizarán en la formación de rellenos y demás usos fijados en el Proyecto, o que señale la Dirección, y se transportarán directamente a las zonas previstas o a las que, en su defecto, señale la Dirección.

02.- Las rocas o bolos de piedra que aparezcan en la explanada en zonas de desmonte en tierra deberán eliminarse.

03.- El material extraído en exceso podrá utilizarse en la ampliación de terraplenes, si así lo autoriza la Dirección.

04.- En cualquier caso, no se desechará ningún material excavado sin previa autorización de la Dirección.

2.6.- Excavación en roca

01.- Las excavaciones en roca se ejecutarán de forma que no se dañe, quebrante o desprenda la roca no excavada. Se pondrá especial cuidado en evitar dañar los taludes del desmonte y la cimentación de la futura explanada. Cuando los taludes excavados tengan zonas inestables o la cimentación de la futura explanada presente cavidades que puedan retener el agua, el Contratista adoptará las medidas de corrección necesarias, en la forma que ordene la Dirección.

02.- La Dirección podrá prohibir la utilización de métodos de voladura que considere peligrosos, aunque la autorización no exime al Contratista de la responsabilidad por los daños ocasionados como consecuencia de tales trabajos.

2.7.- Préstamos y caballeros

01.- Si se hubiese previsto o se estimase necesaria, durante la ejecución de las obras, la utilización de préstamos, el Contratista comunicará a la Dirección, con suficiente antelación, la apertura de los citados préstamos a fin de que se puedan medir su volumen y dimensiones sobre el terreno natural no alterado y, en el caso de préstamos autorizados, una vez eliminado el material inadecuado, realizar los oportunos ensayos para su aprobación, si procede. El material inadecuado se depositará de acuerdo con lo que se ordene al respecto. Los taludes de los préstamos deberán ser suaves y redondeados y, una vez terminada su explotación, se dejarán en forma que no dañen el aspecto general del paisaje.

02.- Los caballeros que se formen deberán tener forma regular, superficies lisas que favorezcan la escorrentía de las aguas y taludes estables que eviten cualquier derrumbamiento. Deberán situarse en los lugares que al efecto señale la Dirección y se cuidará de evitar arrastres hacia la excavación o las obras de desagüe y de que no se obstaculice la circulación por los caminos que haya establecidos ni el curso de los ríos, arroyos o acequias que haya en las inmediaciones.

03.- El material vertido en caballeros no se podrá colocar de forma que represente un peligro para construcciones existentes, por presión directa o por sobrecarga sobre el terreno contiguo.

2.8.- Taludes

01.- La excavación de los taludes se realizará adecuadamente para no dañar su superficie final, evitar la descompresión prematura o excesiva de su pie e impedir cualquier otra causa que pueda comprometer la estabilidad de la excavación final.

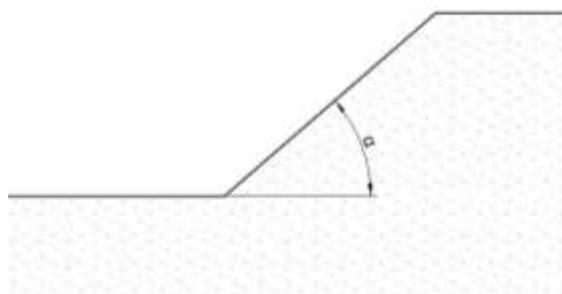
02.- Para profundidades inferiores a 1.30 m en terrenos coherentes y sin solicitaciones de viales o cimentaciones, podrán realizarse cortes verticales sin entibar.

03.- El CUADRO 32.21.1 sirve para determinar la altura máxima admisible en metros de taludes libres de solicitaciones, en función del tipo de terreno, del ángulo de inclinación de talud α no mayor de 60° y de resistencia a compresión simple del terreno.

CUADRO 32.21.1

ALTURA MÁXIMA ADMISIBLE EN METROS PARA TALUDES LIBRES DE SOLICITACIONES

Tipo de terreno	α	Resistencia a compresión simple R_u en kg/cm^2				
		0,250	0,375	0,500	0,625	$\geq 0,750$
Arcilla y limos muy plásticos	30	2,40	6,40	6,80	7,00	7,00
	45	2,40	4,00	5,70	7,00	7,00
	60	2,40	3,60	4,90	6,20	7,00
Arcilla y limos de plasticidad media	30	2,40	4,90	7,00	7,00	7,00
	45	2,40	4,10	5,90	7,00	7,00
	60	2,40	3,60	4,90	6,30	7,00
Arcilla y limos poco plásticos, arcillas arenosas y arenas arcillosas	30	4,50	7,00	7,00	7,00	7,00
	45	3,20	5,40	7,00	7,00	7,00
	60	2,50	3,90	5,30	6,80	7,00



04.- Las zanjas que, de acuerdo con los Planos, deban ser ejecutadas en el pie del talud, se excavarán de forma que el terreno afectado no pierda resistencia debido a la deformación de las paredes de la zanja o a un drenaje defectuoso de Esta. La zanja se mantendrá abierta el tiempo mínimo indispensable, y el material de relleno se compactará cuidadosamente.

05.- Cuando sea preciso adoptar medidas especiales para la protección superficial del talud, tales como gunitado, bulones, plantaciones superficiales, revestimiento, cunetas de guarda, etcétera, bien porque estén previstas en el Proyecto o porque sean ordenadas por la Dirección, dichos trabajos deberán realizarse inmediatamente después de la excavación del talud.

06.- En el caso de que los taludes presenten desperfectos antes de la recepción definitiva de las obras, el Contratista eliminará los materiales desprendidos o movidos y realizará urgentemente las reparaciones complementarias ordenadas por la Dirección. Si dichos desperfectos son imputables a ejecución inadecuada o a incumplimiento de las instrucciones de la Dirección, el Contratista será responsable de los daños ocasionados.

07.- Se procurará dar un aspecto a las superficies finales de los taludes, tanto si se recubren con tierra vegetal como si no, que armonice en lo posible con el paisaje existente. En el caso de emplear gunita, se le añadirán colorantes a efectos de que su acabado armonice con el terreno circundante.

3.- CONTROL DE CALIDAD Y CRITERIOS DE ACEPTACIÓN Y RECHAZO

3.1.- 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 la Dirección durante la marcha de la obra.

3.2.- 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.- Se comprobarán las cotas de replanteo del eje, bordes de la explanación y pendiente de taludes, con mira, cada veinte metros (20 m) como mínimo.

03.- Las irregularidades que excedan de las tolerancias admitidas deberán ser corregidas por el Contratista y en el caso de exceso de excavación no se computarán a efectos de medición y abono.

4.- MEDICIÓN Y ABONO

01.- Las excavaciones para explanación se abonarán por metros cúbicos (m³) medidos sobre los planos de perfiles transversales, una vez comprobado que dichos perfiles son correctos.

02.- Si por conveniencia del Contratista, aun con la conformidad de la Dirección, se realizaran mayores excavaciones que las previstas en los perfiles del Proyecto, el exceso de excavación, así como el ulterior relleno de dicha demasía, no será de abono al Contratista, salvo que dichos aumentos sean obligados por causa de fuerza mayor y hayan sido expresamente ordenados, reconocidos y aceptados, con la debida anticipación por la Dirección.

03.- No serán objeto de abono independiente de la unidad de excavación, la demolición de fábricas antiguas, los sostenimientos del terreno y entibaciones y la evacuación de las aguas y agotamientos, excepto en el caso de que el Proyecto estableciera explícitamente unidades de obra de abono directo no incluido en los precios unitarios de excavación, o cuando por la importancia de los tres conceptos indicados así lo decidiera la Dirección, aplicándose para su medición y abono las normas establecidas en este Pliego. (Artículos 30.11 y 31.11).

04.- La Dirección de Obra podrá obligar al Contratista a rellenar las sobreexcavaciones realizadas, con las especificaciones que aquel estime oportunas, no siendo esta operación de abono.

05.- Todas las excavaciones se medirán una vez realizadas y antes de que sobre ellas se efectúe ningún tipo de relleno. En el caso de que el Contratista cerrase la excavación antes de conformada la medición se entenderá que se aviene a lo que unilateralmente determine la Dirección de Obra.

ARTÍCULO 32.22.- EXCAVACIÓN EN VACIADOS

1.- DEFINICIÓN

01.- Excavación en vaciados es la excavación a cielo abierto que en todo su perímetro queda por debajo del nivel del suelo.

02.- El vaciado se podrá realizar:

- Sin construir previamente estructura de contención en sus paredes.
- Habiendo construido previamente estructura de contención en sus paredes.

03.- El vaciado sin estructura previa puede realizarse:

- Por corte vertical, para realizar posteriormente la estructura de contención.
- Por corte en taludes:
 - Dejando el talud como elemento de contención definitivo.
 - Realizando la estructura de contención por delante del talud y rellenando posteriormente su trasdós.
 - Realizando la estructura de contención por detrás del talud mediante corte por bataches.

04.- El vaciado con estructura previa puede realizarse:

- Con muros de contención.
- Con pantallas.

2.- EJECUCIÓN

2.1.- Generalidades

01.- Antes de empezar el vaciado, la Dirección aprobará el replanteo realizado, así como los accesos propuestos que serán clausurables y separados para peatones y vehículos de carga o máquinas.

02.- Las camillas del replanteo serán dobles en los extremos de las alineaciones y estarán separadas del borde del vaciado no menos de un metro (1 m).

03.- Se dispondrán puntos fijos de referencia, en lugares que no puedan ser afectados por el vaciado, a los cuales se referirán todas las lecturas de cotas de nivel y desplazamientos horizontales y/o verticales de los puntos del terreno y/o edificaciones próximas. Las lecturas diarias de los desplazamientos referidos a estos puntos se anotarán en un estadillo para su control.

04.- Será de aplicación lo indicado en el Apartado 2.1 del Artículo 32.21.

05.- Se protegerán los elementos de Servicio Público que puedan ser afectados por el vaciado como bocas de riego, tapas y sumideros de alcantarillado, farolas, árboles.

06.- Durante la excavación, y a la vista del terreno descubierto, la Dirección podrá ordenar mayores profundidades que las previstas en los Planos, para alcanzar capas suficientemente resistentes de roca o suelo, cuyas características geométricas o geomecánicas satisfagan las condiciones del Proyecto. La excavación no podrá darse por concluida hasta que la Dirección lo ordene. Cualquier modificación, respecto de los Planos, de la profundidad o dimensiones de la excavación no dará lugar a variación de los precios unitarios.

07.- En los casos de cimentación en suelos coherentes, o en rocas meteorizables, la excavación de los últimos treinta centímetros (0,30 m) del fondo se ejecutará inmediatamente antes de iniciar la construcción de la fábrica del cimiento, a menos que se cubra el fondo con una capa de hormigón de limpieza.

08.- La excavación se profundizará lo suficiente para que, en el futuro, el cimiento ni pueda resultar descalzado ni sufra menoscabo de su seguridad por efecto de la erosión producida por corrientes de agua o a causa de las excavaciones de ulteriores obras previstas en el Proyecto o por la Dirección.

09.- Si del examen del terreno descubierto en la excavación, la Dirección dedujese la necesidad o la conveniencia de variar el sistema de cimentación previsto en el Proyecto, se suspenderán los trabajos de excavación hasta la entrega de nuevos planos al Contratista, sin que por tal motivo tenga este derecho a indemnización.

10.- La realización de una excavación debe asegurar que las actividades constructivas previstas en el entorno de la misma puedan llevarse a cabo sin llegar a las condiciones de los estados límite último ni de servicio. Si el talud proyectado es permanente, estas mismas garantías se extenderán al periodo de vida útil de la obra que se realice.

2.2.- Sostenimientos y entibaciones

01.- Será de aplicación lo señalado en el Apartado 2.2 del Artículo anterior 32.21.

02.- El diseño, dimensionamiento y cálculo de la entibación y de los sostenimientos, en su caso, serán de la exclusiva responsabilidad del Contratista. No obstante, el Contratista deberá presentar a la Dirección, cuando este lo requiera, los planos y los cálculos justificativos de la entibación y de cualquier otro tipo de sostenimiento. La Dirección podrá ordenar el aumento de la capacidad resistente o de la flexibilidad de la entibación si lo estimase necesario, sin que por ello quedare el Contratista eximido de su propia responsabilidad.

03.- El Contratista será responsable, en cualquier caso, de los perjuicios que se deriven de la falta de entibación, de sostenimientos, y de su incorrecto cálculo o ejecución.

04.- El borde superior de la entibación se elevará por encima de la superficie del terreno como mínimo diez centímetros (0,10 m). Los arriostramientos se distribuirán de forma que el espacio de trabajo se obstruya lo menos posible. Para el acceso del personal se colocarán escaleras o escalas fijas y se prohibirá terminantemente el trepar por los elementos de la entibación.

05.- El Contratista está obligado a mantener una permanente vigilancia del comportamiento de las entibaciones y sostenimientos, y a reforzarlos o sustituirlos si fuere necesario.

2.3.- Evacuación de las aguas y agotamientos

01.- Será de aplicación lo indicado en el Apartado 2.3 del Artículo anterior 32.21.

02.- El Contratista mantendrá la excavación en cimientos libre de agua durante los trabajos de excavación, de construcción del cimiento y del relleno posterior. Para ello dispondrá de bombas de agotamiento, desagües, y canalizaciones de capacidad suficiente.

03.- Los pocillos de acumulación y aspiración del agua se situarán fuera del perímetro de la cimentación y la succión de las bombas no producirá socavación o erosiones del terreno de cimentación ni del hormigón recién colocado.

04.- El nivel de las aguas se mantendrá por debajo de la cota más baja de los cimientos; se evitará que el agua fluya a través del hormigón fresco, recién colocado.

2.4.- Empleo de los productos de excavación

01.- Será de aplicación lo indicado en el Apartado 2.5 del Artículo anterior 32.21.

2.5.- Excavación en roca

01.- Será de aplicación lo indicado en el Apartado 2.6 del Artículo anterior 32.21.

02.- Cuando las diaclasas y fallas encontradas en la roca de cimentación presenten buzamientos o direcciones propicias al deslizamiento del terreno de cimentación, estén abiertas o rellenas de material milonizado o arcilloso, o bien destaquen sólidos excesivamente pequeños, se profundizará la excavación hasta encontrar terreno en condiciones favorables para la cimentación. Los sistemas de diaclasas, las diaclasas individuales de cierta importancia y las fallas, aunque no se consideren peligrosas, se representarán en planos, en su posición, dirección y buzamiento, con indicación de la clase de materiales de relleno y se señalarán en el terreno, fuera de la superficie a cubrir por la obra de fábrica, con objeto de facilitar la eficiencia de posteriores tratamientos de inyecciones, anclajes u otros.

2.6.- Nivelación, compactación y saneo del fondo

01.- En la superficie del fondo de la excavación se eliminarán la tierra y los trozos de roca sueltos, así como las capas de terreno inadecuado o de roca alterada, que por su dirección o consistencia pudieran debilitar la resistencia del conjunto. Se limpiarán también las grietas y hendiduras rellenándolas con hormigón o con material compactado, según disponga la Dirección.

02.- En los casos en que lo indiquen los Planos, o la dirección, el fondo de la cimentación se nivelará, rellenando los excesos de excavación con material adecuado, debidamente compactado, hasta obtener una rasante determinada, con una diferencia máxima de dos centímetros (0,02 m) en más o en menos con respecto a la cota establecida para cada punto.

03.- Los trabajos de nivelación, compactación y saneo del fondo, indicados en los párrafos anteriores, se consideran incluidos en los precios unitarios de excavación y por ellos el Contratista no tendrá derecho a percibir abono adicional alguno.

2.7.- Condiciones de seguridad en el trabajo

2.7.1.- Antes del vaciado

01.- El solar, estará rodeado de una valla, verja o muro de altura no menor de dos metros (2 m). Las vallas se situarán a una distancia del borde del vaciado no menor de un metro y medio (1,50 m); cuando estas dificulten el paso, se dispondrán a lo largo del cerramiento luces rojas, distanciadas no más de diez metros (10 m) y en las esquinas. Cuando entre el cerramiento del solar y el borde del vaciado exista separación suficiente, se acotará con vallas móviles o banderolas hasta una distancia no menor de dos veces la altura del vaciado en ese borde, salvo que por haber realizado previamente estructura de contención, no sea necesario.

02.- Cuando haya que derribar árboles, se acotará la zona, se cortarán por su base atirantándolos previamente y abatiéndolos seguidamente.

03.- Se dispondrá en obra, para proporcionar en cada caso el equipo indispensable al operario, de una provisión de palancas, cuñas, barras, puntales, picos, tablones, bridas, cables con terminales como gazas o ganchos y lonas o plásticos, así como cascos, equipo impermeable, botas de suela dura y otros medios que puedan servir para eventualidades o socorrer a los operarios que puedan accidentarse.

04.- La maquinaria a emplear mantendrá la distancia de seguridad a las líneas de conducción eléctrica.

05.- En instalaciones temporales de energía eléctrica, a la llegada de los conductores de acometida, se dispondrá un interruptor diferencial según el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión.

2.7.2.- Durante el vaciado

01.- Los vehículos de carga, antes de salir a la vía pública, contarán con un tramo horizontal de terreno consistente de longitud no menor de vez y media la separación entre ejes, ni menor de seis metros (6 m).

02.- Las rampas para el movimiento de camiones o máquinas conservarán el talud lateral que exija el terreno. El ancho mínimo de la rampa será de cuatro metros y medio (4,5 m) ensanchándose en las curvas y sus pendientes no serán mayores del doce y 8 por ciento (12 y 8%) respectivamente, según se trate de tramos rectos o curvos. En cualquier caso, se tendrá en cuenta la maniobrabilidad de los vehículos utilizados.

03.- Se acotará la zona de acción de cada máquina en su tajo. Siempre que un vehículo o máquina parado inicie un movimiento imprevisto, lo anunciará con una señal acústica. Cuando sea marcha atrás o el conductor esté falto de visibilidad, estará auxiliado por otro operario en el exterior del vehículo. Se extremarán estas prevenciones cuando el vehículo o máquina cambie de tajo o se entrecrucen itinerarios.

04.- Cuando sea imprescindible que un vehículo de carga durante o después del vaciado se acerque al borde del mismo, se dispondrán topes de seguridad, comprobándose previamente la resistencia del terreno al peso del mismo.

05.- Cuando la máquina esté situada por encima de la zona a excavar y en bordes de vaciados, siempre que el terreno lo permita, será del tipo retroexcavadora, o se hará el refino a mano.

06.- No se realizará la excavación del terreno a tumbo, socavando el pie de un macizo para producir su vuelco.

07.- No se acumulará terreno de excavación, ni otros materiales, junto al borde del vaciado, debiendo estar separado de este una distancia no menor de dos veces la profundidad del vaciado en ese borde.

08.- El refino y saneo de las paredes del vaciado se realizará para cada profundidad parcial no mayor de tres metros (3 m).

09.- En zonas o pasos con riesgo de caída mayor de dos metros (2 m), el operario estará protegido con cinturón de seguridad anclado a punto fijo o se dispondrán andamios o barandillas provisionales.

10.- Cuando sea imprescindible la circulación de operarios por el borde de coronación de talud o corte vertical, las barandillas estarán ancladas hacia el exterior del vaciado y los operarios circularán sobre entablado de madera o superficies equivalentes de reparto.

11.- El conjunto del vaciado estará suficientemente iluminado mientras se realicen los trabajos.

12.- No se trabajará simultáneamente en la parte inferior de otro tajo.

13.- Diariamente y antes de comenzar los trabajos se revisará el estado de las entibaciones, reforzándolas si fuese necesario. Se comprobará asimismo que no se observan asientos apreciables en las construcciones próximas ni presentan grietas. Se extremarán estas prevenciones después de interrupciones de trabajo de más de un día y después de alteraciones climáticas como lluvias o heladas.

14.- Al finalizar la jornada no deben quedar paños excavados sin entibar, que figuren con esta circunstancia en el Proyecto y se habrán suprimido los bloques sueltos que puedan desprenderse.

15.- Los itinerarios de evacuación de operarios, en caso de emergencia, deberán estar expeditos en todo momento.

2.7.3.- Después del vaciado

01.- Una vez alcanzada la cota inferior del vaciado, se hará una revisión general de las edificaciones medianeras para observar las lesiones que hayan surgido, tomando las medidas oportunas.

02.- En tanto se efectúe la consolidación definitiva, de las paredes y fondo del vaciado, se conservarán las contenciones, apuntalamientos y apeos realizados para la sujeción de las construcciones o terrenos adyacentes, así como las vallas o cerramientos. En el fondo del vaciado se mantendrá el desagüe necesario, para impedir la acumulación de agua, que pueda perjudicar a los terrenos, locales o cimentaciones de fincas colindantes.

03.- Se cumplirán, además, todas las disposiciones que sean de aplicación en la legislación de seguridad y salud en el trabajo y en las Ordenanzas Municipales

3.- CONTROL DE CALIDAD Y CRITERIOS DE ACEPTACIÓN Y RECHAZO

3.1.- 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 la Dirección durante la marcha de la obra.

3.2.- Control geométrico

01.- Su objeto es la comprobación geométrica de las superficies resultantes de la excavación terminada en relación con los Planos y 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 computarán a efectos de medición y abono.

4.- MEDICIÓN Y ABONO

01.- Las excavaciones para vaciados se abonarán por metros cúbicos (m³) medidos sobre los planos de perfiles, una vez comprobado que dichos perfiles son correctos.

02.- Si por conveniencia del Contratista, aun con la conformidad de la Dirección, se realizarán mayores excavaciones que las previstas en los perfiles del Proyecto, el exceso de excavación, así como el ulterior relleno de dicha demasía, no será de abono al Contratista, salvo que dichos aumentos sean obligados por causa de fuerza mayor y hayan sido expresamente ordenados, reconocidos y aceptados, con la debida anticipación por la Dirección.

03.- No serán objeto de abono independiente de la unidad de excavación, la demolición de fábricas antiguas, los sostenimientos del terreno y entibaciones y la evacuación de las aguas y agotamientos, excepto en el caso de que el Proyecto estableciera explícitamente unidades de obra de abono directo no incluido en los precios unitarios de excavación, o cuando por la importancia de los tres conceptos indicados

así lo decidiera la Dirección, aplicándose para su medición y abono las normas establecidas en este Pliego (Artículos 30.00 y 31.11).

04.- La Dirección de Obra podrá obligar al Contratista a rellenar las sobreexcavaciones realizadas, con las especificaciones que aquel estime oportunas, no siendo esta operación de abono.

05.- Todas las excavaciones se medirán una vez realizadas y antes de que sobre ellas se efectúe ningún tipo de relleno. En el caso de que el Contratista cerrase la excavación antes de conformada la medición se entenderá que se aviene a lo que unilateralmente determine la Dirección de Obra.

ARTÍCULO 32.23.- EXCAVACIÓN EN ZANJA Y POZO

1.- DEFINICIÓN

01.- Consiste en el conjunto de operaciones necesarias para abrir zanjas y pozos. Su ejecución incluye las operaciones de excavación, nivelación y evacuación del terreno y el consiguiente transporte de los productos removidos a depósitos o lugar de empleo.

02.- Serán excavaciones accesibles a operarios, hechas por medios mecánicos o manuales. La profundidad será inferior a 7 m, con el nivel freático inferior a la excavación o rebajado.

03.- Con carácter general se deberá considerar peligrosa toda excavación que, en terrenos corrientes, alcance una profundidad de 0,80 m y 1,30 m en terrenos consistentes.

2.- EJECUCIÓN

2.1.- Generalidades

01.- El Contratista notificará a la Dirección de las obras, con la antelación suficiente, el comienzo de cualquier excavación, a fin de que esta pueda efectuar las mediciones necesarias sobre el terreno inalterado. El terreno natural adyacente al de la excavación no se modificará ni removerá sin autorización de la Dirección.

02.- Una vez efectuado el replanteo de las zanjas o pozos, la Dirección autorizará el inicio de las obras de excavación. La excavación continuará hasta llegar a la profundidad señalada en los planos y obtenerse una superficie firme y limpia a nivel o escalonada, según se ordene. No obstante, la Dirección podrá modificar tal profundidad si, a la vista de las condiciones del terreno, lo estima necesario a fin de asegurar una cimentación satisfactoria.

03.- También estará obligado el Contratista a efectuar la excavación de material inadecuado para la cimentación, y su sustitución por material apropiado, siempre que se lo ordene la Dirección.

04.- El Contratista realizará la excavación en zanja utilizando los métodos y los equipos de maquinaria adecuados para ejecutar las obras, en los plazos señalados en el Programa de Trabajos aprobado, y con la calidad exigida en este Pliego y en el PCTP. Antes de iniciar las excavaciones el Contratista estará obligado a someter a la aprobación de la Dirección el programa de excavaciones, los métodos que va a seguir y los equipos de maquinaria a emplear.

05.- Se protegerán los elementos de Servicio Público que puedan ser afectados por la excavación.

06.- En todos los trabajos se realizará un estudio previo de la información, a fin de conocer la estabilidad del mismo. La experiencia en el lugar de ubicación de las obras podrá avalar las características de corte del terreno. El estudio incluirá:

- Uso: Finalidad de la zanja, necesidad de espacio interior en la fase de ejecución o relleno.
- Urbanístico: Planos acotados del trazado referidos a puntos fijos y de las profundidades.
- Servidumbres afectadas como redes de servicios, vías de comunicación y elementos enterrados.
- Cimentaciones próximas: tipo, situación, profundidad y dimensiones.
- Geotécnica: Tipo, humedad, compacidad o consistencia del terreno.
- De la localidad: Forma y medios de excavación utilizados normalmente y escuadría de los codales disponibles para entibaciones.

- Legal: ordenanza municipal, Código Civil y derecho sobre servidumbres, zonas arqueológicas.

07.- Las excavaciones de zanjas se ejecutarán con una inclinación de talud provisional adecuadas a las características geotécnicas del terreno y solicitaciones existentes, debiéndose emplear los sostenimientos y entibaciones necesarias cuando no se disponga del talud adecuado. Se considerará peligrosa toda excavación cuya pendiente sea superior a su talud natural.

08.- Se deberán seguir en todo momento las indicaciones del Plan de Seguridad y Salud, aprobado antes del inicio de las obras.

09.- Dado que los terrenos se disgregan y pueden perder su cohesión bajo la acción de los elementos atmosféricos, tales como humedad, sequedad, hielo, deshielo, dando lugar a hundimientos, es recomendable calcular con amplios márgenes de seguridad las pendientes de los tajos.

10.- Los productos de la excavación que no hayan de retirarse de inmediato, así como los materiales que hayan de acopiarse, se apilarán a la distancia suficiente del borde de la excavación para que no suponga una sobrecarga que pueda dar lugar a desprendimientos o corrimientos de tierras en los taludes, debiéndose adoptar como mínimo una distancia la mitad de la profundidad de la zanja, o la profundidad de la zanja en terrenos arenosos.

11.- En terrenos coherentes que permitieran realizar cortes verticales, estos no podrán tener una profundidad superior a 1,3 metros sin emplear entibación.

12.- Cuando la profundidad de la zanja sea superior a cuatro metros y medio (4,5 m), se realizará, preferentemente, excavación en mina.

2.2.- Excavación del fondo de la zanja

01.- En los casos de terrenos meteorizables o erosionables por las lluvias, la zanja no deberá permanecer abierta a su rasante final más de ocho (8) días sin que sea colocada y cubierta la tubería o conducción a instalar en ella.

02.- La Dirección podrá autorizar la excavación de la zanja en terreno meteorizable o erosionable, hasta alcanzar un nivel equivalente a treinta centímetros (0,30 m) por encima de la generatriz superior de la tubería o conducción a instalar y posteriormente excavar en una segunda fase el resto de la zanja, hasta la rasante definitiva del fondo, dentro del plazo indicado en el párrafo anterior.

03.- Los fondos de las zanjas se limpiarán en todo material suelto y sus grietas y hendiduras se rellenarán con el mismo material que constituya la cama o apoyo de la tubería o conducción; en los casos de huecos de profundidad mayor que el espesor de esta cama o apoyo, el tipo y calidad del relleno serán los que indique la Dirección, en base a que no se produzcan asientos perjudiciales para la tubería o conducción.

2.3.- Sostenimientos y entibaciones

01.- Será de aplicación lo indicado en el Artículo 32.24 de este Pliego.

2.4.- Evacuación de las aguas y agotamientos

01.- El Contratista tomará las precauciones precisas para evitar que las aguas superficiales inunden las zanjas abiertas.

02.- El Contratista realizará los trabajos de agotamiento y evacuación de las aguas que irrumpen en la zanja, cualquiera que sea su origen.

03.- El agotamiento desde el interior de una cimentación deberá ser hecho de forma que evite la segregación del hormigón de cimentación, y en ningún caso se efectuará desde el interior del encofrado antes de transcurridas veinticuatro horas (24 h) desde el hormigonado.

04.- Será necesario contar con la siguiente información previa:

- Topográfica: Plano altimétrico de la zona, indicando los cauces permanentes y torrenciales, afloramientos de agua y tipo de vegetación.
- Geotécnica: Análisis del terreno a drenar, localizando los estratos en función de sus permeabilidades y líneas de máxima pendiente y buzamientos, profundidad del nivel freático al nivel de la época de lluvias, curvas granulométricas de los terrenos afectados.

2.5.- Taludes

01.- En el caso de que los taludes de las zanjas o pozos, ejecutados de acuerdo con los planos y órdenes de la Dirección, resulten inestables y, por tanto, den origen a desprendimientos antes de la recepción definitiva de las obras, el Contratista eliminará los materiales desprendidos.

2.6.- Empleo de los productos de excavación. Caballeros

01.- Será de aplicación lo indicado en el Apartado 2.5 del Artículo 32.21 y todas las consideraciones de residuos previstas en el Artículo 32.00 de este Pliego.

02.- Los productos de excavación aprovechables para el relleno posterior de la zanja se podrán depositar en caballeros situados a un solo lado de la zanja, dejando una banquetta del ancho necesario para evitar su caída, con un mínimo de sesenta centímetros (0,60 m), y dejando libres los caminos, aceras, cunetas, acequias y demás pasos y servicios existentes.

2.7.- Pasos sobre la zanja. Instalaciones existentes

01.- El Contratista estará obligado a realizar las obras manteniendo en perfecto funcionamiento los servicios e instalaciones existentes, tanto en superficie como en el subsuelo, debiendo cerciorarse previamente de su situación y condiciones de funcionamiento. Deberá cumplir cuantas prescripciones dicten las autoridades de las que dependen dichos servicios o instalaciones.

02.- El Contratista deberá mantener el servicio de caminos y demás vías de comunicación de uso público en la forma que establezcan los Planos, el PCTP u ordene la Dirección. Para ello construirá los desvíos de vías de comunicación y los pasos sobre la zanja que sean necesarios, en las debidas condiciones de características geométricas y cargas de tráfico similares a las existentes. Asimismo, el Contratista deberá mantener los accesos de carácter público o privado a las fincas e instalaciones, para lo cual llevará a efecto las medidas y obras auxiliares que sean precisas de conformidad con la Dirección.

2.8.- Medidas de protección y de seguridad

01.- El Contratista pondrá en práctica cuantas medidas de protección, tales como cubrición de la zanja, barandillas, señalización, balizamiento y alumbrado, sean precisas para evitar la caída de personas o del ganado en las zanjas. Estas medidas deberán ser sometidas a la conformidad de la Dirección; esta, por su parte, podrá ordenar la colocación de otras o la mejora de las realizadas por el Contratista, si lo considerase necesario.

02.- Cuando se trate de excavaciones con explosivos se tendrá especial cuidado en el cumplimiento de lo establecido en materia de seguridad. En zonas pobladas se anunciarán las voladuras con suficiente antelación y se tomarán las medidas precisas, no solamente para impedir daños, sino también para evitar sobresaltos al vecindario y transeúntes.

03.- Se cumplirán, además, todas las disposiciones generales que sean de aplicación de la Ordenanza General de Seguridad y Salud en el trabajo y de las Ordenanzas Municipales.

2.9.- Excesos inevitables

01.- Los sobreanchos de excavación necesarios para la ejecución de la obra deberán estar contemplados en el Proyecto o, en defecto, ser aprobados, en cada caso, por la Dirección.

2.10.- Tolerancias de las superficies acabadas

01.- El fondo y paredes laterales de las zanjas y pozos terminados tendrán la forma y dimensiones exigidas en los Planos, con las modificaciones debidas a los excesos inevitables autorizados, y deberán refinarse hasta conseguir una diferencia inferior a cinco centímetros (± 5 cm) respecto de las superficies teóricas.

02.- Las sobreexcavaciones no autorizadas deberán rellenarse de acuerdo con las especificaciones definidas por la Dirección de las Obras, no siendo esta operación de abono independiente.

3.- CONTROL DE CALIDAD Y CRITERIOS DE ACEPTACIÓN Y RECHAZO

3.1.- 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.

02.- Los resultados deberán ajustarse al Pliego y a lo indicado por la Dirección durante la marcha de la obra.

3.2.- Control geométrico

01.- Su objeto es comprobar que el fondo y paredes laterales de las zanjas y pozos terminados tienen la forma y dimensiones exigidos en los Planos, con las modificaciones debidas a los excesos inevitables autorizados.

02.- Las irregularidades que sobrepasen las tolerancias admitidas deberán ser refinadas por el Contratista a su costa y de acuerdo con las indicaciones de la Dirección.

4.- MEDICIÓN Y ABONO

01.- La excavación en zanja y pozo se abonará por metros cúbicos (m^3) medidos sobre planos de perfiles transversales del terreno, tomados antes de iniciar este tipo de excavación, y aplicadas las secciones teóricas de la excavación.

02.- Si por conveniencia del Contratista, aún con la conformidad de la Dirección, se realizaran mayores excavaciones que las previstas en los perfiles del Proyecto, el exceso de excavación, así como el ulterior relleno de dicha demasía, no será de abono al Contratista, salvo que dichos aumentos sean obligados por causa de fuerza mayor y hayan sido expresamente ordenados, reconocidos y aceptados, con la debida anticipación por la Dirección.

03.- No serán objetos de abono independiente de la unidad de excavación, la demolición de fábricas antiguas, los sostenimientos del terreno y entibaciones y la evacuación de las aguas y agotamientos, excepto en el caso de que el Proyecto estableciera explícitamente unidades de obra de abono directo no incluido en los precios unitarios de excavación, o cuando por la importancia de los tres conceptos indicados

así lo decidiera la Dirección, aplicándose para su medición y abono las normas establecidas en este Pliego. (Artículos 30.00, 31.11 y 32.24).

04.- El empleo de maquinaria zanjadora, con la autorización de la Dirección, cuyo mecanismo activo dé lugar a una anchura de zanja superior a la proyectada, si bien no dará lugar a sanción por exceso de excavación, tampoco devengará a favor del Contratista el derecho a percepción alguna por el mayor volumen excavado ni por el siguiente relleno.

ARTÍCULO 32.24.- ENTIBACIÓN EN ZANJAS Y POZOS

1.- DEFINICIÓN

01.- Se define como entibaciones en zanjas y pozos la construcción provisional de madera, acero o mixta que sirve para sostener el terreno y evitar desprendimientos y hundimientos en las excavaciones en zanja y en pozo durante su ejecución, hasta la estabilización definitiva del terreno mediante las obras de revestimiento o de relleno del espacio excavado.

2.- MATERIALES

2.1.- Madera

01.- La madera para entibaciones cumplirá las condiciones establecidas en el Artículo 28.11 de este Pliego.

2.2.- Acero

01.- Las piezas de acero de las entibaciones podrán ser fabricadas con perfiles laminados y chapas que cumplan las condiciones del Artículo 23.21 de este Pliego.

02.- Las cerchas podrán elaborarse con perfiles laminados de las condiciones citadas en el párrafo anterior y también con perfiles laminados del tipo Toussaint, especialmente fabricados para entibaciones, y curvados en fábrica, con uniones deslizantes entre los elementos que forman la cercha.

03.- Las planchas para el forro de la entibación podrán ser de chapa ondulada de acero sin galvanizar, o bien galvanizadas si es preciso que sean resistentes a la oxidación.

3.- CONDICIONES GENERALES

01.- El Contratista estará obligado a efectuar las entibaciones de zanjas y pozos que sean necesarias para evitar desprendimientos del terreno, sin esperar indicaciones u órdenes de la Dirección, siempre que por las características del terreno y la profundidad de la excavación lo considerase procedente para la estabilidad de la excavación y la seguridad de las personas, o para evitar excesos de excavación inadmisibles, según lo establecido en este Pliego o en el PCTP.

02.- El Contratista presentará a la Dirección los Planos y cálculos justificativos de las entibaciones a realizar, con una antelación no inferior a treinta (30) días de su ejecución. Aunque la responsabilidad de las entibaciones es exclusiva del Contratista, la Dirección podrá ordenar el refuerzo o modificación de las entibaciones proyectadas por el Contratista, en el caso en que aquel lo considerase necesario, debido a hipótesis de empuje del terreno insuficientes, a excesivas cargas de trabajo en los materiales de la entibación o a otras consideraciones justificadas.

En todos los casos se deberá llevar a cabo un estudio previo del terreno con objeto de conocer la estabilidad del mismo. La experiencia en el lugar de ubicación de las obras podrá avalar las características de cortes del terreno.

03.- El Contratista será responsable, en cualquier caso, de los perjuicios que se deriven de la falta de entibación, de sostenimientos, y de su incorrecto cálculo o ejecución.

04.- Aunque el Contratista no lo considerase imprescindible, la Dirección podrá ordenar la ejecución de entibaciones o el refuerzo de las previstas, o ejecutadas por el Contratista siempre que, por causas

justificadas, lo estime necesario y sin que por estas órdenes de la Dirección hayan de modificarse las condiciones económicas fijadas en el Contrato.

05.- Aun cuando las entibaciones, según especificación concreta del Proyecto, sean objeto de abono directo, es decir, que su coste no deba estar incluido en los precios de las unidades de obra de las excavaciones, el diseño y cálculo de aquellas será de cuenta y responsabilidad del Contratista.

06.- Cuando lo ordene la Dirección, todos los elementos de la entibación que no puedan ser retirados inmediatamente antes de la ejecución del revestimiento definitivo o del relleno de la zanja o pozo, en su caso, estarán constituidos de materiales imputrescibles, incluso el material de relleno en el trasdós del forro o enfilaje de la entibación.

07.- En los pozos de sección circular, el forro de la entibación estará formado por tablas estrechas o piezas especiales que se adapten a la superficie curva de la sección teórica, y que no originen flechas de segmentos circulares en planta superiores a tres centímetros (3 cm).

4.- EJECUCIÓN

01.- La ejecución de las entibaciones será realizada por operarios de suficiente experiencia como entibadores de profesión y dirigida por un técnico que posea los conocimientos y la experiencia adecuada al tipo e importancia de los trabajos de entibación a realizar en la obra.

02.- Mientras se efectúan las operaciones de entibación no se permitirá realizar otros trabajos que requieran la permanencia o el paso de personas por el sitio donde se efectúan las entibaciones ajenas al propio trabajo de entibación.

03.- El corte y preparación de testas y cajas de las piezas de madera y la preparación de las piezas metálicas para la entibación se realizará en las partes totalmente entibadas o que no requieran entibación.

04.- En ningún caso se permitirá que los operarios se sitúen dentro del espacio limitado por el trasdós de la entibación y el terreno.

05.- En ningún caso los elementos constitutivos de las entibaciones se utilizarán para el acceso del personal ni para el apoyo de pasos sobre la zanja. El borde superior de la entibación se elevará por encima de la superficie del terreno como mínimo diez centímetros (10 cm).

06.- El Contratista está obligado a mantener una permanente vigilancia del comportamiento de las entibaciones y a reforzarlas o sustituirlas si fuera necesario.

07.- Las zanjas de más de metro y medio (1,50 m) de profundidad, que no estén excavadas en roca, o en otros terrenos estables de materiales duros, se protegerán contra los posibles desprendimientos mediante entibaciones, sostenimientos, o bien excavando la zanja con taludes laterales de inclinación no mayor de 3/4 (V/H), desde el fondo de la zanja.

5.- MEDIDAS DE PROTECCIÓN Y SEGURIDAD

01.- No se trabajará simultáneamente en distintos niveles de la misma vertical.

02.- Se acotarán las distancias mínimas de separación entre operarios en función de las herramientas que emplean.

03.- En cortes de profundidad mayor de uno coma treinta metros (1,30 m) las entibaciones deberán sobrepasar, como mínimo, veinte centímetros (20 cm) el nivel superficial del terreno y setenta y cinco centímetros (75 cm) en el borde superior de laderas.

04.- Se revisarán diariamente las entibaciones antes de comenzar la jornada de trabajo tensando los codales cuando se hayan aflojado, asimismo se comprobarán que están expeditos los cauces de aguas superficiales.

05.- Se extremarán estas prevenciones después de interrupciones de trabajo de más de un día y/o de alteraciones atmosféricas como lluvias o heladas.

06.- Se evitará golpear la entibación durante operaciones de excavación, los cuadros o elementos de la misma no se utilizarán para el descenso o ascenso, ni se suspenderán de los codales cargas, como conducciones, debiendo suspenderse de elementos expresamente calculados y situados en la superficie.

07.- En general las entibaciones o parte de estas se quitarán solo cuando dejen de ser necesarias y por franjas horizontales empezando por la parte inferior del corte.

08.- Se dispondrá en la obra, para proporcionar en cada caso el equipo indispensable al operario, de una provisión de palancas, cuñas, barras, puntales, tablonés, que no se utilizarán para la entibación y se reservarán para equipo de salvamento, así como de otros medios que puedan servir para eventualidades o socorrer a los operarios que puedan accidentarse.

09.- Se cumplirán, además, todas las disposiciones que sean de aplicación de la legislación de Seguridad y Salud en el Trabajo y de las Ordenanzas Municipales.

6.- MEDICIÓN Y ABONO

01.- De acuerdo con lo establecido en el Apartado 4 del Artículo 32.23, las entibaciones de zanjas y pozos no serán objeto de abono independiente de la unidad de excavación, excepto en el caso de que el Proyecto estableciera explícitamente unidades de obra de abono directo no incluido en los precios unitarios de excavación, o cuando por la importancia de dicha entibación, así lo decidiera la Dirección, aplicándose para su medición y abono lo establecido a continuación.

02.- Las entibaciones se abonarán por metros cuadrados (m^2) de superficie de entibación ejecutada, medidos por el producto de la longitud de la obra de excavación en su eje, por la longitud de perímetro entibado medida sobre los planos de las secciones tipo de la excavación siguiendo la línea teórica de excavación.

Sección 3.^a

RELLENOS

ARTÍCULO 32.31.- TERRAPLENES

1.- DEFINICIÓN

01.- Se definen como obras de terraplenes las consistentes en la extensión y compactación por tongadas de suelos procedentes de las excavaciones, o préstamos, en áreas abiertas, de tal forma que en su mayor parte permiten el uso de maquinaria de transporte, extendido y compactación de elevado rendimiento.

02.- Su ejecución incluye las operaciones siguientes:

- Preparación de la superficie de asiento del terraplén.
- Extensión de una tongada.
- Humectación o desecación de una tongada.
- Compactación de una tongada.

Estas tres últimas, reiteradas cuantas veces sea preciso.

03.- En los terraplenes se distinguirán cuatro zonas:

- Cimientó: Formado por la parte inferior del terraplén que está en contacto con la superficie de apoyo en el terreno original y que ha sido vaciada durante el desbroce, o al hacer excavación adicional por presencia de material inadecuado.
- Núcleo: Parte del terraplén comprendida entre el cimientó y la coronación.
- Espaldón: Parte exterior del relleno tipo terraplén que ocasionalmente constituirá o formará parte de los taludes del mismo. No se considerarán parte del espaldón los recubrimientos sin misión estructural (cubierta vegetal, protecciones antierosión, etc.)
- Coronación: Formada por la parte superior del terraplén, con el espesor que figure en Proyecto, comprendido entre medio (0,50 m) y un metro (1 m).

2.- MATERIALES

2.1.- Clasificación y condiciones generales

01.- Los materiales a emplear en terraplenes serán suelos o materiales locales que se obtendrán de las excavaciones realizadas en la propia obra o en otra diferente, de los préstamos que se definan en el proyecto, o que se autoricen por la Dirección de las obras.

02.- Preferentemente se reutilizarán las tierras y materiales pétreos no contaminados de la propia obra o de otra diferente, debiendo cumplir lo dispuesto por la Orden APM/1007/2017, de 10 de octubre, sobre normas generales de valorización de materiales naturales excavados para su utilización en operaciones de relleno y obras distintas a aquéllas en las que se generaron, así como lo referente a residuos de construcción y demolición de nivel I por la Orden 2726/2009, de 16 de julio, de la Consejería de Medio Ambiente, Vivienda y Ordenación del Territorio, por la que se regula la gestión de los residuos de construcción y demolición en la Comunidad de Madrid.

03.- Se utilizarán materiales que permitan cumplir las condiciones básicas siguientes:

- Puesta en obra en condiciones aceptables.

- Estabilidad satisfactoria de la obra.
- Deformaciones tolerables a corto y largo plazo, para las condiciones de servicio que se definan en el Proyecto.

04.- Para su empleo en terraplenes, los suelos se clasificarán en los tipos siguientes: Suelos inadecuados, suelos marginales, suelos tolerables, suelos adecuados y suelos seleccionados, de acuerdo con las siguientes características (cualquier valor porcentual que se indique, salvo que se especifique lo contrario, se refiere a porcentaje en peso):

2.1.1.- Suelos seleccionados

01.- Se considerarán como tales aquellos que cumplan las siguientes condiciones:

- Contenido en materia orgánica inferior al cero con dos por ciento ($MO < 0,2\%$), según Norma UNE 103204.
- Contenido en sales solubles, incluido el yeso, inferior al cero con dos por ciento ($SS < 0,2\%$).
- Tamaño máximo inferior a cien milímetros ($D_{max} < 100 \text{ mm}$).
- Cernido por el tamiz 0,40 UNE menor o igual que el quince por ciento ($\#0,40 \leq 15\%$), o que, en caso contrario cumpla todas y cada una de las condiciones siguientes:
 - Cernido por el tamiz 2 UNE, menor del ochenta por ciento ($\#2 < 80\%$).
 - Cernido por el tamiz 0,40 UNE menor del setenta y cinco por ciento ($\#0,40 < 75\%$).
 - Cernido por el tamiz 0,080 UNE inferior al veinticinco por ciento ($\#0,080 < 25\%$).
 - Límite líquido menor de treinta ($LL < 30$), según Norma UNE 103103.
 - Índice de plasticidad menor de diez ($IP < 10$), según Norma UNE 103103 y UNE 103104.

2.1.2.- Suelos adecuados

01.- Se considerarán como tales los que no siendo suelos seleccionados cumplan las condiciones siguientes:

- Contenido en materia orgánica inferior al uno por ciento ($MO < 1\%$).
- Contenido en sales solubles, incluido el yeso, inferior al cero con dos por ciento ($SS < 0,2\%$).
- Tamaño máximo inferior a cien milímetros ($D_{max} < 100 \text{ mm}$).
- Cernido por el tamiz 2 UNE, menor del ochenta por ciento ($\#2 < 80\%$).
- Cernido por el tamiz 0,080 UNE inferior al treinta y cinco por ciento ($\#0,080 < 35\%$).
- Límite líquido menor de cuarenta ($LL < 40$), según Norma UNE 103103.
- Si el límite líquido es superior a treinta ($LL > 30$), el índice de plasticidad será superior a cuatro ($IP > 4$), según UNE 103103 y UNE 103104.

2.1.3.- Suelos tolerables

01.- Se considerarán como tales los que no siendo suelos seleccionados ni adecuados cumplan las condiciones siguientes:

- Contenido en materia orgánica inferior al dos por ciento ($MO < 2\%$).
- Contenido en yeso inferior al cinco por ciento (yeso $< 5\%$), según Norma NLT-115.
- Contenido en otras sales solubles distintas del yeso, inferior al uno por ciento ($SS < 1\%$).
- Límite líquido menor de sesenta y cinco ($LL < 65$), según Norma UNE 103103.
- Si el límite líquido es superior a cuarenta ($LL > 40$), el índice de plasticidad será mayor del setenta y tres por ciento del límite líquido menos veinte ($IP > 0,73*(LL-20)$).
- Asiento en el ensayo de colapso inferior al uno por ciento (1%), según Norma NLT-254, para muestra remoldeada según el ensayo Próctor normal UNE 103500, y presión de ensayo de dos décimas de megapascal (0,2 MPa).



- Hinchamiento en ensayo de expansión inferior al tres por ciento (3%) para muestra remoldeada según el ensayo Próctor normal UNE 103500.

2.1.4.- Suelos marginales

01.- Se consideran como tales los que no siendo suelos seleccionados ni adecuados y no pudiendo considerarse suelos tolerables por el incumplimiento de alguna de las condiciones indicadas para estos, cumplan las siguientes condiciones:

- Contenido en materia orgánica inferior al cinco por ciento ($MO < 5\%$).
- Hinchamiento libre según UNE 103601 inferior al cinco por ciento (5%), para muestra remoldeada según el ensayo Próctor normal UNE 103500.
- Si el límite líquido es superior a noventa ($LL > 90$), el índice de plasticidad será mayor del setenta y tres por ciento del límite líquido menos veinte ($IP > 0,73*(LL-20)$).

2.1.5.- Suelos inadecuados

01.- Se considerarán suelos inadecuados:

- Los que no se puedan incluir en las categorías anteriores.
- Las turbas y otros suelos que contengan materiales perecederos u orgánicos tales como tocones, ramas, etc.
- Los que puedan resultar insalubres para las actividades que sobre los mismos se desarrollen.

2.2.- Empleo

01.- En coronación de terraplenes deberán utilizarse suelos adecuados o seleccionados, con un índice CBR mínimo de cinco ($CBR \geq 5$), según Norma UNE 103502.

También podrán utilizarse suelos tolerables, estabilizados con cal o con cemento, previa autorización de la Dirección de Obra.

Cuando bajo la coronación exista material expansivo o colapsable o con contenido de sulfatos mayor del dos por ciento ($SO_4 > 2\%$) según la Norma UNE 103201, la coronación habrá de evitar la infiltración de agua hacia el resto del terraplén, bien por el propio tipo de material o bien mediante la utilización de medidas complementarias.

No se utilizarán en coronación suelos expansivos o colapsables.

02.- En núcleos de terraplenes deberán emplearse suelos tolerables, adecuados o seleccionados, siempre que su índice CBR correspondiente a las condiciones de compactación exigidas, sea igual o superior a tres ($CBR \geq 3$), según la Norma UNE 103502.

La utilización de suelos marginales o de suelos con índice CBR menor de tres ($CBR < 3$) puede venir condicionada por problemas de resistencia, deformabilidad y puesta en obra, por lo que su empleo se justificará mediante un estudio especial, aprobado por la Dirección de obra.

La eventual utilización de suelos colapsables, expansivos, con yesos, con otras sales solubles o con materia orgánica se regirá por lo indicado en el Apartado 2.5.

03.- En los espaldones de los terraplenes se utilizarán materiales que satisfagan las condiciones que defina el Proyecto en cuanto a impermeabilidad, resistencia, peso estabilizador y protección frente a la erosión. No se utilizarán en esta zona suelos expansivos o colapsables.

Cuando en el núcleo exista material expansivo o colapsable o con contenido en sulfatos mayor del dos por ciento ($SO_4 > 2\%$), según la Norma UNE 103201, los espaldones evitarán la infiltración de agua hacia el mismo, bien por el propio tipo de material, bien mediante la adopción de medidas complementarias.

04.- En la cimentación se utilizarán suelos tolerables, adecuados o seleccionados siempre que las condiciones de drenaje o estanquidad lo permitan, que las características del terreno de apoyo sean adecuadas para su puesta en obra y siempre que el índice CBR correspondiente a las condiciones de compactación exigidas sea igual o superior a tres ($CBR \geq 3$), según UNE 103502.

2.3- Grado de compactación

01.- El Proyecto, o en su defecto la Dirección de las Obras, señalará, entre el Próctor normal o el Próctor modificado, el ensayo a considerar como Próctor de referencia. En caso de omisión se considerará como ensayo de referencia el Próctor modificado; sin embargo, en el caso de suelos expansivos se aconseja el uso del ensayo Próctor normal.

02.- Los suelos clasificados como tolerables, adecuados o seleccionados podrán utilizarse según lo indicado en el Apartado anterior de forma que su densidad después de la compactación no sea inferior:

- En la zona de coronación, el 100% del Próctor de referencia.
- En la zona de cimiento, núcleo y espaldones, al 95% del Próctor de referencia.

El Proyecto o, en su defecto, la Dirección de las Obras, podrán especificar justificadamente valores mínimos, superiores a los indicados, de las densidades después de la compactación en cada zona de terraplén en función de las características de los materiales a utilizar y de las propias de la obra.

03.- La determinación de la densidad seca máxima Proctor Normal se realizará según la Norma UNE 103500 y la densidad máxima Próctor Modificado según la Norma UNE 103501.

2.4.- Humedad de puesta en obra

01.- La humedad de puesta en obra se establecerá teniendo en cuenta:

- La necesidad de obtener la densidad exigida.
- El comportamiento del material a largo plazo ante posibles cambios de dicha humedad (expansividad, colapso).
- La humedad del material al extraerlo de su yacimiento original y su evolución durante la puesta en obra (condiciones climáticas y manipulación).

02.- La humedad inmediatamente después de la compactación estará siempre dentro del intervalo de menos dos por ciento y más uno por ciento (-2% a +1%), respecto a la óptima del ensayo Proctor de referencia, salvo autorización de la Dirección de la obra.

03.- En el caso de suelos expansivos o colapsables, los límites de saturación indicados serán los correspondientes a humedades de menos uno por ciento (-1%) y de más tres por ciento (+3%) de la óptima del ensayo Próctor de referencia.

04.- Para el mejor aprovechamiento de los materiales desde el punto de vista de su contenido de humedad, se usarán las técnicas de extracción, transporte, acopio, riego u oreo, y extensión adecuadas para mejorar las condiciones del material en su yacimiento original.

05.- En el caso de humedades naturales muy bajas y suelos muy plásticos el cumplimiento de la condición anterior, relativa al grado de saturación, puede conseguirse tanto aumentando el contenido de agua como aumentando la energía de compactación.

2.5.- Cuidados especiales con distintos tipos de suelos

01.- Los suelos marginales definidos en el Apartado 2.1 del presente Pliego podrán utilizarse en algunas zonas de la obra siempre que su uso se justifique mediante un estudio especial aprobado por la Dirección de obra.

02.- Este estudio deberá contemplar explícitamente y con detalle, al menos los siguientes aspectos:

- Determinación y valoración de las propiedades que confieren al suelo su carácter marginal.
- Influencia de dichas características en los diferentes usos del suelo dentro de la obra.
- Posible influencia en el comportamiento o evolución de otras zonas o elementos de la obra.
- Estudio pormenorizado donde se indiquen las características resistentes del material y los asientos totales y diferenciales esperados, así como la evolución futura de esas características.
- Conclusión justificada de los posibles usos del material en estudio.
- Cuidados, disposiciones constructivas y prescripciones técnicas a adoptar para los diferentes usos del suelo dentro de la obra.
- Los datos obtenidos en el estudio realizado se contrastarán a escala real mediante la ejecución de un tramo de prueba en una zona exterior a los trabajos de terraplenado.

03.- Los suelos colapsables o expansivos se compactarán del lado húmedo.

04.- El empleo de suelos marginales cumplirán lo establecido en el Artículo 330 del PG-3.

2.6.- Empleo de materiales reciclados

01.- Se podrán emplear suelos reciclados de RCD (residuos de construcción) como material para formar el terraplén, siempre que cumplan las especificaciones de este Artículo y del Proyecto y que sus características fisicoquímicas garanticen la estabilidad presente y futura del conjunto.

02.- El suelo reciclado de RCD procederá de gestores autorizados. El proyecto podrá contemplar la obtención de suelo reciclado mediante la valorización de RCD en la propia obra, debiendo cumplir con lo previsto en la normativa vigente en materia de gestión de residuos.

03.- El proyecto podrá justificar el empleo de suelo reciclado de RCD que no cumpla alguna de las especificaciones de este Artículo para usos concretos en base a los correspondientes estudios.

04.- El suelo reciclado de RCD procedente de fuera de la obra contará con la siguiente documentación:

- Certificado del productor de ser un gestor autorizado para la valorización de RCD.
- Certificado del productor de la cantidad de suelo reciclado suministrado, la caracterización del producto, clasificación y características técnicas.
- Declaración responsable del productor de que el suelo reciclado suministrado procede en su totalidad de residuos no peligrosos e inertes.
- Certificado de cada suministro de materiales a obra.

3.- EJECUCIÓN DE LAS OBRAS

3.1.- Equipo necesario

01.- Los equipos de extendido, humectación y compactación serán suficientes para garantizar la ejecución de la obra de acuerdo con las exigencias del presente Artículo.

02.- Previamente a la ejecución de los rellenos, el Contratista presentará un programa de trabajos, que deberá ser aprobado por la Dirección de Obra, en el que se especificará, al menos:

- Maquinaria prevista
- Sistemas de arranque y transporte
- Equipo de extendido y compactación
- Procedimiento de compactación

3.2.- Preparación de la superficie de asiento del terraplén

01.- Si el terraplén tuviera que construirse sobre un firme existente, se escarificará y compactará este según lo indicado en este Pliego.

02.- Si el terraplén tuviera que construirse sobre terreno natural, en primer lugar, se efectuará, de acuerdo con lo estipulado en este Pliego, el desbroce del citado terreno y la excavación y extracción del material inadecuado, si lo hubiera, en toda la profundidad requerida en los Planos. A continuación, para conseguir la debida trabazón entre el terraplén y el terreno, se escarificará este, de acuerdo con la profundidad prevista en los Planos y con las indicaciones relativas a esta unidad de obra, que figuran en este Pliego y se compactará en las mismas condiciones que las exigidas para el cimiento del terraplén.

03.- En las zonas de ensanche o recrecido de antiguos terraplenes se prepararán estos, a fin de conseguir su unión con el nuevo terraplén. Las operaciones encaminadas a tal objeto serán indicadas en el Proyecto o, en su defecto, por la Dirección. Si el material procedente del antiguo talud cumple las condiciones exigidas para la zona de terraplén de que se trate, se mezclará con el del nuevo terraplén para su compactación simultánea; en caso negativo será transportado a vertedero, cumpliendo lo previsto a gestión de residuos en el Artículo 32.20 de este Pliego.

04.- Cuando el terraplén haya de asentarse sobre un terreno en el que exista agua superficial se conducirá el agua fuera del área donde vaya a construirse el terraplén, antes de comenzar su ejecución.

05.- Las tongadas susceptibles de saturarse durante la vida del terraplén se construirán, de acuerdo con el Proyecto, con materiales en los que la granulometría impida el arrastre de partículas, y en los que las deformaciones que puedan producirse al saturarse sean aceptables para las condiciones de servicio definidas en el Proyecto.

06.- En los terraplenes a media ladera, la Dirección podrá exigir, para asegurar su perfecta estabilidad, el escalonamiento de aquella mediante la excavación que considere pertinente.

07.- Las transiciones de desmonte a terraplén se realizarán tanto transversal como longitudinalmente de la forma más suave posible, según el criterio de la Dirección de obra o, en su defecto, excavando de forma escalonada el terreno de apoyo hasta conseguir una pendiente no mayor de un medio (1V:2H). Dicha pendiente se mantendrá hasta alcanzar una profundidad de un metro (1 m) por debajo de la rasante.

08.- Cuando lo indique el Proyecto, se extenderán capas de materiales granulares gruesos o láminas geotextiles que permitan o faciliten la puesta en obra de las primeras tongadas del relleno.

09.- Dado que las operaciones de desbroce, escarificado y escalonado de las pendientes dejan la superficie de terreno fácilmente erosionable por los agentes atmosféricos, estos trabajos no deberán llevarse a cabo hasta el momento previsto y en las condiciones oportunas para reducir al mínimo el tiempo de exposición, salvo que se recurra a protecciones de la superficie. La posibilidad de aterramientos de los terrenos del entorno y otras afecciones indirectas deberán ser contempladas en la adopción de estas medidas de protección.

3.3.- Extensión de las tongadas

01.- Una vez preparado el apoyo del relleno tipo terraplén, se procederá a la construcción del mismo, empleando materiales que cumplan las condiciones establecidas anteriormente, los cuales serán extendidos en tongadas sucesivas, de espesor uniforme y sensiblemente paralelas a la explanada. El espesor de estas tongadas será adecuado para que, con los medios disponibles, se obtenga en todo su espesor el grado de compactación exigido. Dicho espesor, en general y salvo especificación en contrario del Proyecto o de la Dirección de obra, será de treinta centímetros (30 cm). En todo caso, el espesor de la tongada será superior a tres medios (3/2) del tamaño máximo del material a utilizar. Los materiales de cada tongada serán de características uniformes y si no lo fueran, se conseguirá esta uniformidad mezclándolos convenientemente con maquinaria adecuada para ello. No se extenderá ninguna tongada mientras no se haya comprobado que la superficie subyacente cumple las condiciones exigidas. Cuando la tongada subyacente se halle reblandecida por una humedad excesiva, no se autorizará la extensión de la siguiente.

02.- Los terraplenes sobre zonas de escasa capacidad de soporte se iniciarán vertiendo las primeras capas con el espesor mínimo necesario para soportar las cargas que produzcan los equipos de movimiento y compactación de tierras.

03.- Durante la ejecución de las obras, la superficie de las tongadas deberá tener la pendiente transversal necesaria para asegurar la evacuación de las aguas sin peligro de erosión ni estancamientos. Esta pendiente será de un mínimo del cuatro por ciento (4%).

04.- Salvo prescripción en contrario, los equipos de transporte extensión y compactación operarán sobre todo el ancho de cada capa.

3.4.- Humectación o desecación

01.- En el caso de que sea preciso añadir agua, esta operación se efectuará humectando los materiales de forma uniforme, bien en las zonas de procedencia (canteras o préstamos), bien en acopios intermedios o bien en la tongada, disponiendo los sistemas adecuados para asegurar la citada uniformidad (desmenuzamiento previo, uso de rodillos pata de cabra, etc.)

02.- En los casos especiales en que la humedad natural del material sea excesiva para conseguir la compactación prevista, se tomarán las medidas adecuadas, pudiéndose proceder a la desecación por oreo, o a la adición y mezcla de materiales secos o sustancias apropiadas.

3.5.- Compactación

01.- Conseguida la humectación más conveniente, se procederá a la compactación mecánica de la tongada.

02.- Los valores de densidad y humedad a alcanzar serán los indicados en los Apartados 2.3 y 2.4 del presente Artículo, o los que en su caso fijen el Proyecto o la Dirección de obra.

03.- Las zonas que, por su reducida extensión, su pendiente o proximidad a obras de fábrica, no permitan el empleo del equipo que normalmente se esté utilizando para la compactación de los terraplenes, se compactarán con los medios adecuados al caso, de forma que las densidades que se alcancen no sean inferiores a las obtenidas en el resto del terraplén, según lo indicado en el Artículo 32.32 de este Pliego.

3.6.- Limitaciones de la ejecución

01.- Los terraplenes se ejecutarán cuando la temperatura ambiente, a la sombra, sea superior a dos grados centígrados (2°C), debiendo suspenderse los trabajos cuando la temperatura descienda por debajo de dicho límite.

02.- Sobre las capas en ejecución debe prohibirse la acción de todo tipo de tráfico hasta que 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.

4.- CONTROL DE CALIDAD Y CRITERIOS DE ACEPTACIÓN Y RECHAZO

01.- Las materias objeto de control en esta unidad de obra serán las siguientes:

- Materiales que la constituyen.
- Extensión.
- Compactación.
- Geometría.

02.- En obras pequeñas, sistemáticas o singulares, así como en las que estime conveniente la Dirección, se podrán modificar justificadamente las materias objeto de control, las frecuencias y los tipos de controles que se establecen para ellas a continuación.

4.1.- Control de los materiales

01.- Tiene por objeto comprobar que el material a utilizar cumple lo establecido en los Pliegos de Condiciones Técnicas, tanto en el lugar de origen como en el de empleo, para evitar las alteraciones que puedan producirse como consecuencia de las operaciones de extracción, carga, transporte y descarga.

02.- Se llevará a cabo mediante el siguiente procedimiento:

a) En el lugar de procedencia: Comprobar la retirada de la montera de tierra vegetal antes del comienzo de la explotación de un desmonte o préstamo. Comprobar la explotación racional del frente y, en su caso, la exclusión de las vetas no utilizables. Tomar muestras representativas, de acuerdo con el criterio de la Dirección, del material excavado en cada desmonte o préstamo para efectuar los siguientes ensayos:

- Por cada 1.000 m³ de material:
1 Proctor normal según UNE 103500 o 1 Proctor modificado según UNE 103501.
- Por cada 5.000 m³ de material:
1 Análisis granulométrico según UNE 103 101.
1 Determinación de límites de Atterberg según UNE 103103 y UNE 103104.
- Por cada 10.000 m³ de material:
1 CBR de laboratorio, según UNE 103502.
1 Determinación de materia orgánica, según UNE 103204.

Si se considera necesario a criterio de la Dirección de la obra, se realizarán, asimismo, con la frecuencia que este estime adecuada, determinaciones de:

- Asiento en ensayo de colapso, según NLT-254.
- Hinchamiento en ensayo de expansión, según UNE 103601.
- Determinación del contenido de sales solubles, según NLT-114.
- Determinación del contenido de yeso, según NLT-115.

b) En el propio tajo o lugar de empleo: Examinar los montones procedentes de la descarga de camiones, desechando de entrada aquellos que a simple vista presenten restos de tierra vegetal, materia orgánica o bolos de mayor tamaño que el admitido como máximo y señalando aquellos otros que presenten alguna anomalía en cuanto al aspecto que debe tener el material que llega a obra de las procedencias aprobadas, tales como distinta coloración, exceso de plasticidad, etc. Tomar muestras de los montones señalados como dudosos para repetir los ensayos efectuados en el lugar de procedencia.

03.- Los resultados de los ensayos de los materiales en su lugar de procedencia o de empleo (en caso de que sea necesario repetirlos), serán siempre valores que cumplirán las limitaciones establecidas en este Artículo.

04.- Dada la rapidez de la cadena operativa "extracción compactación", la inspección visual tiene una importancia fundamental en el control de los materiales para terraplenes.

4.2.- Control de la extensión

01.- Tiene por objeto vigilar y comprobar que la extensión de las capas cumple las condiciones de este Artículo y del Proyecto.

02.- Se llevará a cabo mediante el siguiente procedimiento:

- Comprobar "grosso modo" el espesor y anchura de las tongadas.
- Vigilar la temperatura ambiente.

03.- Los resultados de las mediciones "grosso modo" se interpretarán subjetivamente y, con tolerancia amplia, y deberán ajustarse a lo indicado en los Planos y en el PCTP.

04.- Dadas las características de las operaciones de extensión, la inspección visual adquiere especial importancia durante el desarrollo de las mismas.

4.3.- Control de la compactación

01.- Tiene por objeto comprobar que la compactación de cada tongada cumple las condiciones de densidad seca y humedad establecidas en el PCTP, o en su defecto las especificadas en el Apartado 3.5 de este Artículo.

02.- Dentro del tajo a controlar se define:

- Lote: Material que entra en cinco mil metros cuadrados (5.000 m²) de tongada, exceptuando las franjas de borde de dos metros (2 m) de ancho. Si la fracción diaria es superior a cinco mil metros cuadrados (5.000 m²) y menor del doble se formarán dos LOTES aproximadamente iguales.
- Muestra: Conjunto de cinco (5) unidades, tomadas en forma aleatoria de la superficie definida como LOTE. En cada una de estas unidades se realizarán ensayos de:
 - Humedad.
 - Densidad.
- Franjas de borde: En cada una de las bandas laterales de dos metros (2 m) de ancho, adyacentes al LOTE anteriormente definido, se fijará un punto cada cien metros (100 m) lineales. El conjunto de estos puntos se considerará una MUESTRA independiente de la anterior, y en cada uno de los mismos se realizarán ensayos de:
 - Humedad.
 - Densidad.

03.- Complementaria o alternativamente al sistema de control anteriormente expuesto podrá establecerse, si así lo estima la Dirección como más eficaz, por las características especiales de una determinada obra, el sistema de control del procedimiento de ejecución, para ello se fijará previamente al comienzo de la ejecución el espesor de la tongada, el número de pasadas y el equipo a emplear, vigilando posteriormente, mediante inspecciones periódicas, su cumplimiento.

04.- 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 dos por ciento (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.

05.- El contenido de humedad de las capas compactadas no será causa de rechazo salvo cuando, por causa justificada, se utilicen suelos marginales o con características potenciales de expansividad o colapsabilidad. En este caso, si no está previsto en el Pliego de Condiciones Técnicas del Proyecto, estos suelos deberán ser objeto de un estudio cuidadoso de laboratorio, donde se determinarán los valores de humedad y densidad a obtener en obra y los márgenes de tolerancia en más o en menos.

06.- Para la aceptación de una capa compactada, en este tipo de suelos, se requerirá que todos los valores de humedad y densidad obtenidos en obra estén dentro de los márgenes de tolerancia fijados mediante los ensayos de laboratorio. En caso contrario se procederá a corregir las deficiencias.

07.- En el caso de que se haya adoptado el control del procedimiento las comprobaciones del espesor, número de pasadas e identificación del equipo de compactación deberán ser todas favorables.

08.- La humedad óptima obtenida en los ensayos de compactación 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 obtenidos en cada caso particular.

09.- En las determinaciones de densidades y humedades in situ podrán utilizarse métodos 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, entre estos métodos y los especificados en este Pliego.

La calibración de estos métodos se hará por comparación con el método de sustitución (método de la área UNE 103503, método del densómetro, etc.). Se calibrará mínimo cada diez lotes (10) y para cada tipo de suelo.

10.- Vigilar si durante la compactación se producen blandones, en cuyo caso deberán ser corregidos antes de efectuar los ensayos de control.

4.3.1.- Ensayos de carga con placa

01.- Cuando lo indique el PCTP o lo determine la Dirección, en cada lote de los indicados en el Apartado anterior se realizarán ensayos de carga con placa, según la Norma NLT-357, completando de este modo el control de compactación mediante la medida directa del módulo de deformación del relleno.

02.- Las dimensiones de la placa se fijarán de acuerdo con la granulometría del material, de forma que su diámetro o lado sea cinco (5) veces superior al tamaño máximo. En ningún caso la superficie de la placa será inferior a setecientos centímetros cuadrados (700 cm²)

03.- En las condiciones definidas en el punto anterior, se aceptará el lote si el módulo de deformación vertical es el segundo ciclo de carga (E_{v2}) y la relación K entre los módulos de deformación vertical obtenidos respectivamente en el segundo y primer ciclo de carga ($K = E_{v2}/E_{v1}$) cumple las especificaciones indicadas en el CUADRO 32.31.1, en función del tipo de material y de la zona de la obra en que se disponga:

CUADRO 32.31.1

VALORES MÍNIMOS DEL MÓDULO DE DEFORMACIÓN VERTICAL E_{v2}

	Suelos Seleccionados	Resto de Suelos	K
Cimentación Núcleo			
Espaldones	50	30	$\leq 2,2$
Coronaciones	100	60	$\leq 2,2$

04.- En función de las características de los suelos para una obra determinada, el PCTP podrá modificar los valores indicados en el CUADRO 32.31.1.

4.4.- Control geométrico

01.- Tiene por objeto la comprobación geométrica de la superficie resultante del terraplén en relación con los Planos y el PCTP.

02.- Se comprobarán las cotas de replanteo del eje, con mira cada veinte metros (20 m), más los puntos singulares (tangentes de curvas horizontales y verticales, etc.), colocando estacas niveladas hasta milímetros (mm) 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 tres metros (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 el Contratista, mediante excavación o añadido de material, y escarificado previo de la superficie subyacente.

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

07.- Es conveniente, también, realizar una comprobación geométrica "grosso modo" de la superficie que sirve de apoyo a la coronación del terraplén.

4.5.- Penalizaciones

01.- En caso de incumplimiento de las especificaciones que afecten a una determinada parte de la obra de terraplén y siempre que a criterio de la Dirección estos defectos no impliquen pérdida significativa en la funcionalidad y seguridad de la obra o parte de la obra y no sea posible subsanarlos a posteriori, se aplicarán penalizaciones en forma de deducción en la relación valorada, de acuerdo con las siguientes fórmulas que podrán ser modificadas o complementadas en el PCTP.

$P_1 = 0,04 \Delta C P$ (por defecto de compactación)

$P_2 = 0,2 N P$ (por cambio de calidad en el material)

siendo:

P_1 y P_2 deducción unitaria por penalización €/m³.

P precio unitario del terraplén €/m³.

ΔC	defecto en % del grado de compactación en relación con el especificado.
N	coeficiente por cambio de calidad. <ul style="list-style-type: none">- de seleccionado a adecuado, N=1- de seleccionado a tolerable, N=4- de adecuado a tolerable, N=2.

02.- No se admitirán defectos de compactación superiores al 5 por 100 ($\Delta C > 5\%$)

5.- MEDICIÓN Y ABONO

01.- Los terraplenes se abonarán por metros cúbicos (m^3) realmente ejecutados medidos sobre planos de perfiles transversales superpuestos a los perfiles transversales iniciales tomados del terreno una vez realizados los trabajos preliminares de desbroce y retirada de tierra vegetal y material inadecuado.

02.- En los precios unitarios estarán incluidos los costes de todas las operaciones indicadas en este Artículo y que fueren precisas para la ejecución de esta unidad de obra.

03.- No serán objeto de abono los tramos de prueba que sea necesario ejecutar, ni la restitución del terreno a su situación original.

ARTÍCULO 32.32.- RELLENOS LOCALIZADOS

1.- DEFINICIÓN

01.- Esta unidad consiste en la extensión y compactación de suelos procedentes de excavaciones, para el relleno de espacios limitados materialmente por obras de fábrica o por el terreno natural o excavado, y que por sus reducidas dimensiones o por su compromiso estructural no es posible la utilización de los mismos equipos de maquinaria con que se lleva a cabo la ejecución de terraplenes.

02.- Las operaciones que comprenden las unidades de relleno localizados son:

- a) Preparación de la superficie de apoyo.
- b) Obtención, transporte y descarga del material en su lugar de empleo.
- c) Extensión del material, por tongadas.
- d) Humectación o desecación, si fuese preciso.
- e) Compactación.

03.- En los rellenos localizados se distinguirán las mismas zonas que en los terraplenes de este Pliego.

2.- MATERIALES

01.- Se utilizarán solamente suelos adecuados y seleccionados según el Artículo 32.31 de este Pliego.

02.- Se emplearán suelos adecuados o seleccionados, siempre que su CBR según UNE 103502, correspondiente a las condiciones de compactación exigidas, sea superior a diez (10) y en el caso de trasdós de obra de fábrica superior a veinte (20).

03.- 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.- EJECUCIÓN

3.1.- Equipo necesario para la ejecución de las obras

01.- Los equipos de extendido, humectación y compactación serán los apropiados para garantizar la ejecución de la obra de acuerdo con las exigencias del presente Artículo.

3.2.- Preparación de la superficie de asiento de los rellenos localizados

01.- En las zonas de ensanche o recrecimiento de antiguos rellenos se prepararán estos a fin de conseguir la unión entre el antiguo y el nuevo relleno y la compactación del antiguo talud. Las operaciones encaminadas a tal objeto serán las indicadas en el PCTP o, en su defecto, por la Dirección. Si el material procedente del antiguo talud cumple las condiciones exigidas para la zona de relleno de que se trate, se mezclará con el del nuevo relleno para su compactación simultánea; en caso contrario, la Dirección decidirá si dicho material debe transportarse a vertedero.

02.- Cuando el relleno haya de asentarse sobre un terreno en el que existan corrientes de agua superficial o subálvea, se desviarán las primeras y captarán y conducirán las últimas fuera del área donde vaya a construirse el relleno antes de comenzar la ejecución.

03.- Salvo en el caso de zanjas de drenaje, si el relleno hubiera de construirse sobre terreno inestable, turba o arcilla blanda, se asegurará la eliminación de este material o su consolidación.

3.3.- Extensión y compactación

01.- Los materiales de relleno se extenderán en tongadas sucesivas de espesor uniforme y sensiblemente horizontales. El espesor de estas tongadas será lo suficientemente reducido para que, con los medios disponibles, se obtenga en todo su espesor el grado de compactación exigido.

El espesor de estas tongadas, una vez compactadas, será inferior a veinticinco centímetros (25 cm).

02.- Cuando la Dirección lo autorice, el relleno junto a obras de fábrica podrá efectuarse de manera que las tongadas situadas a uno y otro lado de la misma no se hallen al mismo nivel. En este caso, los materiales del lado más alto no podrán extenderse ni compactarse antes de que hayan transcurrido catorce (14) días desde la terminación de la fábrica contigua; salvo en el caso de que la Dirección lo autorice, previa comprobación, mediante los ensayos que estime pertinente realizar, del grado de resistencia alcanzado por la obra de fábrica. Junto a las estructuras porticadas no se iniciará el relleno hasta que el dintel no haya sido terminado y haya alcanzado la resistencia que la Dirección estime suficiente.

03.- El drenaje de los rellenos contiguos a obras de fábrica se ejecutarán antes de, o simultáneamente a, dicho relleno, para lo cual el material drenante estará previamente acopiado de acuerdo con las órdenes de la Dirección.

04.- Los materiales de cada tongada serán de características uniformes y, si no lo fueran, se conseguirá esta uniformidad mezclándolos convenientemente con los medios adecuados.

05.- Durante la ejecución de las obras, la superficie de las tongadas deberá tener la pendiente necesaria para asegurar la evacuación de las aguas sin peligro de erosión.

06.- Una vez extendida la tongada, se procederá a su humectación, si es necesario. 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.

07.- En los casos especiales en que la humedad del material sea excesiva para conseguir la compactación prevista, se tomarán las medidas adecuadas, pudiéndose proceder a la desecación por oreo o a la adición y mezcla de materiales secos o sustancias apropiadas.

08.- Conseguida la humectación más conveniente, se procederá a la compactación mecánica de la tongada.

09.- El grado de compactación a alcanzar en cada tongada dependerá de la ubicación de la misma, y en ningún caso será inferior al mayor del que posean los suelos contiguos a su mismo nivel.

10.- Las zonas que, por forma, pudieran retener agua en su superficie, se corregirán inmediatamente por el Contratista.

11.- Los espesores finales de las tongadas se señalarán y numerarán con pintura, según el caso, en el trasdós de la obra de fábrica, paramentos o cuerpo de la tubería, para el adecuado control de extendido y compactación.

12.- Únicamente se podrá utilizar la compactación manual en los casos previstos en el Proyecto, y en aquellos que sean expresamente autorizados por la Dirección de las Obras.

3.4.- Limitaciones de la ejecución

01.- Los rellenos localizados se ejecutarán cuando la temperatura ambiente, a la sombra, sea superior a dos grados centígrados (2°C), debiendo suspenderse los trabajos cuando la temperatura descienda por debajo de dicho límite.

02.- Sobre las capas en ejecución debe prohibirse la acción de todo tipo de tráfico hasta que 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.

3.5.- Rellenos de zanjas con tuberías

01.- El relleno de la zanja se subdividirá en dos zonas: la zona baja, que alcanzará una altura de unos treinta centímetros (30 cm) por encima de la generatriz superior del tubo y la zona alta que corresponde al resto del relleno de la zanja.

02.- En la zona baja el relleno será de material no plástico, preferentemente granular, y sin materia orgánica. El tamaño máximo admisible de las partículas será de cinco centímetros (5 cm), y se dispondrán en capas de quince a veinte centímetros (15 a 20 cm) de espesor, compactadas mecánicamente hasta alcanzar un grado de compactación no menor del 95 por 100 (95 %) del Próctor modificado según UNE 103501.

03.- En la zona alta de la zanja el relleno se realizará con un material que no produzca daños en la tubería. El tamaño máximo admisible de las partículas será de diez centímetros (10 cm) y se colocará en tongadas pseudoparalelas a la explanada, hasta alcanzar un grado de compactación no menor del 100 por 100 (100 %) del Próctor modificado, según UNE 103501.

04.- Se prestará especial cuidado durante la compactación de los rellenos, de modo que no se produzcan ni movimientos ni daños en la tubería, a cuyo efecto se reducirá, si fuese necesario, el espesor de las tongadas y la potencia de la maquinaria de compactación.

4.- CONTROL DE CALIDAD Y CRITERIOS DE ACEPTACIÓN Y RECHAZO

01.- El control se efectuará de acuerdo con lo establecido en el PCTP, atendiendo a las particularidades concretas de la geometría del relleno.

02.- Las materias objeto de control en esta unidad de obra serán las siguientes:

- Materiales que la constituyen.
- Extensión.
- Compactación.
- Geometría.

4.1.- Control de los materiales

01.- El control de los materiales se llevará a cabo de acuerdo con lo establecido en el Apartado 4.1 del Artículo 32.31 de este Pliego.

4.2.- Control de la extensión

01.- El control de la extensión se llevará a cabo de acuerdo con lo establecido en el Apartado 4.2 del Artículo 32.31 de este Pliego.

4.3.- Control de la compactación

01.- El control de la compactación se llevará a cabo de acuerdo con los procedimientos recogidos en el Apartado 4.3 del Artículo 32.31 de este Pliego, estableciendo los siguientes criterios para establecer lotes:

- En zanjas, cada cuarenta metros lineales (40 m) de tongada.
- En rellenos junto a muros, cada cuarenta metros lineales (40 m) de tongada.
- En rellenos formando cuñas de transición en obras de paso, cada tongada.

4.4.- Control geométrico

01.- El control geométrico se llevará a cabo de acuerdo con lo establecido en el Apartado 4.4 del Artículo 32.31 de este Pliego.

4.5.- Penalizaciones

01.- Las penalizaciones se llevarán a cabo de acuerdo con lo establecido en el Apartado 4.5 del Artículo 32.31 de este Pliego.

5.- MEDICIÓN Y ABONO

01.- Los rellenos localizados se abonarán por metros cúbicos (m³) realmente ejecutados, medidos sobre planos de perfiles transversales o sobre planos acotados tomados del terreno. No será de abono el volumen del relleno ocupado por los excesos de excavación no abonables.

02.- Los precios unitarios incluirán los costes de todas las operaciones señaladas en este Artículo y, en concreto: la obtención del suelo (cualquiera que sea la distancia del lugar de procedencia), la carga y descarga, el transporte, la colocación, la compactación y cuantos medios, materiales y operaciones intervienen en la completa y correcta ejecución del relleno.

Sección 4.^a

EXCAVACIONES SUBTERRÁNEAS

ARTÍCULO 32.41.- EXCAVACIÓN EN MINA (PCTG99)

1.- DEFINICIÓN

01.- Excavación en mina es la excavación en galería de sección inferior a cuatro metros cuadrados (4 m²) realizada en sustitución de la zanja para conducciones.

2.- EJECUCIÓN DE LAS OBRAS

01.- Los pozos de ataque de la mina se abrirán a plomo con el eje de la mina que se haya de ejecutar. Su número y situación será determinado en cada caso por el Contratista a la vista de la profundidad de la mina, de la naturaleza de los terrenos y de las circunstancias de la obra (existencia de otras canalizaciones, condiciones especiales de tránsito, etc.).

02.- Los pozos destinados únicamente a la ejecución de las obras, extracción de tierras, bajada de materiales y acceso del personal, deberán tener un diámetro mínimo de un metro (1 m). También se podrán aprovechar para esta finalidad los pozos que formen parte de la obra definitiva, tales como pozos de registro, de acceso definitivo, etc. Estos pozos se ejecutarán con las dimensiones que figuren en los planos.

03.- Una vez abiertos los pozos hasta la profundidad necesaria para alcanzar el nivel de la solera de excavación de la conducción, se procederá al minado de las galerías en el tramo comprendido entre cada uno de los pozos.

04.- Cuando las dimensiones de la galería y las condiciones del terreno no permitan realizar la excavación en mina a sección completa, se procederá a establecer una primera comunicación por medio de una pequeña galería de avance (mina rata), de dimensiones suficientes para el paso de un operario, que deberá estar situada precisamente en el eje de la futura conducción. La excavación definitiva se realizará por cualquier procedimiento que permita efectuarla con las debidas garantías de buena ejecución y seguridad.

05.- La sección de la excavación en mina será la mínima necesaria para la ejecución de la obra de la conducción; a medida que se realice ésta se procederá al relleno compactado del hueco que quede entre la conducción y la excavación.

06.- Cuando las condiciones del terreno lo requieran se establecerán las entibaciones y revestimientos para contención del terreno que sean necesarios, tanto en los pozos como en las galerías.

07.- El Contratista deberá emplear los procedimientos de entibación o de sostenimiento del terreno y seguridad de las obras necesarios a fin de evitar cualquier clase de accidente, siendo de su absoluta responsabilidad el proyecto y la ejecución de las entibaciones y sostenimientos.

08.- Será de cuenta del Contratista la conservación en perfectas condiciones y la reparación, en su caso, de todas las averías de cualquier tipo causadas por las obras de movimientos de tierras en las conducciones públicas o privadas de agua, gas, electricidad, teléfonos y otras, que pudieran existir en la zona afectada por las obras. Una vez descubiertas, con las debidas precauciones, las citadas conducciones deberán ser sostenidas mediante cables o tabloneros para evitar su deformación o rotura.

3.- MEDICIÓN Y ABONO

01.- La excavación en mina se abonará por metros cúbicos (m³) deducidos a partir de la sección teórica autorizada y de la longitud realmente ejecutada.

Sección 5.^a

REFINO DE LA EXCAVACIÓN

ARTÍCULO 32.51.- SANEAMIENTO Y REFINO DE LA EXCAVACIÓN

1.- DEFINICIÓN

01.- El saneo consiste en la retirada de los fragmentos de roca, lascas, bloques, bolos y materiales térreos que hayan quedado en situación inestable en la superficie final de la excavación, con el fin de evitar posteriores desprendimientos, hasta la ejecución de las obras de fábrica o de los rellenos adosados al terreno.

02.- El refino de la excavación consiste en el conjunto de operaciones necesarias para conseguir, dentro de las tolerancias fijadas, la forma, y dimensiones y regularidad de la superficie final de la excavación.

03.- Las unidades de saneo y refino son independientes de las operaciones de preparación de la superficie de asiento de terraplenes o de otros rellenos alzados y de las de preparación de las superficies de apoyo de las obras de fábrica. Estas operaciones de preparación forman parte de las unidades de obra de los rellenos, hormigones y otras fábricas.

2.- EJECUCIÓN

01.- El refino en terreno rocoso consistirá en la eliminación de los salientes de roca que penetren dentro del perfil de gálibo de la superficie final de la excavación.

02.- Las operaciones de saneo en roca podrán realizarse con barrenos cortos poco cargados, picos mecánicos, barras a mano, cuñas hidráulicas o manuales, chorro de agua a presión si el terreno no se erosiona inadecuadamente, a juicio de la Dirección, o por otros procedimientos autorizados por esta.

03.- El saneo y refino en terreno de tránsito se ejecutará sin el empleo de explosivos.

04.- En excavaciones de tierras, el saneo consistirá especialmente en la retirada de bolos o bloques de roca de estabilidad precaria. El refino en tierras se realizará siempre recortando y no recreciendo; si por alguna circunstancia, se produjese un sobreelevamiento de excavación cuya forma, situación o dimensiones, a juicio de la Dirección, fuese inadmisibles desde el punto de vista de la estabilidad del talud o desde el estético, se rellenará el sobreelevamiento con material compactado, en la forma que indique la Dirección.

Cuando haya de procederse a un recrecido de espesor inferior a un medio (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.- En los casos de terreno meteorizable o erosionable por las lluvias y se trate de superficies de excavación sobre las que hayan de apoyarse o adosarse obras de relleno o de fábrica, las operaciones de refino deberán realizarse poco antes de ejecutarse estas obras. Este plazo podrá estar comprendido entre tres (3) y treinta (30) días, según sea la naturaleza del terreno y las condiciones climáticas del sitio.

06.- En desarrollos urbanos de magnitud superior a 2500 m², según la Ordenanza de Gestión y Uso eficiente del agua, habrá de establecerse un Plan de Control de la Erosión que incluya una adecuada gestión de las aguas de escorrentía, de conformidad con lo establecido en los Criterios de buenas prácticas que se describen en el Anexo I de la citada ordenanza.

3.- TOLERANCIAS DE ACABADO

01.- Las tolerancias de acabado en el refino de la superficie final de la excavación serán las correspondientes al tipo de excavación.

4.- MEDICIÓN Y ABONO

01.- Únicamente serán objeto de abono directo las operaciones de saneo y de refino de las excavaciones en los casos en que el Proyecto lo establezca de manera concreta mediante unidades de obra específicas; de lo contrario, se entenderá que el coste de esas operaciones está incluido en los precios unitarios de las excavaciones.

02.- En el caso en que el Proyecto establezca la condición de ser abonables el saneo, el refino, o ambos, el abono será por metros cuadrados (m²) realmente ejecutados medidos sobre planos de perfiles transversales.

ARTÍCULO 32.52.- REFINO DE TALUDES

1.- DEFINICIÓN

01.- Consiste en las operaciones necesarias para conseguir el acabado geométrico de los taludes de terraplenes, así como de los taludes de desmonte.

2.- EJECUCIÓN

01.- Las obras de refino de taludes se ejecutarán con posterioridad a la explanación y construcción de drenes y obras de fábrica que impidan o dificulten su realización.

02.- Cuando la explanación se halle muy avanzada y la Dirección de las obras lo ordene, se procederá a la eliminación de la superficie de los taludes de cualquier material blando, inadecuado o inestable, que no se pueda compactar debidamente o no sirva a los fines previstos. Los huecos resultantes se rellenarán con materiales adecuados, de acuerdo con las indicaciones de la Dirección.

03.- Los taludes de la explanación deberán quedar, en toda su extensión, conformados de acuerdo con lo que al respecto se señale en los Planos, PCTP y órdenes complementarias de la Dirección, debiendo mantenerse en perfecto estado hasta la recepción definitiva de las obras, tanto en lo que se refiere a los aspectos funcionales como a los estéticos.

04.- Los perfilados de taludes que se efectúen para armonizar con el paisaje circundante deben hacerse con una transición gradual, cuidando especialmente las transiciones entre taludes de distinta inclinación. En las intersecciones de desmonte y rellenos, los taludes se alabearán para unirse entre sí y con la superficie natural del terreno, sin originar una discontinuidad visible.

05.- Los fondos y cimas de los taludes, excepto en desmontes en roca dura, se redondearán, ajustándose a los Planos e instrucciones de la Dirección. Las monteras de tierra sobre masas de roca se redondearán por encima de estas.

06.- El acabado de los taludes será suave, uniforme y totalmente acorde con la superficie del terreno, sin grandes contrastes, y ajustándose a los Planos procurando evitar daños a árboles existentes o rocas que tengan pátina, para lo cual deberán hacerse los ajustes necesarios. En el caso de que, por las condiciones del terreno, no puedan mantenerse los taludes indicados en los Planos, la Dirección fijará el talud que deba adoptarse, e incluso podrá ordenar la construcción de un muro de contención si fuese necesario.

07.- En caso de producirse un deslizamiento o proceso de inestabilidad en el talud de un relleno, deberá retirarse y sustituirse el material afectado por el mismo, y reparar el daño producido en la obra. La superficie de contacto entre el material sustituido y el remanente en el talud deberá perfilarse de manera que impida el desarrollo de inestabilidades a favor de la misma. Posteriormente deberá perfilarse la superficie del talud de acuerdo con los criterios definidos en este Artículo.

08.- Los perfilados de taludes que se efectúen para armonizar con el paisaje circundante deben hacerse con una transición gradual, cuidando especialmente las transiciones entre taludes de distinta inclinación.

3.- TOLERANCIAS

01.- El grado de acabado en el refino de taludes será el que se pueda conseguir utilizando los medios mecánicos sin permitir desviaciones de línea y pendiente de más de quince centímetros (15 cm) comprobados con regla recta de cuatro metros (4 m) de longitud.

4.- CONTROL DE CALIDAD Y CRITERIOS DE ACEPTACIÓN Y RECHAZO

4.1.- Objeto

01.- Comprobación geométrica de las superficies de taludes, una vez terminados, en relación con los Planos y el PCTP.

4.2.- Procedimiento

01.- Se comprobarán las cotas y pendientes, colocando estacas en los bordes del perfil transversal de la base del firme, y en los correspondientes bordes de la coronación de la trinchera.

4.3.- Interpretación de los resultados

01.- Se aceptarán las secciones que cumplan las condiciones geométricas reflejadas en los Planos del Proyecto, con las tolerancias antes definidas, o bien las condiciones ordenadas por la Dirección de las obras en caso de que este hubiera modificado previamente alguna de aquellas (caso de taludes inestables, etcétera)

02.- Las irregularidades localizadas se corregirán de acuerdo con las instrucciones que en cada caso particular dé la Dirección de las obras.

5.- MEDICIÓN Y ABONO

01.- El refino de taludes se abonará por metros cuadrados (m²) realmente refinados, medidos sobre los Planos de perfiles transversales, cuando así se señale en los documentos del Proyecto.

02.- Si no se hace referencia alguna a esta unidad en los documentos del Proyecto, se considerará incluida dentro de las unidades de excavación o terraplén, según sea el caso.

CAPÍTULO 33.- ESTUDIO Y TRATAMIENTOS DEL TERRENO

Sección 1.^a

PERFORACIONES Y SONDEOS

ARTÍCULO 33.11.- SONDEOS DE RECONOCIMIENTO

1.- DEFINICIONES

01.- Los sondeos de reconocimiento consisten en: 1) ejecución de un taladro, con el tipo de sonda adecuado al medio a perforar, en un terreno natural, rellenos u obras de fábrica; 2) extracción de muestras de su interior para realizar ensayos y 3) realización de observaciones, ensayos y pruebas en el interior del taladro. El objetivo de los sondeos de reconocimiento es el de proporcionar información para conocer las características del terreno en una determinada zona y profundidad o para investigar el interior de una obra existente.

02.- Testigo. Trozo cilíndrico de roca, suelos u hormigón obtenido en un taladro efectuado con sonda y extraído con un tubo sacatestigo.

03.- Muestra. Material extraído de un macizo del terreno u obra mediante un taladro o calicata.

04.- Las muestras se clasifican en tres grupos:

- Muestras de categoría A: son aquellas que mantienen inalteradas las siguientes propiedades del suelo: estructura, densidad, humedad, granulometría, plasticidad y componentes químicos estables.
- Muestras de categoría B: son aquellas que mantienen inalteradas las siguientes propiedades del suelo: humedad, granulometría, plasticidad y componentes químicos estables.
- Muestras de categoría C: todas aquellas que no cumplen las especificaciones de la categoría B.

05.- Suelos. Para su identificación y clasificación se adopta la Norma ASTM D-2487-85.

06.- Suelo de grano fino. Limos y arcillas. Más del 50% pasa por el tamiz 0,080 UNE. Los limos tienen un aspecto áspero, se secan con rapidez y no se pegan a los dedos, los terrenos secos tienen una cohesión apreciable, pero se pueden reducir a polvo con los dedos. Las arcillas tienen tacto suave, se secan lentamente y se pegan a los dedos, los terrones secos se pueden partir, pero no reducir a polvo con los dedos.

07.- Suelo de grano grueso. Más del 50% queda retenido por el tamiz 0,080 UNE. Son partículas visibles, en general no plásticas. Los terrenos secos tienen una ligera cohesión, pero se reduce a polvo fácilmente entre los dedos. Los tamaños superiores a 4,7 mm son gravas, estas no se apelmazan, aunque estén húmedas.

08.- Gravas gruesas. Suelo cuyo contenido en partículas de tamaño mayor de setenta milímetros (70 mm) es inferior al quince por ciento (15%) del total y el contenido de partículas de tamaño inferior a cinco milímetros (5 mm) no supera el cincuenta por ciento (50%) del total.

09.- Roca. Desde el punto de vista de la ejecución de taladros se define como el material no susceptible de disgregarse al golpearlo con una maza de goma y que para su perforación precisa del empleo de útiles de carburo de tungsteno (vidía) o de diamante, según su dureza.

2.- REFERENCIA NORMATIVA

2.1.-Normas UNE de referencia

01.- UNE-EN 1997-1. Eurocódigo 7: Proyecto geotécnico. Todas las partes.

3.- CLASIFICACIÓN

01.- Los sondeos de reconocimiento se clasifican en los tipos y clases que a continuación se indican:

- A. Por el tipo del equipo de perforación empleado
 - A1. Sondeos a rotación con corona
 - A2. Sondeos a rotopercusión-rotación
 - A3. Sondeos con trépano
 - A4. Sondeos por hinca de tubos
 - A5. Sondeos con sonda helicoidal
- B. Por la naturaleza del medio a perforar
 - B1. Sondeos en roca
 - B2. Sondeos en suelo
 - B3. Sondeos en gravas
 - B4. Sondeos en hormigón y otras fábricas

3.- MÉTODOS Y EQUIPOS DE PERFORACIÓN

01.- Será de aplicación lo especificado en el Apartado 3 del Artículo 33.12, Taladros, de este Pliego.

4.- EJECUCIÓN

4.1.- Generalidades

01.- Las operaciones que constituyen la ejecución de los sondeos de reconocimiento son:

- Programa de trabajos.
- Replanteo de los sondeos.
- Accesos, plataformas y andamios.
- Suministros de energía, agua y aire.
- Alumbrado y ventilación.
- Transporte a obra del material.
- Perforación.
- Ejecución de pruebas, ensayos y observaciones en el taladro.
- Partes de ejecución.
- Retirada de los equipos.
- Informes periódicos e Informe final.

4.2.- Programa de trabajos

01.- Será de aplicación lo establecido en el Artículo 14.21, Programa de trabajos, de este Pliego.

02.- En base a la finalidad de los sondeos, a la información actualizada del medio a perforar, a lo establecido en este Pliego y en el PCTP y a las instrucciones dadas por la Dirección, el Contratista elaborará un programa de trabajos.

03.- El programa de trabajos deberá incluir, entre otros:

- Planos de los sondeos. Con indicación de su posición en planta, cota de emboquille, dirección, buzamiento, longitud y diámetro. También se indicará en los planos la designación codificada de los sondeos mediante el sistema de clave aprobado por la Dirección.
- Etapas y secuencia de la ejecución de los distintos sondeos que componen una determinada campaña o trabajo de reconocimiento.
- Ensayos en los taladros y en laboratorio con los testigos y muestras extraídas. Para cada sondeo se especificará el tipo y frecuencia de la obtención de testigos o muestras, así como los ensayos, pruebas y observaciones a realizar en cada taladro y los ensayos de laboratorio con los testigos o muestras obtenidos.
- Cronograma de trabajos, que deberá estar en concordancia con el plazo de ejecución o con el Programa de Trabajos General de la Obra, en su caso. El cronograma de trabajos deberá reflejar las distintas etapas de ejecución de los sondeos que constituyen la campaña de sondeos o los trabajos de reconocimiento.
- Equipos de perforación, con indicación de sus características principales y capacidad de producción horaria y diaria, así como las máquinas de reserva de las que se dispondrá en la obra. El número y capacidad de los equipos serán los adecuados para garantizar, con holgura, el cumplimiento del cronograma de los trabajos indicados en el párrafo anterior.

04.- El programa de trabajos será elaborado por el Contratista de acuerdo con las instrucciones de la Dirección y deberá ser sometido a la aprobación de esta.

4.3.- Replanteo de los sondeos

01.- Será de aplicación lo establecido en el Apartado 4.3. del Artículo 33.12, Taladros, de este Pliego.

4.4.- Accesos, plataformas y andamios

01.- Será de aplicación lo establecido en el Apartado 4.4. del Artículo 33.12, Taladros, de este Pliego.

4.5.- Suministro de energía, agua y aire

01.- Será de aplicación lo establecido en el Apartado 4.5 del Artículo 33.12, Taladros, de este Pliego.

4.6.- Alumbrado y ventilación

01.- Será de aplicación lo establecido en el Apartado 4.6 del Artículo 33.12, Taladros, de este Pliego.

4.7.- Transporte a la obra del material

01.- El Contratista será responsable de realizar el transporte a obra de los equipos de maquinaria y medios auxiliares que sean necesarios para la ejecución de los sondeos.

02.- El transporte a la obra de los equipos y medios auxiliares deberá ser anunciado con suficiente antelación a la Dirección y autorizado por esta.

4.8.- Ejecución de la perforación

01.- Será de aplicación lo establecido en el Apartado 4.8 del Artículo 33.12, Taladros, de este Pliego.

4.9.- Partes de ejecución

01.- El Contratista, por medio del personal encargado del sondeo, estará obligado a confeccionar los partes de ejecución de cada sondeo con el detalle y naturaleza de los datos a registrar. En todo caso se indicarán

las incidencias habidas durante la perforación tales como pérdidas de agua, cambios de velocidad de perforación, agarrotamiento del varillaje, derrumbamientos en el interior del taladro, averías e interrupciones.

02.- En los partes de ejecución se indicará de forma sencilla la naturaleza y características deducidas de la inspección visual y manual de los terrenos atravesados. El Contratista propondrá a la aprobación de la Dirección la clasificación, características y estado de las rocas y suelos que, con una terminología sencilla, habrán de reflejarse por el personal encargado del sondeo en los partes de ejecución. Estas denominaciones deberán limitarse exclusivamente a los tipos de rocas y suelos que previsiblemente hayan de atravesarse.

03.- En el parte de ejecución deberán figurar claramente indicados, para cada taladro, al menos los siguientes datos:

- Designación del sondeo según la codificación establecida.
- Longitud, orientación y buzamiento del taladro.
- Diámetro o diámetros de las bocas o útiles empleados en la perforación del taladro.
- Procedimiento de perforación y características.
- Equipo de perforación empleado. Marca, modelo y características.
- Fecha y hora del principio y de la terminación de la perforación.
- Nombre de la persona que opera el equipo.

04.- Los partes de ejecución se entregarán diariamente a la Dirección de las obras.

05.- Con independencia de los partes de ejecución, el Contratista estará obligado a confeccionar los partes de realización de los ensayos efectuados en cada taladro, individualizados por tipos de ensayo.

4.10.- Retirada de los equipos

01.- Una vez terminados los trabajos de perforación el Contratista procederá a la limpieza en la zona de trabajo de los materiales, detritus de perforación y desperdicios originados por las operaciones de ejecución de los taladros.

02.- Al terminar los sondeos, previa autorización de la Dirección, el Contratista retirará los equipos, instalaciones de obra, obras auxiliares, andamios, plataformas y demás medios auxiliares y procederá a la limpieza general de la zona de trabajo.

5.- EJECUCIÓN DE PRUEBAS, ENSAYOS Y OBSERVACIONES EN EL TALADRO

01.- El PCTP indicará el tipo, las condiciones de realización y la frecuencia de las pruebas, ensayos y observaciones a realizar en los taladros, una vez ejecutados.

02.- Si la Dirección estimara necesario realizar ensayos, pruebas u observaciones en los taladros, no previstos en el PCTP, o que supusieran aumento del plazo de ejecución de las obras objeto del Contrato, el Contratista estará obligado a realizar dichos ensayos, pruebas y observaciones en la forma que acuerde con la Dirección dentro del marco de las cláusulas contractuales.

03.- A título informativo se indican a continuación los ensayos más usuales que se realizan en los taladros.

Medio	Ensayo	Característica
Roca	Permeabilidad. Tipo Lugeon	Permeabilidad
	Relajación por sobrestificación	Tensiones

	Presiométrico (dilatómetro)	Deformaciones
Suelos	Permeabilidad tipo Lefranc Molinete (Vane test)	Permeabilidad Resistencia al corte. UNE-ENV 1997-3
	Ensayo de penetración dinámica (SPT)	Resistencia a la penetración. UNE-EN ISO 22476-3
	Presiométrico (dilatómetro)	Deformaciones. UNE-EN ISO 22476-4

6.- PREPARACIÓN Y CONSERVACIÓN DE TESTIGOS Y MUESTRAS

6.1.- Taladros en suelos

01.- Cada una de las muestras decantadas y de las muestras de suelo homogéneo se introducirán por separado en una bolsa o funda de material plástico, que se cerrará debidamente con objeto de conservar, en lo posible, el aspecto y características que tenía la muestra antes de ser extraída.

02.- Los testigos de suelo como muestra alterada se colocarán en cajas rectangulares provistas de compartimentos longitudinales y separadores que señalen las profundidades entre las que se han obtenido cada tramo de testigo. Las cajas tendrán tapa y una altura suficiente para que esta no se ponga en contacto con los testigos. Las cajas tendrán la suficiente solidez para evitar las posibles deformaciones o deterioros durante su manipulación y transporte.

03.- Los cartuchos que contienen muestras inalteradas (categorías A y B) obtenidas en taladros se cerrarán en sus extremos con dos tapaderas ajustadas al cartucho; inmediatamente después se sellarán las juntas de las tapaderas y las longitudinales del cartucho con cinta adhesiva. A continuación, se recubrirá el conjunto con un baño de parafina o mediante una película de material plástico aplicado con pulverizador o similar. Los cartuchos con muestras inalteradas se colocarán en cajas, preferentemente de madera, forradas en su interior con láminas de goma espuma (plástico elastomérico celular).

04.- El transporte y almacenamiento de las cajas de testigos y muestras se realizará con todo cuidado evitando golpes, vibraciones y temperaturas extremas.

6.2.- Testigos de roca

01.- Inmediatamente después de recuperarse el tubo portatestigos, se retirará cuidadosamente el testigo de roca del tubo, clasificándolo y midiendo el porcentaje de recuperación.

02.- Los testigos de roca se colocarán, según el orden de recuperación, en cajas, generalmente de madera, de la suficiente resistencia y espesor. Las cajas deberán estar divididas en compartimentos a fin de alojar los testigos y tendrán una altura tal que impida el intercambio del material entre compartimentos.

03.- Cuando la roca extraída esté muy fracturada o sea muy blanda, el tubo portatestigos se desmontará horizontalmente y el testigo se retirará cuidadosamente a fin de no alterar su estructura.

04.- A la terminación de cada sondeo, se marcará de forma clara e indeleble, en cada caja de testigos, el número de identificación del taladro.

05.- El Contratista deberá disponer de un lugar de almacenamiento de las cajas de testigos; estas se entregarán posteriormente, cuando lo ordene la Dirección, en el punto de destino.

7.- CONSERVACIÓN DE TALADROS

01.- Si fuera necesario conservar abiertos los taladros durante un tiempo más o menos largo, el Contratista cuidará, mediante los medios adecuados, de que no se deterioren los mismos, bien por la caída en su interior de cuerpos extraños, bien por colapso de sus paredes o por cualquier otra causa que los inutilice para el fin a que se tengan que dedicar.

02.- El Contratista deberá señalar de forma clara y con la suficiente solidez para que no pueda destruirse por causa de algún accidente provocado por cualquier máquina o medio existente en la obra, el emplazamiento de la boca del taladro, mientras sea necesario o lo ordene la Dirección.

8.- ENSAYOS DE LABORATORIO CON LOS TESTIGOS Y MUESTRAS

01.- El PCTP definirá el tipo, las condiciones de realización y la frecuencia de los ensayos de laboratorio en función de la importancia de la obra y de la información a obtener. En base a los resultados de los ensayos realizados, la Dirección podrá modificar el tipo, número y localización de los tramos o puntos de obtención de los testigos y muestras, así como el tipo, condiciones de realización y frecuencia de los ensayos correspondientes a etapas de investigación posteriores.

02.- En el CUADRO 33.11.1 se indican los ensayos de laboratorio que generalmente se realizan con los testigos o muestras extraídas de los sondeos de reconocimiento y, cuando existen, las normas de ensayos que deberán seguirse. Para aquellos ensayos que no estén normalizados, el laboratorio deberá proponer a la aprobación de la Dirección el método de ensayo que seguirá en cada caso.

CUADRO 33.11.1

ENSAYOS DE LABORATORIO CON MUESTRAS Y TESTIGOS

Medio	Finalidad	Ensayo	Método de ensayo
Suelo	Identificación y clasificación; características físicas y químicas	Preparación de muestras	UNE 103100
		Densidad:	
		• aparente	UNE 103301
		• máxima	UNE 103106
		• mínima	UNE 103105
		• relativa	UNE 103302
		Porosidad	UNE 7045
		Índice de poros	
		Contenido de humedad	PNE-EN ISO 17892-1
		Proctor normal	UNE 103500
		Proctor modificado	UNE 103501
		Hinchamiento en aparato Lambe	UNE 103600
		Granulometría	
		• por tamizado	UNE 103101
		• por sedimentación	PNE-EN ISO 17892-4 UNE 103102
		Límite líquido	PNE-EN ISO 17892-4 UNE 103103
		Límite plástico	PNE-EN ISO 17892-12 UNE 103104
Equivalente de arena	PNE-EN ISO 17892-12 UNE 103109		

CUADRO 33.11.1

ENSAYOS DE LABORATORIO CON MUESTRAS Y TESTIGOS

Medio	Finalidad	Ensayo	Método de ensayo
		Límite de retracción Contenido de carbonatos Contenido de materia orgánica: <ul style="list-style-type: none"> • Cualitativo • Cuantitativo Contenidos de sulfatos solubles: <ul style="list-style-type: none"> - Cualitativo - Cuantitativo Determinación del pH Contenido de cloruros Contenido de ion calcio Contenido de cationes (Na, K, Ca, Mg)	UNE 103108 UNE 103200 UNE 7368 UNE 103204 UNE 103202 UNE 103201
	Propiedades hidráulicas	Permeabilidad: <ul style="list-style-type: none"> - En permeámetro - En célula triaxial 	
	Propiedades mecánicas	Compresión simple Corte directo. Triaxial Edométrico con carga controlada Presión de Hinchamiento en edómetro Colapso en célula edométrica Índice CBR	UNE-EN ISO 17892-7 UNE 103401 PNE-EN ISO 17892-10 UNE-EN ISO 17892-8 UNE-EN ISO 17892-9 UNE-EN ISO 17892-5 UNE 103602 NLT-111 UNE 103502
Roca	Identificación y clasificación;	Densidad Porosidad	UNE-EN 1097-6
	características físicas	Contenido de humedad Dureza Resistencia al desgaste por máquina Los Ángeles Ataque por sulfato magnésico Ciclos de hielo-deshielo Ciclos humedad-sequedad	UNE-EN ISO 17892-1 NLT-149 UNE-EN 1097-2 UNE-EN 1367-2
	Propiedades hidráulicas	Permeabilidad	
	Propiedades mecánicas	Compresión simple Carga puntual Tracción indirecta por ensayo "Brasileño"	NLT-250 NLT-252 NLT-253

9- INFORMES

9.1.- Informes periódicos

01.- El Contratista estará obligado a redactar informes periódicos con la frecuencia que indique la Dirección, por lo general mensualmente, sobre el desarrollo de los trabajos ejecutados.

02.- Los informes incluirán las siguientes materias:

- Recopilación de los datos de los partes de ejecución una vez depurados.
- Columnas estratigráficas, con la situación de las incidencias.
- Fotografías en color convenientemente numeradas de los testigos colocados en sus cajas.
- Análisis de los resultados de las pruebas y ensayos realizados.
- Recomendaciones o sugerencias para la continuación de los trabajos.

9.2.- Informe final

01.- Una vez finalizados los trabajos y antes de transcurrido un mes de la fecha de su terminación, el Contratista entregará a la Dirección un Informe final, que constará, al menos, de las siguientes partes:

- Parte 1ª: Recopilación de los datos depurados. Planos de los taladros, columnas estratigráficas, fotografías, etc.
- Parte 2ª: Análisis de resultados y conclusiones.

10.- MEDICIÓN Y ABONO

01.- Será de aplicación lo establecido en el Apartado 9 del Artículo 33.12, Taladros, de este Pliego.

ARTÍCULO 33.12.- TALADROS

1.- DEFINICIONES

01.- En el contexto del presente Artículo, el término taladro significa el agujero circular de gran longitud relativa, practicado en el terreno o en cualquier clase de obra de fábrica o relleno con finalidades diversas, tales como reconocimientos, tratamientos de inyecciones, drenajes, anclajes, pilotes, pozos y otros.

02.- Taladro a rotopercusión es el ejecutado mediante una máquina perforadora a rotopercusión; es decir, la que imprime al útil de perforación un movimiento de giro combinado con el golpeteo de un pistón sobre el útil, directamente o a través de un varillaje. El movimiento de rotación consiste en un giro de fracción de vuelta entre cada dos golpes, para que el útil no golpee en el terreno siempre en la misma dirección y que el taladro tenga forma circular.

03.- Taladro a rotación con corona es el ejecutado con una máquina perforadora que imprime un empuje y un movimiento de giro a una tubería o varillaje, provista en su extremo de una corona de borde cortante, para efectuar la perforación del terreno.

04.- Taladro a rotación con tricono es el ejecutado con una máquina perforadora que imprime a una tubería o varillaje, provista en su extremo de un útil dotado de tres o más discos o conos dentados de una aleación dura, un movimiento de rotación y un empuje, para efectuar la perforación del terreno.

05.- Taladro a rotopercusión-rotación es el ejecutado mediante una máquina perforadora que combina el sistema de rotopercusión con el de rotación con corona simultáneamente; de forma que el taladro queda entubado por el equipo a rotación a medida que es perforado por la barrena a rotopercusión que trabaja en el interior de aquel. Este método de perforación, generalmente denominado método "OD", está especialmente indicado para la perforación en gravas y suelos de cualquier tipo.

06.- Taladro con trépano, o a percusión, es el ejecutado con un equipo provisto de un trépano rompedor accionado mediante un cabrestante que permite golpear el terreno con la energía producida por la caída libre de aquel.

07.- Taladro con sonda helicoidal continua es el ejecutado con una perforadora a rotación provista de una barrena helicoidal continua como elemento perforador. Este método de perforación solamente está indicado en los suelos de constitución relativamente blanda.

08.- Taladro con sonda de punta helicoidal es el ejecutado con una perforadora a rotación provista de un útil constituido por una barrena helicoidal con una longitud del orden del diámetro del taladro. Este método de perforación solamente está indicado en los suelos de consistencia relativamente blanda y normalmente para ejecutar pilotes en terrenos arcillosos, sin agua o con el nivel freático situado bajo el fondo de la perforación.

09.- Taladro con dardo de agua es el ejecutado con una máquina, que utiliza el poder erosivo de un chorro de agua dotado de alta energía, actuando contra el terreno. Este tipo de taladros se ejecutan normalmente en terrenos no coherentes, arenas, gravas, obteniéndose una alta velocidad de perforación. También se puede utilizar en rocas blandas; en este caso suele adosarse al tubo interior una maza para golpear la tubería exterior y realizar la hincada de esta.

2.- CLASIFICACIÓN

01.- Los taladros, según sea la naturaleza del medio a perforar o procedimiento de ejecución, se agrupan según la siguiente clasificación:

- A. Por el medio a perforar
 1. En roca
 2. En suelos (coherentes o no coherentes)
 3. En gravas
 4. En hormigón y otras fábricas
- B. Por el procedimiento de perforación
 1. A rotopercusión
 2. A rotación con corona
 3. Con tricono
 4. A rotopercusión-rotación (OD)
 5. Con trépano
 6. Con sonda de punta helicoidal (Auger)
 7. Con dardo de agua

3.- MÉTODOS Y EQUIPOS DE PERFORACIÓN

3.1.- Condiciones generales

01.- Será de aplicación lo establecido en el Artículo 15.22 de este Pliego, titulado Maquinaria y Medios Auxiliares.

02.- El método y los equipos de perforación serán propuestos por el Contratista a la aprobación de la Dirección, en consonancia con lo establecido en este Pliego y en el PCTP. La propuesta del Contratista tendrá en cuenta la finalidad y localización de los taladros, las características del medio a perforar, las características geométricas con sus tolerancias de diámetro. Mínimo, longitud, orientación, inclinación y máxima desviación admisible.

03.- Los equipos de perforación serán los apropiados para cumplir con seguridad los requisitos del párrafo anterior y de suficiente capacidad de producción para cumplir el Programa de Trabajos. El tipo, potencia y demás características técnicas de los equipos de perforación será propuesto por el Contratista a la aprobación de la Dirección.

04.- Si en el transcurso de los trabajos, las circunstancias reales del medio que se perfora hacen aconsejable el cambio de tipo o características del equipo de perforación, el Contratista estará obligado, por su cuenta, a sustituir dicho equipo por otro que sea adecuado para estas circunstancias.

05.- A la vista de los resultados obtenidos durante los trabajos de perforación en un determinado medio, la Dirección podrá ordenar el cambio de método o equipos, si lo juzga necesario para asegurar el cumplimiento de los plazos de ejecución o la calidad del trabajo.

3.2.- Taladros a rotopercusión

01.- Generalmente se emplean dos tipos de perforadoras a rotopercusión: Las denominadas de "martillo en cabeza" y las denominadas de "martillo de fondo".

02.- Las perforadoras con martillo en cabeza, transmiten el giro y la percusión a la barrena a lo largo de todo el varillaje. El accionamiento del martillo puede ser por aire comprimido o con mecanismos hidráulicos de aceite.

03.- En las perforadoras con martillo de fondo, el martillo avanza en el interior del taladro y es sostenido y empujado por el varillaje que acciona el cabezal de la máquina. El martillo suele ser neumático.

04.- Como fluido de perforación se puede utilizar aire comprimido o agua; en algunos equipos también se puede utilizar lodos para perforar.

05.- Cuando se utiliza como fluido de perforación el aire, será preciso tomar precauciones contra el polvo. Este procedimiento no deberá emplearse en lugares cerrados o con ventilación limitada, tales como obras subterráneas, galerías y otros; salvo que se establezca un adecuado sistema de ventilación forzada.

3.3.- Taladros a rotación con corona

01.- Las máquinas perforadoras, denominadas corrientemente sondas, pueden estar accionadas por motores eléctricos, hidráulicos o de combustión; aunque existen algunos modelos accionados también con motores de aire comprimido. La reacción del empuje necesario para perforar se obtendrá por el peso propio de la máquina o, en los modelos ligeros, mediante el anclaje de la sonda al terreno.

02.- Las coronas de perforación pueden tener el borde cortante constituido por acero especial, dientes de vidia o diamantes industriales engastados en la matriz de la corona; también se emplean coronas con dientes de polvo de diamante aglomerado. La elección de un tipo determinado de corona depende del terreno a perforar.

03.- Aunque las coronas de perforación suelen tener forma anular, lo que permite la obtención de testigos del terreno que se perfora, también se utilizan, cuando no se desea obtener testigos, las "coronas ciegas", que tienen varios bordes cortantes concéntricos y forma cónica, o forma plana provista de aletas o cuchillas cortantes.

04.- Como fluido de perforación se suelen utilizar el agua, sola o con aditivos, los lodos y el aire comprimido.

3.4.- Taladros a rotación con tricono

01.- Genéricamente, los equipos son los mismos que los utilizados para perforar a rotación con corona; pueden estar accionados por motores de combustión, eléctricos, o hidráulicos en los modelos ligeros.

02.- El empuje sobre el tricono, combinado con el giro, permite romper el terreno y realizar la perforación. Dicho empuje se suministra mediante peso aplicado encima del tricono, colocando en el varillaje unos elementos especiales modulados llamados "barras de carga", compuestos de plomo u otro material pesado. No debe perforarse con tricono utilizando el empuje que suministra la perforadora, como en el caso de perforar con corona.

03.- Los equipos con tricono suelen ser pesados y con un par de giro elevado. Se utilizan preferentemente para taladros de gran longitud, para pozos profundos y sondeos petrolíferos.

04.- Como fluido de perforación se utilizan preferentemente lodos, con circulación directa o inversa.

3.5.- Taladros a rotopercusión-rotación

01.- Los equipos constan de dos motores independientes: el de rotopercusión, que es el que actúa sobre el elemento perforador y el de rotación, que actúa sobre la tubería de revestimiento, pudiendo ambos sistemas perforar aisladamente. El accionamiento puede ser por aire comprimido o hidráulico.

02.- Como fluidos de perforación se pueden utilizar el agua, el aire o lodos.

3.6.- Taladros con trépano

01.- Las máquinas perforadoras a percusión disponen de un cabrestante que eleva el trépano y permite dejarlo caer libremente para realizar la perforación. Suelen estar accionadas por motores de combustión o eléctricos. El trépano, provisto de bordes cortantes especiales, va suspendido de un cable de acero, y tiene forma y tamaños diferentes, adecuados a la naturaleza del terreno y a la finalidad a que se destine el taladro.

02.- En estos equipos no existe sistema para extraer automáticamente los detritus de la perforación del fondo del taladro, por lo que es preciso ejecutar esta operación de vez en cuando mediante herramientas especiales parando la perforación propiamente dicha.

03.- Como fluido de perforación suele utilizarse el agua y lodos.

3.7.- Taladros con sonda helicoidal continua

01.- Genéricamente los equipos son los mismos que los dedicados a perforar a rotación con corona, sustituyendo el varillaje y la corona de perforación por una serie de elementos en hélice que se empalman para profundizar el taladro.

02.- Suelen emplearse dos tipos de barrenas continuas: las barrenas que tienen el eje hueco (barrenas de alma hueca) y las que lo tienen macizo (barrenas de alma llena).

03.- No se utiliza fluido de perforación para ejecutar este tipo de taladros. El material del terreno se extrae automáticamente al perforar, al ascender sobre la superficie alabeada del helicoides.

3.8.- Taladros con sonda de punta helicoidal

01.- El equipo consiste en una perforadora a rotación, generalmente montada sobre una base portante normalmente móvil (grúa, camión, etc.) y está dotado de un varillaje que puede ser telescópico o fijo (monobloc), accionado por una masa de rotación hidrostática o hidrodinámicamente mediante un convertidor de par. Algunos equipos llevan un empujador, normalmente mediante cilindros hidráulicos, que acciona sobre el varillaje para dar presión al útil contra el terreno.

02.- Normalmente la perforación se realiza en seco. La extracción del terreno se hace al sacar la barrena del interior del taladro.

3.9.- Taladros con dardo de agua

01.- El equipo de perforación está constituido por una herramienta formada por dos tuberías concéntricas. La interior se puede desplazar longitudinalmente respecto de la exterior en una cierta longitud.

02.- Por el tubo interior se lanza un chorro de agua de gran caudal que erosiona el terreno; moviendo el tubo interior se provoca, por una parte, un golpe de ariete del agua y por otra un golpeo sobre una sufridera colocada en el tubo exterior, que se hincan en el terreno a la vez que el agua es expulsada por el espacio anular, arrastrando los detritus de la perforación.

03.- En algunos casos se añade, mediante unas tuberías adecuadas, aire comprimido que se emulsiona con el chorro de agua, favoreciendo el arrastre del material.

04.- Este equipo se cuelga de una grúa que acciona el dispositivo

4.- EJECUCIÓN DE LOS TALADROS

4.1.- Generalidades

01.- Las actividades que requiere la ejecución de los taladros son:

- Programa de trabajos.
- Replanteo de los taladros.
- Accesos, plataformas y andamios.
- Suministros de energía, agua y aire.
- Alumbrado y ventilación.
- Transporte a obra del material.
- Perforación.
- Ejecución de pruebas, ensayos y observaciones en el taladro.
- Partes de ejecución.
- Retirada de los equipos.
- Informes periódicos e Informe final.

4.2.- Programa de trabajos

01.- Será de aplicación lo establecido en el Artículo 14.21, Programa de trabajos, de este Pliego.

02.- En base a la finalidad de los taladros, a la información actualizada del medio a perforar, a lo establecido en este Pliego y en el PCTP y a las instrucciones dadas por la Dirección, el Contratista elaborará un programa de trabajos.

03.- El programa de trabajos deberá incluir, entre otros, los siguientes conceptos:

- Esquema de taladros, referidos a los Planos de la obra, que definan los taladros a realizar con sus respectivos puntos de emboquille, orientación, buzamiento, longitud y diámetro mínimo, así como las distintas fases de ejecución cuando se trate de tratamientos en masa.
- Ensayos en los taladros y en laboratorio con los testigos y muestras extraídos. Para cada taladro se especificará el tipo de frecuencia de la obtención de testigos o muestras, así como los ensayos, pruebas y observaciones a realizar en cada taladro y los ensayos de laboratorio con los testigos o muestras obtenidas.
- Cronograma de los trabajos que, con el detalle suficiente, establezca la duración e interrelación de las distintas actividades previstas.
- Equipos de perforación, con indicación de sus características principales y capacidad de producción horaria y diaria, así como las máquinas de reserva de las que se dispondrá en obra. El número y capacidad de los equipos serán los adecuados para garantizar, con holgura, el cumplimiento del Cronograma de los trabajos indicados en el párrafo anterior.

04.- El programa de trabajos se someterá a la aprobación de la Dirección.

4.3.- Replanteo

01.- El Contratista llevará a cabo el replanteo de cada uno de los taladros de acuerdo con el esquema de taladros aprobado por la Dirección.

02.- El Contratista adoptará un sistema lógico de designación de los taladros que permita identificarlos en los esquemas y planos y en la Obra. La identificación en obra será mediante marcas o señales permanentes de forma que, de manera inconfundible, se correspondan con su respectivo taladro.

4.4.- Accesos, plataformas de trabajo y medios auxiliares

01.- Será de aplicación lo dispuesto en los Artículos 15.11, 15.12, 15.21 y 15.22 del presente Pliego, titulados: Acceso a las obras, Acceso a los tajos, Instalaciones auxiliares de obra y obras auxiliares y Maquinaria y medios auxiliares, respectivamente.

4.5.- Suministro de energía, aire y agua

01.- Los suministros de energía, aire y agua serán por cuenta del Contratista.

4.6.- Alumbrado y ventilación

01.- El servicio de alumbrado para los trabajos nocturnos o en lugares donde sea necesario su empleo, así como el de la ventilación del tajo en locales cerrados, será por cuenta del Contratista. La iluminación y la ventilación exclusivas y las adicionales, que sean necesarias para la ejecución de los taladros, serán también por cuenta y riesgo del Contratista.

4.7.- Transporte a la obra del material

01.- El Contratista será responsable de realizar el transporte a obra de los equipos de maquinaria y medios auxiliares que sean necesarios para la ejecución de los taladros.

02.- El transporte a la obra de los equipos y medios auxiliares deberá ser anunciado con suficiente antelación por el Contratista y autorizados por la Dirección.

4.8.- Ejecución de la perforación

4.8.1.- Generalidades

01.- La ejecución de la perforación de los taladros incluye las siguientes operaciones:

- Emplazamiento del equipo de perforación en el punto de emboquille.
- Perforación del taladro propiamente dicho hasta el límite establecido.
- Entubación total o parcial del taladro.
- Obtención de testigos y muestras.
- Control de la perforación. Desviaciones.
- Rectificación del taladro.

4.8.2.- Emplazamiento del equipo de perforación

01.- El Contratista deberá comprobar que existen los permisos necesarios para la ocupación de los terrenos afectados por los trabajos, antes de la iniciación de estos.

02.- El Contratista estará obligado a respetar los servicios y servidumbres existentes durante todas las operaciones de ejecución de los taladros.

03.- El Contratista tendrá en cuenta la información que le haya sido facilitada por la Administración sobre posibles canalizaciones y servicios subterráneos existentes.

04.- La máquina de perforación se emplazará de forma que el emboquille del taladro no se desvíe del punto replanteado en más de los siguientes valores:

- Cinco centímetros (5 cm) en soleras o paramentos de hormigón y otras fábricas.
- Diez centímetros (10 cm) en superficies finales de excavaciones o rellenos.
- Quince centímetros (15 cm) en terreno natural sin allanar.

05.- Las medidas de orientación se realizarán con error menor que dos grados sexagesimales ($< 2^\circ$).

4.8.3.- Perforación del taladro

01.- Esta operación consiste en la perforación del taladro incluidas todas las maniobras, la toma de datos y los ensayos en el taladro de acuerdo con el programa de trabajos.

02.- Equipo de perforación. El tipo, calidad, potencia y estado de uso del equipo de perforación serán propuestos por el Contratista y aprobados por la Dirección. La elección del equipo de perforación se hará en función del terreno que se espere perforar. El procedimiento de perforación dependerá de la finalidad de los sondeos, del número de muestras o testigos a obtener, de la profundidad del reconocimiento y de las demás circunstancias particulares de cada caso.

03.- La Dirección podrá rechazar el sistema de perforación propuesto por el Contratista si no lo considera adecuado para obtener la información que se desea obtener con el taladro, o por cualquier otra causa justificada.

04.- Sondista y ayudante. La persona encargada del sondeo (sondista) deberá poseer los conocimientos y experiencia suficientes para redactar los partes de trabajo en todos los aspectos y tipos de incidencias. Durante la perforación del taladro, el personal adscrito al equipo de perforación no deberá alejarse nunca de la máquina; por tanto, será necesario contar, al menos, con un equipo formado por dos personas (sondista más ayudante), ambas con experiencia suficiente.

4.8.4.- Entubación total o parcial del taladro

01.- Siempre que fuere necesario para evitar hundimientos, para cortar fugas de agua o por cualquier otra eventualidad el Contratista procederá a entubar parcial o totalmente el taladro siguiendo, en cada caso, el procedimiento adecuado a las características del método de perforación utilizado. De estas operaciones el Contratista dará conocimiento inmediatamente a la Dirección.

4.8.5.- Obtención de testigos y muestras

01.- De acuerdo con las especificaciones del PCTP, del Programa de trabajos o cuando lo ordene la Dirección, se procederá a la extracción de muestras o testigos. Para ello se utilizarán los aparatos adecuados.

02.- Los tomamuestras para la obtención de muestras inalteradas podrán ser, según los casos, de los siguientes tipos:

- Tomamuestras de pared delgada (tipo Shelby).
- Tomamuestras de pared gruesa con tubo partido y camisa de cinc abierta por una generatriz, con sus correspondientes tapas.
- Tomamuestras de pared gruesa con tubo partido y camisa de plástico provista de tapones de goma.
- Tomamuestras de pared gruesa con cabeza giratoria y tubo doble, con tubo interior de plástico provisto de tapones de goma.

03.- Los testigos de roca u hormigón se obtendrán con sonda de corona de diamantes y sacatestigos de tubo doble con dispositivo ensanchador del taladro. El sacatestigos será de diseño y calidad suficientemente probados.

4.8.6.- Control geométrico y tolerancias de la perforación

01.- Durante la perforación la persona encargada del sondeo efectuará de manera continua el control de la longitud perforada. El control de desviaciones respecto al eje teórico del taladro se realizará mediante un

aparato especialmente fabricado al efecto, de los que existen modelos que permiten medir la desviación en varios puntos del taladro, mediante fotogramas de la posición de un péndulo o mediante otro dispositivo.

02.- Las tolerancias admisibles para desviaciones del rumbo de los taladros ejecutados serán las siguientes, según el tipo de taladros, expresadas en porcentaje de la longitud.

- Con rotopercusión: Inferior al diez por ciento (10%).
- A rotación con corona: Inferior al seis por ciento (6%).
- A rotación con tricono: Inferior al cinco por ciento (5%).
- A rotopercusión-rotación: Inferior al seis por ciento (6%).
- Con trépano: Inferior al diez por ciento (10%).

03.- Puesto que los taladros con sonda helicoidal continua suelen realizarse en terrenos blandos donde las paredes de los taladros no son estables, en la mayoría de los casos es imposible medir las desviaciones, se rechazarán los equipos de barrenas cuyos elementos tengan defectos en los dispositivos de unión o que presenten holguras de manera que, al unir los tramos, resulte un eje de perforación articulado y no rígido.

04.- Por lo que respecta al taladro con sonda de punta helicoidal, antes de comenzar la perforación del taladro, se controlará la verticalidad del varillaje de perforación mediante nivel, plomada u otro elemento análogo que garantice la verticalidad del taladro. La base portante de la perforadora debe tener el peso y estabilidad suficiente para que no se levante al dotar de empuje al varillaje contra el terreno.

05.- Si se trata de taladro con dardo de agua, no se admitirán desviaciones respecto del eje teórico del taladro superiores a dos grados sexagesimales (2°), medidos sobre el eje de la tubería de hinca que, debido a su rigidez y a la longitud usual de los taladros realizados con este sistema, suelen ser sensiblemente rectos.

4.8.7.- Rectificación del taladro

01.- Si, como resultado de las mediciones de la desviación, fuera necesario rectificar la dirección del taladro, se utilizará para ello un método que deberá ser aprobado por la Dirección, bien introduciendo en el fondo del taladro perforado cuñas especiales, cementando y reperforando o mediante otro procedimiento sancionado por la experiencia.

02.- También se considerará rectificación del taladro la operación de aumentar su diámetro cuando lo ordene la Dirección con el fin de obtener testigos de mayor diámetro del establecido, realizar observaciones o ensayos o por otras causas no previstas al iniciar la perforación.

03.- El ensanchamiento del taladro para recuperar bocas, coronas, varillaje y otros elementos que impidan la continuación de la perforación, será por cuenta del Contratista, quien podrá optar por esta operación o por ejecutar un nuevo taladro próximo, de acuerdo con las instrucciones de la Dirección.

4.9.- Partes de ejecución

01.- El Contratista estará obligado a confeccionar los partes de ejecución de cada taladro indicando las incidencias habidas durante la perforación tales como pérdidas de agua, cambios de velocidad de perforación, agarrotamiento, derrumbamiento del taladro, averías e interrupciones. También se consignará someramente la naturaleza de los terrenos atravesados.

02.- En los partes de ejecución se indicará de forma sencilla la naturaleza y características deducidas de la inspección visual y manual de los terrenos atravesados. El Contratista propondrá a la aprobación de la Dirección la clasificación, características y estado de las rocas y suelos que, con una terminología sencilla, habrán de reflejarse por la persona encargada del sondeo en los partes de ejecución. Estas denominaciones deberán limitarse exclusivamente a los tipos de rocas y suelos que previsiblemente hayan de atravesarse.

03.- En el parte de ejecución deberán figurar claramente indicados, para cada taladro, al menos los siguientes datos:

- Designación del taladro (la misma que la señalizada y marcada en los planos de replanteo).
- Longitud, orientación y buzamiento.
- Diámetro o diámetros de las bocas o útiles empleados en la perforación del taladro.
- Procedimiento de perforación y características.
- Equipo de perforación empleado. Marca, modelo y características.
- Fecha y hora del principio y de la terminación de la perforación.
- Nombre de la persona que opera el equipo.

04.- Los partes de ejecución se entregarán diariamente a la Dirección.

05.- Con independencia de los partes de ejecución de los taladros, el Contratista estará obligado a confeccionar los partes de realización de los ensayos efectuados en cada taladro, individualizados por tipos de ensayos.

4.10.- Retirada de los equipos

01.- Una vez terminados los trabajos de perforación, el Contratista retirará los equipos, instalaciones de obra, obras auxiliares, andamios, plataformas y demás medios auxiliares y procederá a la limpieza de la zona de trabajo de los materiales, detritus de perforación y desperdicios originados por las operaciones de ejecución de los taladros.

5.- EJECUCIÓN DE PRUEBAS, ENSAYOS Y OBSERVACIONES EN EL TALADRO

01.- Será de aplicación lo establecido en el Apartado 5 del Artículo 33.11, Sondeos de reconocimiento, de este Pliego.

6.- PREPARACIÓN Y CONSERVACIÓN DE TESTIGOS Y MUESTRAS

01.- Será de aplicación lo establecido en el Apartado 6 del Artículo 33.11, Sondeos de reconocimiento, de este Pliego.

7.- CONSERVACIÓN DE TALADROS

01.- Será de aplicación lo establecido en el Apartado 7 del Artículo 33.11, Sondeos de reconocimiento, de este Pliego.

8.- INFORMES

8.1.- Informes periódicos

01. El Contratista estará obligado a redactar informes periódicos con la frecuencia que indique la Dirección, por lo general mensualmente, sobre el desarrollo de los trabajos ejecutados.

02.- Los informes incluirán las siguientes materias:

- Recopilación de los datos de los partes de ejecución una vez depurados

- Columnas estratigráficas, con la situación de las incidencias
- Fotografías en color convenientemente numeradas de los testigos colocados en sus cajas
- Análisis de los resultados de las pruebas y ensayos realizados
- Recomendaciones o sugerencias para la continuación de los trabajos

8.2.- Informe final

01.- Una vez finalizados los trabajos y antes de transcurrido un mes de la fecha de terminación el Contratista entregará a la Dirección un Informe final, que constará al menos de las siguientes partes:

- Parte 1ª. Recopilación de los datos depurados. Planos de los taladros, columnas estratigráficas, fotografías, etc.
- Parte 2ª. Análisis de resultados y conclusiones.

9.- MEDICIÓN Y ABONO

01.- Los taladros se medirán y abonarán por metro (m) de longitud de los mismos realmente ejecutados, incluyéndose en este concepto la perforación, limpieza, conservación y rectificaciones, en su caso, así como los medios auxiliares que fueren precisos (andamiajes, plataformas de trabajo, accesos, etc.), los suministros (energía eléctrica, agua, aire comprimido, etc.), el alumbrado, ventilación y la información técnica periódica durante la ejecución de los trabajos.

02.- No serán de abono los taladros con una desviación mayor de la máxima tolerada, cuando el diámetro del taladro o la calidad de la perforación en cuanto a limpieza de corte impida la correcta utilización del taladro para el fin al que se haya destinado.

03.- No serán de abono los excesos de perforación ejecutados más allá de los límites de longitud de los taladros definidos en los planos aprobados por la Dirección.

04.- No serán de abono los taladros que no hayan alcanzado la profundidad fijada en los planos cualquiera que sea la causa de interrupción de la perforación, excepto que esta interrupción hubiera sido ordenada por la Dirección. Únicamente podrá ser abonable el tramo de taladro perforado si así lo decidiese la Dirección por considerar que el taladro, aunque inacabado, tuviese una utilidad cierta.

05.- No serán de abono los taladros rellenados o inutilizados a causa de trabajos posteriormente ejecutados por el Contratista que imposibilitaren su medición final, cuando esta no hubiera sido realizada anteriormente.

06.- La medición de la longitud de los taladros se hará sobre los planos o esquemas de taladros, una vez comprobada in situ por la Dirección la profundidad de los taladros ejecutados bien sea por medición directa, bien por medición del varillaje empleado en las últimas maniobras de la perforación. Los datos que figuren en los partes de ejecución (ver Apartado 5.9 del Artículo 33.11), aunque estos hubieran sido visados por la Dirección, no tendrán validez suficiente para cuantificar la longitud de perforación realizada, a efectos de la valoración de la obra ejecutada.

07.- La entubación del taladro de pared inestable se medirá y abonará por metros (m) realmente colocados en el taladro.

08.- Los ensayos, pruebas y toma de muestras en el interior de los taladros se medirán y abonarán por unidad de ensayo, prueba o muestra inalterada, según el tipo de que se trate.

09.- La extracción de testigos y su entrega se abonará por metro (m) de los tramos de taladro en los que la Dirección haya ordenado la obtención de testigos y en los que realmente haya sido efectuada la

perforación con doble tubo sacatestigo, con independencia del resultado obtenido. En el precio unitario estará incluido el costo de determinación del porcentaje de testigo obtenido y los índices RQD. Asimismo, se incluyen las cajas de ordenación y conservación de los testigos y su transporte, dentro del ámbito de la obra, al lugar de almacenamiento que ordene la Dirección. El prototipo de caja deberá ser previamente sometido a la aprobación de la Dirección.

10.- No será de abono la obtención de testigos defectuosos, considerándose como tales los testigos en los que se observen desgastes por rotación en sus extremos y, en general, aquellos en cuya extracción no se hayan seguido las normas o instrucciones establecidas para esta operación en el presente Pliego y en el PCTP, se hayan empleado sondas con campaneos o con coronas excesivamente desgastadas.

11.- No será de abono la toma de muestras inalteradas de mala calidad ni los ensayos o pruebas que no hayan sido realizados siguiendo rigurosamente las normas o instrucciones fijadas en este Pliego, en el PCTP u ordenadas por la Dirección.

12.- No serán de abono la toma de muestras y la obtención de testigos en los casos de extravío o de deterioro de las muestras o testigos, por causa imputable al Contratista.

Sección 2.^a

MEJORAS DEL TERRENO

ARTÍCULO 33.20.- INYECCIONES. GENERALIDADES

1.- DEFINICIONES

01.- Se definen como inyecciones al terreno el conjunto de operaciones necesarias para rellenar los huecos y fisuras no accesibles del terreno, mediante la introducción a presión, a través de taladros, de un producto fluido que posteriormente se solidifica en mayor o menor grado. La finalidad primordial de los tratamientos de inyecciones del terreno puede ser:

- a) La mejora de las condiciones mecánicas del medio a inyectar, incremento de las resistencias y disminución de la deformabilidad: Inyecciones de consolidación.
- b) La disminución de la permeabilidad del medio: Inyecciones de impermeabilización.
- c) Los dos efectos anteriores, simultáneamente.

02.- Mezcla de inyección. Agregación de varios productos líquidos y sólidos para formar un material que pueda ser bombeado y transportado por tuberías.

03.- Lechada de cemento. Líquido formado por una mezcla de agua y cemento en suspensión.

04.- Formulación. Expresión concreta de la composición de una mezcla de inyección, donde se indiquen los diferentes ingredientes y sus cantidades expresadas en unidades adecuadas de volumen y peso.

05.- Suspensión estable. Mezcla de un líquido y un producto insoluble finamente dividido, que no decanta o sedimenta durante el proceso de inyección.

06.- Suspensión inestable. Mezcla de un líquido y un producto insoluble y granulado más o menos finamente que decanta o sedimenta durante el proceso de inyección.

07.- Dispersión. Mezcla formada por un líquido y un sólido finamente dividido en suspensión coloidal.

08.- Gel plástico. Mezcla de inyección formada por una disolución de silicato sódico en agua y un reactivo mineral.

09.- Gel duro. Mezcla de inyección formada por una disolución de silicato sódico en agua y un reactivo orgánico.

10.- Inyectabilidad. Capacidad de un terreno para poder ser inyectado con una determinada mezcla de inyección.

11.- Penetrabilidad. Propiedad de una determinada mezcla de inyección para poder ser inyectada en un terreno dado.

12.- Presión máxima admisible. Presión que no debe ser sobrepasada bajo ningún concepto durante cualquier fase del proceso de inyección.

13.- Presión de cierre. Presión a la que debe detenerse la inyección de un taladro. Puede ser igual o menor que la presión máxima admisible.

14.- Presión de bombeo. Presión que marca el manómetro colocado en la salida de la bomba de inyección.

- 15.- Presión de inyección. Presión que marca el manómetro situado en la boca del taladro que se está inyectando. Si se utilizan bombas de pistones, se considerará como presión de inyección el valor medio de las lecturas máxima y mínima que indique en cada instante el manómetro.
- 16.- Presión estática. Presión que se mantiene en el taladro una vez detenido el proceso de inyección y cerrada su boca.
- 17.- Caudal de bombeo. Caudal que suministra la bomba de inyección a la línea de inyección.
- 18.- Admisión. Cantidad de mezcla de inyección, medida en volumen o en peso de materia seca, que se ha inyectado en un terreno, dividida por los metros de taladro empleados para inyectarla o por el volumen teórico de terreno tratado.
- 19.- Comunicación. Escape de mezcla de inyección por un taladro abierto, procedente de otro que se está inyectando en las proximidades de aquel.
- 20.- Fuga. Desplazamiento o emigración de la mezcla que se está inyectando a zonas del terreno que no interesa tratar o fuera del mismo.
- 21.- Resurgencia. Fuga que aflora a la superficie del terreno a través de grietas, poros o roturas de este.
- 22.- Central de mezclado. Instalación donde se realiza la fabricación de la mezcla según la formulación establecida.
- 23.- Mezcladora. Máquina que realiza el mezclado íntimo de los distintos componentes que constituyen la mezcla de inyección. Está constituida por un recipiente provisto de un mecanismo interior giratorio que posibilita la mezcla de los componentes.
- 24.- Mezcladora de alta turbulencia. Mezcladora cuyo mecanismo interior giratorio está constituido por una turbina con velocidad tangencial superior a veinte metros por segundo (20 m/s).
- 25.- Depósito regulador. Recipiente provisto de un aparato agitador donde se almacena temporalmente la mezcla fabricada y desde el que se alimentan los equipos de bombeo; evita la dependencia directa entre el proceso de fabricación y de inyección de la mezcla.
- 26.- Depósito receptor-contador. Recipiente de capacidad reducida, entre cinco (5) y diez (10) litros por lo general, situado a la entrada de la bomba de inyección para medir los volúmenes de mezcla que se bombean.
- 27.- Línea de inyección. Tubería de transporte de la mezcla entre la bomba y la boca del taladro. Se denomina línea directa cuando la circulación de la mezcla se realiza solamente desde la bomba hasta el taladro; línea con retorno es cuando la tubería constituye un circuito de circulación de la mezcla en ambos sentidos.
- 28.- Obturador. Dispositivo que sirve para aislar la zona del taladro que se desea inyectar; está formado, en esencia, por un anillo, o conjunto de anillos, montado sobre la tubería de inyección que se ajusta herméticamente a la pared del taladro. Puede ser obturador simple o doble.
- 29.- Obturador doble. Dispositivo formado por dos obturadores montados en los extremos de un tubo provisto de perforaciones practicadas en su parte central y por los que sale la mezcla a inyectar. Este dispositivo se rosca en el extremo del varillaje de inyección.

30.- Obturador de expansión. Obturador simple o doble cuyo ajuste al taladro se realiza con cierres de material elastomérico que, por procedimientos mecánicos o hidráulicos, se dilatan considerablemente.

31.- Tubo manguito. Tubo de paredes lisas provisto de una serie de válvulas antirretorno distribuidas regularmente a lo largo de las zonas del mismo que van a coincidir, una vez colocado el taladro, con las zonas de terreno a inyectar.

2.- REFERENCIA NORMATIVA

2.1.- Pliegos e instrucciones de aplicación obligatoria

01.- Código Técnico de la Edificación.

02.- Guía de Cimentaciones en Obras de Carretera.

2.2.- Normas UNE de referencia

01.- UNE-EN 1997-1. Eurocódigo 7: Proyecto geotécnico. Todas las partes

02.- UNE-EN 12715. Ejecución de trabajos geotécnicos especiales. Inyección.

03.- UNE-EN 12716. Ejecución de trabajos geotécnicos especiales. Inyecciones de alta presión. Jet grouting.

3.- CLASIFICACIÓN

01.- Los tratamientos de inyecciones se clasifican del siguiente modo:

- A. Por su finalidad
 - Inyecciones de consolidación
 - Inyecciones de impermeabilización
2. Por el medio a tratar
 - Inyecciones en macizos rocosos fisurados
 - Inyecciones en macizos rocosos con cavernas
 - Inyecciones en terrenos sueltos
3. Por los productos de inyección
 - Suspensiones inestables de cemento: Cemento puro, cemento con aditivos, cemento con aditivos y productos de adición, etc.
 - Suspensiones estables de cemento: Cemento-bentonita; cemento-silicato; cemento-bentonita-silicato; dispersiones activadas de cemento.
 - Suspensiones de arcilla: De arcilla; arcilla-cemento; arcilla-cemento-arena; lodos tixotrópicos de arcilla-cemento; etc.
 - Inyecciones de silicatos: Geles duros de silicato de sodio y de lignocromo; geles plásticos de silicato de sodio y bentonita defloculada; etc.
 - Inyecciones de resinas sintéticas: Resinas epoxi, acrílicas, etc.
 - Inyecciones de productos hidrocarbonados: Betunes, emulsiones asfálticas, etc.
 - Inyecciones de mortero de cemento-arena: Con o sin aditivos.
 - Inyecciones de mortero de polímeros: Resina-arena.



4.- ESTUDIO DE EJECUCIÓN DE LAS INYECCIONES

4.1.- Generalidades

01.- Antes de iniciar los tratamientos de inyección, con una antelación mínima de treinta (30) días, se deberá disponer de un Estudio de Ejecución de las Inyecciones, cuyas directrices serán fijadas por la Dirección, teniendo en cuenta la información geológica y geotécnica existente y los datos obtenidos en los reconocimientos realizados mediante sondeos, calicatas, galerías y prospecciones geofísicas.

02.- El Estudio de Ejecución de las Inyecciones constará, al menos de los siguientes puntos:

- Información del terreno.
- Selección de la clase de inyección.
- Pruebas de inyectabilidad.
- Lavado del terreno.
- Presiones de inyección.
- Métodos para el confinamiento de la inyección.
- Planos de taladros y fases del tratamiento.
- Prescripciones e instrucciones para la ejecución.

4.2.- Información del terreno

01.- Con el detalle y la diversidad de datos adecuados a la importancia y circunstancias particulares de la obra, se recopilará y complementará la información geológica y geotécnica del terreno del siguiente modo:

- a) En macizos rocosos. Descripción de la estructura geológica; planos de las familias de diaclasas principales con indicación de su orientación, buzamiento y características de abertura y del relleno; catalogación y localización en planos de los accidentes geológicos tales como fallas, zonas falladas, milonitos, plegamientos, etc.; características hidrológicas: niveles freáticos, presión del agua intersticial, resultados de las pruebas de permeabilidad tipo Lugeon y otras.
- b) En macizos rocosos con cavernas. En los terrenos kársticos: localización de zonas karstificadas, localización y estimación del tamaño y volumen de las cavernas, conductos y su intercomunicación. En terrenos volcánicos, origen y formación y determinación mediante métodos mecánicos o geofísicos de la distribución estadística de posibles cavernas y conductos.
- c) En terrenos sueltos y suelos. Clasificación y naturaleza mineralógica; granulometría; porosidad; plasticidad; permeabilidad, mediante resultados de ensayos tipo Lefranc u otros; niveles freáticos; presión intersticial.
- d) Aguas subterráneas. Localización de acuíferos, con determinación de sus dimensiones y características del material, presión intersticial, permeabilidad, etc. En corrientes subterráneas, localización, velocidad, caudal y características químicas del agua.

4.3.- Selección de la clase de inyección y definición de las mezclas

01.- En base a la información indicada en el Apartado anterior se procederá a seleccionar la clase de inyección, tanto en lo que se refiere al sistema de perforación como a la mezcla de inyección, presiones, cantidades, caudales y demás parámetros que intervienen en el proceso.

02.- En base a la finalidad del tratamiento de inyecciones y a las características del medio a inyectar, se procederá al estudio y definición de la formulación de las mezclas tipo a emplear, mediante ensayos de laboratorio sistemáticos para determinar los parámetros de inyectabilidad: viscosidad, tiempo de estabilidad, tiempo de endurecimiento o fraguado, temperatura; también se definirán las características del producto final una vez endurecido tales como resistencia, deformabilidad, retracción, sinéresis de los geles, erosionabilidad y resistencia a la lixiviación.

4.4.- Pruebas de inyectabilidad

01.- Las pruebas de inyectabilidad consisten en la realización de tratamientos de ensayo, a escala natural, en determinadas zonas de terreno que, en sí mismas, presentan características homogéneas desde el punto de vista de los tratamientos de inyecciones.

02.- En el PCTP se indicarán las pruebas que, en su caso, se consideren necesarias, así como el fin que se persigue con su ejecución, entre los que se pueden citar, como más importantes los siguientes:

- Confirmación o modificación, en su caso, de la clase de mezcla a inyectar prevista, así como la puesta a punto de las dosificaciones de las mezclas.
- Ajuste o modificación de las presiones y caudales de inyección, de las limitaciones de volumen inyectado por taladros, de los esquemas de taladros y de cuantos factores intervienen en las operaciones de inyección.
- Observación de los resultados de la inyección, mediante toma de muestras, análisis, excavaciones, etc., de la zona inyectada.

4.5.- Lavado del terreno

01.- En el Estudio de Ejecución de las Inyecciones se determinará si es o no conveniente, tanto desde el punto de vista técnico como del económico, la realización de un lavado de las discontinuidades del macizo rocoso previamente a la ejecución de las inyecciones, con el fin de mejorar la eficiencia del tratamiento de inyecciones.

02.- Cuando se realice un lavado en un terreno rocoso fisurado para eliminar de sus fisuras la arcilla u otros materiales finos, mediante el empleo de dispersantes mezclados con agua y aire comprimido, se mantendrán perforados y abiertos los taladros próximos al área que se trata de lavar, para dar salida fácil al agua sucia, y evitar que el terreno pueda estar sometido a presiones intersticiales peligrosas en zonas extensas no controladas.

4.6.- Presiones de inyección

01.- En el Estudio de Ejecución de las Inyecciones, se establecerán las presiones de inyección del terreno en función de la naturaleza, estructura, orientación de diaclasas y de la finalidad del tratamiento.

02.- Se indicarán los procedimientos de control de las presiones según la importancia y naturaleza del tratamiento. Si se considera oportuno, se ordenará la colocación de manómetros registradores en la central de inyección conectados a las bombas y, además, manómetros simples en boca de taladro.

03.- Se especificarán los medios de observación de las deformaciones que eventualmente puedan ocurrir en el terreno y obras próximas por efecto de las inyecciones. Para ello, de acuerdo con las circunstancias particulares de la obra, se dispondrá la colocación de dispositivos de observación topográfica y de auscultación en profundidad tales como extensómetros, péndulos, clinómetros, dilatómetros, etc.

04.- Se utilizarán dispositivos para la limitación automática de presiones y caudales en los casos en que la inyección requiera un especial cuidado.

4.7.- Métodos para el confinamiento de la inyección

01.- Para impedir la migración de la inyección a zonas del terreno que no interese tratar, se adoptarán, en función de la naturaleza del terreno y del tipo de tratamiento, las medidas y precauciones necesarias para que la inyección quede razonablemente confinada. Estas medidas deberán servir para evitar el consumo inútil del producto inyectado, la mala calidad global del tratamiento, así como la contaminación de los

cauces, el cegamiento de conductos, drenes y filtros, la inyección imperfecta de las partes próximas del terreno y otros perjuicios derivados de una difusión incontrolada de la inyección.

02.- A título orientativo, en los CUADROS 33.20.2 y 33.20.3 se indican algunos métodos que pueden impedir las fugas de inyección fuera de las zonas donde se pretende efectuar el tratamiento en terrenos rocosos, y en terrenos sueltos y suelos inyectables, respectivamente.

4.8.- Planos de taladros y fases de perforación

01.- El Estudio de Ejecución de las Inyecciones incluirá los planos de los sistemas de taladros para la inyección. Se confeccionarán planos de situación de los taladros en planta y perfiles transversales en los que se dibujará el contorno de las obras de fábrica, o de rellenos, ya construidas y las pendientes de ejecución con todos los detalles que deban tenerse en cuenta durante la ejecución de las inyecciones.

02.- En los planos de los taladros deberá figurar la clave de designación de cada taladro, su orientación, inclinación, longitud y diámetro. También figurará el orden de perforación y la agrupación y secuencia de taladros para distintas etapas de inyección, si los hubiere, dentro del mismo tratamiento o campaña de inyecciones.

03.- Se definirá el procedimiento de perforación de los taladros según el medio a perforar y la clase de inyección seleccionada. También se definirán las fases o tramos de perforación de los taladros individuales, si las hubiere, de acuerdo con lo especificado en el siguiente Apartado 4.9.

04.- Se indicarán los criterios a seguir durante los trabajos de perforación para fijar la profundidad efectiva que deben alcanzar los taladros.

05.- La separación entre taladros dependerá de la naturaleza del terreno a tratar y de las presiones de inyección compatibles con aquel. A título orientativo, en el cuadro 33.20.1 se indica la separación media recomendada entre taladros de inyección, para algunas de las aplicaciones más corrientes.

CUADRO 33.20.1

Tipo de obra	Terreno	Disposición de los taladros
Pantallas de impermeabilización	Roca	Una (1) o dos (2) filas de taladros paralelos. Separación entre taladros: 2,5 a 6 m.
	Gravas y suelos	Dos (2) o más filas de taladros paralelos. Separación entre taladros: 1 a 3 m.
Tratamiento masivo del terreno	Roca	Cuadrícula del orden de 3x3 m
	Gravas y suelos	Cuadrícula del orden de 1x1 m a 3x3 m
Fondos impermeables	Roca	Cuadrícula del orden de 4x4 m
	Gravas y suelos	Cuadrícula del orden de 1,5x1,5 m a 7x7 m

4.9.- Prescripciones e instrucciones para la ejecución de las inyecciones

01.- En el Estudio de Ejecución de las Inyecciones se establecerán las medidas adecuadas para proteger durante los trabajos de inyección los elementos de obras ya realizadas y que pudieran resultar dañados o alterados, tales como drenes, filtros, juntas de las fábricas, etc.

02.- Será necesario establecer una distancia mínima entre taladros que se inyectan, o que estén recién inyectados, y los que se estén perforando, en función de la permeabilidad del terreno, con el fin de evitar que el fluido de perforación pueda contaminar o lavar la mezcla de inyección recién inyectada o en proceso de inyección.

03.- El Contratista deberá llevar un control riguroso y permanente del estado de la perforación e inyección de los taladros, anotando expresamente las profundidades de los taladros perforados, el volumen de mezcla inyectada en cada taladro, las presiones de inyección y las fases de inyección realizadas, si la obra se ejecuta por fases o etapas de perforación o inyección con distintas mezclas.

04.- El Contratista deberá elaborar un parte del estado de los trabajos en cada cambio de turno que cada capataz o jefe de tajo deberá entregar a la persona que lo sustituye, dando copia del mismo la Dirección, si esta lo solicitare.

05.- El Contratista deberá tener en todo momento el control total de todas las operaciones de perforación e inyección y será enteramente responsable de cualquier daño que pudiera sobrevenir a causa de errores en la operación de perforación o de inyección.

06.- En el Estudio de Ejecución de las Inyecciones se darán las oportunas prescripciones e instrucciones para la ejecución de la inyección, según el objetivo y tipo de tratamiento a realizar, conforme a la naturaleza y características del terreno.

07.- El Estudio de Ejecución deberá concretar el sistema de línea de inyección (ver Apartado 6.2.6) y el método de inyección de los taladros (ver Apartado 7) que han de adoptarse en la ejecución de las inyecciones.

08.- Se especificarán expresamente las características que deben cumplir las instalaciones de equipos de inyección tales como silos y almacenes de materiales, dosificadores, mezcladoras, bombas de transporte de las mezclas, bombas de inyección, dispositivos en los taladros, etc., así como las longitudes máximas de transporte de mezclas por tuberías.

09.- Se establecerán sistemas de control de calidad de las mezclas a inyectar midiendo los parámetros de inyectabilidad de aquellas: viscosidad, decantación, tiempo de endurecimiento o fraguado, temperatura,

etc.; así como las características del producto final una vez endurecido: resistencia, deformabilidad, sinéresis, retracción, erosionabilidad, posibilidad de deslave, dureza, etc.

CUADRO 33.20.2

MEDIDAS DE CONFINAMIENTO DE LA INYECCIÓN EN TERRENOS ROCOSOS

Parámetro de control	Incidencias	Acciones recomendadas
P/Q = Creciente	Inyección normal	<ul style="list-style-type: none"> • Reducir paulatinamente el caudal Q antes de alcanzar la presión de cierre
P/Q = Constante	Probable fuga de inyección	<ul style="list-style-type: none"> • Detener la inyección • Cambiar a mezclas más viscosas y utilizar aceleradores de fraguado • Reconsiderar el proyecto, limitando el recinto a tratar mediante una pantalla de taladros más próximos entre si e inyectar mezclas viscosas y taponantes a través de ellos
P/Q = Decreciente	Fugas de inyección por nuevas fisuras abiertas o destaponamiento de grietas	<ul style="list-style-type: none"> • Detener la inyección • Reconsiderar la presión de inyección de proyecto; puede ser demasiado alta y romper o deformar excesivamente el terreno • Utilizar mezclas más viscosas y de fraguado más rápido • Inyectar con caudales más bajos

La inyección de un taladro se suspenderá cuando se alcance la presión de cierre establecida

P = Presión durante la inyección

Q = Caudal con el que se inyecta la mezcla

CUADRO 33.20.3

MEDIDAS DE CONFINAMIENTO DE LA INYECCIÓN EN TERRENOS SUELTOS Y SUELOS

Parámetro de control	Incidencias	Acciones recomendadas
P/Q = Creciente	Inyección normal	<ul style="list-style-type: none"> • Reducir paulatinamente el caudal Q antes de alcanzar la presión de cierre
P/Q = Constante	Posible fuga de inyección Se está inyectando "lentejones" de mezcla, no se está impregnando el terreno	<ul style="list-style-type: none"> • Detener la inyección • Inyectar con caudales menores • Considerar si la presión de inyección es demasiado elevada • Cambiar a mezclas más fluidas y penetrantes en el terreno
P/Q = Decreciente	Fuga de inyección, rotura del terreno, formación de "lentejones"	<ul style="list-style-type: none"> • Detener la inyección • Considerar si la presión de inyección es demasiado alta • Reducir el caudal de inyección • Examinar si la mezcla inyectada corresponde a la naturaleza del terreno a tratar; puede ser demasiado fluida

La inyección de un taladro se suspenderá cuando se haya inyectado el volumen prefijado de mezcla, o cuando se alcance la presión de cierre establecida.

P = Presión durante la inyección

Q = Caudal de la mezcla que se inyecta

5.- MATERIALES

5.1. - Clasificación

01.- Los materiales para las mezclas de inyección se pueden clasificar:

- Materiales principales. Materiales que, interviniendo en cantidades importantes en la composición de la mezcla, la caracterizan por su propia naturaleza; pueden ser entre otros: cemento, agua, silicatos, resinas reactivas, ligantes hidrocarbonados y las arcillas.
- Reactivos. Sustancias cuya presencia es necesaria para la solidificación o gelificación de algunos materiales principales. Pueden ser, entre otros, los endurecedores para resinas reactivas y los productos orgánicos o inorgánicos para los geles de sílice.
- Aditivos. Productos químicos que se añaden, en pequeñas dosis, a las mezclas para modificar sus características de inyectabilidad o para dotarlas de determinadas propiedades, una vez endurecidas. Forman parte de este grupo los aditivos químicos para el cemento, los fluidificantes y antiespumantes de las resinas, los aceleradores y los retardadores para las mezclas de silicatos, los floculantes de la arcilla.
- Productos de adición. Productos que intervienen en cantidades significativas en las mezclas de inyección con determinados fines tales como abaratar la mezcla y obtener un producto inyectado más adecuado a las características del medio. Entre otros, se distinguen la arena fina, tierra de diatomeas (Kieselghur), cenizas volantes, puzolanas naturales, bentonita y arcillas.



5.2.- Cemento

01.- El cemento para inyecciones podrá ser de alguno de los tipos siguientes: CEM-I, CEM-II, CEM-III o CEM-IV; según determine el PCTP. La categoría de los mismos podrá ser veintidós coma cinco (22,5) ó treinta y dos coma cinco (32,5) y cumplirá lo establecido en el Artículo 20.13, Cementos, de este Pliego.

02.- Además de las prescripciones indicadas en el párrafo anterior, los cementos para inyecciones tendrán un tiempo de fraguado definido por:

- Principio del fraguado: no antes de tres (3) horas
- Final del fraguado: no antes de cinco (5) horas

03.- Se utilizarán cementos especiales, tales como los especialmente resistentes a los sulfatos, cuando la composición del terreno, las características de las aguas intersticiales o cualquier otra causa justificada así lo aconseje.

04.- En el Artículo 33.21, Inyecciones del terreno con mezclas de cemento, de este Pliego se especifican las características de finura de molido y otras que, en cada caso, deberá satisfacer el cemento.

5.3.- Agua

01.- El agua para inyecciones cumplirá las prescripciones establecidas en el Artículo 20.41 de este Pliego.

5.4.- Aditivos

01.- Los aditivos cumplirán lo establecido en los artículos 20.20 al 20.26 de este Pliego.

02.- El Contratista someterá a la aprobación de la Dirección los aditivos que considere conveniente emplear en las mezclas de inyección, a la vista de los resultados de los ensayos de laboratorio y de las pruebas de inyectabilidad.

5.5.- Productos de adición inertes

01.- Los productos de adición inertes cumplirán lo establecido en el Artículo 29.35 de este Pliego.

02.- El Contratista someterá a la aprobación de la Dirección los productos de adición inertes que considere conveniente emplear en las mezclas de inyección, a la vista de los resultados de los ensayos de laboratorio y de las pruebas de inyectabilidad.

5.6.- Arena

01.- La arena para inyecciones de mortero podrá ser procedente de río, playa, duna o mezcla de ellas, siempre que su contenido en sustancias nocivas se ajuste a los límites especificados a continuación:

CUADRO 33.20.4

Características	Límite	Norma de ensayo
Contenido en materia orgánica	La disolución ensayada no tendrá un color más oscuro que la disolución tipo	UNE-EN 1744-1
Otras impurezas (mica, yeso, feldespato descompuesto, piritita, etc.)	Dos por ciento (2%)	-

02.- La curva granulométrica de la arena estará comprendida dentro del huso definido por los límites de la tabla siguiente:

CUADRO 33.20.5

Abertura del tamiz (mm)		0,08	0,16	0,32	0,63	1,25	2
% que pasa	Límite superior	-	0	5	15	30	100
	Límite inferior	15	30	50	70	100	-

03.- En obra podrá sustituirse el análisis granulométrico por la determinación aproximada del índice máximo de huecos de la forma siguiente: se llenará con arena, hasta enrasar, un recipiente de capacidad no inferior a dos litros (2 l), vertiendo agua, a continuación, hasta que rebose. El volumen de agua admitido será inferior al treinta y cinco por ciento (35%) del volumen del recipiente.

5.7.- Bentonita

01.- Será de aplicación lo establecido en el Artículo 29.36 de este Pliego.

02.- La bentonita para inyecciones tendrá las características que se indican en el siguiente cuadro:

CUADRO 33.20.6

Características	Límite	Norma de ensayo
Límite líquido	min 400	UNE 103103
pH	entre ocho (8) y once (11)	-
Contenido de arena (% retenido sobre tamiz de 80 micras)	máx. 5%	-
Rendimiento volumétrico del lodo con viscosidad aparente de 15 cP a 2.000 r.p.m.	veinte (20) a veinticinco (25) metros cúbicos (m ³) por tonelada de bentonita	-

5.8.- Arcilla

01.- Arcilla es un suelo o fracción de suelo de carácter eminentemente plástico y estructura laminar.

02.- Las arcillas para inyecciones cumplirán las siguientes especificaciones:

- Límite líquido: min 35
- Límite plástico: min 13

5.9.- Puzolanas

01.- Las puzolanas naturales y artificiales, también llamadas cenizas volantes, cumplirán las condiciones establecidas en el Artículo 29.34 de este Pliego.

5.10.- Silicatos

01.- Los silicatos utilizados en inyecciones se suelen presentar en forma de solución coloidal de sílice con densidad mínima de treinta y ocho grados Baumé (38° Baumé). Si no se establece nada en contra, se usarán soluciones sódicas cuya relación $\text{SiO}_2/\text{Na}_2\text{O}$ esté comprendida entre tres y medio (3,5) y cuatro (4).

02.- Reactivos orgánicos son sustancias orgánicas, o mezcla de varias de ellas que, en disolución en una solución coloidal de sílice alcalina, producen un gel sólido. Mediante hidrólisis, o disociación química, se origina en la mezcla, de forma no instantánea, la cantidad de iones suficientes para una gelificación completa en un tiempo controlable y repetible en igualdad de condiciones.

03.- Reactivos minerales son electrolitos inorgánicos, principalmente sales o mezclas de sales y ácidos, que, en una disolución de sílice coloidal alcalina, dan lugar a la formación de un gel blando de sílice, en forma no instantánea. Los tipos de sales que producen un gel blando de sílice que se utiliza en la impermeabilización de suelos son, entre otros:

- Bicarbonato de sosa, técnico
- Aluminato sódico, técnico
- Fosfato monosódico, técnico

5.11.- Resinas reactivas

01.- Será de aplicación lo establecido en los artículos 26.00, 26.31 y 26.32 de este Pliego.

5.12.- Ligantes hidrocarbonados

01.- En inyecciones se emplearán las emulsiones asfálticas, aniónicas o catiónicas, definidas en el Artículo 214 del "Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para Obras de Carreteras y Puentes" (PG3) vigente.

6.- EQUIPOS

6.1.- Generalidades

01.- Será de aplicación lo dispuesto en el Artículo 15.22 de este Pliego, titulado Maquinaria y Medios Auxiliares.

02.- Los equipos para la ejecución de inyecciones se pueden agrupar, fundamentalmente, en:

- Equipos de perforación de taladros
- Equipos de inyección

03.- Los equipos de perforación cumplirán lo establecido en el Apartado 3 del Artículo 33.12, Taladros, de este Pliego.

04.- Todas las máquinas y medios auxiliares que hayan de utilizarse en los trabajos de inyección cumplirán los requisitos que establezca la normativa oficial vigente en lo referente al tipo, características, proyecto, fabricación y utilización.

05.- Los equipos de inyección serán propuestos por el Contratista a la aprobación de la Dirección en consonancia con lo dispuesto en este Pliego y en el PCTP. La propuesta del Contratista tendrá en cuenta la finalidad y localización de las inyecciones, las características del terreno a tratar, los parámetros que intervienen en el proceso de inyección, tales como los tipos de mezclas, presiones, caudales máximos y mínimos con los que se prevé inyectar. Los equipos tendrán la capacidad de producción horaria suficiente para poder cumplir con holgura el Cronograma de trabajos.

06.- Si en el transcurso de los trabajos, las circunstancias reales del terreno que se inyecta hicieran aconsejable el cambio del tipo o características del equipo de inyección, el Contratista estará obligado, por su cuenta, a sustituir dicho equipo por otro que sea adecuado para estas circunstancias.

6.2.- Equipos de Inyección

6.2.1.- Generalidades

01.- El sistema básico de la instalación para las inyecciones consta de la siguiente cadena de subsistemas:

- A. Central de mezclado, que incluye:
 - A.1.Silos o almacenes de los ingredientes de las mezclas
 - A.2.Equipos dosificadores
 - A.3.Mezcladora
 - A.4.Depósito regulador de la mezcla
2. Sistema de transporte, que puede ser:
 - B.1.Continuo; constituido por:
Bomba de transporte de la mezcla, si fuere preciso.
Tubería de transporte hasta el equipo de inyección.
 - B.2.Discontinuo; cuando las circunstancias de la obra o requieran se podrá adoptar un sistema.
Discontinuo a base de vehículos.
transportadores de la mezcla.
3. Equipo de inyección
 - C.1.Depósito (5) receptor-contador (es).
 - C.2.Bomba (5) de inyección.
 - C.3.Línea de inyección.
 - C.4.Equipo en el taladro.

6.2.2.- Central de mezclado. Almacenamiento de los materiales

01.- Los materiales deberán almacenarse en la Central de forma que su calidad no resulte mermada. El tipo de silos y almacenes o depósitos será el adecuado a las características de los ingredientes de las mezclas.

02.- El cemento se almacenará preferentemente a granel en silos metálicos en número no inferior a dos (2).

03.- Los aditivos, preferentemente líquidos en solución o suspensión, se acopiarán en depósitos o tanques cerrados y provistos de agitador que garantice en todo momento su homogeneidad. La capacidad de almacenamiento estará en consonancia con la del cemento.

04.- Los productos de adición se almacenarán según su clase, de acuerdo con los siguientes criterios:

- La arena fina, harina mineral y puzolanas se almacenarán, por lo general, en silos o tolvas cubiertas con salida por el fondo.
- La bentonita y tierra de diatomeas podrán almacenarse en envases de igual capacidad en los que aparezca marcada claramente la naturaleza del material y el peso neto del contenido. Cuando se trate de obras con gran consumo de bentonita, podrá almacenarse a granel.
- Las arcillas se acopiarán a cubierto de la lluvia.

6.2.3.- Central de mezclado. Equipos dosificadores

01.- La dosificación de los ingredientes se efectuará mediante aparatos dosificadores apropiados a su naturaleza y a la precisión exigida de acuerdo con los siguientes criterios:

- Los materiales líquidos podrán dosificarse por volumen o por peso en aparatos dosificadores que garanticen la imposibilidad de sifonamiento incontrolado en caso de avería o de manipulación incorrecta; los aparatos dosificadores dispondrán de mandos automáticos de arranque y parada.
- Los materiales pulverulentos suministrados a granel se dosificarán por peso en básculas independientes para cada uno de ellos. No se permitirá el empleo de dosificadores con báscula de pesadas acumulativas. Si no se estableciera nada respecto a los errores máximos admisibles en la dosificación de estos materiales se aplicarán los indicados en el cuadro siguiente:

CUADRO 33.20.7

Material	Error de dosificación máximo admisible (%)
Agua	4
Cemento	3
Puzolanas o cenizas volantes	3
Aditivos	1
Bentonita	3
Arena	4
Tierra de diatomeas (kieselghur)	3
Harina mineral	3
Silicatos	3
Resinas y sus endurecedores	1

02.- La Dirección podrá exigir del Contratista un certificado de tarado de los dosificadores, realizado por un laboratorio oficial o por otra entidad de reconocida solvencia, o realizar unas pruebas de pesadas cuando lo considere oportuno.

03.- Con el fin de evitar desajustes en los aparatos de dosificación, los equipos dosificadores deberán estar convenientemente aislados o protegidos de las sacudidas y vibraciones producidas por otras máquinas de la instalación.

6.2.4.- Control de mezclado. Mezcladora y depósito regulador

01.- La mezcladora deberá ser adecuada a la clase de mezcla a inyectar y de capacidad de producción apropiada a la demanda de mezcla máxima prevista.

02.- La operación de mezclado se puede realizar en una sola etapa, con una mezcladora en la que se introducen directamente todos los ingredientes de la mezcla a inyectar previamente dosificados, o bien, cuando lo requiere la naturaleza de los ingredientes, en una primera fase se preparan las mezclas primarias en mezcladoras independientes y, mediante dosificadores para cada una de las mezclas primarias, se alimenta la mezcladora terminal en la que se prepara la mezcla definitiva a inyectar.

6.2.5.- Sistema de transporte de la mezcla

01.- Cuando las circunstancias de la obra lo requieran y sea necesario situar la bomba de inyección en una posición fija o móvil pero alejada de la central de mezclado, el Contratista someterá a la aprobación de la Dirección la construcción de un circuito de transporte de la mezcla desde la mezcladora de fabricación de esta a las bombas de inyección. Este circuito podrá estar constituido por tuberías o por una flota de vagonetas, camiones u otro tipo de vehículos apto para este trabajo.

02.- Dada la naturaleza de los líquidos a transportar, que se transforman en sólidos al cabo de un cierto tiempo, las tuberías tendrán sección constante, superficie interior lisa, diámetro adecuado para que en las

mezclas no se produzcan decantaciones por velocidad baja y, en lo posible, su trazado debe carecer de sifones y de zonas de remanso producidas por flechas de la tubería entre apoyos, etc. Siempre que sean inevitables estas zonas, deberá colocarse un grifo de purga en el punto más bajo para evitar atascos a causa del endurecimiento de la mezcla que haya podido quedar depositada al terminar la inyección. El Contratista será responsable de los problemas que se deriven de estos accidentes, así como de las roturas, daños a terceros, pérdidas de material y tiempo, que se produzcan por no mantener en buen estado de funcionamiento el circuito, por falta de sujeción de las tuberías, etc.; todas las reparaciones serán a su cargo.

6.2.6.- Equipo de inyección

01.- El depósito receptor-contador deberá estar provisto de agitador para mantener la mezcla homogeneizada y alimentar a una sola bomba.

02.- Bombas de inyección. Las bombas de inyección deberán ser de caudal y presión variables, con al menos dos cilindros de émbolos buzo, accionadas por motor hidráulico o de aire comprimido, que permiten una variación amplia de velocidades. También se pueden emplear bombas de otro tipo, siempre que alcance las presiones y caudal máximos que sean necesarias para ejecutar la inyección; ello obliga a regular el caudal y la presión de inyección mediante un circuito de retorno dotado de una serie de válvulas para regular estos parámetros. Cada bomba deberá estar situada en una cota sensiblemente igual o menor que la de la boca del taladro a inyectar, salvo que la Dirección autorice otra situación, si esta no interfiere sensiblemente en las presiones a que se debe realizar la inyección.

03.- La tubería de la línea de inyección será de sección constante, de paredes internas lisas y deberá resistir, por lo menos, el doble de la presión máxima de inyección; se dispondrán, en los lugares adecuados del circuito, grifos de descarga y de regulación de caudal.

04.- La línea de inyección estará provista de dos manómetros situados uno a la salida de la bomba de inyección y el otro en la boca del taladro; si la distancia entre la bomba y el taladro fuera menor de tres metros (3 m), será necesario tan solo un manómetro. El Contratista dispondrá en obra al menos de un manómetro de reserva.

05.- La línea de inyección deberá revisarse frecuentemente para evitar rotura o fugas de la mezcla que podrían ocasionar accidentes debido a la energía con que estas se producen. Se deberán cuidar especialmente los empalmes entre tramos de tuberías y el espesor de sus paredes pues, frecuentemente, los productos a inyectar son muy abrasivos o pueden producir corrosiones internas en las tuberías, dando lugar a estallidos de las mismas sin presentar antes síntomas externos de deterioro progresivo.

7.- MÉTODOS DE INYECCIÓN DE LOS TALADROS

01.- Se aplicará el método de inyección del taladro que haya sido fijado, en su caso por el PCTP o, en caso contrario, el establecido en el Estudio de Ejecución de las Inyecciones.

02.- La Dirección podrá ordenar modificaciones del método de inyección si los resultados de los trabajos iniciales de inyección o las singularidades encontradas en el terreno así lo aconsejaren.

03.- La inyección de los taladros se podrá realizar por alguno de los siguientes métodos:

- Inyección por fases descendentes
- Inyección por fases ascendentes
- Inyección con tubo-manguito
- Inyección con puntaza perdida

04.- El procedimiento a seguir en el método de inyección por fases descendentes será el siguiente: se perfora un tramo y se inyecta; a continuación, se reperfora el tramo y se prolonga la perforación en un nuevo tramo que se inyecta, continuando de esta forma hasta completar la inyección en el tramo de taladro previsto.

05.- En la inyección por fases ascendentes el procedimiento a seguir será el que se describe a continuación: una vez perforado el taladro en su totalidad se inyecta por tramos, comenzando la inyección desde el fondo del taladro hasta la boca; los tramos a inyectar se aíslan del resto del taladro aún no tratado mediante un obturador.

06.- La inyección con tubo manguito se ejecuta siguiendo el procedimiento siguiente: una vez perforado el taladro en toda su longitud, se equipa con un tubo manguito; el espacio anular que queda entre tubo y terreno se sella con una mezcla de arcilla-cemento, llamada comúnmente vaina, para evitar fugas de inyección por la boca del taladro. La inyección se hace mediante la colocación de un obturador doble en la zona del tubo a nivel del manguito por donde se desee inyectar. Para que la inyección sea posible es necesario que la vaina se rompa por la presión de la mezcla que se inyecta desde dentro del tubo, por lo que su composición y resistencia deberán ser adecuadas al efecto.

07.- El procedimiento a seguir en la inyección con puntaza perdida se describe a continuación: se perforan los taladros mediante una tubería lisa en cuyo extremo inferior se ha acoplado una herramienta especial terminada en punta. Una vez alcanzada la profundidad necesaria, se levanta la tubería, dejando perdida la herramienta, comúnmente llamada puntaza, en el fondo del taladro. La inyección se realiza de forma continua a medida que se eleva la tubería hasta su extracción total.

8.- EJECUCIÓN

8.1.- Generalidades

01.- Las actividades que requiere la ejecución de las inyecciones son:

- Programa de trabajos Replanteo de taladros
- Accesos, instalaciones, obras y medios auxiliares
- Perforación de taladros y pruebas
- Ejecución de la inyección
- Retirada de equipos y limpieza de tajos

8.2.- Programa de trabajos

01.- Será de aplicación lo establecido en el Artículo 14.21, Programa de trabajos, de este Pliego.

02.- En base a la finalidad de las inyecciones, a la información actualizada del medio a tratar, a lo establecido en este Pliego y en el PCTP y a las instrucciones dadas por la Dirección, el Contratista elaborará un programa de trabajos.

03.- El programa de trabajos, deberá incluir, entre otros:

- Esquema de taladros, de acuerdo con lo fijado en el anterior Apartado 4.8.
- Cronograma de trabajos que, con detalle suficiente, establezca la duración e interrelación de las distintas actividades previstas en el Estudio de Ejecución.
- Equipo de perforación. Relación de los equipos a emplear con indicación de sus características principales y capacidad de producción horaria y diaria, así como las máquinas de reserva de que se dispondrá en obra. El número y capacidad de los equipos serán los adecuados para garantizar, con holgura, el cumplimiento del Cronograma de trabajos.

- Equipos de inyección. Relación de los equipos a emplear, con indicación de sus características principales y capacidad de producción horaria y diaria, así como las máquinas de reserva de que se dispondrá en la obra. El número y capacidad de los equipos, silos, etc., serán los adecuados para garantizar, con holgura, el cumplimiento del Cronograma de trabajos.

04.- El programa de trabajos se someterá a la aprobación de la Dirección.

8.3.- Replanteo de taladros

01.- Será de aplicación lo especificado en el Apartado 4.3 del Artículo 33.12, Taladros, de este Pliego.

8.4.- Accesos, instalaciones, obras y medios auxiliares

01.- Será de aplicación lo especificado en el Apartado 4.4 del Artículo 33.12, Taladros, de este Pliego.

8.5.- Perforación de taladros y pruebas

01.- Será de aplicación lo especificado en el Apartado 4.8 del Artículo 33.12, Taladros, de este Pliego.

02.- El diámetro de perforación de los taladros para inyección será tal que garantice que este tenga en su fondo un diámetro útil mínimo de treinta y cinco milímetros (35 mm), en terrenos rocosos, y de cincuenta milímetros (50 mm), en terrenos sueltos.

03.- Antes de ser inyectados todos los taladros, se comprobará que tienen la longitud útil perforada, así como el diámetro requerido, como precaución frente a posibles desprendimientos del terreno o reducción de sección por deformaciones del mismo ocurridas durante el tiempo transcurrido entre la perforación y la inyección.

04.- El PCTP especificará la frecuencia de los ensayos de permeabilidad que sea oportuno realizar, así como su naturaleza, es decir: ensayos tipo Lugeon, para terrenos rocosos, y ensayos tipo Lefranc, para gravas y suelos. La ejecución de dichos ensayos se realizará de acuerdo con las normas indicadas en el Artículo 33.11 de este Pliego, titulado Sondeos de reconocimiento.

8.6.- Ejecución de la inyección

8.6.1.- Generalidades

01.- La ejecución de la inyección incluye las siguientes operaciones:

- Dosificación y preparación de las mezclas
- Transporte de la mezcla desde la mezcladora a la bomba de inyección
- Limpieza y comprobación de los taladros a inyectar
- Colocación de obturadores en los taladros
- Bombeo de la mezcla a los taladros
- Retirada de obturadores y limpieza de taladros
- Precauciones y vigilancia durante las inyecciones
- Toma y registro de datos de la inyección

8.6.2.- Dosificación y preparación de las mezclas

01.- El Contratista deberá comprobar, al término de cada turno de trabajo, que el consumo de los materiales concuerda con las dosificaciones teóricas de las mezclas y calcular, asimismo, las desviaciones respecto del consumo teórico. Diariamente deberá compensar dichas desviaciones para evitar que se acumulen errores del mismo signo con el consiguiente perjuicio de la calidad del tratamiento.

02.- La Dirección podrá obligar a repetir el trabajo de inyección a cargo del Contratista si se detectaran desviaciones ocasionadas por las causas descritas en el párrafo anterior.

8.6.3.- *Transporte de la mezcla desde la mezcladora hasta la bomba de inyección*

01.- Si el transporte se realiza por tuberías, la mezcla deberá transportarse desde la batidora de la instalación de fabricación a un depósito adosado a la bomba de inyección. No se admitirá, en ningún caso, la conexión directa a la bomba de inyección.

02.- Si el transporte se realiza por medios discontinuos, es decir, mediante vagonetas o vehículos sobre neumáticos, se deberán evitar a toda costa las sacudidas, vibraciones y cualquier fenómeno que pueda alterar las características de la mezcla a inyectar; en este sentido se deberá garantizar que la pista de transporte sea lisa o que el transporte se realice mediante vehículos sobre carriles. Los recipientes en que se transporte la mezcla deberán estar dotados de agitadores y estar cerrados para evitar la acción de los agentes atmosféricos y la caída de cuerpos extraños en la mezcla.

8.6.4.- *Limpieza y comprobación de los taladros a inyectar*

01.- Antes de proceder a la inyección se comprobará si el taladro ha sufrido derrumbe de sus paredes, desprendimientos que disminuyan su longitud útil o si se detecta la presencia de cuerpos extraños. Estas comprobaciones se realizarán introduciendo una varilla calibrada, con el diámetro mínimo necesario, hasta el fondo del taladro.

02.- Los taladros se lavarán, si se considera necesario y si el terreno es rocoso, con agua a presión o con agua y aire, con el fin de eliminar los detritus de la perforación y los materiales finos contenidos en las fisuras y oquedades del terreno que puedan ser arrastrados por el simple efecto del agua y del aire. La presión de lavado no será superior a la máxima admitida para la inyección.

8.6.5.- *Colocación de obturadores en los taladros*

01.- Los dispositivos obturadores de taladros, los artilugios para la inyección con retorno dentro del taladro, los cabezales de emboquillamiento y demás accesorios para equipar los taladros a inyectar, serán de tipos y calidades suficientemente sancionados y sometidos a la aprobación de la Dirección.

02.- El Contratista dispondrá de una serie de modelos de obturadores que sean adecuados para confinar el tramo a inyectar, teniendo en cuenta el método empleado en la perforación del taladro, la naturaleza del terreno y el tipo de mezcla a inyectar.

Si por obturación defectuosa, la inyección contornease el obturador y endureciese por encima del mismo, quedando por tanto aprisionada la varilla de inyección e inutilizado el taladro, será por cuenta del Contratista la reparación de esta avería a satisfacción de la Dirección, quien podrá ordenar la ejecución e inyección de un nuevo taladro a cargo del Contratista.

03.- No se aceptarán errores en la colocación de obturadores dentro de un taladro, superiores al diez por ciento (10%) de la longitud del tramo que se inyecte.

8.6.6.- *Bombeo de la mezcla a los taladros*

01.- Antes de comenzar el bombeo de inyección, el Contratista deberá haber instalado un sistema de comunicación telefónico entre la central donde se encuentran las bombas y el taladro que se inyecta. En obras de pequeña importancia será suficiente un par telefónico directamente conectado, pero en obras importantes tendrá que disponer de un sistema telefónico más completo, suplementado con una señal acústica o luminosa para transmitir las órdenes de operación y los incidentes que puedan presentarse.

02.- El Contratista controlará minuciosamente el proceso de bombeo, teniendo en cuenta lo indicado en el PCTP sobre presiones y caudales de inyección. En general, cuando la presión tienda a subir, se deberá reducir paulatinamente el caudal, debiendo llegarse a la presión máxima con el caudal mínimo posible. Una inyección que no siga esta Norma general es muy probable que sea insuficiente o defectuosa, por lo que no serán admisibles las inyecciones que se consideren terminadas, por haberse alcanzado la presión de cierre sin disminuir antes el caudal. El Contratista estará obligado a repetir a su costa el proceso de inyección si hubiera incurrido en esta falta.

03.- Si durante el proceso de bombeo no se lograra alcanzar la presión de cierre, se observarán, además, bajadas de presión, cambios bruscos de caudales, etc., se parará el bombeo y se analizará el fenómeno observado. Asimismo, se vigilará el entorno de la obra por si aparecieran fugas de inyección, resurgencias, roturas del terreno o desperfectos en las instalaciones cercanas. Como orientación, se pueden seguir las normas que se indican en el Apartado 4.6 del presente Artículo.

8.6.7.- Retirada de obturadores y limpieza del taladro

01.- Una vez terminada la inyección de un tramo de taladro, se desplazará el obturador hasta la nueva posición, continuando inmediatamente la inyección del mismo hasta llegar al final del proceso. Si por cualquier motivo no se pudiera realizar la inyección de manera continua, se deberán retirar los obturadores con cuidado de no producir efectos de succión en los taladros ya que se podría alterar la calidad del tratamiento en la parte superior del tramo recién inyectado.

02.- El Contratista deberá garantizar que el taladro cuya inyección va a continuar, estará limpio y libre de cuerpos extraños que pudieran caer del exterior; asimismo evitará la entrada de aguas, tapando lo más herméticamente posible el referido taladro.

03.- El Contratista deberá disponer de los medios necesarios para evacuar los residuos de mezcla de inyección procedentes de fugas, limpieza de circuito y detritus de perforación, debiendo evitar que estos residuos se decanten o endurezcan en el suelo, en cuyo caso deberán ser eliminados a su costa, en lugares debidamente autorizados.

8.6.8.- Precauciones y vigilancia durante las inyecciones

01.- Durante el proceso de inyección el Contratista deberá llevar a cabo una vigilancia minuciosa y permanente en los siguientes aspectos:

- a) Fugas de mezclas. La vigilancia para detectar fugas de mezclas abarcará a zonas suficientemente alejadas del punto de inyección mientras se intenta su taponamiento; si la fuga fuera importante e imposible su taponamiento, deberá paralizarse la inyección. En estos casos es aconsejable, antes de paralizar la inyección, aumentar la viscosidad de la mezcla que se esté inyectando.
- b) Comunicaciones de inyección entre taladros. Deberá tomarse nota de todas las comunicaciones de mezclas de inyección que se observen entre taladros durante la inyección, anotándose el número de identificación del taladro por el que se inyecta y el del taladro o taladros que han resultado comunicados, así como la presión de inyección en el momento en que se produjo la comunicación.

02.- El Contratista estará obligado a tomar las precauciones que estime necesarias para asegurar que no existe peligro de cegar con la inyección los drenes u otros conductos y dispositivos de la obra definitiva, bien mediante el relleno con arena fina de los conductos y su posterior lavado o por otros procedimientos.

03.- El PCTP o la Dirección definirán el modo de realizar la vigilancia y observación por auscultación de los posibles movimientos y deformaciones que las inyecciones puedan inducir en el terreno y en las obras o instalaciones próximas. Para este fin se dispondrán sistemas de observación topográfica o de auscultación en superficie o en el interior.

04.- Con independencia de lo indicado en el párrafo anterior, el Contratista estará obligado a mantener una vigilancia mediante la observación visual y con medios que no requieran instrumentos o equipos de auscultación específicos sino, solamente, los de la topografía usual en obras y mediante la colocación de testigos en juntas de obras de fábrica u otros medios similares.

8.6.9.- Toma y registro de datos de la inyección

01.- De cada uno de los taladros y de sus tramos de inyección se registrarán los siguientes datos:

- Fecha, hora y clave de identificación del taladro
- Características de la mezcla:
 - Formulación
 - Viscosidades iniciales y finales en la inyección
 - Presiones
 - Cantidad total de productos consumidos
 - Cantidad neta, realmente inyectada en el terreno, deducidos los volúmenes de relleno del propio taladro, tuberías, pérdidas por fugas, escapes y lavado de bombas y tuberías en los cambios de los puntos de inyección.

8.7.- Retirada de equipos y limpieza de tajos

01.- Una vez terminados los trabajos de inyección, el Contratista retirará los equipos, instalaciones de obra, obras auxiliares, andamios, plataformas y demás medios auxiliares y procederá a la limpieza de la zona de trabajo de los materiales, detritus de perforación, restos de mezclas de inyección y demás desperdicios originados por las operaciones de inyección, siendo todos estos trabajos a su cargo.

9.- CONTROL DE CALIDAD

9.1.- Generalidades

01.- Será de aplicación lo establecido en el Artículo 15.51, Control de Calidad, de este Pliego.

02.- Además de lo preceptuado en el presente Artículo será de aplicación lo establecido, en cuanto a control de calidad, en los Artículos 33.21, 33.22, 33.23 y 33.24 de este Pliego.

9.2.- Control de producción

01.- El Contratista estará obligado a efectuar el control de producción según la Pauta de Control propuesta por él y aprobada por la Dirección. Esta pauta deberá concretar el objeto, lugar y frecuencia de los controles de producción.

02.- Será obligatorio el control de los materiales empleados en las mezclas de inyección, tanto a su llegada a la obra como en el momento anterior a su empleo.

03.- El control de perforación de los taladros se realizará de acuerdo con lo establecido en el Artículo 33.12, Taladros, de este Pliego.

04.- El Contratista estará obligado a efectuar el control de las mezclas de inyección en los siguientes puntos:

- Funcionamiento y error de medida de los dosificadores. La comprobación se efectuará, al menos, al principio de cada turno de trabajo.

- Que las dosis de cada uno de los componentes de la mezcla fijadas en los dosificadores correspondan correctamente a la dosificación ordenada. La comprobación se efectuará al principio de cada turno de trabajo y siempre que se cambie de dosificación.
- Densidad de la mezcla, en la forma y frecuencia que indique la Pauta de Control de Producción, en la salida de la mezcladora.
- Viscosidad de la mezcla, en la forma y frecuencia que indique la Pauta de Control de Producción, en el depósito receptor-contador o en la boca del taladro.
- Otras características específicas de la clase de inyección según lo indicado en los Artículos 33.21 a 33.24 de este Pliego.
- Características de la mezcla endurecida en la forma y frecuencia que indique la Pauta de Control de producción.

05.- El Contratista estará obligado a efectuar de manera permanente el control de las presiones de inyección. Se utilizarán manómetros de calidad reconocida, tarados periódicamente y provistos de dispositivos de protección contra el contacto directo con la mezcla. La amplitud total de la escala graduada de los manómetros no será mayor del doble de la presión máxima prevista.

06.- El control del caudal y volumen de la mezcla bombeada se realizará en todos los casos por el procedimiento que se indique en el PCTP o en el Estudio de Ejecución. Este procedimiento estará en consonancia con la importancia, circunstancias y posición de los trabajos de inyección y la naturaleza de los materiales empleados.

9.3.- Control de recepción

01.- La Dirección comprobará el cumplimiento de la Pauta de Control de Producción aprobada por ella misma.

02.- El PCTP o la Dirección, en su caso, establecerá la forma y frecuencia de los controles de recepción de los trabajos de inyección siguiendo los puntos indicados en el anterior Apartado 9.2.

03.- La Dirección podrá obligar al Contratista a repetir, por cuenta de este último, determinados trabajos de inyección en los que, al realizar el control de recepción, se detectaran errores que pudieran afectar la calidad del trabajo contratado.

10.- INFORMES

10.1.- Informes periódicos

01.- El Contratista estará obligado a redactar Informes periódicos con la frecuencia que indique la Dirección, por lo general mensualmente, sobre el desarrollo de los trabajos efectuados.

02.- Los informes incluirán las siguientes materias:

- Recopilación de los datos de los partes de ejecución una vez depurados.
- Análisis de los resultados parciales del trabajo realizado, con indicación de datos tales como: absorciones por tres (3) metros (m) de taladro y por metro cúbico (m³) de terreno tratado, pruebas y ensayos realizados, etc.
- Recomendaciones o sugerencias para la continuación de los trabajos.

10.2.- Informe final

01.- Una vez finalizados los trabajos de inyección, y antes de transcurrido un mes de la fecha de terminación, el Contratista entregará a la Dirección un Informe final que constará de las siguientes partes:

- Parte 1ª. Recopilación de los datos depurados, planos de taladros inyectados, cantidades de mezclas inyectadas por metro (m) de taladro, volúmenes de materiales consumidos en la inyección, fotografías, incidencias y cuantos sucesos sean de interés técnico.
- Parte 2ª. Análisis de resultados y conclusiones.

11.- MEDICIÓN Y ABONO

01.- El PCTP establecerá en cada caso particular la forma de efectuar la medición y abono de los trabajos efectuados, mediante la definición de las partidas alzadas y precios unitarios correspondientes a las distintas operaciones, suministros y trabajos en que se agrupen las diversas actividades que formen parte del objeto del contrato.

02.- No serán de abono las mezclas de inyección que no se inyecten realmente; es decir, la que queda, después de terminar una etapa de inyección en las tuberías, depósitos u otros recipientes de la instalación de inyección, estas mezclas se desecharán sin costo alguno después de dos horas de permanecer en depósitos o en circulación.

03.- No serán de abono los taladros inyectados donde conste que no se han cumplido las especificaciones relativas a las presiones, volúmenes inyectados, caudales de inyección, métodos de inyección, etapas, colocación de obturadores y cualquier otra cuya no observancia pueda dar lugar a la realización de un trabajo defectuoso.

04.- No serán de abono las inyecciones realizadas con mezclas cuya temperatura sea, en algún punto de su recorrido, superior a veinticinco grados centígrados (25°C), ni inferior a cinco grados centígrados (5°C)

05.- No será de abono la inyección realizada en taladros rellenados o contaminados por resurgencias de inyección de otros taladros cercanos que no hayan sido adecuadamente limpiados por el Contratista, en cuanto se advierta dicho fenómeno. La Dirección podrá ordenar, si lo considera oportuno, la perforación e inyección de un nuevo taladro en las proximidades del contaminado e inutilizado, a cargo del Contratista.

ARTÍCULO 33.21.- INYECCIONES AL TERRENO CON MEZCLAS DE CEMENTO

1.- DEFINICIONES

01.- Se define como inyecciones al terreno con mezclas de cemento, los tratamientos del terreno por inyecciones de mezclas cuyo componente endurecedor es el cemento.

02.- Será de aplicación lo establecido en el Artículo 33.20, Generalidades, de este Pliego.

2.- CLASIFICACIÓN Y APLICACIONES

2.1. - Clasificación

01.- Las inyecciones con mezclas de cemento se clasifican de la siguiente manera:

- Clase A. Inyecciones de cemento.
Suspensiones de cemento puro, con o sin aditivos. Pueden contener bentonita hasta un dos por ciento del peso del cemento ($B/C \leq 2\%$) para disminuir su inestabilidad. Esta clase se divide en los siguientes apartados:
- A.1. Sin productos de adición
 - A.2. Con productos de adición inertes (Kieselguhr, harina mineral, etc.)
 - A.3. Con cenizas volantes
 - A.4. Generalmente se emplearán aditivos estabilizadores de la suspensión.
- Clase B. Inyecciones de cemento-bentonita.
Suspensiones estables con un contenido de bentonita igual o superior al dos por ciento (2%) del peso del cemento. Esta clase se divide en los siguientes apartados:
- B.1. Sin productos de adición, excepto bentonita
 - B.2. Con productos de adición inertes
 - B.3. De cemento-cenizas volantes-bentonita
- Clase C. Inyecciones de suspensiones de cemento activadas.
Dispersiones estables de cemento activadas por:
- C.1. Vía mecánica (turbo agitador de muy alta velocidad)
 - C.2. Vía química (generalmente con polvo de aluminio)
- Clase D. Inyecciones de mortero de cemento.
Mezclas de la Clase A ó B, con adición de arena fina, generalmente menor de un milímetro y veinticinco centésimas (1,25 mm)
- Clase E. Inyecciones de mezclas de mortero activadas.
Mezcla de la clase C, con adición de arena fina.
- Clase F. Inyecciones de arcilla-cemento.
Suspensiones estables de arcilla natural y cemento en el agua, o de bentonita y cemento, en las que el contenido de arcilla es muy alto respecto de las suspensiones de la Clase B. Realmente son suspensiones de arcilla en agua a las que se adiciona cemento para

conseguir una pequeña resistencia mecánica para bloquear la mezcla en los intersticios del suelo.

02.- No se consideran las mezclas de cemento-silicato por no ser adecuadas para la inyección del terreno, debido a su tendencia a la formación de grumos de silicato.

2.2.- Aplicaciones

01.- Las suspensiones de cemento puro y agua, con o sin aditivos, pero sin bentonita, por su baja estabilidad, solamente se podrán emplear en la inyección de terrenos con huecos de gran tamaño relativo respecto del grosor de los granos de cemento, y corto recorrido de la inyección, en gravas limpias, rocas duras y muy fisuradas con diaclasas abiertas y en inyecciones de contacto roca-hormigón.

02.- Las mezclas A y B son adecuadas para las inyecciones de impermeabilización y consolidación en macizos rocosos y en terrenos de gravas y arenas gruesas. La resistencia final de la mezcla endurecida disminuye al aumentar la relación bentonita-cemento (B/C).

03.- La inclusión de productos de adición inertes, Kieselguhr, harina de rocas calizas, cenizas volantes, aunque sean de baja o nula actividad puzolánica, servirán para abaratar el coste de la mezcla y disminuir la retracción de la mezcla inyectada. La adición de cenizas volantes muy finas, recogidas con recuperador electrostático, aumenta la estabilidad de las mezclas, además de su posible actividad puzolánica.

04.- Las inyecciones de la Clase C son adecuadas para la consolidación de gravas sumergidas en el agua, o bajo el nivel freático en terrenos sueltos, debido a su no miscibilidad temporal con el agua.

05.- Las mezclas de la Clase D se emplean para rellenar grandes huecos y cavernas del terreno, en las inyecciones de contacto de la bóveda de los revestimientos de hormigón y en la consolidación de los rellenos de entibación de las obras subterráneas.

06.- La aplicación principal de la Clase E es en los hormigones especiales de áridos colocados en seco y posteriormente inyectados, en obras bajo el agua y en el macizado de espacios confinados.

07.- La Clase F solo podrá emplearse en inyecciones de impermeabilización donde no sean necesarias características geomecánicas de cierta consideración.

3.- ESTUDIO DE EJECUCIÓN DE LAS INYECCIONES

01.- Será de aplicación el Apartado 4 del Artículo 33.20, Generalidades, de este Pliego.

02.- Se prestará especial atención a la definición de las mezclas tipo más adecuadas según la finalidad del tratamiento, impermeabilización o consolidación, en base a las características del medio a inyectar y a las condiciones de la estructura que, en su caso, se apoye sobre el terreno.

03.- Se determinarán los límites entre los cuales habrán de estar comprendidas las características principales de las suspensiones. El PCTP concretará estas características que, como mínimo, serán las siguientes:

- Relación agua/cemento (A/C) inicial y final
- Relación bentonita/cemento, en su caso, o arcilla/cemento.
- Decantación. En tanto por ciento (%) de la altura de agua separada en superficie. Curva de tiempo-% de decantación, en función del tiempo de amasado, generalmente diez minutos (10 min.), especialmente en suspensiones inestables. Como característica final se tomará la decantación en % al cabo de un tiempo determinado, generalmente a los sesenta (60) minutos.

- Viscosidad, en segundos. Medida en Cono Marsh para las mezclas de las clases A, B, C y F y en Cono Mecasol o cono Prepakt para las Clases D y E.
- Rigidez, en centipoises (1cp=1mPa.s). Solamente en el caso de suspensiones tixotrópicas, mediante el viscosímetro de Stormer o con otro tipo de viscosímetro de reconocida idoneidad.
- Resistencia a compresión, de la mezcla endurecida, a los tres (3), siete (7) y veintiocho (28) días, en MPa (1 MPa= 10,20 kp/cm²).

4.- MATERIALES

4.1.- Cemento

01.- El cemento para inyecciones al terreno, además de cumplir las prescripciones del Apartado 5.2 del Artículo 33.20, Generalidades, de este Pliego, cumplirá las siguientes:

- Finura de molido:
 - Residuo acumulado sobre el tamiz de novecientas (900) mallas por centímetro cuadrado, máx. 0,30%.
 - Residuo acumulado sobre el tamiz de cuatro mil novecientas (4.900) mallas por centímetro cuadrado, máx. 4,00%.
 - Superficie específica Blaine, en cm²/g, min 4.500.

4.2.- Agua

01.- Se cumplirá lo establecido en el Artículo 20.41 de este Pliego.

4.3.- Aditivos

01.- Será de aplicación lo establecido en el Apartado 5.4 del Artículo 33.20, Generalidades, de este Pliego.

02.- En todo caso se ensayará la eficacia del aditivo teniendo en cuenta que esta depende de la dosificación de cemento en la mezcla.

4.4.- Productos de adición

01.- Los productos de adición inertes cumplirán lo establecido en el Apartado 5.5 del Artículo 33.20, Generalidades, de este Pliego.

02.- La bentonita cumplirá lo establecido en el Apartado 5.7 del Artículo 33.20, Generalidades, de este Pliego.

03.- Las cenizas volantes con actividad puzolánica y sin ella cumplirán las prescripciones establecidas para cada tipo en el Artículo 29.34, Puzolanas, de este Pliego.

4.5.- Arena

01.- La arena para las inyecciones de mezclas de mortero de cemento cumplirá las prescripciones del Apartado 5.6 del Artículo 33.20 de este Pliego. El tamaño máximo de la arena no será mayor de uno con veinticinco milímetros (1,25 mm).

4.6.- Arcilla

01.- La arcilla cumplirá lo establecido en el Apartado 5.8 del Artículo 33.20 de este Pliego.

5.- EQUIPOS

01.- Además de lo establecido en el Apartado 6 del Artículo 33.20 de este Pliego serán de aplicación las prescripciones que a continuación se indican.

02.- Las mezcladoras serán, obligatoriamente, del tipo denominado de alta turbulencia, provistas de turbina cuya velocidad tangencial será superior a veinte metros por segundo (20 m/s).

03.- A propuesta del Contratista podrán aceptarse otros tipos de aparatos mezcladores, siempre que este aporte pruebas de su eficiencia y referencias de experiencias satisfactorias en otras obras o bien se realicen ensayos en la obra que demuestren su idoneidad.

04.- Los productos de adición, con excepción de la arena, se prepararán en batidoras independientes, mezclándolos con agua antes de su incorporación a la lechada de cemento. Para ello se dispondrá en obra de los correspondientes equipos de mezclado, maceración, homogeneización y depósitos para la alimentación de la mezcladora, de acuerdo con las necesidades de la obra.

05.- El depósito regulador donde se almacena la lechada, una vez fabricada, estará provisto de un sistema de agitación mediante paletas cuya velocidad de giro no será inferior a cien revoluciones por minuto (100 r.p.m.).

06.- Las bombas de inyección deberán estar equipadas con mecanismos de mando que posibiliten el control de la presión y del caudal, con precisión y agilidad, desde cero hasta los máximos autorizados. En el caso de bombas de pistones, el número de estos será, como mínimo, de dos (2), preferentemente de inmersión y, obviamente, con ciclos de funcionamiento alternativo solapados; las bombas serán aptas para la eventual inyección de mezclas con alto porcentaje de arena.

07.- No se permitirá el empleo de aparatos de inyección por descarga intermitente mediante aire comprimido.

08.- Las tuberías desde la salida de la bomba hasta el taladro tendrán un diámetro útil máximo de veinticinco milímetros (25 mm).

6.- MÉTODOS DE INYECCIÓN DE LOS TALADROS

01.- Será de aplicación el Apartado 7 del Artículo 33.20, Generalidades, de este Pliego.

02.- El PCTP podrá concretar el método de inyección de los taladros según la naturaleza del medio a inyectar: por fases descendentes, por fases ascendentes, con tubo manguito o con puntaza perdida. Si el PCTP no especificase el método, el Contratista lo propondrá a la aprobación de la Dirección.

03.- La Dirección podrá ordenar el cambio del método de inyección de los taladros siempre que los resultados que se vayan obteniendo en los trabajos de inyección así lo justifiquen.

7.- EJECUCIÓN

7.1.- Generalidades

01.- Será de aplicación lo establecido en el Apartado 8 del Artículo 33.20 de este Pliego.

7.2.- Preparación de las mezclas

7.2.1.- Generalidades

01.- Las mezclas se prepararán de acuerdo con la dosificación o formulación establecida en el Estudio de Ejecución de las Inyecciones (ver Apartado 3 de este Artículo). La formulación se deberá ir ajustando durante los trabajos iniciales de inyección.

7.2.2.- Suspensiones de cemento

01.- El tiempo de mezclado del cemento con el agua en la mezcladora de turbina no será inferior a dos (2) minutos; asimismo, el tiempo de permanencia de la lechada de cemento en los agitadores no será superior a una (1) hora.

02.- Como norma general, en las mezclas para inyección de macizos rocosos, la relación agua/cemento será la menor compatible con la inyectabilidad y la penetrabilidad adecuada a las grietas y fisuras a inyectar. En general, la relación agua/cemento (A/C) estará comprendida entre 3/1 y 1/1.

7.2.3.- Mezclas de cemento-bentonita o de cemento-arcilla

01.- Las suspensiones de cemento-agua y de bentonita-agua, o arcilla-agua se prepararán en mezcladoras distintas. Las suspensiones bentonita-agua o arcilla-agua se prepararán con una antelación mínima de veinticuatro horas (24 h) a su empleo, manteniéndolas en agitación durante todo este tiempo. El agua para las suspensiones de bentonita o de arcilla deberá estar exenta de cemento.

02.- La suspensión de cemento-agua deberá pasar a un recipiente dotado de agitador al que se incorporará la suspensión de bentonita-agua, o arcilla-agua, de forma que al mezclarse ambas suspensiones se obtenga la composición previamente establecida.

7.3.- Inyección en macizos rocosos

01.- Tanto si el método de inyección es por fases ascendentes como si lo es por descendentes, los tramos de inyección de cada fase tendrán una longitud no superior a cinco metros (5 m).

02.- Antes de iniciar la inyección del taladro deberá procederse a su lavado con agua y aire a presión, hasta que el agua de retorno sea clara. Cuando se utilice el método de inyección por fases descendentes, el lavado se realizará al terminar la inyección de cada tramo y no antes de que la lechada haya iniciado su fraguado, salvo que la Dirección ordene que no se realice esta operación de lavado y que, en cambio, sea reperforado el tramo una vez transcurridas veinticuatro horas (24 h) de haberlo inyectado.

03.- Si se inyecta por fases descendentes, el obturador deberá colocarse a un metro (1 m) por encima del extremo inferior del último tramo inyectado.

04.- Una vez comenzada la inyección, deberá continuarse sin interrupción hasta que se alcance la presión de cierre establecida.

05.- Se dará por terminada la inyección de un tramo de taladro cuando la presión de cierre se alcance con un caudal de inyección inferior a cinco litros por minuto (5 l/min) durante diez minutos (10 min). A continuación, se mantendrá cerrado el tramo durante diez minutos (10 min) como mínimo y, si al abrirlo, refluyese la mezcla, se volverá a cerrar hasta que la mezcla inicie su endurecimiento.

06.- En los taladros inyectados por fases descendentes, el Contratista efectuará una prueba de permeabilidad en toda la longitud, excepto el último tramo no reperforado, colocando el obturador en la

boca del taladro. Si el ensayo de la prueba fuese satisfactorio, el taladro se rellenará con una mezcla espesa desde el fondo del taladro. Si el taladro hubiera de quedar vacío se taponará cuidadosamente en su boca.

7.4.- Inyección en gravas y suelos

01.- Si se utiliza el método de inyección con tubos-manguito, el Contratista comunicará a la Dirección el valor de la pérdida de presión en el sistema formado por el obturador doble y la válvula del manguito; dicha pérdida de presión se sumará a la presión de cierre establecida en el PCTP o en el Estudio de Ejecución. El Contratista será responsable de la exactitud de este dato, del que la Dirección podrá ordenar su verificación en cualquier momento.

02.- Al iniciar la inyección a través de una válvula-manguito deberá tenerse en cuenta que la rotura de la "vaina" de arcilla-cemento con la que se ha sellado el taladro requiere, por lo general, una presión momentánea muy superior a la presión máxima admisible; sin embargo, esta presión deberá alcanzarse con caudal nulo, siendo responsable el Contratista si, por no cumplirse esta última condición, se produjesen dislocaciones del terreno o cualquier otro desperfecto.

03.- La inyección de cada tramo deberá realizarse sin interrupción hasta alcanzar la presión de cierre o el volumen correspondiente a la admisión máxima establecida, salvo que surja algún incidente que aconseje paralizar la inyección.

04.- Si, utilizando el método de tubos manguito, durante la inyección de un taladro se observaran resurgencias de la mezcla por el contorno de la boca del taladro o por el interior del tubo manguito, se paralizará la inyección y se inyectará por otros manguitos del mismo tubo; si las resurgencias continuaran, se considerará anulado el taladro por mala ejecución de la vaina o defecto del tubo manguito. En este caso el Contratista estará obligado a realizar un nuevo taladro, a su costa.

05.- El Contratista deberá llevar un riguroso control de las profundidades a que coloca el obturador doble para inyectar por cada manguito de un taladro. La Dirección podrá ordenar la repetición, a cargo del Contratista, de aquel taladro en el que haya encontrado anomalías o errores debido a falta de control de la posición del obturador, si lo considerase necesario por dudar de la buena ejecución de la inyección.

8.- INYECCIONES AL TERRENO A ALTA PRESIÓN

8.1.- Definiciones

01.- Se define como inyección a alta presión o jet grouting al proceso de inyección a presión consistente en la desagregación del terreno o roca poco compacta y posterior mezcla y sustitución parcial con un agente de cementación. La desagregación se consigue mediante la inyección a alta presión de un fluido que puede ser el propio agente de cementación.

02.- Existen cuatro tipos de inyecciones a alta presión:

- Fluido sencillo: la desagregación y la cementación del terreno se consigue mediante la inyección a alta presión de un solo fluido, normalmente lechada de cemento.
- Doble fluido aire: la desagregación y la cementación del terreno se consigue mediante la inyección a alta presión de un fluido (normalmente una lechada de cemento) asistida por una inyección de aire que lo recubre como un segundo fluido.
- Doble fluido agua: la desagregación se consigue mediante la inyección de agua a alta presión, y la cementación se obtiene simultáneamente por la inyección independiente de lechada de cemento.
- Triple fluido: la desagregación del terreno se consigue mediante la inyección de agua a alta presión asistida por una inyección de aire que la recubre, y la cementación se obtiene simultáneamente por la inyección independiente de lechada de cemento.

8.2.- Aplicaciones

01.- Las aplicaciones de las inyecciones a alta presión son las siguientes:

- Inyecciones de consolidación, para mejorar las características mecánicas y resistentes del terreno y disminuir su deformabilidad.
- Inyecciones de impermeabilización, para reducir la permeabilidad del medio.

02.- Generalmente el efecto de la inyección suele ser al mismo tiempo de consolidación e impermeabilización; no obstante, la finalidad primordial del tratamiento determinará la forma en que deba ser realizado.

8.3.- Materiales

01.- Se empleará una mezcla de agua y cemento, con una relación agua-cemento comprendida entre cero con cinco y uno con cinco (0,5 y 1,5 a/c) y se podrán utilizar aditivos con el fin de reducir el contenido de agua, variar la viscosidad, así como para estabilizar o aumentar la impermeabilidad de la mezcla.

8.4.- Ejecución

01.- En la ejecución se deberá garantizar:

- Que la velocidad de extracción y la velocidad de rotación del varillaje de jet grouting establecidas como velocidades de diseño sean las óptimas.
- Que se garantice la presión correcta y el caudal necesario con el que debe ser suministrada la lechada.

02.- La Dirección establecerá los parámetros de trabajo, que se encontrarán comprendidos en los siguientes intervalos:

Parámetros	Fluido sencillo	Doble fluido aire	Doble fluido agua	Triple fluido
Presión de la lechada (MPa)	30-50	30-50	> 2	>2
Caudal de la lechada (L/mín.)	50-450	50-450	50-200	50-200
Presión de agua (MPa)			30-60	30-60
Caudal de agua (L/mín.)			30-150	50-150
Presión de aire (Mpa)		0,2-1,7		0,2-1,7
Caudal de aire (m ³ /mín.)		3-12		3-12

9.- CONTROL DE CALIDAD

9.1.- Control de las mezclas de inyección

01.- Será de aplicación lo dispuesto en los párrafos 01 al 04 del Apartado 9.2 del 33.20, Generalidades, de este Pliego.

02.- El Contratista efectuará regularmente la toma de muestras de la mezcla en la boca del taladro y verificará en laboratorio que se cumplen las especificaciones establecidas.

03.- La temperatura de las mezclas no deberá sobrepasar los veinticinco grados centígrados (25° C), ni ser inferior a cinco grados centígrados (5° C), en ningún punto de su recorrido. Para ello el Contratista estará obligado a proteger eficaz y permanentemente las tuberías, depósitos y otras instalaciones por las que circula la mezcla de inyección, si fuese necesario. En ningún caso se permitirá que las tuberías estén expuestas al sol de forma continuada ni en largos tramos.

04.- Las mezclas que circulen o permanezcan más de dos (2) horas en los depósitos, bombas, tuberías u otras conducciones serán desechadas por cuenta del Contratista.

05.- En el CUADRO 33.21.1 se indican los controles que generalmente se deben realizar y su frecuencia.

CUADRO 33.21.1

CONTROL DE LAS MEZCLAS DE INYECCIÓN

Tipo de mezcla	Características	Número de ensayos	Condiciones de rechazo
Suspensión inestable de cemento	Densidad	Uno (1) por cada mezcla	Error superior al cinco por ciento (5%) en peso de la dosificación indicada.
Suspensión estable de cemento con aditivos estabilizadores	Viscosidad en cono Marsh	Uno (1) por cada mezcla	Error superior a cinco por ciento (5%) de la indicada en la documentación técnica
Suspensión inestable de cemento/agua y arena	Densidad	Uno (1) por cada mezcla	Error superior al cinco por ciento (5%) en peso de la dosificación indicada
	Viscosidad en cono Necasol o Prepakt	Uno (1) por cada mezcla	Error superior al diez por ciento (10%) de la indicada en la documentación técnica
Suspensión estable cemento/agua/arena con aditivos estabilizadores	Densidad	Uno (1) por cada mezcla	Error superior al cinco por ciento (5%) en peso de la dosificación indicada
	Viscosidad en cono Necasol o Prepakt	Uno (1) por cada mezcla	Error superior al diez por ciento (10%) de la indicada
Suspensión estable de cemento/arcilla y cemento/bentonita	Densidad	Uno (1) por cada mezcla	Error superior al cinco por ciento (5%) en peso de la dosificación indicada
	Viscosidad en cono Marsh	Uno (1) por cada mezcla	Error superior al cinco por ciento (5%) de la indicada

06.- Periódicamente se confeccionarán probetas con las mezclas de inyección que se dejarán endurecer en las condiciones adecuadas para cada tipo de mezcla. El curado y conservación de las probetas se realizará

según las Normas para el curado de probetas de hormigón. La rotura se realizará a los siete (7) y veintiocho (28) días, o a la edad que indique la Dirección.

9.2.- Control de la inyección

01.- Será de aplicación lo establecido en los párrafos 01, 0,5 y 06 del Apartado 9.2 del Artículo 33.20 de este Pliego.

02.- El Contratista estará obligado a realizar el control de producción de todas las operaciones de perforación e inyección de los taladros para poder garantizar que, en todo momento, se cumplen las prescripciones exigibles.

03.- El Contratista confeccionará un parte diario en el que se distinguirán las circunstancias de las operaciones de inyección por cada taladro y tramo inyectado. En los partes figurarán, al menos, los siguientes datos:

- El número de identificación del taladro
- El número del tramo inyectado
- La fecha y hora del principio y final de la operación
- La posición del obturador o el número del manguito inyectado
- Los resultados del ensayo de agua previo a la inyección, en su caso
- La dosificación de la mezcla, la presión de inyección, el caudal de inyección y la hora en la que alguno de estos parámetros haya variado, así como las cantidades de lechada inyectadas entre dos variaciones de uno de estos parámetros
- El registro gráfico de las presiones de inyección, si se instalasen manómetros de este tipo, con la indicación del número del taladro del tramo inyectado, de la fecha y de la hora
- La absorción total de lechada del tramo
- Las observaciones e incidentes durante el curso de la inyección

9.3.- Control de recepción

01.- Será de aplicación lo establecido en el Apartado 9.3 del Artículo 33.20 de este Pliego.

02.- En el Estudio de Ejecución, se especificarán los métodos de control de los tratamientos de inyección ejecutados a fin de determinar si el tratamiento ha sido suficiente o si, por el contrario, debe ser intensificado mediante una nueva fase de inyecciones, en malla o secciones en abanico, de taladros intercalados a los inyectados en la fase anterior.

03.- En todo caso, como método de control se realizarán pruebas de permeabilidad en los taladros que se inyectan y en otros intercalados que la Dirección ordenase perforar.

04.- En macizos rocosos las pruebas de permeabilidad se realizarán mediante ensayos de tipo Lugeon según la normativa usual y a distintas presiones escalonadas. En gravas y suelos las pruebas se realizarán mediante ensayos tipo Lefranc.

05.- Los ensayos Lugeon se realizarán con agua limpia y clara y por tramos de taladro de tres (3) a cinco metros (5 m) de longitud. Estos tramos se confinarán con obturador simple colocado en la zona superior del tramo, cuando los ensayos se realicen siguiendo la progresión de la perforación, o con obturador doble que cierre, en sus dos extremos, el tramo del taladro a ensayar. Los obturadores simples serán de paso directo, sin pérdidas de carga ni estrechamientos; los obturadores dobles serán sometidos a la aprobación de la Dirección.

06.- Los ensayos tipo Lefranc se realizarán por descenso y por elevación del nivel del agua dentro del taladro, midiendo el tiempo de la variación del nivel.

07.- Cuando lo ordene la Dirección se realizarán reconocimientos mediante sondeos, calicatas, pozos o galerías, para observar directamente el resultado de las inyecciones.

10.- INFORMES

01.- Será de aplicación lo establecido en el Apartado 10 del Artículo 33.20 de este Pliego.

11.- MEDICIÓN Y ABONO

01.- Será de aplicación lo establecido en el Apartado 11 del Artículo 33.20 de este Pliego.

ARTÍCULO 33.22.- INYECCIONES AL TERRENO CON SILICATOS

1.- DEFINICIONES

01.- Se define como inyecciones al terreno con silicatos los tratamientos del terreno por inyecciones de una mezcla formada por silicato sódico y agua y un reactivo orgánico o inorgánico que, al cabo de un cierto tiempo, gelifica pasando de sal a gel.

02.- Será de aplicación lo establecido en el Artículo 33.20, Generalidades, de este Pliego.

2.- CLASIFICACIÓN Y APLICACIONES

2.1. - Clasificación

01.- Los geles de silicato se clasifican en dos clases:

- a) Geles plásticos o blandos, formados por una disolución de silicato sódico de treinta y ocho grados Baumé (38 Bé) en agua y un reactivo mineral.
- b) Geles duros, formados por una disolución.

2.2.- Aplicaciones

01.- Los geles plásticos o blandos se utilizan para impermeabilizar terrenos arenosos sin modificar sus características mecánicas. Su campo de aplicación más eficaz es el de terrenos con permeabilidades K de Darcy comprendidas entre $5 \cdot 10^{-1}$ y 10^{-3} cm/s.

02.- Los geles duros de silicato se utilizan para impermeabilizar y consolidar terrenos arenosos con permeabilidades comprendidas entre $K= 10^{-1}$ y $K= 10^{-3}$ cm/s y para impermeabilizar rocas porosas o con fisuras demasiado finas para ser inyectadas con mezclas de cemento.

3.- ESTUDIO DE EJECUCIÓN DE LAS INYECCIONES

01.- Será de aplicación el Apartado 4 del Artículo 33.20, Generalidades, de este Pliego.

4.- MATERIALES

01.- Los materiales básicos para formar un gel de sílice son, generalmente, el silicato sódico con densidad de treinta y ocho grados Baumé (38 Bé), el agua y un reactivo, que puede ser de naturaleza orgánica o mineral.

02.- Los materiales cumplirán lo especificado en el Apartado 5 del Artículo 33.20 de este Pliego.

5.- EQUIPOS

01.- Será de aplicación lo establecido en el Apartado 6 del Artículo 33.20 de este Pliego.

02.- Las mezcladoras de los distintos componentes para elaborar el gel de sílice tendrán un dispositivo de agitación mediante paletas cuya velocidad de giro será del orden de cien revoluciones por minuto (100 r.p.m.), como máximo.

03.- Se evitará que los conductos de suministro de agua provoquen la oclusión de aire en ella. El agua con exceso de oxígeno o gas carbónico emulsionado puede producir perturbaciones graves en la formación del gel de sílice.

04.- Las bombas de inyección deberán permitir el control de la presión y el caudal con precisión y agilidad desde cero hasta los máximos autorizados; si se utilizan bombas de pistones, deberán tener más de dos (2) que funcionen coordinados en línea. Generalmente, podrán utilizarse bombas semejantes a las empleadas para la inyección de mezclas de cemento, siempre que cumplan con las condiciones anteriores.

6.- MÉTODOS DE INYECCIÓN DE LOS TALADROS

01.- Será de aplicación lo establecido en el Apartado 7 del Artículo 33.20, Generalidades, de este Pliego.

02.- La Dirección podrá ordenar el cambio del método de inyección de los taladros siempre que los resultados que se vayan obteniendo en los trabajos de inyección así lo justifiquen.

7.- EJECUCIÓN

7.1.- Generalidades

01.- Será de aplicación lo establecido en el Apartado 8 del Artículo 33.20 de este Pliego.

7.2.- Preparación de los geles

01.- El Contratista someterá a la aprobación de la Dirección la formulación de la mezcla y las características y procedencia de los reactivos acompañando referencias de trabajos satisfactoriamente ejecutados con estos productos y su formulación, especialmente en lo referente a la durabilidad, erosionabilidad y resistencia a la lixiviación del gel, una vez inyectado.

02.- Antes de aceptar el producto la Dirección podrá ordenar al Contratista la realización de una prueba de inyección en el terreno con el fin de comprobar el comportamiento del gel propuesto.

7.3.- Inyección de geles de sílice en macizos rocosos

01.- La inyección de geles de sílice en macizos rocosos deberá realizarse una vez ejecutado un primer tratamiento con mezclas de cemento.

02.- La operación de inyección de un taladro se realizará de forma continua hasta alcanzar la presión de cierre; solamente se paralizará la inyección en el caso de presentarse incidentes tales como fugas importantes, comunicaciones entre taladros y otros que, a juicio de la Dirección, necesiten una reconsideración sobre la inyección que se esté realizando.

7.4.- Inyección de geles de sílice en gravas y suelos

01.- Se realizarán las inyecciones de geles de sílice en gravas y suelos una vez ejecutado un primer tratamiento con arcilla o bentonita-cemento para rellenar los huecos o poros demasiado grandes para ser inyectados con geles de sílice.

02.- Si se utiliza el método de inyección con tubos-manguito, el Contratista comunicará a la Dirección el valor de la pérdida de presión en el sistema formado por el obturador doble y la válvula del manguito; dicha pérdida de presión se sumará a la presión de cierre establecida.

03.- Al iniciar la inyección a través de una válvula-manguito deberá tenerse en cuenta que la rotura de la "vaina" de arcilla-cemento con la que se ha sellado el taladro requiere, por lo general, una presión momentánea muy superior a la presión máxima admisible; sin embargo, esta presión deberá alcanzarse con caudal nulo, siendo responsable el Contratista si, por no cumplirse esta última condición, se produjesen dislocaciones del terreno o cualquier otro desperfecto.

04.- La inyección de cada tramo deberá realizarse sin interrupción, salvo incidentes, hasta alcanzar la presión de cierre o el volumen correspondiente a la admisión máxima establecida.

05.- Si, utilizando el método de tubos manguito, durante la inyección de un taladro se observaran resurgencias de la mezcla por el contorno de la boca del taladro o por el interior del tubo manguito, se paralizará la inyección y se inyectará por otros manguitos del mismo tubo; si las resurgencias continuaran, se considerará anulado el taladro por mala ejecución de la vaina o defecto del tubo manguito. En este caso el Contratista estará obligado a realizar un nuevo taladro, a su costa.

06.- El Contratista deberá llevar un riguroso control de las profundidades a que coloca el obturador para inyectar por cada manguito de un taladro. La Dirección podrá ordenar la repetición, a cargo del Contratista, de aquel taladro en el que haya encontrado anomalías o errores debido a falta de control de la posición del obturador; si lo considerase necesario por dudar de la buena ejecución de la inyección.

8.- CONTROL DE CALIDAD

8.1.- Control de las mezclas de inyección

01.- Será de aplicación lo establecido en los párrafos 01 al 04 del Apartado 9.2 del Artículo 33.20 de este Pliego.

02.- El Contratista efectuará regularmente la toma de muestras de la mezcla en la boca del taladro y verificará en laboratorio que se cumplen las especificaciones establecidas en el PCCP o en el Estudio de Ejecución de las Inyecciones.

03.- La temperatura de las mezclas no deberá sobrepasar los veinticinco grados centígrados (25°C) ni ser inferior a diez grados centígrados (10°C) en ningún punto de su recorrido. Para ello el Contratista estará obligado a proteger eficaz y permanentemente las tuberías, depósitos y otras instalaciones por las que circule la mezcla de inyección, si fuese necesario. En ningún caso se permitirá que las tuberías estén expuestas al sol de forma continuada ni en largos tramos.

04.- En el CUADRO 33.22.1 se indican los controles que generalmente se deben realizar en las mezclas de inyección de silicatos.

CUADRO 33.22.1

CONTROL DE LAS MEZCLAS DE INYECCIÓN DE GEL PLÁSTICO Y GEL DURO DE SILICATO

Características	Número de ensayos	Condiciones de Rechazo
Densidad de la mezcla	Uno (1) por cada mezcla	Error superior al cinco por ciento (5%) en volumen de la dosificación establecida.
Viscosidad de la mezcla medida con cono MARSH	Uno (1) por mezcla	Error superior al cinco por ciento (5%) de la fijada
Tiempo de gelificación	Uno (1) por cada mezcla	Tiempo de gelificación superior

		o inferior en diez minutos (10 min.) al establecido
--	--	---

05.- Se confeccionarán periódicamente, con la frecuencia que ordene la Dirección, probetas de gel duro y probetas de gel mezclado con una muestra de suelo a inyectar, previamente cribada por el tamiz 0,5 UNE de medio milímetro (0,5 mm). Las probetas se conservarán, parte sumergidas en agua hasta el momento de su rotura, y el resto en ambiente húmedo o enterrado en arena con humedad similar a la del suelo a inyectar.

8.2.- Control de la inyección

01.- Será de aplicación lo establecido en los párrafos 01, 05 y 06 del Apartado 9.2 del Artículo 33.20 de este Pliego.

02.- El Contratista estará obligado a realizar el control de producción de todas las operaciones de perforación e inyección de los taladros para poder garantizar que, en todo momento, se cumplen las prescripciones exigidas.

03.- El Contratista confeccionará un parte diario en el que se distinguirán las circunstancias de las operaciones de inyección por cada taladro y tramo inyectado. En los partes figurarán, al menos, los siguientes datos:

- El número de identificación del taladro.
- El número del tramo inyectado.
- La fecha y hora del principio y final de la operación.
- La posición del obturador o el número del manguito inyectado.
- Los resultados del ensayo de agua previo a la inyección, en su caso.
- La dosificación de la mezcla, la presión de inyección, el caudal de inyección y la hora en la que alguno de estos parámetros haya variado, así como las cantidades de lechada inyectadas entre dos variaciones de uno de estos parámetros.
- El registro gráfico de las presiones de inyección, si se instalasen manómetros de este tipo, con la indicación del número del taladro del tramo inyectado, de la fecha y de la hora.
- La absorción total de lechada del tramo.
- Las observaciones e incidentes durante el curso de la inyección.

8.3.- Control de recepción

01.- Será de aplicación lo establecido en el Apartado 9.3 del Artículo 33.20 de este Pliego.

02.- En el Estudio de Ejecución, se especificarán los métodos de control de los tratamientos de inyección ejecutados a fin de determinar si el tratamiento ha sido suficiente o si, por el contrario, debe ser intensificado mediante una nueva fase de inyecciones, en mallas o secciones en abanico, de taladros intercalados a los inyectados en la fase anterior.

03.- En todo caso, como método de control se realizarán pruebas de permeabilidad en los taladros que se inyectan y en otros intercalados que la Dirección ordenase perforar.

04.- En macizos rocosos las pruebas de permeabilidad se realizarán mediante ensayos de tipo Lugeon según la normativa usual y a distintas presiones escalonadas. En gravas y suelos las pruebas se realizarán mediante ensayos tipo Lefranc.

05.- Los ensayos Lugeon se realizarán con agua limpia y clara y por tramos de taladro de tres (3) a cinco metros (5 m) de longitud. Estos tramos se confinarán con obturador simple colocado en la zona superior del tramo, cuando los ensayos se realicen siguiendo la progresión de la perforación, o con obturador doble que

cierre, en sus dos extremos, el tramo del taladro a ensayar. Los obturadores simples, serán de paso directo, sin pérdidas de carga ni estrechamientos; los obturadores dobles serán sometidos a la aprobación de la Dirección, quien podrá exigir que se determinen prácticamente las pérdidas de carga que producen con objeto de no falsear los resultados del ensayo.

06.- Los ensayos tipo Lefranc se realizarán por descenso y por elevación del nivel del agua dentro del taladro, midiendo el tiempo de la variación del nivel.

07.- Cuando lo ordene la Dirección, se realizarán reconocimientos mediante sondeos, calicatas, pozos o galerías, para observar directamente el resultado de las inyecciones.

9.- INFORMES

01.- Será de aplicación lo establecido en el Apartado 10 del Artículo 33.20 de este Pliego.

10.- MEDICIÓN Y ABONO

01.- Será de aplicación lo establecido en el Apartado 11 del Artículo 33.20 de este Pliego.

ARTÍCULO 33.23.- INYECCIONES AL TERRENO CON RESINAS

1.- DEFINICIONES

01.- Se define como inyecciones al terreno con resinas los tratamientos del terreno con inyecciones de resinas de altos polímeros sintéticos, de baja viscosidad (Ver Artículo 26.00 de este Pliego).

02.- Será de aplicación lo establecido en el Artículo 33.20 de este Pliego.

2.- CLASIFICACIÓN Y APLICACIONES

2.1.- Clasificación

01.- Según el tipo de resina las inyecciones se clasifican en:

- Inyecciones de resinas en solución acuosa: incluyen las resinas fenólicas (fenol-cresol, resorcina-formaldehído), furánicas (urea-formaldehído o melamina formaldehído) y acrílicas.
- Inyecciones de resinas reactivas: incluyen las resinas epoxi y las de poliéster.
- Inyecciones de resinas expansivas: incluyen las resinas de poliuretano, empleadas en el taponamiento de grandes huecos.

2.2.- Aplicaciones

01.- La aplicación de las resinas en los tratamientos del terreno es la siguiente:

- Inyecciones de consolidación: permiten mejorar las condiciones mecánicas del terreno eliminando deformaciones irreversibles debidas a la falta de compacidad del mismo a causa de fisuras abiertas o zonas trituradas o milonitizadas.
- Inyección de impermeabilización: para disminuir la permeabilidad del terreno.

02.- Generalmente los tratamientos de consolidación con resinas son, a la vez, de impermeabilización. La finalidad principal del tratamiento determinará la naturaleza de la resina a emplear y la forma en que este deba ser realizado.

3.- ESTUDIO DE EJECUCIÓN DE LAS INYECCIONES

01.- Será de aplicación el Apartado 4 del Artículo 33.20 de este Pliego.

02.- El Contratista llevará a cabo el estudio de las mezclas de inyección para obtener las dosificaciones más adecuadas según la finalidad del tratamiento, impermeabilización o consolidación, en base a las características del medio a inyectar y las condiciones de la estructura que, en su caso, se apoye sobre el terreno.

03.- Las mezclas a base de monómeros acuosos (ver Apartado 4) deberán poseer las siguientes propiedades:

- Baja viscosidad, próxima a la del agua, que se mantenga invariable hasta el momento de su polimerización una vez inyectada.
- Estabilidad física y química suficiente para mantener su penetrabilidad en el terreno y alcanzar el límite de la zona a tratar según el radio de acción previsto para la inyección.

- Una vez completado el proceso de polimerización, el producto sólido o plástico obtenido no deberá ser soluble, erosionable ni degradable por las aguas subterráneas.

04.- Las mezclas a base de polímeros precondensados (ver Apartado 4) deberán poseer las siguientes propiedades:

- El tiempo de endurecimiento, o "potlife", no será inferior al necesario para realizar la inyección hasta alcanzar el radio de acción previsto, o viceversa.
- La viscosidad de la mezcla será, como máximo, quinientos centipoises (500 cP) a veinticuatro grados centígrados (24° C)

4.- MATERIALES

01.- El material básico de las mezclas de inyección es una resina, o sistema de resinas, que puede presentarse en las formas siguientes:

- A. Monómeros acuosos. Emulsiones finas de monómeros en agua o en otros solventes que, mediante reactivos adecuados, catalizadores, endurecedores, iniciadores, etc., polimerizan en un tiempo regulable. Las resinas más utilizadas de este grupo son las fenoplásticas y las aminoplásticas cuya resistencia final a compresión puede variar entre 0,1 y 10 MPa (1 a 102 kp/cm²), según la concentración. Su viscosidad es próxima a la del agua.
- B. Polímeros precondensados. Polímeros que, unidos a reactivos endurecedores, se reticulan una vez inyectados, dando lugar a productos termoestables de gran resistencia a compresión, del orden de 100 MPa (mil veinte kilopondios centímetro cuadrado) (1.020 kp/cm²), y resistencia a tracción entre el cuarenta (40) y ochenta por ciento (80%) de la de compresión. Generalmente a este tipo de resinas se le añaden productos que posibilitan su reticulación en presencia de agua. Las más utilizadas son las resinas reactivas epoxídicas y de poliésteres.

02.- Los productos de adición son cargas inertes que se incorporan al producto de inyección con el fin de abaratarlo y, en algunos casos, dar cuerpo a la mezcla inyectada en fisuras y huecos de grandes dimensiones. Los más usuales son las harinas de rocas. No es aconsejable que la adición de estos productos se haga en obra, sino que deben ser incorporados al producto de inyección por el fabricante o el formulador.

5.- EQUIPOS

01.- Será de aplicación lo establecido en el Apartado 6 del Artículo 33.20 de este Pliego.

02.- Las mezcladoras de los distintos componentes de las resinas dispondrán de un dispositivo de agitación y mezclado que no deje zonas muertas en el recipiente. El tiempo necesario para la composición y homogeneización del producto final estará en función, principalmente, del tipo de resina a emplear, bien mediante normas dictadas por ensayos previos o por las especificaciones que indique el fabricante.

03.- Las bombas de inyección serán de pistones, con dos cilindros como mínimo, pudiendo ser accionadas por motores eléctricos, hidráulicos o de aire comprimido, siempre que garanticen un régimen de bombeo regular y suave en pequeños caudales. Su caudal deberá ser regulado con precisión y de forma continua mediante accionamiento directo. El caudal mínimo será de cinco litros por minuto (5 l/min).

6.- MÉTODOS DE INYECCIÓN DE LOS TALADROS

01.- Será de aplicación lo establecido en el Apartado 7 del Artículo 33.20 de este Pliego.

02.- La Dirección podrá ordenar el cambio del método de inyección de los taladros siempre que los resultados que se vayan obteniendo en los trabajos de inyección así lo justifiquen.

7.- EJECUCIÓN

7.1. - Generalidades

01.- Será de aplicación lo establecido en el Apartado 8 del Artículo 33.20 de este Pliego.

7.2.- Preparación de resinas

01.- En la inyección de rocas se podrán utilizar todo tipo de resinas, tanto en forma de monómeros acuosos como de polímeros precondensados. La inyección de suelos se realizará únicamente con resinas en forma de monómeros acuosos.

02.- La mezcla de los diversos componentes se realizará en mezcladoras siguiendo las instrucciones del fabricante.

7.3.- Inyección de resinas en rocas

01.- El método a utilizar, salvo indicación en contra será el de fases descendentes; una vez terminada la inyección de un tramo, se dejará que polimerice la resina y se reperforará el taladro para proceder a la fase siguiente.

02.- Una vez comenzada la inyección, deberá continuarse sin interrupción hasta que se alcance la presión de cierre establecida.

03.- El obturador deberá colocarse a veinticinco centímetros (25 cm), como mínimo, por encima de la base del último tramo inyectado anteriormente.

7.4.- Inyecciones de gravas y suelos

01.- Si se utiliza el método de inyección con tubos-manguito, el Contratista comunicará a la Dirección el valor de la pérdida de presión en el sistema formado por el obturador doble y la válvula del manguito; dicha pérdida de presión se sumará a la presión de cierre establecida.

02.- Al iniciar la inyección a través de una válvula-manguito deberá tenerse en cuenta que la rotura de la "vaina" de arcilla-cemento con la que se ha sellado el taladro requiere, por lo general, una presión momentánea muy superior a la presión máxima admisible para la inyección; sin embargo, esta presión deberá alcanzarse con caudal nulo, siendo responsable el Contratista si, por no cumplirse esta última condición, se produjesen dislocaciones del terreno o cualquier otro desperfecto.

03.- La inyección de cada tramo deberá realizarse sin interrupción, salvo incidentes, hasta alcanzar la presión de cierre o el límite de volumen establecido.

04.- Si, utilizando el método de tubos manguito, durante la inyección de un taladro se observaran resurgencias de la mezcla por el contorno de la boca del taladro o por el interior del tubo manguito, se paralizará la inyección y se inyectará a través de otros manguitos del mismo tubo; si las resurgencias continuaran, se considerará anulado el taladro por mala ejecución de la vaina o defecto del tubo manguito. En este caso el Contratista estará obligado a realizar un nuevo taladro, a su costa.

05.- El Contratista deberá llevar un riguroso control de las profundidades a que coloca el obturador doble para inyectar por cada manguito de un taladro. La Dirección podrá ordenar la repetición, a cargo del Contratista, de aquel taladro en el que haya encontrado anomalías o errores debido a falta de control de la posición del obturador, si lo considerase necesario por dudar de la buena ejecución de la inyección.

7.5.- Condiciones de Seguridad y Salud

01.- La limpieza de todo el utillaje empleado debe organizarse con rigor para eliminar todo resto de resina antes de que endurezca. Muchos disolventes son inflamables o tóxicos por lo que deben extremarse las medidas de seguridad. Los trapos y otros materiales usados en la limpieza, así como los remanentes de disolvente empleados deben ser depositados en lugar seguro sin producir contaminación.

02.- Los componentes de las resinas sintéticas pueden originar irritaciones en la piel y emanar vapores tóxicos que, a veces, conllevan riesgos graves para las personas. Cuando la inyección se ejecute en espacios cerrados se tomarán las precauciones necesarias para asegurar una ventilación adecuada.

03.- Los fabricantes y los formuladores deberán proporcionar las instrucciones de Seguridad y Salud en los trabajos con resinas sintéticas.

04.- Todos los operarios que manipulen resinas deberán estar provistos de guantes o cremas barrera protectoras, traje apropiado y gafas. Jamás se usarán disolventes sobre la piel para quitarse la resina.

05.- En los espacios cerrados todo el aparellaje eléctrico deberá ser antideflagrante.

8.- CONTROL DE CALIDAD

8.1.- Control de las mezclas de inyección

01.- Será de aplicación lo dispuesto en los párrafos 01 al 04 del Apartado 9.2 del Artículo 33.20 de este Pliego.

02.- El Contratista efectuará regularmente la toma de muestras de la mezcla en la boca del taladro y verificará en laboratorio que se cumplen las especificaciones establecidas.

03.- En el CUADRO 33.23.1. se indican los controles que generalmente se deben realizar en las mezclas de inyección con resinas.

CUADRO 33.23.1

CONTROL DE LAS MEZCLAS DE INYECCIÓN CON RESINAS

Características	Número de ensayos	Condiciones de rechazo
Dosificación de la mezcla	Uno (1) por cada mezcla	Error superior al dos por ciento (2%) en volumen de la dosificación establecida
Tiempo de endurecimiento	Uno (1) por cada mezcla	Tiempo de endurecimiento superior o inferior en diez minutos (10 min) al establecido

04.- El Contratista deberá proteger contra las temperaturas extremas las tuberías, depósitos, etc., donde circule o se almacene la resina a inyectar. Las temperaturas a que deberá mantenerse la resina dependerán de su naturaleza y se seguirán las instrucciones del fabricante, en el caso de ser resinas comerciales. En

ningún caso se permitirá que las tuberías de conducción de la resina estén expuestas al sol o al hielo, debiendo protegerse adecuadamente en el caso de que tengan que estar a la intemperie.

05.- Se confeccionarán periódicamente con la frecuencia que ordene la Dirección, probetas con las mezclas de inyección que se dejarán endurecer en las condiciones adecuadas para cada tipo de mezcla.

8.2.- Control de la inyección

01.- Será de aplicación lo establecido en los párrafos 01, 05 y 06 del Apartado 9.2 del Artículo 33.20 de este Pliego.

02.- El Contratista estará obligado a realizar el control de producción de todas las operaciones de perforación e inyección de los taladros para poder garantizar que, en todo momento, se cumplen las prescripciones exigidas.

03.- El Contratista confeccionará un parte diario en el que se distinguirán las circunstancias de las operaciones de inyección por cada taladro y tramo inyectado. En los partes figurarán, al menos, los siguientes datos:

- El número de identificación del taladro
- El número del tramo inyectado
- La fecha y hora del principio y final de la operación
- La posición del obturador o el número del manguito inyectado
- Los resultados del ensayo de agua previo a la inyección, en su caso
- La dosificación de la mezcla, la presión de inyección, el caudal de inyección y la hora en la que alguno de estos parámetros haya variado, así como las cantidades de lechada inyectada entre dos variaciones de uno de estos parámetros
- El registro gráfico de las presiones de inyección, si se instalasen manómetros de este tipo, con la indicación del número del taladro del tramo inyectado, de la fecha y de la hora
- La absorción total de lechada del tramo
- Las observaciones e incidentes durante el curso de la inyección.

8.3.- Control de recepción

01.- Será de aplicación lo establecido en el Apartado 9.3. del Artículo 33.20 de este Pliego.

02.- En el Estudio de Ejecución, se especificarán los métodos de control de los tratamientos de inyección ejecutados a fin de determinar si el tratamiento ha sido suficiente o si, por el contrario, debe ser intensificado mediante una nueva fase de inyecciones, en malla o secciones en abanico, de taladros intercalados a los inyectados en la fase anterior.

03.- En todo caso, como método de control se realizarán pruebas de permeabilidad en los taladros que se inyectan y en otros intercalados que la Dirección ordenase perforar.

04.- En macizos rocosos las pruebas de permeabilidad se realizarán mediante ensayos de tipo Lugeon según la normativa usual y a distintas presiones escalonadas. En gravas y suelos las pruebas se realizarán mediante ensayos de tipo Lefranc.

05.- Los ensayos Lugeon se realizarán con agua limpia y clara y por tramos de taladro de tres (3) a cinco metros (5 m) de longitud. Estos tramos se confinarán con obturador simple colocado en la zona superior del tramo, cuando los ensayos se realicen siguiendo la progresión de la perforación, o con obturador doble que cierre, en sus dos extremos, el tramo del taladro a ensayar. Los obturadores simples serán de paso directo, sin pérdidas de carga ni estrechamientos; los obturadores dobles serán sometidos a la aprobación de la

Dirección, quien podrá exigir que se determinen prácticamente las pérdidas de carga que producen con objeto de no falsear los resultados del ensayo.

06.- Los ensayos tipo Lefranc se realizarán por descenso y por elevación del nivel del agua dentro del taladro, midiendo el tiempo de la variación de nivel.

07.- Cuando lo ordene la Dirección se realizarán reconocimientos mediante sondeos, calicatas, pozos o galerías para observar directamente el resultado de las inyecciones.

9.- INFORMES

01.- Será de aplicación lo establecido en el Apartado 10 del Artículo 33.20 de este Pliego.

10.- MEDICIÓN Y ABONO

01.- Será de aplicación lo establecido en el Apartado 11 del Artículo 33.20 de este Pliego.

ARTÍCULO 33.24.- INYECCIONES EN TERRENOS CAVERNOSOS

1.- DEFINICIONES

01.- Se define como inyecciones en terrenos cavernosos el conjunto de operaciones necesarias para rellenar los grandes huecos no accesibles del terreno, mediante la introducción a través de taladros, de un producto fluido a presión que posteriormente solidifica. Estos tratamientos son frecuentes en terrenos cársticos y volcánicos.

02.- Será de aplicación lo establecido en el Artículo 33.20 de este Pliego.

2.- APLICACIONES

01.- Las aplicaciones de las inyecciones en terrenos cavernosos son las siguientes:

- Inyecciones de consolidación, para mejorar las características mecánicas y resistentes del medio rocoso y disminuir su deformabilidad.
- Inyecciones de impermeabilización, para reducir la permeabilidad del medio rocoso.

02.- Generalmente el efecto de la inyección suele ser al mismo tiempo de consolidación e impermeabilización; no obstante, la finalidad primordial del tratamiento determinará la forma en que deba ser realizado.

3.- ESTUDIO DE EJECUCIÓN DE LAS INYECCIONES

01.- Será de aplicación lo establecido en el Apartado 4 del Artículo 33.20 y del Apartado 3 del Artículo 33.21 de este Pliego.

02.- Generalmente, el tratamiento de los terrenos cavernosos constará de las siguientes fases:

- Confinamiento de la zona a tratar, mediante inyecciones de taponamiento de los conductos naturales del terreno y cavernas situados en el entorno de la zona delimitada en los planos.
- Localización de cavernas y accidentes de la roca, en el interior de la zona antes delimitada, así como las corrientes de agua a presión. Esto se realizará mediante una serie de taladros situados en filas o grupos, o mediante galerías si fuera económicamente ventajoso. Los taladros de reconocimiento se utilizarán posteriormente para la inyección.
- Tratamiento de los rellenos de cavernas. Se estudiará en cada caso la conveniencia de vaciar de detritus, materiales deleznable, arcilla, acarreo, etc., o de comprimirlos mediante un tratamiento de inyecciones de cemento a presión.
- Inyección principal. Seguidamente se realizará la inyección de los grandes huecos, conductos y cavernas a través de taladros dispuestos adecuadamente, en una o varias filas o en grupos, según los accidentes encontrados. La mezcla de inyección podrá ser a base de cemento, arcilla, arena u otros materiales análogos.
- Inyección complementaria. Una vez rellenadas las cavernas más importantes se ejecutará el tratamiento ordinario en macizos rocosos no cavernosos. Se tendrá la precaución de analizar cualquier anomalía que se presente durante la perforación, o en la inyección, que pueda ser indicio de haber detectado nuevos huecos que deberán ser tratados individualmente.

4.- MATERIALES

01.- Será de aplicación lo establecido en el Apartado 5 del Artículo 33.20 y en el Apartado 4 del Artículo 33.21 de este Pliego.

02.- El Contratista podrá proponer a la Dirección el empleo de productos taponantes, aunque sean de naturaleza orgánica o perecedera, cuando lo requieran las condiciones hidrogeológicas tales como corrientes de agua con presión, conductos intercomunicados, etc. Estos productos se emplearán en todo caso, como medios provisionales para cortar las corrientes de agua y su empleo no excluye la necesidad de efectuar las inyecciones para el relleno definitivo.

5.- EQUIPOS

01.- Será de aplicación lo establecido en el Apartado 6 del Artículos 33.20 y en el Apartado 5 del Artículo 33.21 de este Pliego.

6.- MÉTODOS DE INYECCIÓN DE LOS TALADROS

01.- Será de aplicación lo establecido en el Apartado 7 del Artículo 33.20 de este Pliego.

02.- Se recomienda tener en cuenta que las cavernas suelen estar rellenas total o parcialmente de materiales blandos, por lo que pueden producirse desprendimientos durante la perforación o la inyección que dificulten ambas operaciones.

7.- EJECUCIÓN

01.- Será de aplicación lo establecido en el Apartado 8 del Artículo 33.20 de este Pliego.

02.- En el Estudio de Ejecución, que el Contratista debe someter a la aprobación de la Dirección, además de las inyecciones ordinarias se tratará específicamente la ejecución por procedimientos atípicos para taponar conductos y rellenar las cavernas previamente localizadas. Se preverán, además, los medios y métodos que podrían utilizarse en el caso de encontrar nuevas cavernas o huecos en el transcurso de los trabajos.

8.- CONTROL DE CALIDAD

01.- Será de aplicación lo establecido en el Apartado 9 del Artículo 33.20 de este Pliego.

9.- INFORMES

01.- Será de aplicación lo establecido en el Apartado 10 del Artículo 33.20 de este Pliego.

10.- MEDICIÓN Y ABONO

01.- Será de aplicación lo establecido en el Apartado 11 del Artículo 33.20 de este Pliego.

ARTÍCULO 33.25.- COLUMNAS DE GRAVA

1.- DEFINICIONES

01.- Columnas de grava. Técnica para crear en los suelos blandos columnas de materiales más resistentes. Tiene como aplicación reducir los asentamientos, mejora de la resistencia. Se pueden formar por vibroflotación o hincando tubos metálicos.

02.- Las aplicaciones de las columnas de grava son:

- Aumentar la resistencia al corte del terreno.
- Reducir la compresibilidad del terreno.
- Refuerzo en taludes potencialmente inestables.
- Mejorar la permeabilidad y acelerar la consolidación en suelos finos saturados.

03.- Las columnas de grava pueden realizarse mediante dos procedimientos:

- Ejecución de la perforación con un vibrador cilíndrico provisto de aletas y vertido de grava desde la superficie, ayudando a su penetración con el propio vibrador.
- Utilización de un vibrador por cuyo eje se adiciona grava una vez alcanzada la profundidad requerida, al mismo tiempo que se extrae el vibrador.
- Mediante la hincada de una tubería de extremo cerrado (o con tapón de grava) y retirada de la misma al mismo tiempo que se vierte la grava en su interior y se compacta con un pisón cilíndrico forzando su penetración contra el terreno blando.

04.- Puede disponerse una capa superficial de grava a modo de encepado.

05.- La profundidad eficaz del tratamiento puede alcanzar hasta veinte metros (20 m).

2.- REFERENCIA NORMATIVA

2.1.- Pliegos e instrucciones de aplicación obligatoria

01.- Código Técnico de la Edificación.

02.- Guía de Cimentaciones en Obras de Carretera.

2.2.- Normas UNE de referencia

01.- UNE-EN 1997-1. Eurocódigo 7: Proyecto geotécnico. Todas las partes.

02.- UNE-EN 14731. Ejecución de trabajos geotécnicos especiales. Tratamiento del terreno mediante vibración en profundidad.

3.- MATERIALES

01.- En el Proyecto se definirá la granulometría que se exige a la grava, en función del método empleado en la ejecución y de los requisitos exigidos al tratamiento.

02.- Preferentemente se empleará grava de machaqueo, exenta de finos y con un tamaño entre veinticinco (25 mm) y sesenta milímetros (60 mm).

03.- En el caso de emplear gravas rodadas naturales deberá tenerse en cuenta en el dimensionamiento el menor rozamiento interno del material.

04.- En el Proyecto se definirá las características de la grava empleada en la capa superficial. Preferentemente se empleará una grava con un tamaño máximo de 10 cm con un porcentaje de finos inferior al 5%.

4.- CONDICIONES GENERALES

01.- En el Proyecto se tendrá en cuenta lo establecido en las Normas UNE-EN 14731, UNE-EN 1990 y UNE-EN 1997.

02.- Se deben tener en consideración la afección a las estructuras cercanas. En casos singulares, el Proyecto o la Dirección puede requerir al Contratista la realización de un Estudio de las Afecciones, similar al recogido en el Artículo 41.18 del presente Pliego.

03.- En el Proyecto se establecerán los objetivos del tratamiento. Los posibles parámetros en función de los que fijar dichos objetivos son:

- Asientos de la obra durante y después de la construcción.
- Seguridad frente a los distintos estados límite.

5.- EJECUCIÓN

01.- Las columnas de grava se dispondrán con la separación y profundidad indicada en el Proyecto.

02.- Se dispondrán referencias exteriores que permitan el correcto replanteo de las columnas de grava.

03.- La ejecución de las columnas se realizarán siguiendo el procedimiento indicado en el Proyecto, siguiendo las indicaciones de la Dirección de Obra. Para la determinación de este procedimiento se basará en lo dispuesto en la Norma UNE-EN 14731 y en la Guía de Cimentaciones en Obras de Carreteras.

04.- Una vez terminada la instalación de las columnas se procederá al extendido de la capa granular filtrante, con el espesor fijado en el Proyecto.

05.- Deberá redactarse un informe que contenga al menos una memoria que describa sucintamente los trabajos realizados, una serie de anejos que detallen los distintos aspectos particulares de interés, y en su caso una definición completa del tratamiento en planos. Entre los principales aspectos a contemplar se encuentran:

- Descripción del terreno original.
- Descripción del tratamiento proyectado.
- Resultados de los controles de ejecución.
- Verificación de los objetivos y aceptación del tratamiento.
- Control y seguimiento posterior.
- Condicionantes en su caso, y recomendaciones para la explotación.

6.- CONTROL DE CALIDAD

01.- El Proyecto o, en su defecto, la Dirección de Obra, establecerá un Programa de Control de las columnas de grava.

02.- En dicho Programa de Control se deberá controlar, al menos:

- Longitud y diámetro de cada columna.
- Características de la grava.
- Consumo de grava por cada columna.

03.- En el Programa de Control se establecerán los valores numéricos de los límites de aceptación de los parámetros a medir.

04.- Antes de dar por concluido el tratamiento, deben existir datos suficientes para avalar que los objetivos establecidos en el Proyecto se han alcanzado.

05.- En el Proyecto se podrá establecer y presupuestar un programa de auscultación durante las siguientes fases constructivas para comprobar si las columnas de grava han cumplido los objetivos.

7.- MEDICIÓN Y ABONO

01.- Las columnas de grava se medirán por metros lineales (m) realmente ejecutados en obra.

Los precios incluirán todos los materiales y operaciones necesarias para la ejecución del tratamiento.

02.- El encepado de grava se medirá por metros cúbicos (m³) realmente ejecutados en obra con el espesor fijado en planos.

Los precios incluirán todos los materiales, su extensión y compactación con la rasante marcada en los Planos.

ARTÍCULO 33.26.- PRECARGA DEL TERRENO

1.- DEFINICIONES

01.- La precarga es la técnica para consolidar un terreno mediante la carga y descarga del mismo, de forma que, cuando se apliquen las cargas definitivas, las deformaciones sean mucho menores.

02.- Las operaciones que incluye la precarga son_

- Extendido de material en el espesor que figure establecido en el Proyecto o determine la Dirección de Obra.
- Mantenimiento de la precarga durante el tiempo que determine la Dirección de Obra.
- Retirada del material y transporte hasta su punto de empleo o vertedero.

03.- Los objetivos de la precarga pueden ser:

- Mejorar la resistencia del terreno
- Reducir la deformación del terreno

04.- La profundidad eficaz del tratamiento puede alcanzar hasta varias decenas de metros.

05.- La precarga es una técnica que puede aplicar tanto en terrenos granulares como cohesivos.

2.- REFERENCIA NORMATIVA

2.1.- Pliegos e instrucciones de aplicación obligatoria

01.- Código Técnico de la Edificación.

02.- Guía de Cimentaciones en Obras de Carretera.

2.2.- Normas UNE de referencia

01.- UNE-EN 1997-1. Eurocódigo 7: Proyecto geotécnico. Todas las partes.

3.- MATERIALES

01.- Salvo autorización expresa de la Dirección de Obra, el material empleado en la precarga cumplirá, como mínimo, las condiciones establecidas para el material utilizable en el núcleo de terraplén. No se podrá, por tanto, emplear tierra vegetal o materiales inadecuados.

02.- Se utilizará preferentemente material procedente de la excavación de la propia obra o de una cercana.

03.- El material empleado en la precarga no requiere condiciones especiales de compactación. No obstante, para evitar erosiones, inestabilidades en los bordes, etc., la Dirección de Obra podrá limitar el espesor máximo de tongada a cincuenta centímetros (50 cm) y prescribir una pasada doble con rodillo liso.

04.- La altura de la precarga será la definida en el Proyecto o aquella que determine la Dirección de Obra.

4.- CONDICIONES GENERALES

01.- En el Proyecto se debe incluir, al menos:

- Geometría y valor de la precarga.
- Estabilidad de la propia precarga.
- Evolución de asientos y de presiones intersticiales (en su caso).
- Definición del grado de consolidación a alcanzar.
- Fases temporales de colocación y retirada de las precargas.
- Fases constructivas posteriores, asientos esperados durante la construcción de la obra y evaluación de la seguridad en cada fase de su construcción.
- Comportamiento de la obra a largo plazo. Seguridad frente a la rotura y estimación de movimientos postconstructivos (debe prestarse especial atención a los fenómenos de fluencia o consolidación secundaria).
- Especificaciones de ejecución en un Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares.
- Sistema de inspección, control y aceptación del tratamiento.

02.- En el Proyecto se establecerán los objetivos del tratamiento. Los posibles parámetros en función de los que fijar dichos objetivos son:

- Asientos durante la construcción de la obra.
- Asientos postconstructivos.
- Seguridad frente a los distintos estados límite.

03.- En suelos blandos saturados puede ser necesaria la ejecución de mechas drenantes para acelerar el proceso de compactación.

5.- EJECUCIÓN

5.1.- Actuaciones previas

01.- Una vez alcanzada la cota de coronación del terraplén, tras la comprobación de que la explanada correspondiente cumple los requisitos exigidos en el Artículo 32.31 de este Pliego, se procederá a iniciar la precarga.

02.- La Dirección de Obra podrá autorizar que la teórica coronación de terraplén se deje a una altura mayor que la deducida de los planos, para compensar los futuros asientos durante el proceso de consolidación. Esta altura adicional no podrá sobrepasar los cuatro centímetros (4 cm) por cada metro de altura de terraplén. Esta altura adicional también se ejecutará con material de coronación de terraplén con menos de cuarenta por ciento (40%) de finos.

5.2.- Extendido de la precarga

01.- El material que vaya a constituir la sobrecarga se extenderá en tongadas de espesor inferior a un metro. La Dirección de Obra podrá limitar el espesor de tongada y exigir una mínima compactación del material.

02.- En cada zona se procederá a colocar de modo continuado el material de la precarga hasta alcanzar la altura prescrita. Cualquier interrupción o plazo de espera, con una altura incompleta de la precarga, requerirá autorización expresa de la Dirección de Obra.

03.- Durante todo el proceso de precarga se efectuarán periódicas lecturas de los elementos de auscultación, con una periodicidad de dos lecturas/semana durante la colocación del relleno.

04.- La coronación de la precarga tendrá una pendiente transversal mínima del dos por ciento (2%), para evitar encharcamientos e infiltraciones. Se adoptarán las medidas necesarias para evitar erosiones en caso de lluvia (cordón de tierras en los bordes, protección en zonas de bajada de agua, etc.), procediendo a la inmediata reparación de las cárcavas y erosiones que puedan producirse.

5.3.- Retirada de la precarga

01.- Una vez terminado el extendido de la precarga, se efectuará una lectura/semana de los elementos de auscultación.

02.- Una vez que la Dirección de Obra considere que el grado de consolidación alcanzado es el adecuado, podrá procederse a la retirada del material. No podrá eliminarse ningún volumen de material sin que previamente haya sido autorizado expresamente por la Dirección de Obra.

03.- Si el Contratista retirase material sin autorización previa, deberá reponerlo inmediatamente hasta alcanzar la altura previamente existente, siendo a su cargo los costes que pueda originar esta operación.

04.- Al retirar la precarga, se adoptarán las precauciones necesarias para evitar dañar al terraplén. Al llegar a la altura de la coronación prevista, se procederá a escarificar un mínimo de veinte centímetros (20 cm) recompactándose a continuación hasta alcanzar la densidad establecida.

05.- Este espesor recompactado habrá de revisarse en función de la altura adicional dada al relleno antes de la precarga y la magnitud del asiento registrado.

06.- La Dirección de Obra podrá exigir la colocación de las siguientes capas o la construcción de ciertos elementos inmediatamente retirada la precarga, de forma que actúe el mayor peso sobre el terreno durante el máximo tiempo posible.

07.- El material empleado en la precarga, una vez eliminada esta, será preferentemente reutilizado, a ser posible dentro de la misma obra o en otra cercana. En caso de no ser posible, será transportado a vertedero cumpliendo lo referente a gestión de residuos del Artículo 32.00 de este Pliego.

08.- Deberá redactarse un informe que contenga, al menos, una memoria que describa sucintamente los trabajos realizados, una serie de anejos que detallen los distintos aspectos particulares de interés, y en su caso una definición completa del tratamiento en planos. Entre los principales aspectos a contemplar se encuentran:

- Descripción del terreno original.
- Descripción del tratamiento proyectado.
- Resultados de los controles de ejecución.
- Verificación de los objetivos y aceptación del tratamiento.
- Control y seguimiento posterior.
- Condicionantes en su caso, y recomendaciones para la explotación.

6.- CONTROL DE CALIDAD

01.- El Proyecto o, en su defecto, la Dirección de Obra, establecerá un Programa de Control de la precarga.

02.- En dicho Programa de Control se deberá controlar, al menos:

- Extensión en planta y altura de la precarga.
- Densidad aparente de los materiales de precarga.

- Fechas de colocación y retirada de las precargas.
- Asientos de la superficie del terreno (placas de asiento).
- Presiones intersticiales en el terreno.
- Posibles agrietamientos u otros síntomas de inestabilidad en la superficie externa de las precargas.

03.- En el Programa de Control se establecerán los valores numéricos de los límites de aceptación de los parámetros a medir.

04.- Antes de dar por concluido el tratamiento, deben existir datos suficientes para avalar que los objetivos establecidos en el Proyecto se han alcanzado.

05.- En el Proyecto se podrá establecer y presupuestar un programa de auscultación durante las siguientes fases constructivas para comprobar si la precarga ha cumplido los objetivos.

7.- MEDICIÓN Y ABONO

01.- La precarga se medirá y abonará por metros cúbico (m^3) realmente ejecutados en obra, medidos sobre planos.

02.- El precio incluirá el extendido y compactación del material, mantenimiento de la precarga y retirada del material, transporte a su lugar de empleo o vertedero y cualquier otra operación necesaria para la correcta ejecución de la precarga.

ARTÍCULO 33.27.- COMPACTACIÓN DINÁMICA

1.- DEFINICIONES

01.- La compactación dinámica es la técnica para consolidar un terreno mediante sucesivas caídas de pesas en puntos de una malla preestablecida, mediante varias pasadas. El tratamiento se completa con una regularización superficial, normalmente una compactación convencional, con rodillos lisos vibrantes.

02.- Se definen los siguientes términos:

- Energía por golpe: producto del peso de la maza por la altura de caída, en t x m.
- Energía específica: energía total aplicada por unidad de superficie (suma de las energías de cada golpe dividida por el área tratada), en t x m / m².
- Malla que definen los puntos en los que se aplican los golpes.
- Fase de tratamiento: corresponde al número de golpes que se aplican consecutivamente en cada uno de los puntos de una determinada malla.
- Cráter: huella en el punto tras el golpe de la maza.

03.- Los objetivos de la precarga pueden ser:

- Mejorar la resistencia del terreno
- Reducir la deformación del terreno

04.- La precarga es una técnica que puede aplicar tanto en cualquier tipo de terreno

2.- REFERENCIA NORMATIVA

2.1.- Pliegos e instrucciones de aplicación obligatoria

01.- Código Técnico de la Edificación.

02.- Guía de Cimentaciones en Obras de Carretera.

2.2.- Normas UNE de referencia

01.- UNE-EN 1997-1. Eurocódigo 7: Proyecto geotécnico. Todas las partes

3.- EQUIPO

01.- Para realizar el tratamiento se empleará una maza de peso igual al establecido en el Proyecto.

En su defecto, se empleará una maza de peso igual o superior a catorce toneladas (14 t).

02.- El Contratista someterá a la aprobación de la Dirección de Obra las grúas que ha previsto utilizar para el tratamiento, las cuales deberán permitir alcanzar una energía mínima por golpe de doscientas toneladas por metro (200 t/m).

4.- CONDICIONES GENERALES

01.- En el Proyecto se debe incluir, al menos:

- Grado de mejora que se piensa obtener, y profundidad de suelo afectada por el tratamiento.
- Geometría de la malla de puntos de tratamiento, número de golpes de maza en cada punto, y número de pasadas.
- Pesa de compactación y altura de caída.
- Tratamiento posterior de allanado y/o compactación de la superficie obtenida.
- Procedimiento de inspección y control.

02.- En el Proyecto se establecerán los objetivos del tratamiento. Los posibles parámetros en función de los que fijar dichos objetivos son:

- Asiento medio de la superficie original.
- Valores de la resistencia a la penetración después del tratamiento (índice N del ensayo SPT, piezocono, etc.).
- Deformabilidad medida con presiómetro. Deformabilidad dinámica (velocidad sísmica medida en sondeos).
- Seguridad frente a los distintos estados límite.

03.- Para definir el proceso de compactación dinámica se tendrá en cuenta lo definido al respecto en la Guía de Cimentaciones en Obras de Carretera.

5.- EJECUCIÓN

01.- Previamente al comienzo de los trabajos, a fin de delimitar la zona a tratar, se procederá a completar la investigación del terreno mediante penetrómetros dinámicos complementarios cuyo número y posición serán fijados por la Dirección de Obra.

02.- Una vez definida la zona que debe ser objeto de tratamiento, la Dirección de Obra designará el área en el que debe ejecutarse la prueba previa para ajustar los parámetros del tratamiento. Esta prueba se efectuará siguiendo el mismo procedimiento previsto para el tratamiento en general.

03.- Antes de proceder a la compactación, se deberá eliminar la tierra vegetal y tierra de labor y compactar con rodillo el fondo del cajado. La tierra vegetal será tratada de acuerdo con lo establecido en los Artículos 32.00 y 32.11.

04.- Se deberá colocar una capa de material, procedente de traza o préstamos, con menos de cuarenta por ciento (40%) de finos, compactada al noventa y cinco por ciento (95%) Proctor Normal. Se colocará en tres (3) tongadas, con un espesor total mínimo de noventa centímetros (90 cm)

05.- Antes de iniciar los golpes en cada una de las fases, se materializará en la superficie del terreno la malla de puntos en los que deberá caer la maza. El trabajo no dará comienzo hasta que la malla haya sido comprobada y aceptada por la Dirección de Obra.

06.- La compactación se realizará siguiendo el procedimiento que determine la Dirección de Obra, en función de lo que recoja el Proyecto y de los resultados de la prueba previa.

07.- El tratamiento se realizará mediante sucesivas fases de golpeo en los puntos de las mallas previamente establecidas, hasta alcanzar el total de energía específica requerida.

08.- Deberá redactarse un informe que contenga, al menos, una memoria que describa sucintamente los trabajos realizados, una serie de anejos que detallen los distintos aspectos particulares de interés, y en su caso una definición completa del tratamiento en planos. Entre los principales aspectos a contemplar se encuentran:

- Descripción del terreno original.
- Descripción del tratamiento proyectado.
- Resultados de los controles de ejecución.
- Verificación de los objetivos y aceptación del tratamiento.
- Control y seguimiento posterior.
- Condicionantes en su caso, y recomendaciones para la explotación.

6.- CONTROL DE CALIDAD

01.- El Proyecto o, en su defecto, la Dirección de Obra, establecerá un Programa de Control de la compactación dinámica.

02.- En dicho Programa de Control se deberá controlar, al menos:

- Alturas de caída, número de impactos por punto y número de pasadas.
- Profundidad de las huellas.
- Asientos superficiales (hitos de nivelación).
- Presiones intersticiales (en algunas aplicaciones).
- Características de los posibles materiales de aportación.
- Vibraciones inducidas en construcciones próximas.

03.- En el Programa de Control se establecerán los valores numéricos de los límites de aceptación de los parámetros a medir.

04.- Antes de dar por concluido el tratamiento, deben existir datos suficientes para avalar que los objetivos establecidos en el Proyecto se han alcanzado.

05.- En el Proyecto se podrá establecer y presupuestar un programa de auscultación durante las siguientes fases constructivas para comprobar si la compactación dinámica ha cumplido los objetivos.

7.- MEDICIÓN Y ABONO

01.- A precarga se medirá y abonará por metros cuadrados (m²) de la superficie delimitada por la Dirección de Obra como superficie a tratar.

02.- El precio incluirá todos los materiales y operaciones necesarias para la ejecución del tratamiento, así como la realización completa del mismo en las condiciones indicadas, incluso la regularización y compactación con rodillo tras cada fase de golpeo, así como las mediciones y comprobaciones mediante penetrómetros dinámicos durante la ejecución del tratamiento y de la prueba previa, y cualquier otra operación necesaria para la correcta ejecución de la compactación dinámica.

CAPÍTULO 34.- CIMENTACIONES INDIRECTAS Y PANTALLAS

Sección 1.^a

PILOTAJES

ARTÍCULO 34.11.- PILOTES DE HORMIGÓN IN SITU

1.- DEFINICIONES

01.- Se define como pilote de hormigón armado moldeado in situ el elemento resistente construido con hormigón en el interior del terreno de forma cilíndrica, cuya longitud es superior a ocho (8) veces su menor dimensión y que transmite al terreno circundante las cargas de la estructura que soporta.

02.- Se define como diámetro del pilote construido in situ al diámetro interior de la entubación, ya sea perdida o recuperable. El posible ensanchamiento del fuste del pilote, por apisonado o compresión del hormigonado, no se tendrá en cuenta para admitir un aumento de carga admisible

03.- Los pilotes se emplean en la cimentación indirecta de estructuras de todo tipo para transmitir las cargas a una determinada profundidad del terreno, cuando este no ofrece superficialmente la capacidad portante requerida.

2.- NORMATIVA TÉCNICA

2.1.- Normativa obligatoria

01.- El Código Estructural aprobado por el Real Decreto 470/2021, de 29 de junio, o marco reglamentario que lo sustituya.

02.- 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.- El Código Técnico de la Edificación.

2.2.- Guías de aplicación obligatoria

01.- La Guía de Cimentaciones en Obras de Carretera.

2.3.- Normas UNE de referencia

01.- UNE-EN 1536. Ejecución de trabajos geotécnicos especiales. Pilotes perforados.

02.- UNE-EN 12699. Ejecución de trabajos geotécnicos especiales. Pilotes de desplazamiento.

3.- CLASIFICACIÓN

01.- Según el CTE (DB-SE-C), los pilotes de hormigón se podrán clasificar:

1. Por su forma de trabajo
 - Pilotes por fuste
 - Pilotes por punta

2. Por el tipo de pilote
 - Por el tipo del material del pilote
 - Por la forma de la sección transversal
 - Por el procedimiento constructivo
 - Pilotes prefabricados hincados
 - Pilotes hormigonados “in situ”
3. Por la configuración geométrica de la cimentación.

02.- Los pilotes de hormigón in situ se clasifican, de acuerdo con el CTE, en los siguientes grupos:

- Pilotes de desplazamiento con azuche
- Pilotes de desplazamiento con tapón de gravas
- Pilotes de extracción con entubación recuperable
- Pilotes de extracción con camisa perdida
- Pilotes de extracción sin entubación con lodos tixotrópicos
- Pilotes barrenados sin entubación
- Pilotes barrenados hormigonados por el tubo central de la barrena
- Pilotes de desplazamiento por rotación

03.- Según la Norma UNE-EN 12699 los pilotes de desplazamiento realizados in situ se clasifican en los siguientes grupos:

- Con entubación temporal
- Con entubación permanente:
 - Entubación de hormigón
 - Entubación de acero

4.- ESTUDIO DE EJECUCIÓN Y PROGRAMA DE TRABAJOS

4.1.- Estudio de ejecución

01.- Antes de iniciar la ejecución de los pilotes, y con una antelación mínima de treinta (30) días, el Contratista presentará a la Dirección, para su aprobación, un Estudio de Ejecución de los pilotes, según las directrices marcadas por esta última.

02.- El Estudio de Ejecución se apoyará en la información geológica y geotécnica disponible en el Proyecto, así como en los datos obtenidos en posteriores reconocimientos realizados mediante sondeos, teniendo en cuenta que las profundidades se contarán a partir de la punta del pilote y que el área de cimentación deberá entenderse como la superficie sobre la que se distribuyen las cargas a la profundidad de dicha punta.

03.- El Estudio de Ejecución de los pilotes constará, al menos, de los siguientes puntos:

- Información del terreno
- Restricciones legales y administrativas
- El tipo de pilotaje
- Equipo y plan de trabajo que tenga previsto aplicar
- Planos de la estructura a cimentar y solicitudes sobre los pilotes
- Pruebas y ensayos in situ
- Perforación de pilotes
- Hormigonado de los pilotes

04.- Información del terreno. Con el detalle y la diversidad de datos adecuados a la importancia y circunstancias de la obra, se recopilará y complementará la información geológica y geotécnica del terreno, si no fuera suficiente, mediante sondeos de reconocimiento teniendo en cuenta lo indicado en el anterior párrafo 02, para determinar la capacidad portante del terreno a distintas profundidades.

05.- Restricciones legales y administrativas. Se incluirán los condicionantes legales y administrativos, como pueden ser las restricciones ambientales (incluyendo ruido, vibraciones y polución) o culturales (presencia de restos arqueológicos).

06.- Planos de la estructura y solicitaciones sobre los pilotes. El Estudio de Ejecución incluirá planos de la estructura a cimentar o a recalzar, con los detalles necesarios para definir la posición adecuada de los mismos, que se dibujarán en planta y en perfiles transversales, en los que figurarán las longitudes, diámetros, inclinaciones de los pilotes y todos los detalles que deban tenerse en cuenta además de las solicitaciones, fuerzas de compresión, de tracción, si las hubiera, y momentos flectores, esfuerzos cortantes, etc. También figurarán las designaciones o claves de identificación de los pilotes.

07.- Pruebas y ensayos in situ de los pilotes. En el Estudio de Ejecución se indicarán las pruebas y ensayos in situ que se considere necesario realizar, así como el fin que se persiga con los mismos. Como más importantes se indican los siguientes:

- Confirmación o modificación, en su caso, de las longitudes y diámetros de los pilotes.
- Pruebas de carga de los pilotes con el fin de comprobar su capacidad portante y, por lo tanto, sus características geométricas y la resistencia del hormigón.
- Comprobación de la continuidad del hormigonado mediante sondeo sínico.

08.- Perforación de los pilotes. En el Estudio de Ejecución se indicará el método de perforación, el diámetro y la profundidad de los pilotes; dicho método dependerá de la naturaleza del terreno y del tipo de pilote in situ elegido.

09.- Hormigonado de los pilotes. En el Estudio de Ejecución se indicarán las características del hormigón a emplear, así como la cuantía y la forma de colocación de la armadura, que dependerá del tipo de pilote elegido, y la forma de realizar la fabricación y la puesta en obra del hormigón; su transporte, vertido y compactación.

10.- Se tendrá especial atención con el cumplimiento de las normas relativas a la Seguridad y Salud en el trabajo, de acuerdo con lo previsto en la Ley 31/1995 y el Real Decreto 1627/1997 o normativa que le sustituya.

4.2.- Programa de trabajos

01.- Será de aplicación lo dispuesto en el Artículo 14.21, Programa de trabajos, de este Pliego.

02.- En base a la clase de obra para la que se ejecutan los pilotes, a la información actualizada del terreno y la importancia de las acciones a soportar, al tipo de pilotes elegido, a lo establecido en este Pliego y en el PCTP, el Contratista elaborará un Programa de trabajos.

03.- El Programa de trabajos deberá incluir, entre otros, los siguientes conceptos:

- Esquema del pilotaje, de acuerdo con lo establecido en el párrafo 06 del anterior Apartado 4.1. Cronograma de trabajos que, con el detalle suficiente, establezca la duración e interrelación de las distintas actividades previstas en el Estudio de Ejecución.

04.- El Programa de Trabajos se someterá a la aprobación de la Dirección.

5.- MATERIALES

5.1.- Hormigón

01.- Será de aplicación lo establecido en el Artículo 20.51, Hormigones, de este Pliego.

02.- Los hormigones para los pilotes de hormigón in situ cumplirán las siguientes condiciones:

- Tener una docilidad suficiente para garantizar una continuidad absoluta en su ejecución, aun extrayendo la entubación. En el Proyecto se definirá la consistencia requerida atendiendo las características particulares de la obra, en base a los criterios del cuadro siguiente:

Cono de Abrams mm	Condición de puesta en obra
100 - 150	- Con carácter general
160 - 200	- Cuando el hormigón se coloque en condiciones de inmersión mediante tubo Tremie o bombeo.

- No ser atacables por el terreno circundante.
- La relación agua/cemento debe ser superior a 0,6 y diámetro máximo del árido de 25 mm, si es rodado, y de 20 mm si procede de machaqueo.
- El hormigón tendrá la resistencia característica indicada en el Proyecto. La resistencia característica mínima del hormigón será de veinte megapascales (20 MPa).
- Las condiciones expuestas son difíciles de conseguir con menos de 400 kilogramos de cemento por metro cúbico de hormigón, pero si se consigue, la Dirección de la Obra podrá admitir dosificaciones hasta trescientos cincuenta kilogramos de cemento por metro cúbico (350 kg/m³) de hormigón.
- En el caso de hormigonado bajo el agua, la mezcla deberá contener no menos de cuatrocientos kilogramos de cemento por cada metro cubico (400kg/m³) de hormigón.
- El tamaño máximo del árido no excederá de treinta y dos milímetros (32 mm) o de un cuarto (1/4) de la separación

5.2.- Armaduras

01.- Será de aplicación lo establecido en el Artículo 23.11 de este Pliego, titulado Barras corrugadas para hormigón armado, debiendo cumplir, además, las siguientes condiciones:

- El pilote dispondrá de armaduras dispuestas uniformemente en el perímetro de la sección formando una jaula. La cuantía mínima será de seis décimas por ciento (0,6%) de la sección nominal del pilote. La distancia entre cercos o espiras será de 35 cm, como máximo.
- El recubrimiento mínimo será de 4 cm, colocándose espaciadores que tengan una resistencia a la corrosión, al menos, igual a la del hormigón empleado.

02.- Las armaduras transversales se sujetarán a las longitudinales por ataduras o soldadura. En pilotes hasta de diez metros (10 m) de longitud podrán admitirse las ataduras; a partir de esta longitud, las armaduras deberán estar soldadas entre sí, al menos en uno (1) de cada dos (2) puntos de contacto.

03.- La longitud de la armadura será tal que después del descabezado del pilote sobresalga la mayor de las siguientes longitudes:

- Un diámetro del pilote construido
- Cincuenta centímetros

04.- La armadura longitudinal mínima será de cinco (5) barras de doce milímetros (12 mm) y en todo caso, la relación mínima del área de la armadura con relación al área nominal del pilote será la siguiente:

Sección nominal del pilote A_c	Área refuerzo longitudinal A_s
$A_c \leq 0,5 \text{ m}^2$	$A_s \geq 0,5\% A_c$
$0,5 \text{ m}^2 < A_c \leq 1 \text{ m}^2$	$A_s \geq 25 \text{ cm}^2$
$A_c > 1 \text{ m}^2$	$A_s \geq 0,25\% A_c$

5.3.- Recubrimiento

01.- El recubrimiento mínimo del hormigón para la armadura no deberá ser menor que sesenta milímetros ($r > 60 \text{ mm}$), para pilotes con diámetro superior a cero con seis metros ($D > 0,6 \text{ m}$), o 50 milímetros ($r > 50 \text{ mm}$), en caso contrario.

02.- El recubrimiento mínimo se incrementará a setenta y cinco milímetros (75 mm), cuando:

- El pilote se ejecute en terreno blando o se construya sin entubar.
- Se coloque el hormigón en condiciones sumergidas, con un tamaño de árido máximo de veinticinco milímetros (25 mm)
- La armadura se instale después de la colocación del hormigón.
- La perforación tenga las superficies irregulares.

5.4.- Agua

01.- El agua cumplirá lo establecido en el Artículo 20.41 del presente Pliego.

6.- EQUIPOS

01.- Será de aplicación lo dispuesto en el Artículo 15.22 de este Pliego, titulado Maquinaria y Medios Auxiliares.

02.- Los equipos para la ejecución de pilotes moldeados in situ, serán máquinas de origen industrial y modelos homologados que deberán cumplir las condiciones, normas y disposiciones vigentes relativas a su fabricación y control industrial.

03.- El equipo necesario para la ejecución de las obras ofrecerá las máximas garantías en lo referente a los extremos siguientes:

- Precisión en la hincada de la entubación
- Mínima perturbación del terreno
- Continuidad de los pilotes
- Calidad del hormigón

04.- Si en el transcurso de los trabajos, las circunstancias reales del terreno hicieran aconsejable el cambio del tipo de pilotes, el Contratista estará obligado a sustituir por su cuenta los equipos correspondientes por otros que sean adecuados para estas circunstancias.

7.- EJECUCIÓN

7.1.- Generalidades

01.- En lo relativo a aditivos, será de aplicación las prescripciones de la Instrucción de Hormigón Estructural vigente.

02.- También 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.

03.- Las actividades que requiere la ejecución de los pilotes in situ son:

- Replanteo de pilotes
- Accesos, instalaciones, obras y medios auxiliares
- Ejecución del pilote
- Descabezado y terminación de los pilotes
- Retirada de equipos y limpieza de tajos

04.- Se confeccionará un parte de ejecución de cada pilote en el que constará la fecha de ejecución, el tiempo empleado en realizarlo (perforación, colocación de armaduras y hormigonado), longitud alcanzada, diámetro, volumen de hormigón empleado y armadura, altura del descabezado y cualquier variación con respecto al Proyecto con todos los incidentes apreciados en el curso de la ejecución. En los pilotes con extracción del terreno se indicarán las capas atravesadas de este, resaltando sus diferencias con respecto al Proyecto, y, en su caso, la longitud del empotramiento logrado en la punta.

Se emplearán preferentemente los modelos de partes incluidos en las Normas UNE recogidas en el Apartado 2.2 de este Artículo.

05.- El hormigonado de los pilotes podrá ejecutarse de modo continuo o discontinuo, tanto si se realiza en seco como en agua, salvo en el caso de hormigonado con lodos tixotrópicos que deberá ser continuo. Si el hormigonado se efectúa en seco, y en un momento dado penetra el agua en el interior de la entubación, el pilote será considerado defectuoso. Si esto se repitiera, o bien, desde el principio si el terreno es permeable y acuífero, se preferirá llenar la entubación de agua al mismo nivel que la capa freática, efectuando el hormigonado sumergido (hormigonado en agua).

06.- Los pilotes, una vez terminados, deberán quedar hormigonados a una altura superior a la definitiva; este exceso será demolido una vez endurecido el hormigón. La altura de este exceso a sanear será como mínimo la mitad del diámetro del pilote, cuando la cabeza quede sobre el nivel freático del terreno, y vez y media el diámetro, cuando esta quede por debajo de dicho nivel.

07.- La armadura longitudinal del pilote se empalmará mediante solapo de cuarenta centímetros (40 cm), como mínimo, soldándose y/o atándose con alambre en toda la longitud del mismo. En el caso de utilizar cercos como armadura transversal, los cierres se harán mediante solapo de ocho centímetros (8 cm), como mínimo, y se soldarán o atarán con alambres en toda su longitud, disponiéndose la posición del solapo alternada para cercos sucesivos. Ambas armaduras se atarán fuertemente entre sí formando una jaula capaz de soportar las operaciones del hormigonado; se colocará esta sobre el fondo de la perforación o se introducirá en el hormigón vertido según los casos, limpia, exenta de óxido no adherente, pintura, grasa o cualquier otra sustancia perjudicial.

08.- En todos los tipos de pilotes moldeados in situ, salvo en los de desplazamiento, se prestará especial atención a la limpieza del fondo de la perforación antes de proceder al hormigonado del pilote. En los pilotes de entubación cerrada, se limpiará, de modo que no quede tierra, agua, ni objeto o sustancia que pueda producir disminución la resistencia del hormigón. Lo mismo se hará con los pilotes de entubación abierta con tapón o azuche perdidos. En los demás tipos de pilotes de entubación abierta, se procederá, inmediatamente antes del comienzo del hormigonado, a una limpieza muy cuidadosa del fondo del taladro. Si la sedimentación en dicho fondo rebasase lo cinco centímetros (5 cm), se echará en el mismo un volumen de gravilla muy limpia y de graduación uniforme, sin nada de arena, equivalente a quince centímetros (15 cm) de altura dentro del taladro construido. Esta gravilla formará un apoyo firme para el pilote, absorbiendo en sus huecos la capa de fango que haya sido imposible limpiar.

El Contratista deberá comunicar a la Dirección el procedimiento que haya previsto para realizar correctamente esta operación.

09.- Todo pilote en el que exista una diferencia apreciable en menos o una gran diferencia en más entre el volumen teórico del hormigonado y el realmente empleado se considerará defectuoso. En el hormigonado discontinuo la máxima altura de vertido será de un metro (1 m). El hormigonado de cada pilote se realizará sin interrupción hasta su terminación no admitiéndose juntas de hormigonado.

El hormigonado de un pilote se hará, en todo caso, sin interrupción, de modo que, entre la introducción de dos masas sucesivas, no pase tiempo suficiente para el inicio del fraguado. Si por alguna avería o accidente esto no se cumpliera, la Dirección de la Obra decidirá si el pilote puede considerarse válido y terminarse, o no.

10.- Las armaduras de los pilotes no deberán moverse apreciablemente durante el hormigonado. Todo pilote en el que no suceda esto, es decir, cuando la armadura suba notablemente o descienda hasta perderse dentro del hormigón, deberá considerarse defectuoso.

11.- En los pilotes de desplazamiento, la profundidad real se determinará en obra por el rechazo a la hinca, que se obtendrá en tres (3) andanadas de golpes de pisón, de diez (10) golpes cada una. El valor del rechazo para determinar la profundidad de hinca de los pilotes se definirá en función del tipo de terreno, el diámetro del pilote o del círculo de área igual a la sección transversal del pilote, el peso de la maza y su altura de caída.

12.- No se permitirá la hinca con desplazamiento de pilotes o entibaciones en un radio de tres metros (3 m) alrededor de un pilote hormigonado, con entubación recuperada, hasta que el hormigón haya alcanzado una resistencia mínima a compresión de tres megapascales (3 MPa), determinada mediante ensayos previos. Tampoco se permitirá la perforación con extracción durante ese mismo plazo, en un radio igual a tres diámetros y medio ($\varnothing 3,5$), a partir del centro del pilote, salvo en el caso de pilotes barrenados.

13.- No se iniciará la operación de saneo de la cabeza, ni la colocación de los encofrados para el encepado, en ese mismo tiempo. Después del descabezado, los pilotes sobresaldrán del terreno una longitud tal que permita un empotramiento del hormigón de diez centímetros (10 cm), como mínimo, en el encepado.

14.- El Contratista deberá realizar un control continuo del estado de la obra, anotando expresamente los pilotes realizados y los que están en curso de perforación y hormigonado, así como todos los datos que se consideren de interés.

15.- Se confeccionarán gráficos donde se anoten de forma unívoca y sencilla los datos antes citados y todos los que se consideren necesarios para que el personal responsable, por parte de la Dirección y del Contratista, puedan conocer en todo momento, el estado del proceso de la obra sin cometer errores.

7.2.- Replanteo de los pilotes

01.- El Contratista llevará a cabo el replanteo de cada uno de los taladros de acuerdo con el esquema aprobado por la Dirección.

02.- El Contratista adoptará un sistema lógico de designación de los taladros que permita identificarlos en los esquemas y planos y en la Obra. La identificación en obra será mediante marcas o señales permanentes de forma que, inequívocamente, se correspondan con su respectivo taladro.

7.3.- Accesos, instalaciones, obras y medios auxiliares

01.- Será de aplicación lo establecido en los Artículos 15.11, 15.12, 15.21 y 15.22 de este Pliego, titulados: Acceso a las obras, Acceso a los tajos, Instalaciones auxiliares de obra y obras auxiliares y Maquinaria y medios auxiliares respectivamente.

7.4.- Ejecución de los pilotes

7.4.1.- Ejecución de pilotes de desplazamiento, con azuche

01.- La entubación estará provista, para su hincas, en su extremo inferior de un azuche de punta cónica o plana, metálica o de hormigón prefabricado, de diámetro exterior mayor que el del pilote en cinco centímetros (5 cm) y con su parte superior cilíndrica preparada para encajar con el extremo inferior de la entubación.

02.- La hincas se hará mediante golpeo con maza, pisón o martillo, en la parte superior de la entubación, introduciéndolo en el terreno hasta alcanzar el rechazo, que deberá obtenerse a la profundidad prevista para el pilotaje. El rechazo se medirá según se indica en el párrafo 11 del anterior Apartado 7.1.

03.- Terminada la perforación se introducirá en la entubación la armadura, formada por una jaula constituida por barras dispuestas uniformemente en el perímetro de la sección. La armadura longitudinal estará constituida, como mínimo, por cinco (5) barras de doce milímetros (12 mm) de diámetro. Su longitud será tal que, después de descabezado el pilote, sobresalga la mayor de las siguientes longitudes: el diámetro exterior de la entubación en centímetros, cincuenta centímetros (50 cm), la longitud de solape necesaria según la Instrucción de Hormigón Estructural vigente.

04.- La armadura transversal, constituida por una espiral o por cercos, serán de diámetro mínimo seis milímetros (6 mm) y estarán separados, como máximo, veinte centímetros (20 cm). El diámetro exterior del zuncho o de los cercos, será igual al diámetro del pilote menos dos veces el recubrimiento necesario establecido en la Instrucción de Hormigón Estructural vigente.

05.- El hormigonado se realizará en seco de forma continua o discontinua. La entubación se extraerá de manera que siempre que de un mínimo de dos (2) veces su diámetro de hormigón dentro de ella, para impedir la entrada de agua, por la parte inferior del tubo. La extracción de la entubación se simultaneará con un golpeo en cabeza, para conseguir un efecto de vibrado del hormigón.

06.- El hormigón cumplirá las siguientes condiciones:

- Resistencia característica a compresión, mínima a veintiocho (28) días: veinticinco Newton por milímetro cuadrado (25 N/mm²)
- Asiento en cono de Abrams: diez (10) a quince (15) centímetros

7.4.2.- Ejecución de pilotes de desplazamiento, con tapón de gravas

01.- La hincas de la entubación se ejecutará por golpeo sobre un tapón de gravas, arena u hormigón, formado previamente en la entubación, por capas pequeñas y compactadas enérgicamente, hasta obtener un tapón de longitud mínima igual a tres (3) veces el diámetro exterior de la entubación. El hormigón del tapón de gravas tendrá una consistencia nula en el cono de Abrams (consistencia de tierra húmeda).

02.- El golpeo sobre el tapón, con una maza o pisón, arrastrará a la entubación hasta la profundidad de rechazo, que deberá ser la prevista para el pilotaje. El rechazo se determinará según se indica en el párrafo 11 del anterior Apartado 7.1.

03.- Al final de la hincas, el golpeo de la maza desalojará el tapón de la entubación, previa sujeción de esta por la máquina de pilotaje, quedando dicho tapón como punta ensanchada del pilote.

04.- La colocación de la armadura se realizará según lo indicado en los párrafos 03 y 04 del anterior Apartado 7.5.1.

05.- El hormigonado se realizará en seco, por tongadas que se apisonarán o vibrarán para garantizar la continuidad del fuste, el cual deberá quedar rugoso debido a que la entubación se irá extrayendo simultáneamente al apisonado del hormigón, de forma que quede siempre un mínimo de altura de hormigón, del orden de dos (2) veces el diámetro del pilote, para impedir la entrada de agua por la parte inferior de la entubación.

06.- El hormigón cumplirá las siguientes condiciones:

- Resistencia característica a compresión mínima, a veintiocho (28) días, veinticinco Newton por milímetro cuadrado (25 N/mm²)
- Asiento en cono de Abrams: uno (1) a cinco (5) centímetros

7.4.3.- Ejecución de pilotes de extracción, con entubación recuperable

01.- La entubación se introducirá en el terreno mediante excavación, hasta la profundidad requerida. El descenso de la entubación se realizará siempre por delante de la excavación, salvo cuando haya que atravesar capas que requieran el empleo de trépano.

02.- En terrenos muy blandos o susceptibles de sifonamiento, durante la excavación, el nivel del agua en el interior de la entubación se mantendrá un metro (1 m), por lo menos, por encima del nivel freático.

03.- En terrenos coherentes de gran resistencia no es preciso entubar la longitud de empotramiento de la punta. Se tomarán las precauciones necesarias para evitar el desprendimiento de las paredes y se cuidará especialmente la limpieza del fondo de la excavación, terminada esta e inmediatamente antes del vertido del hormigón.

04.- La colocación de armaduras se realizará según lo indicado en los párrafos 03 y 04 del Apartado 7.5.1. de este Artículo.

05.- El hormigonado se realizará de forma continua, con tubería siempre parcialmente sumergida en el hormigón, o discontinua, mediante un dispositivo especial que se "clavará" en el hormigón fresco para descargar en su interior la masa correspondiente a una capa. Durante el hormigonado, la entubación recuperable quedará siempre, como mínimo, dos (2) veces el diámetro del tubo dentro del hormigón anteriormente vertido.

06.- El hormigón cumplirá las siguientes condiciones:

- Resistencia característica a compresión, mínima a veintiocho (28) días: Veinticinco Newton por milímetro cuadrado (25 N/mm²).
- Asiento en cono de Abrams: diez (10) a quince (15) centímetros

7.4.4.- Ejecución de pilotes de extracción, con camisa perdida

01.- El sistema de excavación es el mismo que el descrito en el Apartado anterior. Realizada la excavación y antes de colocar la armadura y hormigonar el pilote, se introducirá, dentro de la entubación, la camisa perdida, que se situará en la posición prevista en el Proyecto. Se mantendrá suspendida desde la boca de la perforación, hasta la terminación de las operaciones de hormigonado.

02.- La colocación de armaduras y hormigonado se realizará según lo descrito para los pilotes con entubación recuperable.

03.- El hormigón cumplirá las siguientes condiciones:

- Resistencia característica a compresión, mínima a veintiocho (28) días: veinticinco Newton por milímetro cuadrado (25 N/mm²).
- Asiento en cono de Abrams diez (10) a quince (15) centímetros

7.4.5.- Ejecución de pilotes perforados sin entubación, con lodos tixotrópicos

01.- La perforación se realizará utilizando lodos tixotrópicos. Para el sostenimiento de la pared del taladro y para facilitar la evacuación de los materiales finos.

02.- Los lodos tendrán las características que indique el PCTP. A título orientativo se indican las características de lodos usualmente empleados:

- Suspensión de agua-bentonita, estable y homogénea con dosificación no mayor del diez por ciento (10%)
- Densidad: entre uno con dos y uno con diez gramos por centímetro cúbico (1,02 y 1,10 g/cm³)
- Viscosidad normal, medida en cono de Marsh igual o superior a treinta y dos (32) segundos.

03.- Durante la perforación, se regenerarán frecuentemente los lodos, de manera que sus características se mantengan dentro de los límites fijados.

04.- Será obligatoria la regeneración de los lodos, cuando su contenido de arena (material retenido por el tamiz 0,080 **UNE**) sea superior al tres por ciento (3%) o cuando su viscosidad Marsh sea superior a cuarenta y cinco (45) segundos.

05.- Terminada la perforación y antes de colocar la armadura, se efectuará una limpieza del fondo del taladro para eliminar los materiales sueltos y detritus de la perforación que se hayan depositado.

06.- El hormigonado se realizará de modo continuo, bajo los lodos, de forma que, al inyectar el hormigón en el fondo, estos se desplacen hacia arriba. La tubería que coloca el hormigón irá introducida siempre cuatro metros (4 m), como mínimo dentro del hormigón anteriormente vertido.

07.- La colocación de armaduras se ejecutará según lo indicado en los párrafos 03 y 04 del Apartado 7.5.1 de este Artículo.

08.- El hormigón cumplirá las condiciones siguientes:

- Resistencia característica a compresión, mínima a veintiocho (28) días: veinticinco Newton por milímetro cuadrado (25 N/mm²).
- Asiento en cono de Abrams dieciséis (16) a veinte (20) centímetros

7.4.6.- Ejecución de pilotes barrenados, sin entubación

01.- La ejecución de este tipo de pilotes no se autorizará cuando el terreno sea inestable y tenga que realizarse la perforación bajo el nivel freático; es un tipo de pilote adecuado a los terrenos secos y coherentes. Se realizará la perforación y extracción de las tierras mediante barrenado.

02.- Se cuidará especialmente la limpieza del fondo del taladro y la pared del mismo, antes de proceder a la colocación de las armaduras y al vertido del hormigón, con el fin de garantizar que no se produzcan desprendimientos de las paredes durante estos trabajos.

03.- La colocación de armaduras se realizará según lo indicado en los párrafos 03 y 04 del Apartado 7.5.1 de este Artículo.

04.- El hormigonado se realizará en seco y de forma continua.

05.- El hormigón cumplirá las condiciones siguientes:

- Resistencia característica a compresión, mínima a veintiocho (28) días: veinticinco Newton por milímetro cuadrado (25 N/mm²).
- Asiento en cono de Abrams diez (10) a quince (15) centímetros

7.4.7.- Ejecución de pilotes barrenados, con barrena continua

01.- La barrena continua consiste en una hélice que se desarrolla sobre un núcleo central formado por un tubo; se introduce en el terreno a rotación hasta alcanzar la profundidad prevista, en una sola operación.

02.- Alcanzada la profundidad adecuada, se procederá simultáneamente a la extracción de la barrena con las tierras alojadas en ella y al hormigonado por bombeo a través del tubo central de la misma. Durante la extracción de la barrena, el hormigón bombeado se mantendrá en contacto con el extremo inferior de la barrena.

03.- Una vez hormigonado el pilote en seco, o bajo agua de forma continuada, se procederá a la colocación de la armadura dentro del hormigón fresco; se podrá utilizar, para ello, un vibrador acoplado.

04.- Durante el proceso de hormigonado, se deberá combinar adecuadamente la velocidad de ascensión de la barrena, el caudal del hormigonado y la presión a que se realiza el mismo con el fin de evitar cortes o estricciones del fuste del pilote o sobresecciones y excesos de hormigón inútiles. El Contratista deberá disponer del personal cualificado y de los medios de control de estos parámetros para garantizar la buena ejecución del pilote.

05.- El hormigón deberá cumplir las siguientes prescripciones:

- Resistencia característica a compresión, mínima a veintiocho (28) días: veinticinco Newton por milímetro cuadrado (25 N/mm²).
- Asiento en cono de Abrams diez (10) a quince (15) centímetros

06.- Si se utiliza mortero grueso estabilizado, este cumplirá las condiciones siguientes:

- Resistencia característica a compresión, mínima a veintiocho (28) días: veinticinco Newton por milímetro cuadrado (25 N/mm²).
- Viscosidad medida en cono Mecasol o Prepakt veintidós (22) a veintiocho (28) segundos.

7.5.- Descabezado y terminación de los pilotes

01.- Antes de poner en servicio los pilotes moldeados in situ, será necesario sanear la cabeza que haya de empotrarse en el encepado de hormigón de la estructura; para ello se procederá según lo indicado en el párrafo 06 del Apartado 7.1 de este Artículo.

7.6.- Retirada de equipos y limpieza de tajos

01.- Una vez terminados los trabajos de ejecución de pilotes de hormigón in situ, el Contratista retirará los equipos, instalaciones de obra, obras auxiliares, andamios, plataformas y de más medios auxiliares y procederá a la limpieza, en las zonas de trabajo, de los materiales, detritus, chatarra y demás desperdicios originados por las operaciones realizadas para ejecutar la obra, siendo todos estos trabajos a su cargo.

8.- CONTROL DE CALIDAD

8.1.- Generalidades

01.- Será de aplicación lo dispuesto en el Artículo 15.51, Control de Calidad, de este Pliego.

8.2.- Control de producción

01.- El Contratista estará obligado a efectuar el control de producción según la Pauta de control propuesta por él y aprobada por la Dirección. Esta Pauta deberá concretar el objeto, lugar y frecuencia de los controles de producción.

02.- Será obligatorio el control de los materiales empleados en la elaboración del hormigón y armaduras de los pilotes, tanto a su llegada a la obra como en el momento anterior a su empleo.

03.- El control de la perforación de los taladros para los pilotes, se realizará de acuerdo con lo establecido en el Artículo 33.12, Taladros, de este Pliego.

04.- El Contratista estará obligado a efectuar el control de los hormigones de los pilotes en los siguientes puntos:

- Funcionamiento y error de medida del sistema de dosificación de los componentes del hormigón (si se fabrica en obra). La comprobación se efectuará, al menos, al principio de cada turno de hormigonado.
- La consistencia del hormigón, medida en el cono de Abrams o en el de fluidez, según el tipo de pilote que se ejecute, una vez por cada amasada.
- Características y resistencia del hormigón endurecido.

05.- El Contratista estará obligado a efectuar el control del proceso de hormigonado de los pilotes en, al menos, los puntos que se indican a continuación para cada pilote:

- A. Pilotes de desplazamiento
 - Altura del hormigón dentro de la entubación durante el hormigonado, controlando que no entre agua del terreno en este hormigón.
 - Que no se interrumpa el hormigonado y, en todo caso, que esta interrupción no supere el tiempo de iniciación de fraguado.
 - Que los consumos de hormigón sean los previstos.
- B. Pilotes de extracción
 - Altura del hormigón dentro de la entubación, durante el hormigonado, así como la altura del agua dentro de dicha entubación, en función del nivel freático del terreno, según se indica en el anterior Apartado 7.5.3.
 - Cuando los pilotes se hormigonen bajo agua, no se interrumpirá el hormigonado; en caso de interrupción por fuerza mayor, se pondrá este hecho en conocimiento de la Dirección.
 - Que los consumos de hormigón sean los previstos.
 - Que los descensos del nivel del hormigón, dentro de la entubación, correspondan a la acomodación de este al terreno y no a vacíos que puedan aparecer al ir retirando la citada entubación.
- C. Pilotes perforados con lodos tixotrópicos y sin entubación
 - Densidad y contenido de arena de los lodos bajo los que se hormigona el pilote, según se indica en el Apartado 7.5.5 de este Artículo.
 - Que la tubería de hormigonar esté siempre sumergida dentro del hormigón la longitud necesaria.
 - Que las interrupciones del hormigonado no superen el tiempo de iniciación del fraguado de este.
- D. Pilotes de barrena continua

- El caudal del hormigón, la velocidad de ascensión de la barrena y la presión a que se hormigona serán, en todo momento, las previstas o, por el contrario, estarán dentro de las tolerancias adecuadas.
- La profundidad a que deberá colocarse la armadura.

8.3.- Control de recepción

01.- La Dirección comprobará el cumplimiento de la Pauta de Control de Producción, por ella misma aprobada.

02.- El PCTP o la Dirección, en su caso, establecerá la forma y frecuencia de los controles de recepción de los pilotes, siguiendo los puntos indicados en el anterior Apartado 8.2.

03.- La Dirección podrá obligar al Contratista a repetir, por cuenta de este último, determinados pilotes o grupos de pilotes en los que, al realizar el control de recepción, se detectaran errores que, a juicio de la Dirección, pudieran afectar a la calidad del trabajo contratado.

9.- INFORMES

01.- El Contratista estará obligado a redactar informes periódicos con la frecuencia que indique la Dirección, por lo general mensualmente, sobre el desarrollo de los trabajos efectuados.

02.- Los informes incluirán las siguientes materias:

- Recopilación de los datos de los partes de ejecución una vez depurados.
- Análisis de los resultados parciales del trabajo realizado, con indicación de datos tales como: metros de pilote hormigonado, profundidades alcanzadas, pruebas y ensayos realizados, etc.
- Recomendaciones o sugerencias para la continuación de los trabajos.

03.- Una vez finalizada la ejecución de los pilotes y antes de transcurrido un mes de la fecha de terminación, el Contratista entregará a la Dirección un Informe final en donde figure un resumen de los datos obtenidos, así como el análisis de resultados y conclusiones.

10.- MEDICIÓN Y ABONO

01.- La medición y abono se realizará por metros lineales de pilote realmente ejecutado, desde la punta hasta la cara inferior del encepado.

02.- En este precio se incluirá la parte proporcional del sobrante necesario para asegurar la correcta conexión del pilote con el encepado.

03.- En pilotes hincados, no serán de abono los pilotes:

- Hincados con desviaciones superiores a las indicadas en el presente pliego o en el Proyecto, salvo justificación técnica de la validez mediante estudio firmado por técnico competente, aprobada por la dirección de las Obras.
- Que presenten durante su hinca disgregaciones del fuste, roturas o fisuras de espesor superior a quince centésimas de milímetro (0,15 mm).
- Que no hayan alcanzado la profundidad prevista, cuando el rechazo obtenido en las tres últimas andanadas fuera superior al especificado.

ARTÍCULO 34.12.- PILOTES HINCADOS

1.- DEFINICIONES

01.- Pilote hincado es el elemento resistente de forma alargada, generalmente cilíndrica o prismática, que se hincan en su totalidad en el terreno, a profundidades iguales o mayores a ocho (8) veces su dimensión menor, con el fin de transmitirle las cargas de la estructura que soporta.

2.- NORMATIVA TÉCNICA

2.1.- Normativa obligatoria

01.- El Código Estructural aprobado por el Real Decreto 470/2021, de 29 de junio, o marco reglamentario que lo sustituya.

02.- 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.- El Código Técnico de la Edificación.

2.2.- Guías de aplicación obligatoria

01.- La Guía de Cimentaciones en Obras de Carretera.

2.3.- Normas UNE de referencia

01.- UNE-EN 12699. Ejecución de trabajos geotécnicos especiales. Pilotes de desplazamiento.

3.- ESTUDIO DE EJECUCIÓN Y PROGRAMA DE TRABAJOS

3.1.- Estudio de Ejecución

01.- Antes de iniciar la ejecución de los pilotes, y con una antelación mínima de treinta (30) días, el Contratista presentará a la Dirección, para su aprobación, un Estudio de Ejecución de los pilotes según las directrices marcadas por este último.

02.- En el Estudio de Ejecución hay que tener en cuenta que el mayor inconveniente en este tipo de pilotes es la existencia de construcciones próximas, ya que el proceso de hincado produce grandes vibraciones muy perjudiciales para edificios cercanos y que tengan cimentación superficial donde es muy probable la aparición de grietas. Así mismo, el ruido puede resultar inadmisibles en zonas urbanas.

03.- El Estudio de Ejecución se apoyará en la información geológica y geotécnica disponible en el Proyecto, así como en los datos obtenidos en posteriores reconocimientos realizados mediante sondeos, teniendo en cuenta que las profundidades se contarán a partir de la punta del pilote y que el área de cimentación deberá entenderse como la superficie sobre la que se distribuyen las cargas a la profundidad de dicha punta.

04.- El Estudio de Ejecución de los pilotes constará, al menos, de los siguientes puntos:

- Información del terreno

- Restricciones legales y administrativas
- Construcciones adyacentes que se puedan ver afectadas
- Delimitación del entorno urbano que se vea afectado por las obras.
- Planos de la obra a cimentar y solicitudes sobre los pilotes
- Fabricación, en su caso, y acopio de los pilotes
- Hinca de los pilotes
- Pruebas y ensayos de los pilotes

05.- Información del terreno. Será de aplicación lo establecido en el párrafo 04 del Apartado 4.1 del Artículo 34.11 de este Pliego, titulado Pilotes de hormigón in situ.

06.- Restricciones legales y administrativas. Se incluirán los condicionantes legales y administrativos, como pueden ser las restricciones ambientales (incluyendo ruido, vibraciones y polución) o culturales (presencia de restos arqueológicos).

07.- Planos de la obra y solicitudes sobre los pilotes. Será de aplicación lo establecido en el párrafo 06 del Apartado 4.1 del Artículo 34.11 de este Pliego.

08.- Fabricación, en su caso, y acopio de los pilotes. En el Estudio de Ejecución se describirá la situación del parque de prefabricación, en su caso, y acopio de los pilotes, las instalaciones auxiliares y equipos para la fabricación, transporte, colocación y curado del hormigón, la elaboración de armaduras y los moldes, así como los elementos de manipulación, acopio y transporte de los pilotes fabricados, hasta el lugar de su hincado.

09.- Hinca de los pilotes. El Estudio de Ejecución indicará el método de hinc a emplear, peso de la maza o martinete, en función del peso de los pilotes y la altura de caída de la maza. En el Estudio de Ejecución se definirá el rechazo a obtener durante la hinc a o bien la profundidad a la que los pilotes deben llegar.

10.- Pruebas y ensayos de los pilotes. Será de aplicación lo establecido en el párrafo 07 del Apartado 4.1 del Artículo 34.11 de este Pliego.

11.- Se tendrá especial atención con el cumplimiento de las normas relativas a la Seguridad y Salud en el trabajo, de acuerdo con lo previsto en la Ley 31/1995 y el Real Decreto 1627/1997 o normativa que le sustituya.

3.2.- Programa de trabajos

01.- Será de aplicación lo establecido en el Artículo 14.21, Programa de trabajos, de este Pliego.

02.- En base a la finalidad de los pilotes, a la información actualizada del terreno y de las cargas a soportar, a lo establecido en este Pliego y en el PCTP y a las instrucciones dadas por la Dirección, el Contratista elaborará un Programa de Trabajos.

03.- Este Programa deberá incluir, entre otros, los siguientes conceptos:

- Esquema de pilotaje, de acuerdo con lo establecido en el anterior Apartado 3.1.
- Cronograma de trabajos que, con el detalle suficiente, establezca la duración e interrelación de las distintas actividades previstas en el Estudio de Ejecución.
- Equipos de hinc a. Relación de los equipos a emplear con indicación de sus características principales y capacidad de producción horaria y diaria, así como las máquinas de reserva de que se dispondrá en obra. El número y capacidad de los equipos serán los adecuados para garantizar, con holgura, el cumplimiento del Cronograma de trabajos.

04.- El Programa de Trabajos se someterá a la aprobación de la Dirección.

4.- MATERIALES

4.1.- Pilotes de hormigón armado o pretensado

01.- Será de aplicación lo establecido en los siguientes Artículos de este Pliego:

- Artículo 20.51.- Hormigones
- Artículo 23.11.- Barras corrugadas para hormigón armado.
- Artículo 23.14.- Armaduras activas para hormigón pretensado.

02.- El tipo de hormigón a emplear será fijado en el Proyecto. En cualquier caso, la dosificación de cemento no será inferior a trescientos cincuenta kilogramos por metro cúbico (350 kg/m³) ni el tamaño máximo del árido grueso superior a veinticinco milímetros (25 mm); la resistencia característica no será inferior a veinticinco Newton por milímetro cuadrado (25 N/mm²).

03.- Las armaduras activas para hormigón pretensado presentan mayor resistencia a flexión y a tracción que los pilotes de hormigón armado. La resistencia a tracción es igual a la fuerza del pretensado. Por su menor presencia de fisuras, los pilotes con hormigón pretensado están recomendados en suelos agresivos o contaminados o bajo el nivel freático, pues no se ve afectado por el mismo.

4.2.- Pilotes de acero

01.- Será de aplicación lo establecido en los siguientes Artículos de este Pliego:

- Artículo 23.21.- Acero laminado para estructuras
- Artículo 23.46.- Tornillos
- Artículo 36.11.- Estructuras de acero

02.- Los pilotes de acero estarán imprimados por una o varias manos de pintura anticorrosiva y protegidos por pinturas de tipo marítimo bituminoso, resinas epoxi, uretanos, cintas engrasadas de petrolato o fundas de protección mecánica que mejoren la estabilidad y la vida útil de la estructura a largo plazo. No se admitirá el alquitrán, a menos que esté neutralizado con cal apagada o con cualquier otra sustancia que haga que su reacción sea prácticamente neutra.

03.- Si el pilote está constituido por varios trozos, los correspondientes empalmes se harán de forma que su resistencia no sea inferior a la de la sección normal del pilote y quede garantizada la perfecta alineación de los diversos trozos.

04.- Se autoriza el empleo de forros o platabandas para asegurar los empalmes, siendo preferible que estén situados en las zonas entrantes del pilote.

4.3.- Pilotes de madera

01.- Será de aplicación lo estipulado en el Artículo 28.23, Madera para pilotes, de este Pliego.

02.- Los pilotes irán desprovistos de su corteza en la longitud destinada a quedar hincada en el terreno y la mantendrán en las partes que permanezcan fuera, especialmente las que han de quedar sumergidas en el agua.

03.- Los fustes de los pilotes estarán desprovistos de toda clase de salientes, a cuyo efecto deberán cortarse las ramas o nudos que posean.

04.- Los pilotes no se someterán a ningún tratamiento preservativo contra la pudrición de la madera, excepto en la zona cerrada de la punta, la cual deberá protegerse con dos (2) manos de pintura de creosota o cualquier otra de tipo similar, previamente aprobada por la Dirección.

05.- La punta irá protegida por un azuche, de la forma y dimensiones que se señalen en los Planos. A su vez, la cabeza del pilote irá provista de un aro de hierro ajustado en caliente para evitar que se hienda por efecto de los golpes de la maza.

5.- EQUIPOS

01.- Será de aplicación lo dispuesto en el Artículo 15.22 de este Pliego, titulado Maquinaria y Medios Auxiliares.

02.- Los equipos para la hinca de pilotes son, por lo general, martinetes provistos de mazas que golpean las cabezas de los pilotes, y de dispositivos de guía que aseguran que los pilotes no sufrirán desviaciones ni golpes descentrados que puedan provocar una hinca defectuosa o su rotura.

03.- Los martinetes dispondrán de mazas que podrán ser:

- De caída libre y de simple efecto, con peso proporcionado al peso del pilote. Será preferible que, en el caso de pilotes de madera o metálicos, el peso de la maza sea aproximadamente igual al del pilote y no menor de la mitad (1/2) de este. En el caso de pilotes de hormigón armado, podrán emplearse mazas que pesen aproximadamente la mitad (1/2) que el pilote; en pilotes de longitud superior a veinte metros (20 m) podrá admitirse que el peso de la maza sea igual al de una longitud de diez metros (10 m) de pilote. En la hinca de pilotes de hormigón armado la altura de caída de la maza no deberá exceder de un metro veinticinco centímetros (1,25 m).
- De doble efecto, con peso equivalente no inferior a la mitad del peso del pilote, en caso de pilotes de hormigón, siendo el peso equivalente un número de toneladas igual a la energía del golpe de la maza en toneladas. Cuando el pilote sea mayor de veinte metros (20 m), se admitirá un peso equivalente no inferior a diez metros (10 m) de pilote.

04.- Entre la maza y la cabeza del pilote, se dispondrá una almohadilla de madera dura u otro material elástico y un casco, sombrero o sufridera de acero, provisto de alas laterales deslizables sobre las guías del martinete.

05.- Para el descabezado y saneo de las cabezas de los pilotes, en caso de ser de hormigón, se utilizarán martillos picadores pequeños para no dañar la parte sana del fuste, o pistones hidráulicos.

06.- Si en el transcurso de los trabajos, las circunstancias reales del terreno aconsejaren el cambio del tipo de pilotes, el Contratista estará obligado a sustituir, por su cuenta, los equipos correspondientes por otros que sean adecuados para realizar el trabajo en las nuevas circunstancias.

6.- EJECUCIÓN

6.1.- Generalidades

01.- Las actividades que requiere la ejecución de pilotes de hormigón hincados son:

- Replanteo de los pilotes
- Accesos, instalaciones y medios auxiliares
- Fabricación, en su caso, de los pilotes
- Hinca de los pilotes

- Descabezado y preparación de los pilotes hincados, en su caso
- Retirada de equipos y limpieza de tajos

02.- Previamente a la ejecución de los pilotes, se llevarán a cabo las comprobaciones sobre el terreno y sobre los materiales recogidas en el CTE (CD-SE-C).

6.2.- Replanteo de los pilotes

01.- Será de aplicación lo establecido en el Apartado 4.3 del Artículo 33.12, Taladros de este Pliego.

6.3.- Accesos, instalaciones, obras y medios auxiliares

01.- Será de aplicación lo establecido en los Artículos 15.11, 15.12, 15.21 y 15.22 de este Pliego, titulados: Acceso a las obras, Acceso a los tajos, Instalaciones auxiliares de obra y obras auxiliares y Maquinaria y medios auxiliares, respectivamente.

6.4.- Fabricación de los pilotes, en su caso

01.- En la fabricación de pilotes de hormigón se tendrá en cuenta que estos deberán ser capaces de soportar las operaciones de transporte, manejo e hinca de forma que no se produzcan roturas ni fisuras mayores de quince centésimas de milímetro (0,15 mm). No deberán tener una flecha, producida por peso propio, mayor de 1/300 de su longitud ni pandeos locales superiores a un centímetro (1 cm) por metro (m) de longitud.

02.- La fabricación se realizará de acuerdo con lo indicado en los Artículos 22.11 y 22.12 del presente Pliego, a la Instrucción de Hormigón Estructural vigente y al Código Técnico de la Edificación (DB-SE-C).

03.- Cada pilote se marcará con un número de identificación, fecha de fabricación y su longitud.

04.- La plataforma sobre la que se hormigonen los pilotes estará pavimentada preferentemente con hormigón, perfectamente liso y plano, y se comprobará que no pueda tener asientos ni deformaciones de ningún tipo que originen esfuerzos superiores a los que puedan soportar los pilotes durante su período de endurecimiento y curado. Esto se tendrá en cuenta cuando se hormigonen varias capas de pilotes superpuestas, en cuyo caso la carga sobre la solera o plataforma y sobre el terreno subyacente, podrá ser importante, tanto en intensidad como en extensión.

05.- La plataforma citada en el párrafo anterior deberá recubrirse con sustancias separadoras o con papel, de forma que no sea preciso realizar esfuerzos extraordinarios para arrancar los pilotes de su lugar de hormigonado.

06.- Se tomarán todas las precauciones necesarias para realizar un curado perfecto, según lo especificado en el Artículo 35.11 de este Pliego, titulado Obras de hormigón en masa o armado. El curado se prolongará el tiempo necesario para que los pilotes adquieran la resistencia necesaria para realizar su transporte, manipulación e hinca en el terreno.

07.- Si los pilotes hubieran de ser hincados en terrenos agresivos al hormigón, se tomarán las medidas oportunas en cuanto al tipo de cemento a utilizar, período de curado que no deberá ser inferior, en estos casos, a veintiocho (28) días y protección adecuada.

6.5.- Hinca de los pilotes

01.- El Contratista confeccionará un parte de hinca por pilote en el que, al menos, figurarán los siguientes datos:

- Su situación o posición en la obra
- Su número de identificación, diámetro y longitud total
- Tipo de maza utilizada
- Hora de comienzo y terminación de la hinca
- Longitud total hincada en el terreno
- Rechazo obtenido en las últimas dos o tres andanadas de diez (10) golpes cada una, con la altura de caída de la maza o el número de golpes por minuto, cuando la hinca se realice con mazas de doble efecto. Se especificará también en dichos partes, el tipo de sombrerete utilizado para la hinca y cualquier incidente ocurrido durante esta operación.

02.- Durante la hinca, la cabeza de los pilotes de madera no precisará protección especial, siempre que lleve el aro de hierro ajustado en caliente al que se ha hecho referencia en el Apartado 4.3.

03.- Los pilotes de hormigón armado precisarán, en cambio, de un sombrerete de acero, que tenga una almohadilla de un material de cierta elasticidad, como madera dura, cartón embreado, cáñamo trenzado o cualquier otro material análogo. El espesor de esta almohadilla no deberá ser excesivo, para no rebajar demasiado la eficacia del golpe de la maza.

04.- Los pilotes metálicos, cuando se hincen con mazas de doble efecto, no precisarán protección especial; cuando se hincen con mazas de caída libre o de simple efecto necesitarán un sombrerete, que deberá ser lo suficientemente resistente para no deformarse bajo el impacto, pero sin precisar propiamente almohadilla.

05.- El valor del rechazo para determinar la profundidad de hinca de los pilotes se definirá en función del tipo de terreno, el diámetro del pilote o del círculo de área igual a la sección transversal del pilote, el peso de la maza y su altura de caída. En el caso de pilotes prefabricados de hormigón armado, el valor del rechazo se deduce de la Tabla 34.12.1, en la que es el rechazo relativo necesario en andanada de diez (10) golpes para alcanzar una resistencia al hundimiento igual a la carga media del pilote, para una relación (m/p) entre el peso de la maza y el peso del pilote, y una altura h de caída de la maza.

06.- Si antes de llegar a la profundidad prevista, se alcanzara el rechazo, se suspenderá la hinca del pilote, salvo lo que indique el PCTP u ordene la Dirección.

07.- Cuando fuera necesario recrecer los pilotes, en caso de pilotes de hormigón, después de su hinca parcial, el hormigonado de la sección recrecida se realizará con moldes que aseguren una alineación lo más perfecta posible entre esta y el fuste del pilote hincado. Las armaduras se empalmarán por solape o por soldadura a tope, siendo recomendable utilizar, siempre que sea posible este tipo de empalme. El periodo de curado de la sección recrecida no será inferior a veintiocho (28) días.

08.- Los resultados de la hinca se tomarán, por sí solos, como una prueba de la capacidad portante de los pilotes. La profundidad alcanzada deberá coincidir sensiblemente con la prevista; en caso contrario, es decir, cuando esta profundidad resulte inalcanzable, se procederá a revisar, mediante un estudio especial, el Proyecto del pilotaje previsto.

09.- En el caso de pilotes compuestos por varias secciones que se vayan empalmando a medida que se hincen, la resistencia a compresión del pilote no se considerará superior a la resistencia de la mencionada junta; la cual estará dispuesta de modo que asegure una perfecta alineación entre las diversas secciones.

10.- Los pilotes que se rompan durante la hinca serán rechazados, aunque la rotura tenga lugar en una zona del fuste no introducida en el terreno y se haya alcanzado el rechazo.

11.- Cuando un pilote haya alcanzado el rechazo y súbitamente, al aplicarle una andanada de golpes, comience a dar un rechazo mucho mayor, se considerará sospechoso de haber sufrido una rotura y se

desechará, salvo orden distinta de la Dirección, teniendo en cuenta las condiciones particulares del terreno u otra que considere fundamentada para no rechazarlo.

12.- La lanza de agua, o inyección de agua a presión durante la hinca, podrá emplearse en los casos en que sea difícil o imposible alcanzar la profundidad de hinca prevista, por tener que atravesar capas de terreno firme. La lanza de agua deberá emplearse tan solo con autorización de la Dirección y se aplicará con presiones y caudales no excesivos, para evitar daños en construcciones o pavimentos vecinos. El empleo de la lanza de agua se suspenderá antes de la terminación de la hinca, que debe siempre acabarse por el procedimiento ordinario; también se suspenderá si el pilote empieza a torcerse, por producirse una perturbación excesiva del terreno.

13.- En el caso de utilizar pilotes de prueba, deberán situarse en un punto lo más próximo posible al de los pilotes de trabajo, pero a una distancia mínima de la mitad (1/2) de su longitud. Durante su hinca se registrará el rechazo obtenido en cada andanada desde el comienzo de la operación. Igualmente, la Dirección podrá ordenar la rehinca de algunos pilotes de prueba, algún tiempo después de ejecutada la hinca primitiva.

14.- Los pilotes deberán quedar hincados en una posición que no difiera en más de cinco centímetros (5 cm), para los grupos de más de dos (2) pilotes conjuntamente encepados, y más de quince centímetros (15 cm), para los grupos de más de dos (2) pilotes, de la señalada en los Planos; y con una inclinación tal que la desviación de un extremo, respecto de la prevista, no sea mayor del tres por ciento (3%) de la longitud del pilote.

6.6.- Descabezado y preparación de los pilotes hincados, en su caso

01.- Una vez terminada la hinca, para sanear las cabezas de los pilotes de hormigón, se procederá a demolerlas en una longitud suficiente para garantizar que el hormigón no haya quedado dañado por el proceso de golpeo de la maza. Como mínimo, la longitud a demoler será de cincuenta centímetros (50 cm). La demolición se realizará con el debido cuidado para no dañar al hormigón del pilote.

02.- La sección saneada del pilote tendrá una longitud tal que permita una entrega en su encepado de al menos cinco centímetros (5 cm). La armadura longitudinal quedará descubierta, al menos cincuenta centímetros (50 cm).

6.7.- Retirada de equipos y limpieza de tajos

01.- Una vez terminados los trabajos de hinca de pilotes de hormigón, el Contratista retirará los equipos, instalaciones de obra, obras auxiliares, andamios, plataformas y demás medios auxiliares y procederá a la limpieza de las zonas de trabajo de los materiales, detritus, chatarra y demás desperdicios originados por las operaciones realizadas para ejecutar la obra, siendo todos estos trabajos a su cargo.

CUADRO 34.12.1

DETERMINACIÓN DEL RECHAZO EN PILOTES PREFABRICADOS DE HORMIGÓN ARMADO

h en m.	Relación m/p										
	1,5	1,4	1,3	1,2	1,1	1,0	0,9	0,8	0,7	0,6	0,5
0,50	0,74	0,94	1,16	1,43	1,75	2,14	2,61	3,20	3,97	5,00	6,44
	-	-	-	-	-	-	-	-	0,16	0,71	1,49
	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
0,60	1,19	1,42	1,70	2,02	2,40	2,87	3,43	4,14	5,06	6,29	8,02
	-	-	-	-	-	-	-	0,25	0,75	1,41	2,34
	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
0,70	1,63	1,91	2,23	2,61	3,05	3,59	4,25	5,09	6,16	7,59	9,61
	-	-	-	-	-	-	0,31	0,76	1,34	2,11	3,20
	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,53
0,80	2,08	2,40	2,76	3,19	3,70	4,32	5,08	6,03	7,25	8,89	11,20
	-	-	-	-	0,02	0,35	0,76	1,27	1,93	2,81	4,05
	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,27	1,12
0,90	2,53	2,88	3,30	3,78	4,35	5,05	5,90	6,97	8,35	10,19	12,79
	-	-	-	0,06	0,37	0,74	1,20	1,77	2,52	3,51	4,91
	-	-	-	-	-	-	-	-	0,06	0,75	1,70
1,00	2,98	3,37	3,83	4,37	5,01	5,78	6,72	7,91	9,44	11,49	14,37
	-	-	0,08	0,37	0,72	1,13	1,64	2,28	3,11	4,21	5,76
	-	-	-	-	-	-	-	-	0,47	1,22	2,29
1,10	3,42	3,86	4,36	4,95	5,66	6,50	7,54	8,85	10,53	12,79	15,96
	-	0,10	0,37	0,69	1,07	1,52	2,08	2,79	3,69	4,91	6,62
	-	-	-	-	-	-	-	0,25	0,87	1,70	2,87
1,20	3,87	4,45	4,90	5,54	6,31	7,23	8,36	9,79	11,63	14,09	17,55
	0,11	0,36	0,66	1,01	1,42	1,92	2,53	3,29	4,28	5,61	7,47
	-	-	-	-	-	-	0,07	0,60	1,27	2,18	3,46
1,30	4,32	4,83	5,43	6,13	6,96	7,96	9,19	10,73	12,72	15,39	19,13
	0,35	0,62	0,95	1,32	1,77	2,31	2,97	3,80	4,87	6,31	8,33
	-	-	-	-	-	-	0,37	0,94	1,68	2,66	4,04
1,40	4,77	5,32	5,96	6,71	7,61	8,69	10,01	11,67	13,82	16,69	20,72
	0,59	0,89	1,23	1,64	2,12	2,70	3,41	4,31	5,46	7,01	9,18
	-	-	-	-	-	0,19	0,68	1,29	2,08	3,14	4,62
1,50	5,22	5,81	6,49	7,30	8,26	9,41	10,83	12,61	14,91	17,99	22,31
	0,83	1,15	1,52	1,95	2,47	3,09	3,85	4,81	6,05	7,71	10,03
	-	-	-	-	0,03	0,46	0,98	1,64	2,48	3,62	5,21
1,60	5,66	6,29	7,03	7,89	8,91	10,14	11,65	13,55	16,00	19,29	23,90
	1,07	1,41	1,81	2,27	2,82	3,48	4,30	5,32	6,64	8,41	10,89
	-	-	-	-	0,27	0,73	1,28	1,98	2,89	4,10	5,79
1,70	6,11	6,78	7,56	8,47	9,56	10,87	12,47	14,49	17,10	20,59	25,48
	1,31	1,67	2,09	2,58	3,17	3,87	4,74	5,83	7,23	9,11	11,74
	-	-	-	0,11	0,51	0,99	1,59	2,33	3,29	4,57	6,38
1,80	6,56	7,27	8,09	9,06	10,21	11,60	13,30	15,43	18,19	21,88	27,07
	1,55	1,94	2,38	2,90	3,52	4,27	5,18	6,33	7,82	9,81	12,60
	-	-	-	0,33	0,75	1,26	1,89	2,68	3,69	5,05	6,96
	-	-	-	-	-	-	-	0,05	0,83	1,86	3,31

	7,01	7,76	8,63	9,65	10,86	12,32	14,12	16,37	19,29	23,18	28,66
	1,79	2,20	2,67	3,22	3,87	4,66	5,62	6,84	8,41	10,51	13,45
1,90	-	-	0,17	0,54	0,99	1,53	2,19	3,02	4,10	5,53	7,55
	-	-	-	-	-	-	-	0,32	1,13	2,22	3,76
	7,45	8,24	9,16	10,23	11,51	13,05	14,94	17,31	20,38	24,48	30,25
	2,04	2,46	2,95	3,53	4,22	5,05	6,07	7,35	9,00	11,20	14,31
2,00	-	0,03	0,36	0,76	1,23	1,80	2,49	3,37	4,50	6,01	8,13
	-	-	-	-	-	-	-	0,58	1,44	2,59	4,20
Rechazo relativo r/L											

Los cuatro (4) valores que figuran en cada posición del CUADRO se corresponden, por este orden y de arriba a abajo, con las tensiones medias de trabajo en el pilote de: 35, 65, 95 y 125 kg/cm² y siendo:

r, rechazo, en mm

h, altura de caída de la maza, en metros

m, peso de la maza, en t

p, peso del pilote, incluido en este último el sombrerete y otras piezas auxiliares fijas a él, en t

L, longitud enterrada del pilote, en metros

Observaciones:

Para valores intermedios entre los que figuran en el CUADRO se pueden interpolar linealmente,

Para mazas de doble efecto o Diesel se adoptará una altura de caída equivalente, igual a la energía de la maza por golpe, dividida por el peso de sus partes móviles.

7.- CONTROL DE CALIDAD

7.1.- Generalidades

01.- Será de aplicación lo establecido en el Artículo 15.51. Control de Calidad de este Pliego.

7.2.- Control de producción

01.- El Contratista estará obligado a efectuar el control de producción según la Pauta de Control propuesta por él y aprobada por la Dirección. Esta Pauta deberá concretar el objeto, lugar y frecuencia de los controles de producción.

02.- Será obligatorio el control de los materiales empleados en la ejecución de los pilotes, si estos se prefabrican en la obra, tanto a su llegada como en el momento anterior a su empleo.

03.- El Contratista estará obligado a efectuar el control de la longitud y diámetro de los pilotes prefabricados, antes de su hincada, así como las características del martinete. Especialmente del peso de la maza y la altura de caída, cuando sea el caso.

04.- Siempre que existan dudas sobre las condiciones de resistencia de algunos de los pilotes de trabajo, la Dirección podrá ordenar la ejecución de pruebas de carga sobre los mismos; no excediendo la carga máxima del ciento veinticinco por ciento (125 %) de la carga de trabajo. A la vista de los resultados de la prueba de carga, la Dirección adoptará la solución más adecuada.

7.3.- Control de recepción

01.- La Dirección comprobará el cumplimiento de la Pauta de Control de Producción por ella misma aprobada.

02.- Los productos que formen parte del pilote o el pilote prefabricado, se recepcionarán de acuerdo con los Artículos correspondientes del presente pliego.

03.- El PCTP o la Dirección, en su caso, establecerá la forma y frecuencia de los controles de recepción de los trabajos de hincada de pilotes siguiendo los puntos siguientes:

- Disposición de los pilotes en el terreno, es decir, desviaciones en planta y en inclinación superiores a lo especificado.

- Longitud y diámetro de los pilotes hincados.
- Ejecución de la hincada de los pilotes, vigilando la posible aparición de roturas o grietas.
- Profundidades alcanzadas en la hincada y rechazos obtenidos.
- Descabezados de los pilotes y entregas de estos a los encepados.

04.- La Dirección podrá obligar al Contratista a repetir, por cuenta de este último, determinados trabajos en los que, al realizar el control de recepción se detectaran errores que, a juicio de la Dirección, pudieran afectar a la calidad del trabajo contratado.

8.- INFORMES

01.- Será de aplicación lo establecido en el Apartado 9 del Artículo 34.11 de este Pliego.

9.- MEDICIÓN Y ABONO

01.- Los pilotes hincados se medirán y abonarán por longitud de pilote realmente hincado en el terreno, desde la punta del pilote hasta la cara inferior del encepado.

02.- No serán de abono las pruebas de carga o los ensayos, si su realización se produce por dudas de la validez de los pilotes como consecuencia de un trabajo defectuoso o por causas que le sean imputables al Contratista.

03.- No serán de abono los pilotes hincados con desviaciones en planta superiores al veinte por ciento (20%) de su diámetro equivalente, ni con desviaciones en inclinación superiores al cuatro por ciento (4%).

04.- No serán de abono los pilotes que presenten durante su hincada disgregaciones en su fuste, roturas o fisuras de espesor superior a quince centésimas de milímetro (0,15 mm).

05.- No serán de abono los pilotes que no hayan alcanzado la profundidad prevista cuando el rechazo aplicado fuera distinto al especificado.

ARTÍCULO 34.13.- MICROPILOTES DE TUBO DE ACERO

1.- DEFINICIONES

01.- Se define como micropilote de tubo de acero a un elemento resistente a compresión y tracción, constituido por una armadura metálica formada por tubos, barras o perfiles introducidos dentro de un taladro de pequeño diámetro, pudiendo estar o no inyectados con lechada de mortero a presión más o menos elevada.

Los micropilotes de tubo de acero se emplean en la cimentación de estructuras que tengan esfuerzos de tracción en cimientos, como elementos para recalzar cimentaciones difíciles de trabajo por falta de espacio o estado precario de edificios antiguos, para restauración de monumentos, etc.

02.- Armadura tubular. Tubo de acero, generalmente provisto de válvulas para inyección en su extremo inferior, que constituye el elemento resistente del micropilote.

03.- Bulbo de anclaje. Ensanchamiento, situado en la parte más profunda del micropilote, formado por una mezcla de cemento, inyectada a presión a través de las válvulas de la armadura tubular. La misión del bulbo es la transmisión de la carga que soporta el micropilote al terreno.

1.1.- Principales aplicaciones

Existen dos casos en los que los Micropilotes se utilizan como elementos de cimentación:

01.- **ESTRUCTURAS DE CIMENTACIÓN:** puede aplicarse tanto a obra nueva como en recalces, reparaciones, etc. de estructuras preexistentes:

- Obras de nueva planta: El campo de aplicación fundamental son las estructuras con espacio de trabajo reducido o acceso complicado, los terrenos difíciles de perforar por intercalación de niveles rocosos, bolos o bloques de grandes dimensiones.

- Obras de reparación, refuerzo, rehabilitación, mejora, o recalce de estructuras existentes: incluye la reparación de aquellas que tienen incremento de las solicitaciones, la actuación frente a determinadas patologías geotécnicas, etc.

02.- **ESTRUCTURAS DE CONTENCIÓN O SOSTENIMIENTO DEL TERRENO:** normalmente se disponen formando alineaciones o grupos numerosos con varias inclinaciones, se encepán en cabeza y se acompañan de anclajes u otras unidades de obra. Se sitúan en un mismo plano (generalmente vertical) formando abanico.

Existen tres casos en los que los Micropilotes se utilizan para otras aplicaciones:

03.- **ESTABILIZADORES DE TALUDES O LADERAS:** Se disponen formando alineaciones o grupos numerosos con varias inclinaciones y se encepán en cabeza, pudiendo ir acompañados de anclajes u otras unidades de obra.

Producen una mejora del coeficiente de seguridad global de los taludes o laderas por incremento de la resistencia al corte de las mismas, evaluada según potenciales superficies de rotura, que comprenden secciones transversales a la alineación de Micropilotes.

04.- **PARAGUAS DE SOSTENIMIENTO:** ejecutados como sostenimiento del terreno, normalmente antes de la fase de avance, bien con carácter general en toda una obra o en zona de especial dificultad.

05.- **MEJORA DEL TERRENO:** pretenden el aumento de la capacidad portante de una masa de terreno y la reducción de asentamientos de las estructuras, cimentadas posteriormente sobre el mismo.

2.- NORMATIVA TÉCNICA

2.1.- Normativa obligatoria

01.- El Código Estructural aprobado por el Real Decreto 470/2021, de 29 de junio, o marco reglamentario que lo sustituya.

02.- 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.- El Código Técnico de la Edificación.

2.2.- Guías de aplicación obligatoria

01.- La Guía de Cimentaciones en Obras de Carretera.

3.- ESTUDIO DE EJECUCIÓN Y PROGRAMA DE TRABAJOS

3.1.- Estudio de Ejecución

01.- Antes de iniciar la ejecución de los micropilotes, con una antelación mínima de treinta (30) días, el Contratista deberá disponer de un Estudio de Ejecución de los micropilotes, cuyas directrices serán fijadas por la Dirección. Incluirá la información geológica y geotécnica de que se disponga, así como de los datos obtenidos en los reconocimientos realizados mediante sondeos, mediciones de asentos, calicatas, etc.

02.- El Estudio de Ejecución de micropilotes constará, al menos, de los siguientes puntos:

- Información del terreno.
- Restricciones legales y administrativas
- Planos de la estructura a cimentar o recalzar, así como las solicitudes a que se encontrarán sometidos los micropilotes.
- Documentación relativa al cálculo de los pilotes conforme al CTE
- Restricciones legales y administrativas
- Pruebas de carga y ensayos de micropilotes in situ.
- Perforación de taladros y colocación de armaduras.
- Inyección del micropilote.
- Puesta en servicio o en carga.
- Prescripciones e instrucciones para la ejecución de micropilotes.

03.- Información del terreno. Con el detalle y la diversidad de datos adecuados a la importancia y circunstancias de la obra, se recopilará y complementará la información geotécnica del terreno, si no fuera suficiente, mediante sondeos de reconocimiento, para determinar la capacidad portante del terreno a distintas profundidades.

04.- Restricciones legales y administrativas. Se incluirán los condicionantes legales y administrativos, como pueden ser las restricciones ambientales (incluyendo ruido, vibraciones y polución) o culturales (presencia de restos arqueológicos).

05.- Planos de estructura y solicitudes sobre los micropilotes. El Estudio de Ejecución de los micropilotes incluirá planos de la estructura a cimentar o a recalzar, con los detalles necesarios para definir la posición

adecuada de los micropilotes, que se dibujarán en planta y en perfiles transversales, en los que figurarán las longitudes, diámetros, inclinaciones de los micropilotes y todos los detalles que deban tenerse en cuenta, además de las solicitaciones (incluyendo el ELU y ELS). También figurarán las designaciones o claves de identificación de los micropilotes.

06.- Pruebas y ensayos de micropilotes. En el Estudio de Ejecución se indicarán las pruebas y ensayos in situ que se considere necesario realizar, así como el fin que se persiga con ellos. Como más importantes se indican los siguientes:

- Confirmación o modificación, en su caso, de las longitudes y diámetro de los micropilotes.
- Confirmación o modificación de las presiones de inyección del bulbo y de los volúmenes de inyección previstos.
- Pruebas de carga de micropilotes para comprobar o modificar su capacidad portante.

07.- Perforación de taladros y colocación de armaduras. El Estudio de Ejecución indicará el método de perforación, diámetros y profundidades de los taladros para alojar los micropilotes. El método de perforación dependerá de la naturaleza del terreno y de la capacidad de los micropilotes. Se tomarán las debidas precauciones para evitar erosiones y derrumbes en las paredes de los taladros al colocar las armaduras.

08.- Inyección de los micropilotes. El Estudio de Ejecución indicará la forma de realizar la inyección del micropilote. Existen cuatro tipos posibles de inyección:

- a) Inyección previa
- b) Inyección única global (IU)
 - Mediante inyección a través de un tubo
 - Inyectando directamente la lechada o mortero por el interior de la armadura tubular.
- c) Inyección repetitiva (IR)
- d) Inyección repetitiva (IRS)

09.- Puesta en servicio o en carga. El Estudio de Ejecución indicará el dispositivo de unión de los micropilotes a la cimentación de la estructura existente, si se trata de un recalce, o los elementos adecuados (nervios, ganchos, etc.) que se sueldan al extremo superior del tubo del micropilote con el fin de aumentar su adherencia al hormigón de los cimientos; en general, indicará todas las operaciones que requiera la puesta en servicio de los micropilotes, en cada caso particular. En su caso, el Estudio deberá considerar la necesidad de someter al micropilote a una precompresión para suprimir los asientos elásticos de este antes de recalzar una estructura.

10.- Prescripciones e instrucciones para la ejecución de micropilotes. En el Estudio de Ejecución, se establecerán las instrucciones para la buena ejecución de los micropilotes. En particular se establecerán reglas operativas para que los taladros no presenten desviaciones superiores a las toleradas en el Artículo 33.12, Taladros, de este Pliego.

11.- Se tendrá especial atención con el cumplimiento de las normas relativas a la Seguridad y Salud en el trabajo, de acuerdo con lo previsto en la Ley 31/1995 y el Real Decreto 1627/1997 o normativa que le sustituya.

3.2.- Programa de trabajos

01.- Será de aplicación lo establecido en el Artículo 14.21, Programa de trabajos, de este Pliego.

02.- En base a la finalidad de los micropilotes, a la información actualizada del terreno y de las cargas a soportar, a lo establecido en este Pliego y en el PCTP y a las instrucciones dadas por la Dirección, el Contratista elaborará un Programa de Trabajos.

03.- Este Programa deberá incluir, entre otros, los siguientes conceptos:

- Esquema de taladros, de acuerdo con lo establecido en el anterior Apartado 3.1.
- Cronograma de trabajos que, con el detalle suficiente, establezca la duración e interrelación de las distintas actividades previstas en el Estudio de Ejecución.
- Equipos de perforación. Relación de los equipos a emplear con indicación de sus características principales y capacidad de producción horaria y diaria, así como de las máquinas de reserva de que se dispondrá en obra. El número y capacidad de los equipos serán los adecuados para garantizar, con holgura, el cumplimiento del Cronograma de trabajos.
- Equipos de inyección. Relación de los equipos a emplear, con indicación de sus características principales y capacidad de producción horaria y diaria, así como de las máquinas de reserva de que se dispondrá en la obra. El número y capacidad de los equipos, silos, etc., serán los adecuados para garantizar, con holgura, el cumplimiento del Cronograma de trabajos.

04.- El programa de trabajo tendrá en cuenta las condiciones de seguridad y salud, aplicando la legislación vigente, en concreto la Ley 31/1995 y el RD 1627/1997.

4.- MATERIALES

01.- Se estará en todo caso, a lo dispuesto en la legislación vigente en materia medio ambiental, de seguridad y salud y de almacenamiento de productos de construcción.

4.1.- Armadura tubular

01.- Las armaduras de los micropilotes estarán formadas por un tubo de acero, cuyo diámetro y espesor dependerán de la carga que deban soportar aquellas. En general, varían entre cuarenta y ocho (48) y ciento dos milímetros (102 mm) de diámetro, con espesores de ocho (8), diez (10) y doce milímetros (12 mm); las tensiones admisibles del acero que constituyen los tubos serán del orden de 180 MPa (1.840 kp/cm²), a compresión, y 200 Mpa (2.040 kp/cm²), a tracción. La extremidad inferior del tubo tendrá, a intervalos regulares, unas válvulas para inyectar las mezclas en la ejecución de los micropilotes.

4.2.- Mezclas de inyección

01.- Será de aplicación lo establecido en el Apartado 5 del Artículo 33.20 y en el Apartado 4 del Artículo 33.21 de este Pliego.

5.- EQUIPOS

01.- Será de aplicación lo dispuesto en el Artículo 15.22 de este Pliego, titulado Maquinaria y Medios Auxiliares.

02.- Los equipos para la ejecución de micropilotes se pueden agrupar, fundamentalmente en:

- Equipos de perforación de taladros.
- Equipos de inyección.

03.- Los equipos de perforación cumplirán lo establecido en el Apartado 3 del Artículo 33.12, Taladros, de este Pliego.

04.- Los equipos de inyección cumplirán lo establecido en el Apartado 6 del Artículo 33.20 de este Pliego.

05.- Si, durante el transcurso de los trabajos, las circunstancias reales del terreno, de la estructura o de la obra hicieran aconsejable el cambio del tipo de micropilote, el Contratista estará obligado a sustituir, por su cuenta, los equipos correspondientes por otros que sean adecuados para estas circunstancias.

6.- EJECUCIÓN

6.1.- Generalidades

01.- Las actividades que requiere la ejecución de micropilotes son:

- Replanteo de taladros.
- Accesos, instalaciones, obras y medios auxiliares.
- Perforación de taladros.
- Colocación de tubos y ejecución de las inyecciones.
- Puesta en servicio de los micropilotes.
- Retirada de equipos y limpieza de tajos.

02.- El Contratista deberá colocar en el tubo que forma la armadura del micropilote, antes de su introducción en el taladro, unos centradores, espaciados a lo largo del fuste entre uno (1) y un metro y medio (1,50 m), o según ordene la Dirección, para que los tubos queden perfectamente centrados dentro del taladro. El tipo de centrador será presentado a la Dirección para su aprobación. Los centradores quedarán perdidos, formando parte del micropilote y ocuparán el menor espacio posible.

03.- Será necesario establecer una distancia mínima entre micropilotes que se inyecten y taladros que se perforan, en función de la permeabilidad del terreno, con el fin de evitar deslaves producidos en la mezcla que se inyecta o en la recién inyectada.

04.- El Contratista deberá efectuar un control continuo del estado de la obra, registrando, al menos, las longitudes perforadas en cada taladro, las longitudes de tubos colocados, las dimensiones del bulbo, la presión y volumen de inyección necesario para formarlo y el volumen de las inyecciones de relleno.

05.- Se confeccionarán gráficos donde se anoten, de forma unívoca y sencilla, los datos antes citados y los que, además, se consideren necesarios para que el personal responsable por parte del Contratista y la Dirección puedan conocer, en todo momento, el estado del proceso de la ejecución, sin cometer errores.

06.- El Contratista deberá tener, en todo momento, el control de todas las operaciones de ejecución de los micropilotes siendo responsable de cualquier daño que pudiera sobrevenir a causa de errores en alguna de las operaciones antes citadas o en cualquier trabajo que realice dentro del recinto de la obra.

6.2.- Replanteo de taladros

01.- Será de aplicación lo establecido en el Apartado 4.3 del Artículo 33.12, Taladros, de este Pliego.

6.3.- Accesos, instalación, obras y medios auxiliares

01.- Será de aplicación lo establecido en el Apartado 4.4 del Artículo 33.12, Taladros, de este Pliego.

6.4.- Perforación de taladros

01.- Será de aplicación lo establecido en el Apartado 4.8 del Artículo 33.12, Taladros, de este Pliego.

02.- Antes de introducir la armadura tubular, se comprobará que el taladro tiene la profundidad y el diámetro requerido, y se cumplen las tolerancias recogidas en el Apartado 7.4 de este Artículo.

6.5.- Colocación de los tubos y ejecución de las inyecciones

6.5.1.- Colocación de los tubos

01.- Las armaduras tubulares, provistas de centradores, se introducirán en sus respectivos taladros con el mayor cuidado, sin golpearlas ni forzarlas, especialmente en el caso de taladros realizados en terrenos blandos y no entubados, a efectos de evitar derrumbamientos en estos.

02.- Se prestará especial cuidado en que se mantengan los recubrimientos establecidos en el Proyecto, que deberán ser superiores a los siguientes:

	Lechada	Mortero
Compresión	20 mm	30 mm
Tracción	25 mm	35 mm

6.5.2.- Ejecución de las inyecciones

01.- Se procederá a la ejecución de la inyección para formar el micropilote, en las fases definidas en el Estudio de Ejecución, según lo indicado en el párrafo 08 del anterior Apartado 3.1.

02.- En el proceso de inyección se seguirán las indicaciones del Estudio de Ejecución y en la *Guía para el Proyecto y la Ejecución de Micropilotes en Obras de Carretera* del Ministerio de Fomento.

6.6.- Puesta en servicio de los micropilotes

01.- El PCTP o los Planos definirán los sistemas de unión entre micropilotes y estructura, para garantizar una buena adherencia entre el fuste metálico de los micropilotes y los macizos y zapatas de hormigón. Los sistemas de unión imperfectos suelen ser la causa de fracasos importantes.

02.- Los micropilotes que estén destinados a sustituir, en su función estática, a cimentaciones insuficientes y recalces de estructuras, se podrán precargar mediante dispositivos especiales, que permitan evitar la transmisión de los asientos elásticos de los micropilotes a la estructura, al menos, en lo que corresponden a la carga permanente.

6.7.- Retirada de equipos y limpieza de tajos

01.- Será de aplicación lo establecido en el Apartado 7.6 del Artículo 34.11 de este Pliego.

6.8.- Conservación y mantenimiento

01.- Durante el periodo de ejecución deberán tomarse las precauciones oportunas para asegurar la conservación en buen estado de la cimentación. Cuando se prevea alguna modificación que pueda alterar las solicitaciones previstas en los encepados será necesario el dictamen de la Dirección de Obra.

02.- Cuando se aprecie alguna anomalía, fisuras o cualquier otro tipo de lesión en el edificio o estructura, será estudiada por la Dirección de Obra, que dictaminará su importancia y peligrosidad, en caso de ser imputables a la cimentación, los refuerzos y recalces que deban realizarse.

03.- Se reparará cualquier fuga observada en las canalizaciones de suministro o evacuación de agua.

7.- CONTROL DE CALIDAD

7.1.- Generalidades

01.- Será de aplicación lo dispuesto en el Artículo 15.51, Control de Calidad, de este Pliego.

02.- Además de lo preceptuado en el presente Artículo, será de aplicación lo dispuesto, en cuanto a control de calidad, en el Artículo 33.20 de este Pliego.

7.2.- Control de producción

01.- El Contratista estará obligado a efectuar el Control de Producción, según la Pauta de Control propuesta por él y aprobada por la Dirección; esta Pauta deberá concretar el objeto, lugar y frecuencia de los controles de producción.

El Control de Producción, establecido como preceptivo en este Pliego, tiene por objeto comprobar que los procesos realizados durante la ejecución de la estructura se organizan y desarrollan de forma que la Dirección de Obra pueda asumir su conformidad respecto del Proyecto.

La Pauta de Control contemplará las particularidades concretas de la obra, relativas a medios, procesos y actividades, basándose en el Plan de Control definido en el Proyecto.

La Pauta de Control incluirá, al menos:

- Niveles de control
- Lotes de ejecución
- Unidades de inspección
- Frecuencia de comprobación

02.- Será obligatorio el control de los materiales empleados en la ejecución de los micropilotes, tanto a su llegada a la obra como en el momento anterior a su utilización; se prestará especial atención a la oxidación o corrosión que puedan sufrir los tubos metálicos que constituyen la armadura de los micropilotes.

03.- El control de perforación de los taladros, se realizará según lo establecido en el Artículo 33.12, Taladros, de este Pliego.

04.- El Contratista estará obligado a efectuar, de manera permanente y sistemática, el control de los parámetros de inyección del micropilote, en todas las fases de inyección definidas en el Estudio de Ejecución.

05.- Todas estas comprobaciones serán documentadas por el Constructor, en los registros de autocontrol.

7.3.- Control de recepción

01.- La Dirección comprobará el cumplimiento del Programa del Control de producción aprobada.

02.- El PCTP o la Dirección, en su caso, establecerá la forma y frecuencia de los controles de recepción de los micropilotes, siguiendo los puntos indicados en el anterior Apartado 7.2.

03.- La Dirección podrá obligar al Contratista a repetir, por cuenta de este último, determinados trabajos en los que, al realizar el control de recepción, se detectarán errores o defectos que, a juicio de la Dirección, pudieran afectar a la calidad de la obra.

7.4.- Tolerancias

01.- Los taladros cumplirán las tolerancias siguientes:

- La posición del eje de la boca de la perforación no deberá estar desplazado más de cincuenta milímetro (50 mm) respecto de su posición teórica.
- La reducción del diámetro nominal del micropilote previsto en el Proyecto, fundamentalmente debida al desgaste de los útiles de perforación, deberá ser inferior o igual a dos milímetros (2 mm).
- La longitud de la perforación no debe diferir en más de veinte centímetros (20 cm) de la indicada en el Proyecto.
- La inclinación del taladro no deberá desviarse más de dos grados sexagesimales (2º) respecto de la teórica.

8.- INFORMES

01.- Será de aplicación lo establecido en el apartado 9 del artículo 34.11 de este Pliego.

9.- MEDICIÓN Y ABONO

01.- La medición y abono de los micropilotes se hará por metro lineal (m) de micropilote realmente ejecutado, incluyéndose en el mismo todas las operaciones complementarias, tales como inyecciones de protección, relleno del fuste, formación de bulbo inyectado, etc.

02.- En el Proyecto se podrá definir otra forma de abonar los micropilotes, en función de las circunstancias de la obra.

Sección 2.^a

PANTALLAS

ARTÍCULO 34.21.- PANTALLAS CONTINUAS DE HORMIGÓN

1.- DEFINICIONES

01.- Se define como pantalla continua de hormigón a los elementos de contención de tierras que se emplean para realizar excavaciones verticales en aquellos casos en los que el terreno, los edificios u otras estructuras cimentadas en las inmediaciones de la excavación, no serían estables sin sujeción, o bien, se trata de eliminar posibles filtraciones de agua a través de los taludes de la excavación y eliminar o reducir a límites admisibles las posibles filtraciones a través del fondo de la misma, o de asegurar la estabilidad de este frente a fenómenos de sifonamiento.

02.- Las finalidades de las pantallas son, en general, las siguientes:

- Contención del terreno.
- Impermeabilización.
- Cimentación.

2.- CLASIFICACIÓN

01.- Según el método de ejecución se distinguen:

- Pantalla de hormigón moldeado in situ.
- Pantalla de paneles prefabricados de hormigón armado.

02.- Según el tipo de obra a ejecutar posteriormente a la construcción de la pantalla, se distinguen:

- Pantallas con un paramento descubierto por una excavación posterior.
- Pantallas permanentemente enterradas.

3.- NORMATIVA TÉCNICA

3.1.- Normativa obligatoria

01.- El Código Estructural aprobado por el Real Decreto 470/2021, de 29 de junio, o marco reglamentario que lo sustituya.

02.- 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.- El Código Técnico de la Edificación.

3.2.- Guías de aplicación obligatoria

01.- La Guía de Cimentaciones en Obras de Carretera.

3.3.- Normas UNE de referencia

01.- UNE-EN 1538. Ejecución de trabajos geotécnicos especiales. Muros-pantalla.

4.- ESTUDIO DE EJECUCIÓN Y PROGRAMA DE TRABAJOS

4.1.- Estudio de ejecución

01.- Antes de iniciar la ejecución de las pantallas de hormigón en zanja y con una antelación mínima de treinta (30) días, se deberá disponer de un Estudio de Ejecución de las pantallas, cuyas directrices las fijará la Dirección de Obra.

02.- El Estudio de Ejecución de las pantallas constará, al menos, de los siguientes puntos:

- Información del terreno.
- Restricciones legales y administrativas
- Planos de detalles constructivos.
- Excavación de la zanja.
- Ejecución de los paneles de hormigón.

03.- Información del terreno. El Estudio de Ejecución se apoyará en la información geológica y geotécnica disponible en el Proyecto; si esta no fuere suficiente, se realizarán reconocimientos complementarios, mediante sondeos, para determinar, hasta una profundidad del orden de dos veces la correspondiente a la excavación, las características geotécnicas del terreno, así como la cota más alta que pueda alcanzar el nivel freático una vez construida la obra.

04.- Restricciones legales y administrativas. Se incluirán los condicionantes legales y administrativos, como pueden ser las restricciones ambientales (incluyendo ruido, vibraciones y polución) o culturales (presencia de restos arqueológicos).

05.- Planos de detalles constructivos. El Estudio de Ejecución incluirá los planos de la obra a construir, con los detalles necesarios para definir la posición de los tramos o paneles en los que se divida la pantalla, en planta y en perfil longitudinal. Se definirán las longitudes de los paneles, su empotramiento en el terreno, la cota del fondo de la excavación, los apoyos con que eventualmente se dote a la pantalla, bien mediante anclajes, bermas, cerchas, etc.; en general, se incluirán todos los detalles que deban tenerse en cuenta para la completa definición de los trabajos a realizar.

06.- Excavación en zanja. El Estudio describirá el método de excavación de la zanja, las juntas entre paneles y las dimensiones y posición de los muretes guía para ejecutar la excavación. Se incluirá el estudio del eventual apuntalamiento de las obras existentes, así como la retirada de las conducciones eléctricas, tanto aéreas como enterradas.

07.- El Contratista estará obligado a reseñar en el Estudio la localización y características de los elementos enterrados que haya podido detectar, así como a adjuntar un plan para su eliminación o neutralización previa en los casos en que su presencia suponga un peligro para la estabilidad de las obras existentes o para la propia obra. Se deberá prestar especial atención a la posible existencia de galerías, alcantarillado o conductos que al ser cortados por la zanja ocasionarían pérdidas de lodo tixotrópico de graves consecuencias.

08.- Ejecución de los paneles de hormigón moldeados in situ. El Estudio describirá el proceso de ejecución de los paneles incluyendo, al menos, los siguientes puntos:

- Encofrados laterales en las juntas.

- Preparación y colocación de las armaduras en la zanja.
- Estudio de los hormigones. Composición y características del hormigón fresco y del endurecido.
- Fabricación y colocación del hormigón.

09.- Ejecución de los paneles prefabricados de hormigón. El Estudio se atenderá a lo especificado en el Artículo 35.13, Estructuras con piezas prefabricadas de hormigón, de este Pliego. Se deberá especificar el procedimiento para empotrar los paneles prefabricados en las zanjas excavadas, así como el tipo de juntas entre paneles, su dispositivo de estanquidad y todos los detalles necesarios para la correcta alineación de los paneles en la excavación.

10.- En el caso de que existan construcciones próximas que puedan verse dañadas por la excavación, la Dirección de Obra podrá exigir que se establezca un protocolo de seguimiento del estado de los edificios y estructuras.

11.- Se tendrá especial atención con el cumplimiento de las normas relativas a la Seguridad y Salud en el trabajo, de acuerdo con lo previsto en la Ley 31/1995 y el Real Decreto 1627/1997 o normativa que le sustituya.

4.2.- Programa de trabajos

01.- Será de aplicación lo dispuesto en el Artículo 14.21, Programa de trabajos, de este Pliego.

02.- En base a la clase de obra para la que se ejecuten las pantallas, a la información actualizada del terreno, al valor de las acciones a soportar por la pantalla, al tipo de paneles ejecutados, a lo establecido en este Pliego y en el PCTP, el Contratista elaborará un Programa de trabajos.

03.- El Programa de trabajos deberá incluir, entre otros, los siguientes conceptos:

- Esquema de la pantalla a realizar, de acuerdo con lo establecido en el anterior Apartado 4.1 de este Artículo.
- Cronograma de trabajos que, con detalle suficiente, establezca la duración e interrelación de las distintas actividades previstas en el Estudio de Ejecución.
- Equipos: relación de los equipos a emplear, con indicación de sus capacidades de producción horaria y diaria, así como de sus características principales, con el número de máquinas de que se dispondrá en obra para reserva. El número y capacidad de los equipos será el adecuado para garantizar, con holgura, el cumplimiento del Cronograma de Trabajos.

04.- El Programa de trabajos se someterá a la aprobación de la Dirección.

5.- MATERIALES

5.1.- Hormigón

01.- Será de aplicación lo establecido en el Artículo 20.51, Hormigones, de este Pliego.

02.- Se tomarán los siguientes valores, salvo especificación en contra:

- Resistencia característica a compresión, a veintiocho (28) días mínima de veinticinco Newton por milímetro cuadrado (25 N/mm²).
- Asiento en cono de Abrams catorce (14) a dieciocho centímetros (18 cm).
- Tamaño máximo del árido cincuenta milímetros (50 mm).

03.- Salvo prescripción diferente, el hormigón para los muretes guía tendrá las características siguientes:

- Resistencia característica a compresión, a veintiocho (28) días mínima de quince Newton por milímetro cuadrado (15 N/mm²).
- Asiento en cono de Abrams de tres (3) a cinco centímetros (5 cm).
- Tamaño máximo del árido cincuenta milímetros (50 mm).

5.2.- Armaduras

01.- Será de aplicación lo establecido en el Artículo 23.11 de este Pliego.

5.3.- Lodo tixotrópico

01.- El lodo tixotrópico para el sostenimiento de las paredes de la zanja se preparará, generalmente, con bentonita.

02.- La bentonita para la fabricación de lodos tixotrópicos tendrá las características que se indican en el CUADRO 34.21.1:

CUADRO 34.21.1.

Característica	Límite	Norma de ensayo
Límite líquido	min 400	UNE 103103
pH	entre 8 y 11	
Contenido de arena (% retenido sobre tamiz de 80 micras)	máx. 5%	
Rendimiento volumétrico del lodo con viscosidad aparente de 15 cP a 2.000 rpm	20 a 25 m ³ por tonelada de bentonita	

03.- El lodo tixotrópico deberá tener las siguientes características:

- A. Las veinticuatro (24) horas de la fabricación (lodo fresco):
- Viscosidad medida en cono Marsh: Entre treinta y dos (32) y treinta y cinco (35) segundos.
 - pH: Entre ocho y medio (8,5) y once (11).
 - Densidad: De 1,02 a 1,10 g/cm³.
- B. Durante la perforación de la zanja:
- Viscosidad medida en cono Marsh: No deberá ser inferior a la del lodo fresco.
 - pH: Entre ocho y medio (8,5) y once (11).
 - Densidad: La necesaria para asegurar la estabilidad de la pared.
- C. Durante el hormigonado:
- Viscosidad medida en cono Marsh: Inferior a cuarenta y cinco (45) y superior a la del lodo fresco.
 - pH: Entre ocho y medio (8,5) y once (11).
 - Material retenido en el tamiz 0,080 UNE: Inferior al tres por ciento (3%), en peso.

04.- Las características anteriores son esenciales para garantizar la calidad del hormigonado de la pantalla en consecuencia, si el lodo no cumpliera estas condiciones, antes de las operaciones previas al hormigonado, colocación de encofrados laterales y de armaduras, se deberá proceder a su regeneración.

5.4.- Paneles prefabricados de hormigón

01.- Será de aplicación lo establecido en los Artículos 35.11 y 35.13 de este Pliego, titulados Obras de hormigón en masa o armado y Estructuras con piezas prefabricadas de hormigón, respectivamente.

5.5.- Anclajes

01.- Se cumplirán las prescripciones contempladas en el Artículo 34.31 del presente Pliego.

6.- EQUIPOS

6.1.- Generalidades

01.- Será de aplicación lo establecido en el Artículo 15.22 de este Pliego, titulado Maquinaria y Medios auxiliares.

02.- El Contratista someterá a la aprobación de la Dirección la tipología y características de los equipos de maquinaria que prevea emplear en la obra, agrupándolos del modo siguiente:

- Equipos de excavación de zanjas.
- Equipos de hormigonado, en su caso.
- Equipos de colocación de paneles, en su caso.
- Equipos de fabricación y regeneración de lodos.

03.- Todas las máquinas y medios auxiliares que hayan de utilizarse en los trabajos de ejecución de las pantallas, cumplirán los requisitos que establezca la normativa oficial vigente en lo referente a su tipo, características, proyecto, fabricación y utilización.

04.- Si en el transcurso de los trabajos, las circunstancias reales del terreno o de las condiciones de la obra hicieran aconsejable el cambio del tipo o características de los equipos, el Contratista estará obligado, por su cuenta, a sustituirlos por otros que sean adecuados para estas circunstancias.

6.2.- Equipos de excavación

01.- Los equipos de excavación deberán garantizar la perfecta alineación en profundidad de la excavación de la zanja; para ello, será conveniente que, dependiendo de la profundidad de excavación, las cucharas o elementos cortantes del terreno, estén guiadas mediante un "kelly" u otro sistema semejante, limitando los equipos de cucharas al cable para profundidades reducidas.

6.3.- Equipos de hormigonado

01.- Los equipos para la fabricación, transporte y colocación del hormigón cumplirán lo establecido en el Artículo 35.11, Obras de hormigón en masa o armado, de este Pliego.

6.4.- Equipos de colocación de paneles prefabricados

01.- Para la colocación de paneles prefabricados se emplearán grúas especiales con una capacidad en gancho adecuada al peso de los paneles.

02.- Las grúas deberán estar en perfecto estado de funcionamiento y disponer de la estabilidad suficiente, con la carga de un panel, para realizar las operaciones de colocación con la máxima precisión y seguridad; el colgado de estos elementos se realizará mediante eslingas bien enlazadas y provistas de ganchos con pestillos de seguridad.

6.5.- Equipos de fabricación y regeneración de lodos

01.- Los equipos de fabricación de lodos bentoníticos cumplirán lo especificado en el Apartado 6 del Artículo 33.20 y en el Apartado 5 del Artículo 33.21 de este Pliego.

02.- La capacidad de producción del equipo de fabricación de lodos deberá ser tal que pueda hacer frente a posibles pérdidas de lodo debidas a filtraciones o fugas en el terreno perforado, por lo que se deberá disponer en todo momento de un volumen adicional de lodo, en condiciones de utilización igual al volumen total de las zanjas perforadas y no hormigonadas, y a la posibilidad real a disponer, en casos de emergencia, de un volumen análogo de lodos al antes indicado.

03.- La instalación de regeneración y desarenado de lodos podrá ser fija, y situarse distante de la maquinaria de excavación, o bien móvil y adosada a dicha máquina, dependiendo de la importancia de la obra y del volumen de lodos que sea necesario tratar; en todo caso, esta instalación deberá disponer de tamices, cribas vibrantes, ciclones de desarenado, etc., y de un laboratorio anexo donde se realicen las medidas de control de la viscosidad, el pH y la densidad del lodo, así como su contenido de arena al ser reutilizado.

7.- EJECUCIÓN

7.1.- Generalidades

01.- Las actividades que requiere la ejecución de las pantallas de hormigón en zanja son:

- Replanteo de la pantalla.
- Accesos, instalaciones, obras y medios auxiliares.
- Ejecución de los muretes-guía.
- Preparación del lodo tixotrópico.
- Excavación de la zanja.
- Colocación de los encofrados de junta entre paneles.
- Colocación de las armaduras.
- Hormigonado de paneles.
- Extracción del encofrado de juntas.
- Demolición de cabezas de paneles.
- Ejecución de la viga de atado de paneles.
- Colocación de los paneles prefabricados, en su caso.
- Retirada de equipos y limpieza de tajos.

02.- El Contratista deberá tener en todo momento el control total de todas las operaciones de excavación, hormigonado, manipulación, izado y colocación en su caso, de los paneles prefabricados en las zanjas y será enteramente responsable de cualquier daño que pudiera sobrevenir a causa de errores en cualquier operación que se realice en la obra.

03.- Para la construcción de la pantalla se dispondrá una superficie de trabajo sensiblemente horizontal, libre de obstáculos y anchura suficiente para el trabajo de la maquinaria. El nivel freático deberá quedar a una profundidad del orden de un metro y medio (1,5 m) por debajo del terreno; si esta condición no se cumpliera, se construirá un terraplén, con un grado de compactación no inferior al del terreno natural. La superficie de trabajo estará convenientemente drenada para evitar encharcamientos en períodos lluviosos.

04.- Antes de proceder a la excavación de la pantalla, deberán ser desviadas todas las conducciones aéreas que afecten al trabajo. Igualmente, deberán ser eliminados o modificados todos los elementos enterrados, tales como canalizaciones, raíces, restos de cimentaciones, etc., que interfieran directamente los trabajos, y también aquellos que, por su proximidad, puedan afectar a la estabilidad del terreno durante la excavación

de la pantalla. Asimismo, cuando dicha excavación pueda comprometer la estabilidad de obras contiguas, se efectuarán los oportunos apuntalamientos o recalces.

05.- El Contratista confeccionará un parte de ejecución por cada panel en el que figurarán, al menos, los siguientes datos:

- Situación o posición en la pantalla.
- Número de identificación, espesor, longitud y profundidad.
- Hora de comienzo y terminación de la perforación y del hormigonado o colocación del panel prefabricado, en su caso.
- Tipo de lodo utilizado, viscosidad y densidad media.
- Consumo de lodos y de hormigón, en su caso, por cada panel, así como dimensiones y peso o cuantía de la armadura colocada.
- Cota superior del hormigonado o del panel colocado in situ.
- Observaciones o incidentes sucedidos durante el proceso de ejecución.

7.2.- Replanteo de la pantalla

01.- El Contratista llevará a cabo el replanteo de la pantalla, de acuerdo con el esquema aprobado por la Dirección.

02.- El Contratista adoptará un sistema lógico y sencillo de designación de los paneles, que permita identificarlos en los esquemas y planos y en obra. La identificación en la obra será mediante marcas o señales inconfundibles y permanente de forma que se correspondan con su respectiva pantalla.

7.3.- Accesos, instalaciones, obras y medios auxiliares

01.- Será de aplicación lo establecido en los Artículos 15.11, 15.12, 15.21 y 15.22 de este Pliego, titulados: Acceso a las obras, Acceso a los tajos, Instalaciones auxiliares de obra y obras auxiliares y Maquinaria y medios auxiliares respectivamente.

7.4.- Ejecución de los muretes-guía

01.- A partir del eje de replanteo, se fijarán los límites de la pantalla y se construirán, en primer lugar, unos muretes con separación igual al espesor de la pantalla más cinco centímetros (5 cm). Estos muretes, que no solo servirán de guía a la maquinaria de excavación, sino que también colaborarán a la estabilidad del terreno, tendrán una anchura mínima de veinte centímetros (20 cm) y una altura no inferior a setenta centímetros (70 cm), e irán convenientemente armados. Sobre los muretes-guía se acotará la longitud de cada panel y se fijarán las cotas del fondo de la excavación y de las rasantes del hormigón y de las armaduras.

02.- En caso de pantallas poligonales o de forma irregular, podrá ser necesario aumentar la distancia entre muretes guía.

03.- Salvo indicación en contra de la Dirección de la Obra, la parte superior de los muretes guía será horizontal, y estará a la misma cota a cada lado de la zanja.

7.5.- Preparación del lodo tixotrópico

01.- Antes de iniciar los trabajos de excavación, el Contratista someterá a la aprobación de la Dirección los detalles relativos a la dosificación del lodo fresco; aportando los siguientes datos:

- Tipo y características de la bentonita utilizada.
- Aditivos previstos y características de los mismos.

- Dosificación ponderal de los materiales.
- Filtrado y espesor del residuo obtenido en filtro prensa.
- Densidad del lodo.
- Viscosidad medida en el cono Marsh.
- Valor del pH.

02.- Además de los datos del párrafo anterior, el Contratista propondrá a la Dirección la densidad mínima que deberá tener el lodo durante la excavación, según las condiciones del terreno y la posición del nivel freático.

03.- En la fabricación de los lodos tixotrópicos, la mezcla del material o materiales secos con agua se realizará empleando medios energéticos adecuados para la completa dispersión de los mismos y la obtención de un producto uniforme. Asimismo, el lodo deberá ser almacenado veinticuatro (24) horas antes de su empleo, por lo menos, para su completa hidratación, salvo que el empleo de dispersantes permita reducir dicho plazo.

04.- Para garantizar la seguridad y calidad del trabajo frente a posibles pérdidas de lodo debido a filtraciones o fugas en el terreno, se deberá disponer en todo momento de un volumen adicional de lodo, en condiciones de utilización, igual al volumen total de las zanjas perforadas y no hormigonadas. Existirá asimismo en obra una cantidad de material y un suministro de agua suficiente para fabricar inmediatamente un volumen análogo de lodo.

7.6.- Excavación de la zanja

01.- La excavación correspondiente a cada panel se realizará con los medios mecánicos previstos en el Estudio de Ejecución y el Programa de Trabajos aprobados por la Dirección.

02.- Si las condiciones del terreno lo requiriesen, el material extraído de la perforación se irá reemplazando por lodos tixotrópicos que, durante todo el proceso, deberán permanecer por encima del nivel inferior de los muretes-guía.

La excavación en seco, sin ayuda de lodos, podrá ser utilizada en algunos terrenos coherentes o en roca, si estos presentan una resistencia suficiente para garantizar el mantenimiento de las paredes de la zanja. En los terrenos en los que no se disponga de experiencia similar, se aconseja realizar una excavación de prueba.

03.- La profundidad de la excavación, en el caso de pantallas de hormigón moldeado in situ, no superará, al menos, en veinte centímetros (20 cm) a la que tenga la armadura del panel a hormigonar, con objeto de evitar que las armaduras se apoyen sobre el terreno en las esquinas del panel, donde la limpieza de detritus es más difícil.

04.- Previamente a la colocación de encofrados laterales y armaduras, o a la colocación, en su caso, del panel prefabricado de hormigón, se efectuará una limpieza del fondo de la zanja, extrayendo los elementos sueltos que se pudieran haber desprendido de las paredes de la excavación, así como los detritus sedimentados. También se regenerará el lodo de excavación si no cumpliera con las condiciones exigibles.

05.- Desde el comienzo de excavación de la zanja hasta el final del periodo de endurecimiento del hormigón, o hasta que se hubiera terminado la colocación del panel prefabricado, no se permitirá apilar en las proximidades de la pantalla ningún material cuyo peso pueda poner en peligro la estabilidad del terreno.

06.- Cuando durante la excavación se produzca una pérdida importante y repentina de fluido, se deberá rellenar, inmediatamente, la zanja de fluido, añadiendo, eventualmente, materiales colmatantes. Si esto no fuera posible o resultase insuficiente, se debería entonces rellenar la zanja con un material que posteriormente pueda ser excavado (hormigón pobre u otro material adecuado).

En las situaciones que presenten riesgo de pérdida de fluido de excavación (por ejemplo, suelos muy permeables o cavidades) se deberá prever una reserva de fluido de excavación e incluso, eventualmente, colmatantes.

07.- Justo antes de colocar los elementos del panel (encofrados de juntas, jaulas de armaduras y paneles prefabricados) el fondo de la excavación deberá ser limpiado, y en caso necesario, el fluido de excavación deberá ser tratado (proceso de desarenado) o bien reemplazado.

08.- Mientras se mantenga la zanja abierta sin introducir la armadura ni hormigonada, se deberá proteger de la posible caída de personas al interior, mediante la colocación de planchas de trámex bien asentadas y resistentes, u otro medio similar.

7.7.- Colocación del encofrado de juntas entre paneles

01.- Antes de proceder al hormigonado, se colocarán en la zanja los elementos que vayan a moldear las juntas laterales de unión entre dos paneles consecutivos, cuya misión es la de asegurar la continuidad geométrica de la excavación y de la pantalla de hormigón armado, así como de servir de guía al útil empleado en la excavación de la zanja. Los elementos se colocarán en posición vertical y adecuadamente fijados o empotrados en el fondo; su anchura será igual al espesor de la pantalla.

02.- Los encofrados de las juntas deberán ser rígidos y rectilíneos. Las desviaciones, tanto en la dirección longitudinal como en la transversal, respecto a su posición vertical no deberán sobrepasar un valor de más o menos uno por ciento ($\pm 1\%$) de la profundidad total.

7.8.- Colocación de armaduras

01.- Las armaduras se construirán en taller formando un conjunto solidario, llamado jaula, de la misma longitud, en horizontal, que la del panel.

02.- Si la zanja fuese muy profunda, se podrán descomponer las armaduras verticalmente en dos (2) o más tramos, los cuales se soldarán en obra para formar un conjunto continuo. Dicho conjunto deberá tener las dimensiones y disposición indicadas en los Planos, con independencia de la profundidad real alcanzada en la perforación de la zanja.

03.- Las jaulas deberán llevar rigidizadores y estar soldadas en los puntos precisos para evitar su deformación durante el transporte, izado y colocación en la zanja. En la soldadura de aceros especiales se utilizarán los electrodos adecuados, así como el voltaje y condiciones especiales de soldadura al arco, de forma que no resulten afectadas las propiedades del acero. Los ganchos de suspensión de las jaulas serán de acero ordinario.

04.- La separación mínima entre barras verticales y horizontales será de diez centímetros (10 cm) y el recubrimiento de siete centímetros (7 cm). Las formas cerradas o nudos de armaduras deberán evitarse en lo posible, de manera que no impidan la buena circulación del hormigón y pueda garantizarse el perfecto recubrimiento de las barras.

05.- Para garantizar el centrado de las jaulas en zanja y conseguir el recubrimiento de las barras, deberán disponerse separadores o calas de mortero en ambas caras de las jaulas, a razón de un separador cada dos metros cuadrados (2 m^2) de la pantalla, por lo menos.

06.- Deberán preverse armaduras de espera para el enlace con la viga de atado.

07.- Las jaulas de armaduras se colocarán en el panel introduciendo y soldando sucesivamente sus diversos tramos y dejándolas bien centradas, mediante los separadores mencionados anteriormente. La jaula deberá

quedar suspendida de forma estable a una distancia mínima de veinte centímetros (20 cm) del fondo de la excavación. Durante el izado y la colocación de las jaulas, deberá disponerse de una sujeción de seguridad, en previsión de la rotura de los ganchos de elevación.

7.9.- Hormigonado de paneles

01.- El hormigonado se efectuará siempre mediante tubería, cuyo diámetro mínimo será de quince centímetros (15 cm); estará centrada en el panel y se introducirá a través del lodo hasta el fondo de la excavación. Llevará en cabeza una tolva para la recepción del hormigón.

02.- El hormigonado se hará de forma continua. Si durante el proceso fuera necesario levantar la tubería de hormigonado, esta se mantendrá dentro de la masa de hormigón en una longitud mínima de cinco metros (5 m), para hormigonado bajo lodo, o de tres metros (3 m), para hormigonado en seco.

03.- Cuando la longitud del panel sea superior a seis metros (6 m), se utilizarán dos tuberías de hormigonado, vertiendo el hormigón por ambas simultáneamente.

El número de tubos a utilizar en un mismo panel deberá ser determinado de tal manera que se limite el recorrido horizontal del hormigón a partir de cada tubo. Este recorrido se limitará normalmente a dos con cinco metros (2,5 m).

04.- Los lodos se irán evacuando a medida que progresa el hormigonado.

05.- La cota final de hormigonado rebasará a la teórica al menos en treinta centímetros (30 cm). Este exceso de hormigón, en su mayor parte contaminado por el lodo, será demolido antes de construir la viga de atado de los paneles. Si la cota teórica coincide con la coronación de muretes, se deberá hacer rebosar el hormigón hasta comprobar que no está contaminado.

7.10.- Extracción de encofrados de juntas

01.- Después de terminado el hormigonado del panel, se procederá a la extracción de los elementos de encofrado de las juntas entre paneles. Esta operación se realizará cuando el hormigón haya adquirido la suficiente resistencia para que se mantenga vertical la pared encofrada. La extracción de los encofrados se ejecutará con el debido cuidado para no dañar el hormigón del panel, sin golpes, vibraciones ni otros sistemas dinámicos que pudieran resultar perjudiciales.

7.11.- Colocación de los paneles prefabricados, en su caso

01.- Terminada la excavación de la zanja, y antes de colocar el panel prefabricado, se introducirá, a través de una tubería de hormigonado, en el fondo de la excavación y hasta una altura adecuada, una mezcla de bentonita-cemento y hormigón; esta altura no será, en general, inferior a dos metros (2 m). A continuación, se bajará el panel, que quedará así empotrado en su parte inferior.

02.- Una vez introducido y asentado el panel en la zanja, deberá nivelarse convenientemente; para ello se podrán utilizar apoyos extensibles de tornillo o gatos mecánicos que se apoyen en los muretes-guía u otro dispositivo similar para este fin.

03.- Si se utilizase hormigón para el empotramiento, la excavación de las zanjas contiguas se deberá realizar antes de que este endurezca totalmente.

7.12.- Retirada de equipos y limpieza de tajos

01.- Una vez terminados los trabajos de ejecución de las pantallas, el Contratista retirará los equipos, instalaciones de obras, obras auxiliares, andamios, plataformas y demás medios auxiliares y procederá a la

limpieza de la zona de trabajo de los materiales, detritus de perforación, restos de hormigón y de lodos y demás desperdicios originados por las operaciones citadas, siendo todos estos trabajos a su cargo.

7.13.- Tolerancias de ejecución

01.- Las tolerancias de ejecución serán las siguientes:

- Desvío en planta, o separación de los muretes-guía: Más-menos cinco centímetros (± 5 cm).
- Anchura de la herramienta de excavación: Más-menos dos centímetros (± 2 cm) sobre el ancho teórico.
- Longitud de panel: Más-menos cinco centímetros (± 5 cm) sobre la longitud teórica.
- Profundidad de la armadura del panel: Más-menos cinco centímetros (± 5 cm) sobre la profundidad teórica
- Verticalidad: Desviación de la vertical, inferior a uno y medios por ciento (1,5%).
- Sobre-espesores: Inferiores a diez centímetros (10 cm).

02.- Cuando se trate de una zona de relleno o cuando hubiera que demoler previamente una construcción existente, la Dirección fijará la tolerancia admisible.

7.14.- Excavación del terreno adyacente a la pantalla

01.- Los trabajos de excavación del terreno adyacente a la pantalla se ajustarán al plan de excavación establecido en el Proyecto o, en su defecto, fijado por la Dirección de Obra, con objeto de que las solicitaciones inducidas en los diversos elementos de la obra no excedan de las admisibles.

02.- Dicho plan incluirá los siguientes puntos:

- Dimensiones y cotas de la excavación.
- Arriostramientos provisionales y definitivos.
- Secuencia de todos los trabajos.
- Intervalos mínimos y máximos a respetar entre el final de un trabajo y el comienzo del siguiente.

03.- Durante los trabajos de excavación del terreno adyacente, se controlará el comportamiento de la pantalla y se tomarán las medidas oportunas.

04.- En el caso de que existan construcciones próximas de relevancia, la Dirección de Obra podrá establecer un protocolo de seguimiento del estado de los edificios y estructuras.

8.- CONTROL DE CALIDAD

8.1.- Generalidades

01.- Se cumplirá con lo establecido en el Artículo 15.51. Control de Calidad, de este Pliego.

8.2.- Control de producción

01.- El Contratista estará obligado a efectuar el Control de producción según la Pauta de Control propuesta por él y aprobada por la Dirección. Esta Pauta deberá concretar el objeto, lugar y frecuencia de los controles de producción.

02.- Será obligatorio el control de los materiales empleados en la obra, tanto a su llegada a esta como en el momento anterior a su empleo.

03.- El Contratista estará obligado a efectuar el control de la perforación en, al menos, los siguientes puntos:

- Separación de los muretes-guía.
- Anchura del útil de excavación.
- Longitud de paneles.
- Profundidad de la zanja excavada.
- Desviaciones de la vertical.
- Características del lodo tixotrópico. Viscosidad, pH y densidad.
- Nivel del lodo.

04.- El Contratista estará obligado a efectuar el control de las operaciones de colocación de armaduras y hormigonado en, al menos, los siguientes puntos:

- Contenido de arena del lodo, antes del hormigonado.
- Limpieza del fondo de la zanja excavada, antes de proceder a la colocación de armaduras.
- Dimensiones y empotramiento de los encofrados de las juntas entre paneles.
- Comprobación de que la jaula de armaduras no tiene deformaciones durante su izado e introducción en la zanja, así como que sus separadores de recubrimiento tienen las dimensiones adecuadas.
- Comprobación de que la jaula ha quedado correctamente colocada y suspendida sin tocar fondo.
- Comprobación de que la tubería de hormigonado llega al fondo de la zanja.
- Comprobación de que la duración del hormigonado no sea superior al setenta por ciento (70%) del tiempo de comienzo de fraguado del hormigón utilizado.
- Comprobación de que el nivel del hormigonado es el requerido.
- Comprobación de la continuidad del hormigonado y detección de defectos mediante diagráfias.

05.- El Contratista estará obligado a efectuar el control de las operaciones de colocación de paneles prefabricados, en su caso, dentro de las zanjas en, al menos, los puntos siguientes:

- Limpieza del fondo de la zanja, donde se deberá colocar hormigón o bentonita-cemento para empotramiento del panel.
- Comprobación de que el panel haya sido colocado adecuadamente.
- Comprobación de que los paneles adyacentes a estos estén perfectamente alineados y encajados en las juntas correspondientes.
- Comprobación de que el intradós de los paneles (zona que vaya a permanecer en contacto con el terreno) está debidamente relleno de lodos, mortero, hormigón o lo que esté establecido.

9.- MEDICIÓN Y ABONO

01.- Las excavaciones se abonarán por metros cúbicos (m^3), multiplicando la superficie de pantalla afectada por el espesor real de la misma. La profundidad de la pantalla se medirá desde el plano de trabajo hasta la profundidad teórica de las armaduras más veinte centímetros (20 cm). La longitud se medirá horizontalmente.

02.- El hormigón se abonará por metros cúbicos (m^3) de volumen real, incluyendo los veinte centímetros (20 cm) de exceso en profundidad. El exceso por encima de estos veinte centímetros (20 cm) no se abonará.

03.- El hormigón en sobre-espesores se abonará por metros cúbicos (m^3) de volumen real, cuando existan causas que lo justifiquen.

04.- Las armaduras de acero se medirán y abonarán según se especifica en el Artículo 35.11, Obras de hormigón en masa o armado, de este Pliego.

05.- Las vigas de atado se medirán y abonarán según lo establecido en el Artículo 35.11, Obras de hormigón en masa o armado.

06.- Los anclajes se medirán y abonarán por metros (m) realmente ejecutados. El precio unitario correspondiente incluirá todos los materiales y operaciones necesarias para la ejecución del anclaje.

07.- La limpieza superficial del paramento de la pantalla se abonará por metros cuadrados (m²) de paramento visto, cuando se prevea realizar este trabajo.

08.- No serán de abono directo las operaciones de preparación de la plataforma de trabajo, ejecución de muretes-guía, demolición de cabezas de paneles, apeos provisionales de la pantalla, regularización del paramento visto de la pantalla, ni cualquier otra operación para la que no se haya establecido criterio de medición y abono. Los costes de estas operaciones y obras auxiliares estarán incluidos en los precios unitarios anteriores.

ARTÍCULO 34.22.- PANTALLAS CONTINUAS DE BENTONITA

1.- DEFINICIONES

01.- Se define como pantalla continua de bentonita la pared impermeable ejecutada en una zanja larga y estrecha, excavada sin entibación, mediante el empleo de lodos tixotrópicos, y rellena con una mezcla de bentonita-cemento, con o sin la adición de áridos, o con una mezcla de suelo y bentonita.

2.- CLASIFICACIÓN

01.- Las pantallas de bentonita pueden dividirse en las dos clases siguientes:

- Pantallas de bentonita-cemento de lodos autoendurecibles.
- Pantallas de bentonita-cemento-áridos (hormigones o morteros plásticos)

3.- ESTUDIO DE EJECUCIÓN Y PROGRAMA DE TRABAJOS

01.- Será de aplicación lo establecido en el Apartado 4 del Artículo 34.21 de este Pliego.

4.- MATERIALES

4.1.- Cemento

01.- Será de aplicación lo establecido en el Artículo 20.13, Cementos, de este Pliego.

4.2.- Agua

01.- Será de aplicación lo establecido en el Artículo 20.41 de este pliego.

4.3.- Áridos

01.- Será de aplicación lo establecido en el Artículo 35.11 de este Pliego.

4.4. Bentonita

01.- La bentonita para la fabricación de pantallas de bentonita tendrá las características que se indican a continuación:

- Límite líquido min 400
- pH entre 8 y 11
- Contenido de arena (% retenido sobre tamiz de 80 micras) máx. 5%
- Rendimiento volumétrico del lodo con viscosidad aparente de 15 cP a 2000 r.p.m. 20 a 25 m³ por tonelada de bentonita

4.5.- Lodos autoendurecibles

01.- Los lodos autoendurecibles se prepararán con agua, cemento, bentonita y, eventualmente, aditivos para regular el tiempo de fraguado, su viscosidad y rigidez.

02.- El lodo autoendurecible deberá cumplir las siguientes condiciones:

- Comportarse, durante la excavación de la zanja, como un lodo tixotrópico de excavación.
- Después de un determinado tiempo de terminada la excavación, deberá endurecer en el interior de la zanja y adquirir una cierta resistencia.

03.- A título orientativo, a continuación, se indica una composición típica de lodos autoendurecibles:

- Cemento: 150 a 300 kg/m³
- Bentonita: 30 a 50 kg/m³
- Relación agua-cemento (A/C): 7
- Aditivos: Retardadores de fraguado, para facilitar las operaciones a viscosidad constante

4.6.- Hormigón plástico

01.- La composición media de los hormigones y morteros plásticos será la siguiente:

A. Hormigón plástico.

- Lodo tixotrópico de 50 segundos Marsh 400 a 500 l/m³
- Cemento 150 a 250 kg/m³
- Áridos:
 - Granulometría bien estudiada máx. 1500 kg/m³
 - Granulometría deficientemente estudiada máx. 1300 kg/m³

B. Mortero plástico.

- Lodo tixotrópico 375 a 750 l/m³
- Cemento 150 a 300 kg/m³
- Arena media a fina 500 a 1000 kg/m³

5.- EQUIPOS

01.- Será de aplicación lo establecido en el Apartado 6 del Artículo 34.21.

02.- Los equipos para la fabricación de lodos autoendurecibles cumplirán con lo especificado en el Apartado 5 del Artículo 33.21 de este Pliego, titulado Inyecciones al terreno con mezclas de cemento.

6.- EJECUCIÓN

6.1.- Generalidades

01.- Las actividades que requiere la ejecución de las pantallas de bentonita en zanja son:

- Replanteo de la pantalla.
- Accesos, instalaciones, obras y medios auxiliares.
- Ejecución de los muretes guía.
- Preparación de lodos tixotrópicos para la excavación.
- Preparación de la mezcla de bentonita para la pantalla.
- Excavación de la zanja.
- Colocación de encofrados de juntas entre paneles, en su caso.
- Extracción de encofrados de juntas, en su caso.
- Retirada de equipos y limpieza de tajos.

02.- El Contratista deberá tener en todo momento el control de todas las operaciones de ejecución de las pantallas de bentonita y será enteramente responsable de los daños que pudieran sobrevenir a causa de errores en cualquier operación que se realice en la obra.

03.- Para la construcción de la pantalla se dispondrá una superficie de trabajo sensiblemente horizontal, libre de obstáculos y de anchura suficiente para el trabajo de la maquinaria. El nivel freático deberá quedar a una profundidad del orden de un metro y medio (1,5 m) por debajo del terreno; si esta condición no se cumpliera, se construirá un terraplén, con un grado de compactación no inferior al del terreno natural. La superficie de trabajo estará convenientemente drenada para evitar encharcamientos en períodos lluviosos.

04.- Antes de proceder a la excavación de la pantalla, deberán ser desviadas todas las conducciones aéreas que afecten al área de trabajo. Igualmente, deberán ser eliminados o modificados todos los elementos enterrados tales como canalizaciones, raíces, restos de cimentaciones, etc., que interfieran directamente los trabajos y también aquellos que, por su proximidad, puedan afectar a la estabilidad del terreno durante la excavación de la pantalla. Asimismo, cuando dicha excavación pueda comprometer la estabilidad de obras contiguas, se efectuarán los oportunos apuntalamientos o recalces.

05.- El Contratista confeccionará un parte de ejecución por cada panel, en el que figurarán, al menos, los siguientes datos:

- Situación o posición de la pantalla
- Número de identificación, espesor, longitud y profundidad de cada panel
- Hora de comienzo y de terminación de excavación y relleno de cada panel con bentonita-cemento
- Tipo de lodo autoendurecible utilizado. Viscosidad y densidad
- Consumo de materiales por panel
- Cota superior del relleno de cada panel
- Observaciones e incidentes durante la ejecución

6.2.- Replanteo de la pantalla

01.- Será de aplicación lo establecido en el Apartado 7.2 del Artículo 34.21 de este Pliego.

6.3.- Accesos, instalaciones, obras y medios auxiliares

01.- Será de aplicación lo establecido en los Artículos 15.11, 15.12 15.21 y 15.22 de este Pliego, titulados: Acceso a las obras, Acceso a los tajos, Instalaciones auxiliares de obra y obras auxiliares y Maquinaria y medios auxiliares, respectivamente.

6.4.- Ejecución de los muretes-guía

01.- Será de aplicación lo establecido en el Apartado 7.4 del Artículo 34.21 de este Pliego.

6.5.- Preparación del lodo tixotrópico para la excavación

01.- Será de aplicación lo establecido en el Apartado 7.5 del Artículo 34.21 de este Pliego.

6.6.- Preparación de la mezcla de bentonita

01.- El Contratista someterá a la aprobación de la Dirección los detalles relativos a la clasificación de las mezclas de bentonita para la pantalla.

02.- Las suspensiones de cemento-agua y de bentonita-agua, o arcilla-agua se prepararán en mezcladoras distintas. Las suspensiones bentonita-agua o arcilla-agua se prepararán con una antelación mínima de

veinticuatro horas (24 h) a su empleo, manteniéndolas en agitación durante todo este tiempo. El agua para las suspensiones de bentonita o de arcilla deberá estar exenta de cemento.

03.- La suspensión de cemento-agua deberá pasar a un recipiente dotado de agitador al que se incorporará la suspensión de bentonita-agua, o arcilla-agua, de forma que al mezclarse ambas suspensiones se obtenga la composición previamente establecida.

6.7.- Excavación de la zanja

01.- En el caso de mezclas de bentonita-cemento-áridos (hormigón o mortero plástico), será de aplicación lo estipulado en el Apartado 7.6 del Artículo 34.21 de este Pliego.

02.- Cuando se usen lodos tixotrópicos autoendurecibles, estos reemplazarán al material extraído de la excavación de forma que en todo momento el nivel de los mismos esté por encima del nivel inferior de los muretes-guía.

6.8.- Colocación del encofrado de juntas entre paneles, en su caso

01.- En pantallas de bentonita-cemento-áridos (hormigón plástico), la colocación del encofrado de juntas entre paneles se realizará según lo estipulado en el Apartado 7.7 del Artículo 34.21 de este Pliego.

6.9.- Extracción de los encofrados de juntas, en su caso

01.- Será de aplicación lo establecido en el Apartado 7.10 del Artículo 34.21 de este Pliego.

6.10.- Retirada de equipos y limpieza de tajos

01.- Será de aplicación lo establecido en el Apartado 7.12 del Artículo 34.21 de este Pliego.

6.11.- Tolerancia de ejecución

01.- Será de aplicación lo establecido en el Apartado 7.13 del Artículo 34.21 de este Pliego.

7.- CONTROL DE CALIDAD

01.- Será de aplicación lo establecido en el Apartado 8 del Artículo 34.21 de este Pliego.

8.- MEDICIÓN Y ABONO

01.- Será de aplicación lo establecido en el Apartado 9 del Artículo 34.21 de este Pliego.

ARTÍCULO 34.23.- TABLESTACADO METÁLICO

1.- DEFINICIONES

01.- Se define como tablestacado metálico la pantalla formada por perfiles metálicos especiales, denominados tablestacas, enlazados entre sí longitudinalmente e hincados en el terreno total o parcialmente.

02.- El tablestacado metálico se utiliza como pantalla de impermeabilización, como muro de contención de excavaciones y rellenos y como obra de entibación del terreno.

2.- ESTUDIO DE EJECUCIÓN Y PROGRAMA DE TRABAJOS

2.1.- Estudio de ejecución

01.- Antes de iniciar la ejecución del tablestacado metálico, y con una antelación mínima de treinta (30) días, el Contratista presentará a la Dirección, para su aprobación, un Estudio de Ejecución cuyas directrices habrá fijado este último.

02.- El Estudio de Ejecución constará, al menos, de los siguientes puntos:

- Información del terreno
- Restricciones legales y administrativas
- Planos de detalles constructivos
- Hincas de las tablestacas
- Impermeabilidad de la pantalla

03.- Información del terreno. En el Estudio de Ejecución se recopilará la información geológica y geotécnica disponible en el Proyecto; si esta información no fuera suficiente, se complementará con la obtenida mediante sondeos de reconocimiento posteriores.

04.- Restricciones legales y administrativas. Se incluirán los condicionantes legales y administrativos, como pueden ser las restricciones ambientales (incluyendo ruido, vibraciones y polución) o culturales (presencia de restos arqueológicos).

05.- Planos de detalles constructivos. El Estudio de Ejecución incluirá los Planos de la obra a construir, con los detalles necesarios para definir la posición del tablestacado metálico, que se definirá en planta y perfil longitudinal. En los Planos deberán explicitarse las longitudes de tablestacado, el empotramiento en el terreno, los niveles de excavación, los eventuales apoyos que se hubiera de dotar al tablestacado mediante anclajes, así como todos los detalles que deban tenerse en cuenta para la completa definición de los trabajos a realizar.

06.- Hincas de las tablestacas. En el Estudio de Ejecución se definirá el sistema de hincas de las tablestacas en función, entre otros, de la naturaleza del terreno, las características de las tablestacas, las condiciones de acceso y movilidad de los equipos, los plazos de ejecución, las circunstancias particulares de las cimentaciones próximas, las limitaciones en cuanto a ruido y la disponibilidad del material necesario. Se deberá definir el orden de hincado, el número de elementos a hincar simultáneamente, la profundidad a alcanzar y el nivel sobre el terreno al que deberán quedar las tablestacas.

07.- Impermeabilidad de la pantalla. Si el Proyecto plantea condicionantes estrictos en relación con la impermeabilidad de las tablestacas, deberá definirse detalladamente todas las actividades, materiales y procedimientos y ensayos previstos, a efectos de garantizar la misma.

08.- En el caso de que existan construcciones próximas que puedan verse dañadas por la hincada de las tablestacas o la posterior excavación, la Dirección de Obra podrá exigir que se establezca un protocolo de seguimiento del estado de los edificios y estructuras.

09.- Se tendrá especial atención con el cumplimiento de las normas relativas a la Seguridad y Salud en el trabajo, de acuerdo con lo previsto en la Ley 31/1995 y el Real Decreto 1627/1997 o normativa que le sustituya.

2.2.- Programa de trabajos

01.- Será de aplicación lo dispuesto en el Artículo 14.21, Programa de trabajos, de este Pliego.

02.- En base a la clase de obra para la que se ejecute el tablestacado y a las conclusiones del Estudio de Ejecución, el Contratista elaborará un Programa de trabajos que someterá a la aprobación de la Dirección.

03.- El Programa de Trabajos deberá incluir, entre otros, los siguientes conceptos:

- Esquema de la pantalla de tablestacas a ejecutar.
- Cronograma de trabajos que, con el detalle suficiente, establezca la duración e interrelación de las distintas actividades previstas en el Estudio de Ejecución.
- Equipos de hincada y manipulación de las tablestacas a emplear, con indicación de sus capacidades de producción horaria y diaria, así como de las características principales de las máquinas de que se dispondrán de reserva en obra; el número y capacidad de los equipos serán los adecuados para garantizar, con holgura, el cumplimiento del Cronograma de trabajos.

3.- MATERIALES

01.- Las tablestacas serán perfiles laminados de acero al carbono sin aleación especial.

02.- Los límites en la composición química de fósforo, azufre y cobre, serán:

Componentes	%
P, máx.	0,04
S, máx.	0,05
Cu, mín.	0,20

03.- En la determinación de la composición química se tendrá en cuenta lo prescrito en la Norma UNE-EN ISO 14284.

04.- Las características mecánicas mínimas, que serán objeto de garantía, serán:

- Resistencia característica a tracción, min 450 MPa
- Límite elástico aparente, min 270 MPa
- Alargamiento de rotura, min 17%

05.- En la determinación de las características mecánicas se tendrá en cuenta lo prescrito en las Normas UNE-EN ISO 377 y UNE-EN ISO 6892-1.

06.- Las tablestacas que se hubieran torcido por cualquier causa, se enderezarán, de modo que su flecha máxima, respecto a la recta definida por sus dos (2) extremos, no sea mayor que un doscientosavo (1/200) de su longitud.

07.- El estado de las pestañas de unión de unas tablestacas con otras deberá ser aceptable y permitirá su enhebrado sin ninguna dificultad, produciendo una unión sólida y estanca.

08.- Las tablestacas cumplirán lo establecido en el Artículo 23.45 del presente Pliego.

4.- EQUIPOS

4.1.- Generalidades

01.- Será de aplicación lo establecido en el Artículo 15.22 de este Pliego, titulado Maquinaria y Medios Auxiliares.

02.- Los equipos de hincas de tablestacas se pueden clasificar en los siguientes grupos:

- Martillos pilones de caída libre
- Martillos percutores de doble efecto con motor
- Aparatos vibradores

4.2.- Martillos pilones de caída libre

01.- En estos equipos la hincas de las tablestacas se consigue por acción de una maza pesada que, colgada de un cable y guiada, se deja caer, desde una altura determinada, sobre la cabeza de la tablestaca, que va provista de un sombrero que la protege de los golpes de la maza.

02.- El peso de la maza no será inferior a un cuarto (1/4) del peso de la tablestaca, si la hincas se realizare de una en una; en el caso de hincas de parejas de tablestacas enlazadas, el peso de la maza será superior a la mitad (1/2) del peso de la tablestaca. En todo caso la altura de caída de la maza será del orden de sesenta centímetros (60 cm) a un metro (1 m), como máximo. Se recomienda utilizar mazas cuyo peso sea del setenta (70) al ciento cincuenta por ciento (150%) del peso de la tablestaca.

4.3.- Martillos percutores de doble efecto con motor

01.- Los martillos percutores de doble efecto suelen estar accionados por aire comprimido o por motores hidráulicos y se colocan sobre las cabezas de las tablestacas para su hincas acoplados a ellas mediante dispositivos apropiados; los martillos se cuelgan de una grúa y su energía de golpeo deberá ser superior a la de la maza de caída libre, desde una altura de sesenta centímetros (60 cm). Para mantener el martillo en la posición correcta, que corresponde a la prolongación de la tablestaca a hincas, se le aplicará en la base un dispositivo de guía que dependerá del tipo de tablestaca que se utilice.

02.- Este tipo de martillo permite realizar la extracción de las tablestacas del terreno, en el caso de que sea necesario. Para ello, las grúas que soporten el martillo deberán resistir, sobre el cable de suspensión, una tracción, al menos, igual al triple del peso del martillo y tablestaca que se desea arrancar, por lo que será necesario dimensionar ampliamente las secciones y forma de las bridas de suspensión.

4.4.- Aparatos vibradores

01.- La hincas de tablestacas mediante aparatos vibradores se basa en que, mediante la vibración, el terreno puede alcanzar un estado casi líquido, con pérdida de su resistencia al esfuerzo cortante, penetrando las tablestacas en el terreno por la acción de su peso.

02.- La frecuencia de vibración para obtener en un terreno determinado las características de un líquido dependen de sus propiedades geotécnicas; en arenas el estado líquido se consigue con frecuencia bajas,

del orden de cinco hertzios (5 Hz), mientras que en arcillas se requieren frecuencias superiores, de hasta 50 hertzios (50 Hz).

03.- Los vibradores se colocarán rígidamente unidos a las cabezas de las tablestacas, colgados de grúas; sus características dependerán del tipo de terreno donde se efectúe la hinca y de las dimensiones y longitudes de las tablestacas.

5.- EJECUCIÓN

5.1.- Generalidades

01.- Las actividades que requiere la ejecución de tablestacados metálicos son:

- Replanteo de la pantalla de tablestacas
- Accesos, instalaciones, obras y medios auxiliares
- Hinca de tablestacas
- Extracción de tablestacas, en su caso
- Retirada de equipos y limpieza de tajos

02.- El manejo y almacenamiento de las tablestacas se realizará de tal manera que garantice la seguridad de las personas e instalaciones. Deberá asegurarse asimismo que no se provoquen daños significativos en la geometría, elementos de unión o revestimiento de las tablestacas.

5.2.- Replanteo de la pantalla de tablestacas

01.- El Contratista llevará a cabo el replanteo de la pantalla de tablestacas de acuerdo con el esquema y los planos aprobados por la Dirección.

02.- El Contratista adoptará un sistema lógico y sencillo de designación e identificación de las tablestacas, que permita identificarlas en los croquis, en los Planos y en la obra.

5.3.- Accesos, instalaciones, obras y medios auxiliares

01.- Será de aplicación lo dispuesto en los Artículos 15.11, 15.12, 15.21 y 15.22 de este Pliego, titulados: Acceso a las obras, Acceso a los tajos, Instalaciones auxiliares de obra y obras auxiliares y Maquinaria y medios auxiliares, respectivamente.

5.4.- Hinca de tablestacas

01.- La hinca de tablestacas podrá realizarse por alguno de los siguientes procedimientos:

- Hinca de cada tablestaca individualmente
- Hinca de tablestacas por paneles

02.- En suelos granulares muy compactados, en especial si están secos, se suele inyectar agua a presión, inmediatamente antes del pie de la tablestaca a hincar, a través de un tubo metálico rígido de pequeño diámetro. Por este procedimiento se consigue aflojar y descompactar el terreno facilitando la hinca de la tablestaca. No se recomienda el empleo de agua a presión (lanza de agua) en suelos arcillosos, por ser prácticamente ineficaz.

03.- Cuando la hinca se vaya a realizar por pares de tablestacas, la unión entre cada una podrá ejecutarse en taller o en obra, con la ayuda de un torno; la junta entre ambas piezas deberá estar perfectamente

limpia, realizada de forma que no se rellene con granos de arena durante la hinca, con el fin de que no oponga demasiada resistencia al deslizamiento relativo entre tablestacas.

04.- En obras de importancia la hinca de tablestacas se suele realizar por paneles. Cada panel está formado por seis (6) a ocho (8) pares de tablestacas, previamente ensambladas entre sí y guiadas a uno o varios niveles. La hinca de los paneles se empieza por las tablestacas extremas, hincándolas hasta la mitad de su empotramiento definitivo o hasta que queden ancladas, en casos de tablestacas de gran longitud. A continuación, las tablestacas intermedias se hincan hasta la misma profundidad, colocándose un nuevo panel, del que se hincan las tablestacas, empezando por la extrema en el sentido de avance. Una vez realizado el tablestacado hasta la profundidad anterior, se procede a completar la hinca de los paneles previos, pudiendo utilizarse para ello un nuevo equipo de hinca.

05.- Cuando se utilice un vibrador suspendido de una grúa para la hinca de tablestacas, el número de estas que se presentará, simultáneamente, no será inferior a veinte (20), hincándose alternativamente de forma que la diferencia de alturas de las cabezas de dos contiguas no sea superior a dos metros (2 m).

06.- En terrenos sin cohesión se recomienda, en general, hincar las tablestacas con golpes ligeros y rápidos o bien por vibración; en terrenos compactados y con cohesión se deberá dar golpes lentos y potentes.

07.- Se dispondrán guías para las tablestacas, consistentes en una doble fila de perfiles o de tablonos o piezas de madera de mayor sección, colocados a poca altura del suelo, de forma que el eje del hueco intermedio coincida con el de la pantalla de tablestacas a ejecutar. Esta doble fila de tablonos estará sólidamente sujeta y apuntalada al terreno y la distancia entre sus caras interiores no excederá del espesor de la pared de las tablestacas en más de dos centímetros (2 cm).

08.- Las cabezas de las tablestacas hincadas por percusión deberán estar protegidas por medio de sombreretes o sufrideras adecuados, para evitar su deformación por los golpes.

09.- Las ranuras de las pestañas de unión de unas tablestacas con otras se protegerán, en lo posible, de la introducción de terreno en su extremo inferior, ya que dificultaría el enhebrado de las tablestacas que se hincan a continuación, tapando el referido extremo inferior de la mencionada ranura con una pieza metálica, tornillo, clavo, etc., de forma que permanezca en su sitio durante la hinca pero que pueda ser fácilmente expulsada por la tablestaca que se enhebre en la ranura y que llegue a mayor profundidad.

10.- La hinca se continuará hasta alcanzar la penetración mínima exigible en el terreno.

11.- Terminada la hinca, si fuese necesario, se cortarán las tablestacas de manera que sus cabezas queden alineadas según el perfil definido en los Planos y se arriostrarán o anclarán, si procediera.

12.- Los empalmes de tablestacas se efectuarán con trozos de longitud apropiada que se unirán por soldadura, de forma que el ángulo de las dos partes soldadas no sea superior a tres grados sexagesimales (3°) en cualquier dirección.

13.- Cuando esté prevista la extracción de las tablestacas, se tomarán precauciones durante la hinca con el fin de facilitar el futuro arranque. En particular, se deberá interrumpir la hinca cuando se alcance el rechazo, para no deformar la base de la tablestaca, lo que impediría el arranque normal. Si las tablestacas se hubieran hincado por pares, con las juntas matrizadas, se deberán arrancar también por pares.

5.6.- Retirada de equipos y limpieza de tajos

01.- Una vez terminada la hinca y preparación de tablestacado metálico, el Contratista retirará los equipos, instalaciones de obra, obras auxiliares, andamios, plataformas y demás medios auxiliares y procederá a la limpieza de la zona de trabajo de los desperdicios originados por las operaciones realizadas, siendo todos estos trabajos a su cargo.

6.- CONTROL DE CALIDAD

6.1.- Generalidades

01.- Será de aplicación lo establecido en el Artículo 15.51, Control de calidad, de este Pliego.

6.2.- Control de producción

01.- El Contratista estará obligado a efectuar el control de producción según la Pauta de Control propuesta por él y aprobada por la Dirección. Esta Pauta deberá concretar el objeto, lugar y frecuencia de los Controles de Producción.

02.- Será obligatorio el control de los materiales empleados en la obra, tanto a su llegada a esta como en el momento anterior a su utilización.

03.- El Contratista estará obligado a efectuar el control de la hinca de las tablestacas en los siguientes puntos:

- Características y estado de las tablestacas. Los perfiles y peso de las tablestacas serán los establecidos. Las tolerancias geométricas son las establecidas en las Normas UNE-EN 10248-1 y UNE-EN 10249-1. El estado de las pestañas de unión de unas tablestacas con otras permitirá su enhebrado sin ninguna dificultad, produciendo una unión sólida y estanca. No se admitirá una variación en el peso, superior al dos y medio por ciento (2,5%) del especificado.
- El corte de las tablestacas a su longitud debida se efectuará por medio de sierra o soplete.
- Verticalidad, tanto transversalmente al plano teórico como dentro de ese plano, de la posible inclinación de la pieza extrema durante su hinca. Se admitirán tolerancias del dos por ciento (2%) en pantallas enterradas y del uno por ciento (1%) si han de quedar a la vista.
- Centrado y guiado de los equipos de hinca.
- Estado de las cabezas de las tablestacas.
- Penetración de las tablestacas. Se comprobará que, en todos los casos, se alcanza la penetración mínima en el terreno.

6.3.- Control de recepción

01.- La Dirección comprobará el cumplimiento de la Pauta del Control de Producción por ella aprobada.

02.- El PCTP o la Dirección, en su caso, establecerá la forma y frecuencia de los controles de recepción de los trabajos de hinca del tablestacado, siguiendo los puntos indicados en el anterior Apartado 6.2.

03.- El contratista estará obligado a repetir, a su cargo, determinados trabajos de ejecución del tablestacado metálico en los que, al efectuar el control de recepción, se detectaran errores que, a juicio de la Dirección, pudieran afectar a la calidad de la obra.

7.- MEDICIÓN Y ABONO

01.- Los tablestacados metálicos se abonarán por metros cuadrados (m²) realmente ejecutados, medidos en el terreno después de proceder, en su caso, a la operación de enrase.

02.- El abono de los empalmes, por soldadura, de las tablestacas y la protección anticorrosiva de las mismas se considerarán incluidos en el precio del tablestacado.

03.- Si las tablestacas tuvieran que ser hincadas a mayor profundidad de la estipulada en los Planos, el Contratista no podrá reclamar variación de los precios del Contrato por este concepto, salvo que el aumento de la profundidad media de hincada en todo el tablestacado realizado fuera superior al veinte por ciento (20%) de la profundidad media que figura en los Planos.

ARTÍCULO 34.24.- PANTALLAS DE PILOTES O MICROPILOTES

1.- DEFINICIONES

01.- Se define como pantalla de pilotes o micropilotes a los elementos de contención de tierras ejecutados desde la superficie mediante una sucesión de pilotes o micropilotes que se emplean para realizar excavaciones verticales en aquellos casos en los que el terreno, los edificios u otras estructuras cimentadas en las inmediaciones de la excavación, no serían estables sin sujeción, o bien, se trata de eliminar posibles filtraciones de agua a través de los taludes de la excavación y eliminar o reducir a límites admisibles las posibles filtraciones a través del fondo de la misma, o de asegurar la estabilidad de este frente a fenómenos de sifonamiento.

2.- CLASIFICACIÓN

01.- Por el tipo de pilote se puede clasificar en:

- Pantalla de pilotes
- Pantalla de micropilotes

02.- Por la separación entre los pilotes se pueden distinguir:

- Pantalla discontinua.
- Pantalla de pilotes secantes.

03.- En las pantallas discontinuas la separación entre los ejes de los pilotes es superior al doble del diámetro del pilar. Se emplean cuando no hay necesidad de que sea estanca.

04.- Cuando es necesario garantizar la estanqueidad, se emplean pantallas de pilotes secantes.

3.- NORMATIVA TÉCNICA

3.1.- Normativa obligatoria

01.- El Código Estructural aprobado por el Real Decreto 470/2021, de 29 de junio, o marco reglamentario que lo sustituya.

02.- 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.- El Código Técnico de la Edificación.

3.2.- Guías de aplicación obligatoria

01.- La Guía de Cimentaciones en Obras de Carretera.

3.3.- Normas UNE de referencia

01.- UNE-EN 1536. Ejecución de trabajos geotécnicos especiales. Pilotes Perforados.

4.- ESTUDIO DE EJECUCIÓN Y PROGRAMA DE TRABAJOS

4.1.- Estudio de ejecución

01.- Antes de iniciar la ejecución de los pilotes o micropilotes, y con una antelación mínima de treinta (30) días, se deberá disponer de un Estudio de Ejecución de las pantallas, cuyas directrices las fijará la Dirección de Obra.

02.- El Estudio de Ejecución se apoyará en la información geológica y geotécnica disponible en el Proyecto, así como en los datos obtenidos en posteriores reconocimientos realizados mediante sondeos, teniendo en cuenta que las profundidades se contarán a partir de la punta del pilote y que el área de cimentación deberá entenderse como la superficie sobre la que se distribuyen las cargas a la profundidad de dicha punta.

03.- El Estudio de Ejecución de las pantallas constará, al menos, de los siguientes puntos:

- Información del terreno
- Restricciones legales y administrativas
- Planos de la estructura
- El tipo de pilotaje
- Perforación de pilotes
- Hormigonado de los pilotes
- Pruebas y ensayos in situ
- Proceso de excavación

04.- Información del terreno. El Estudio de Ejecución se apoyará en la información geológica y geotécnica disponible en el Proyecto; si esta no fuere suficiente, se realizarán reconocimientos complementarios, mediante sondeos, para determinar, hasta una profundidad del orden de dos veces la correspondiente a la excavación, las características geotécnicas del terreno, así como la cota más alta que pueda alcanzar el nivel freático una vez construida la obra.

05.- Restricciones legales y administrativas. Se incluirán los condicionantes legales y administrativos, como pueden ser las restricciones ambientales (incluyendo ruido, vibraciones y polución) o culturales (presencia de restos arqueológicos).

06.- Planos de la estructura. El Estudio de Ejecución incluirá los planos de la obra a construir, con los detalles necesarios para definir la posición de los pilotes o micropilotes, los tramos en los que se divida la pantalla, en planta y en perfil longitudinal. Se definirán las longitudes de los pilotes, su empotramiento en el terreno, la cota del fondo de la excavación, los apoyos con que eventualmente se dote a la pantalla, bien mediante anclajes, bermas, cerchas, etc.; en general, se incluirán todos los detalles que deban tenerse en cuenta para la completa definición de los trabajos a realizar. Se incluirán las acciones sobre los pilotes o micropilotes

07.- Perforación de los pilotes. En el Estudio de Ejecución se indicará el método de perforación, el diámetro y la profundidad de los pilotes; dicho método dependerá de la naturaleza del terreno y del tipo de pilote in situ elegido.

08.- Hormigonado de los pilotes. En el Estudio de Ejecución se indicarán las características del hormigón a emplear, así como la cuantía y la forma de colocación de la armadura, que dependerá del tipo de pilote elegido, y la forma de realizar la fabricación y la puesta en obra del hormigón; su transporte, vertido y compactación.

09.- Pruebas y ensayos in situ de los pilotes. En el Estudio de Ejecución se indicarán las pruebas y ensayos in situ que se considere necesario realizar, así como el fin que se persiga con los mismos. Como más importantes se indican los siguientes:

- Confirmación o modificación, en su caso, de las longitudes y diámetros de los pilotes.
- Pruebas de carga de los pilotes con el fin de comprobar su capacidad portante y, por lo tanto, sus características geométricas y la resistencia del hormigón.
- Comprobación de la continuidad del hormigonado mediante sondeo sónico.

10.- Proceso de excavación. El Contratista deberá especificar las etapas de la excavación, los niveles, métodos de sostenimiento. Se incluirán las solicitudes a las que se ve sometida la pantalla de pilotes o micropilotes durante cada una de las fases del proceso de excavación.

11.- El Contratista estará obligado a reseñar en el Estudio la localización y características de los elementos enterrados que haya podido detectar, así como a adjuntar un plan para su eliminación o neutralización previa en los casos en que su presencia suponga un peligro para la estabilidad de las obras existentes o para la propia obra. Se deberá prestar especial atención a la posible existencia de galerías, alcantarillado o conductos que al ser cortados por la zanja ocasionarían pérdidas de lodo tixotrópico de graves consecuencias.

12.- En el caso de que existan construcciones próximas que puedan verse dañadas por la excavación, la Dirección de Obra podrá exigir que se establezca un protocolo de seguimiento del estado de los edificios y estructuras.

13.- Se tendrá especial atención con el cumplimiento de las normas relativas a la Seguridad y Salud en el trabajo, de acuerdo con lo previsto en la Ley 31/1995 y el Real Decreto 1627/1997 o normativa que le sustituya.

4.2.- Programa de trabajos

01.- Será de aplicación lo dispuesto en el Artículo 14.21, Programa de trabajos, de este Pliego.

02.- En base a la clase de obra para la que se ejecuten las pantallas, a la información actualizada del terreno, al valor de las acciones a soportar por la pantalla, al tipo de pilotes ejecutados, a lo establecido en este Pliego y en el PCTP, el Contratista elaborará un Programa de trabajos.

03.- El Programa de trabajos deberá incluir, entre otros, los siguientes conceptos:

- Esquema de la pantalla a realizar, de acuerdo con lo establecido en el anterior Apartado 4.1 de este Artículo.
- Cronograma de trabajos que, con detalle suficiente, establezca la duración e interrelación de las distintas actividades previstas en el Estudio de Ejecución.
- Equipos: relación de los equipos a emplear, con indicación de sus capacidades de producción horaria y diaria, así como de sus características principales, con el número de máquinas de que se dispondrá en obra para reserva. El número y capacidad de los equipos será el adecuado para garantizar, con holgura, el cumplimiento del Cronograma de Trabajos.

04.- El Programa de trabajos se someterá a la aprobación de la Dirección.

5.- MATERIALES

01.- Los materiales cumplirán lo establecido en los Artículos 34.11, 34.12 y 34.13, según sean pilotes hormigonados in situ, hincados o micropilotes, respectivamente.

6.- EQUIPOS

01.- Los equipos cumplirán lo establecido en los Artículos 34.11, 34.12 y 34.13, según sean pilotes hormigonados in situ, hincados o micropilotes, respectivamente.

7.- EJECUCIÓN

7.1.- Generalidades

01.- La ejecución cumplirán lo establecido en los Artículos 34.11, 34.12 y 34.13, según sean pilotes hormigonados in situ, hincados o micropilotes, respectivamente.

02.- El Contratista deberá tener en todo momento el control total de todas las operaciones de excavación, hormigonado, manipulación, izado e hinca en su caso, de los pilotes prefabricados y será enteramente responsable de cualquier daño que pudiera sobrevenir a causa de errores en cualquier operación que se realice en la obra.

03.- Para la construcción de la pantalla se dispondrá una superficie de trabajo sensiblemente horizontal, libre de obstáculos y anchura suficiente para el trabajo de la maquinaria. El nivel freático deberá quedar a una profundidad del orden de un metro y medio (1,5 m) por debajo del terreno; si esta condición no se cumpliera, se construirá un terraplén, con un grado de compactación no inferior al del terreno natural. La superficie de trabajo estará convenientemente drenada para evitar encharcamientos en períodos lluviosos.

04.- Antes de proceder a la excavación de los pilotes o micropilotes, deberán ser desviadas todas las conducciones aéreas que afecten al trabajo. Igualmente, deberán ser eliminados o modificados todos los elementos enterrados, tales como canalizaciones, raíces, restos de cimentaciones, etc., que interfieran directamente los trabajos, y también aquellos que, por su proximidad, puedan afectar a la estabilidad del terreno durante la excavación de la pantalla. Asimismo, cuando dicha excavación pueda comprometer la estabilidad de obras contiguas, se efectuarán los oportunos apuntalamientos o recalces.

05.- El Contratista deberá realizar un control continuo del estado de la obra, anotando expresamente los pilotes realizados y los que están en curso de perforación y hormigonado, así como todos los datos que se consideren de interés.

06.- En el caso de pantallas secantes, se ejecutará primero la mitad de los pilotes sin armadura y posteriormente los pilotes intermedios

7.2.- Replanteo

01.- El Contratista llevará a cabo el replanteo de la pantalla, de acuerdo con el esquema aprobado por la Dirección.

02.- La comprobación del replanteo deberá incluir, como mínimo, el eje principal de los diversos tramos de obra, así como los puntos fijos o auxiliares necesarios para los sucesivos replanteos de detalle.

03.- Las bases de replanteo se marcarán mediante monumentos de carácter permanente.

04.- Los datos, cotas y puntos fijados se anotarán en un anejo al Acta de Comprobación del Replanteo; al cual se unirá el expediente de la obra, entregándose una copia al Contratista.

05.- Se acotará la longitud de cada tramo de pantalla y se fijarán las cotas de fondo de la perforación y de las rasantes del hormigón y de las armaduras.

7.3.- Ejecución de los pilotes o micropilotes

01.- Los pilotes o micropilotes se excavarán, armarán y hormigonarán de acuerdo con lo establecido en los Artículos 34.11, 34.12 y 34.13, según sean pilotes hormigonados in situ, hincados o micropilotes, respectivamente.

7.4.- Ejecución de la viga de coronación

01.- La viga de coronación de ejecutará de acuerdo con lo establecido en el Artículo 35.11 del presente Pliego.

02.- La viga de coronación será continua sin saltos bruscos ni interrupciones.

7.5.- Excavación del terreno adyacente a la pantalla

01.- Los trabajos de excavación del terreno adyacente a la pantalla se ajustarán al plan de excavación establecido en el Proyecto o, en su defecto, fijado por la Dirección de Obra, con objeto de que las solicitaciones inducidas en los diversos elementos de la obra no excedan de las admisibles.

02.- Dicho plan incluirá los siguientes puntos:

- Dimensiones y cotas de la excavación.
- Arriostramientos provisionales y definitivos.
- Secuencia de todos los trabajos.
- Intervalos mínimos y máximos a respetar entre el final de un trabajo y el comienzo del siguiente.

03.- Durante los trabajos de excavación del terreno adyacente, se controlará el comportamiento de la pantalla y se tomarán las medidas oportunas.

04.- En el caso de que existan construcciones próximas de relevancia, la Dirección de Obra podrá establecer un protocolo de seguimiento del estado de los edificios y estructuras.

8.- CONTROL DE CALIDAD

01.- El control de calidad será acorde a lo establecido en los Artículos 34.11, 34.12 y 34.13, según sean pilotes hormigonados in situ, hincados o micropilotes, respectivamente.

9.- MEDICIÓN Y ABONO

01.- La medición y abono se realizará por metros lineales de pilote realmente ejecutado, desde la punta hasta la cara inferior de la viga de coronación.

02.- En este precio se incluirá la parte proporcional del sobrante necesario para asegurar la correcta conexión del pilote con la viga.

03.- En pilotes hincados, no serán de abono los pilotes:

- Hincados con desviaciones superiores a las indicadas en el presente pliego o en el Proyecto, salvo justificación técnica de la validez mediante estudio firmado por técnico competente, aprobada por la dirección de las Obras.
- Que presenten durante su hincada disgregaciones del fuste, roturas o fisuras de espesor superior a quince centésimas de milímetro (0,15 mm).
- Que no hayan alcanzado la profundidad prevista, cuando el rechazo obtenido en las tres últimas andanadas fuera superior al especificado.

04.- La viga de coronación se medirá de acuerdo con lo indicado en el Artículo 35.11.

Sección 3.^a

VARIOS

ARTÍCULO 34.31.- ANCLAJES

1.- DEFINICIONES

01.- Un anclaje es el elemento capaz de transmitir esfuerzos de tracción desde la superficie del terreno hasta una zona interior del mismo.

02.- Por su forma de trabajo, los anclajes se clasifican en:

- Activos: aquellos sometidos a una carga de tesado, después de su ejecución, no inferior al 50% de la máxima prevista en el Proyecto.
- Pasivos: aquellos sometidos a una carga inicial baja, normalmente comprendida entre el 10 y el 50% de la máxima prevista en proyecto.

03.- Por su vida útil, los anclajes se clasifican en:

- Permanentes: cuando su vida útil se considera superior a dos años.
- Provisional o temporal: cuando su vida útil es inferior a dos años.

04.- Los anclajes se componen de las siguientes partes:

- Bulbo o zona de anclaje: parte que se adhiere al terreno
- Longitud libre: entre el bulbo y la cabeza, zona donde no hay fuerzas que se transmitan al terreno.
- Cabeza: parte externa del anclaje. Normalmente incluye placa de reparto, cuñas, tuercas, portacuñas y protección.

2.- ESTUDIO DE EJECUCIÓN Y PROGRAMA DE TRABAJOS

2.1.- Estudio de Ejecución

01.- Antes de iniciar la ejecución de los anclajes, con una antelación mínima de treinta (30) días, el Contratista deberá disponer de un Estudio de Ejecución de los anclajes, cuyas directrices serán fijadas por la Dirección. Incluirá la información geológica y geotécnica de que se disponga, así como de los datos obtenidos en los reconocimientos realizados mediante sondeos, mediciones de asientos, calicatas, etc.

02.- Si el anclaje forma parte de otro elemento, el Estudio de Ejecución podrá ser conjunto.

03.- El Estudio de Ejecución de anclajes constará, al menos, de los siguientes puntos:

- Información del terreno.
- Restricciones legales y administrativas
- Planos de los anclajes a realizar, así como las solicitudes a que se encontrarán sometidos los anclajes.
- Perforación de taladros.
- Procedimiento de inyección.
- Procedimiento de tesado, en su caso.
- Prescripciones e instrucciones para la ejecución.
- Pruebas y ensayos de anclajes in situ.

04.- Información del terreno. Con el detalle y la diversidad de datos adecuados a la importancia y circunstancias de la obra, se recopilará y complementará la información geotécnica del terreno, si no fuera suficiente, mediante sondeos de reconocimiento, para determinar la capacidad portante del terreno a distintas profundidades.

05.- Restricciones legales y administrativas. Se incluirán los condicionantes legales y administrativos, como pueden ser las restricciones ambientales (incluyendo ruido, vibraciones y polución) o culturales (presencia de restos arqueológicos).

06.- Planos de estructura y sollicitaciones sobre los anclajes. El Estudio de Ejecución de los anclajes incluirá planos de la estructura, existente o a construir, con los detalles necesarios para definir la posición adecuada de los anclajes, que se dibujarán en planta, perfiles y alzados necesario, en los que figurarán las longitudes, diámetros, inclinaciones de los taladros, carga de tesado y todos los detalles que deban tenerse en cuenta, además de las sollicitaciones. También figurarán las designaciones o claves de identificación de los anclajes.

07.- Perforación de taladros. El Estudio de Ejecución indicará el método de perforación, diámetros y profundidades de los taladros para alojar los anclajes. El método de perforación dependerá de la naturaleza del terreno y de la capacidad de los anclajes. Se tomarán las debidas precauciones para evitar erosiones y derrumbes en las paredes de los taladros al colocar los tirantes.

08.- Inyección de los anclajes. El Estudio de Ejecución indicará la forma de realizar la inyección del anclaje. Existen tres tipos posibles de inyección:

- e) Inyección única global (IU)
- f) Inyección repetitiva (IR)
- g) Inyección repetitiva y selectiva (IRS)

09.- Tesado de los anclajes. El Estudio de Ejecución indicará la secuencia de tesado, los escalones de carga y los métodos de tesado.

10.- Prescripciones e instrucciones para la ejecución de anclajes. En el Estudio de Ejecución, se establecerán las instrucciones para la buena ejecución de los anclajes. En particular se establecerán reglas operativas para que los taladros no presenten desviaciones superiores a las toleradas en el Artículo 33.12, Taladros, de este Pliego.

11.- Pruebas y ensayos de anclajes. En el Estudio de Ejecución se indicarán las pruebas y ensayos in situ que se considere necesario realizar, así como el fin que se persiga con ellos. Estos ensayos podrán confirmar:

- La capacidad del tirante frente a la tracción o carga de prueba.
- La pérdida de tensión bajo carga de servicio.
- La longitud libre equivalente.

2.2.- Programa de trabajos

01.- Será de aplicación lo establecido en el Artículo 14.21, Programa de trabajos, de este Pliego.

02.- En base a la finalidad de los anclajes, a la información actualizada del terreno y de las cargas a soportar, a lo establecido en este Pliego y en el PCTP y a las instrucciones dadas por la Dirección, el Contratista elaborará un Programa de Trabajos.

03.- Este Programa deberá incluir, entre otros, los siguientes conceptos:

- Esquema de taladros, de acuerdo con lo establecido en el anterior Apartado 2.1.

- Cronograma de trabajos que, con el detalle suficiente, establezca la duración e interrelación de las distintas actividades previstas en el Estudio de Ejecución.
- Equipos de perforación. Relación de los equipos a emplear con indicación de sus características principales y capacidad de producción horaria y diaria, así como de las máquinas de reserva de que se dispondrá en obra. El número y capacidad de los equipos serán los adecuados para garantizar, con holgura, el cumplimiento del Cronograma de trabajos.
- Equipos de inyección. Relación de los equipos a emplear, con indicación de sus características principales y capacidad de producción horaria y diaria, así como de las máquinas de reserva de que se dispondrá en la obra. El número y capacidad de los equipos, silos, etc., serán los adecuados para garantizar, con holgura, el cumplimiento del Cronograma de trabajos.
- Equipos de tesado. Relación de los equipos a emplear, con indicación de sus características principales y capacidad de producción horaria y diaria, así como de las máquinas de reserva de que se dispondrá en la obra. El número y capacidad de los equipos serán los adecuados para garantizar, con holgura, el cumplimiento del Cronograma de trabajos.

04.- El programa de trabajo tendrá en cuenta las condiciones de seguridad y salud, aplicando la legislación vigente, en concreto la Ley 31/1995 y el RD 1627/1997.

3.- MATERIALES

3.1.- Tirante

01.- Los tirantes podrán ser de tipo barra o cables. Salvo indicación en contrario en el Proyecto o por parte de la Dirección de Obra, las características de los mismos serán las siguientes:

Tipo de tirante	Límite elástico (MPa)	Carga unitaria de rotura (MPa)
Barra tipo DW (Diwidag) o similar	850	1050
Barra tipo Gewi o similar	500	550
Cables	1710	1910

02.- Normalmente las tensiones de trabajo son del 60% de su límite elástico en los anclajes permanentes y del 75% en los anclajes provisionales.

03.- Los aceros de pretensado, que tengan una superficie lisa, solo podrán ser utilizados si se anclan mediante la ayuda de dispositivos de anclaje especiales. Esto deberá venir fijado en el Proyecto o ser aceptado por la Dirección de Obra, y se deberá comprobar su validez mediante un ensayo previo.

04.- Los cables, tendones o elementos de tracción serán de una sola pieza en longitud. No se admite ningún mecanismo de empalme de alambres.

3.2.- Mezclas de inyección

01.- Será de aplicación lo establecido en el Apartado 5 del Artículo 33.20 y en el Apartado 4 del Artículo 33.21 de este Pliego.

4.- EQUIPOS

01.- Será de aplicación lo dispuesto en el Artículo 15.22 de este Pliego, titulado Maquinaria y Medios Auxiliares.

02.- Los equipos para la ejecución de anclajes se pueden agrupar, fundamentalmente en:

- Equipos de perforación de taladros.
- Equipos de inyección.
- Equipos de tesado

03.- Los equipos de perforación cumplirán lo establecido en el Apartado 3 del Artículo 33.12, Taladros, de este Pliego.

04.- Los equipos de inyección cumplirán lo establecido en el Apartado 6 del Artículo 33.20 de este Pliego.

05.- Los equipos de tesado deberán ser regularmente calibrados. Los equipos que apliquen una sollicitación individual no simultánea por cada cable deberán equiparse con un dispositivo de medida permanente para poder calcular la tensión total aplicada al anclaje durante el tesado.

06.- Si, durante el transcurso de los trabajos, las circunstancias reales del terreno, de la estructura o de la obra hicieran aconsejable el cambio del tipo de micropilote, el Contratista estará obligado a sustituir, por su cuenta, los equipos correspondientes por otros que sean adecuados para estas circunstancias.

5.- EJECUCIÓN

5.1.- Generalidades

01.- Las actividades que requiere la ejecución de anclajes son:

- Fabricación, transporte y almacenaje
- Perforación de los taladros
- Instalación de los tirantes
- Inyección del anclaje
- Tesado del anclaje

02.- Los anclajes que se ejecuten con carácter permanente se solucionarán de tal modo que se garantice la protección total de los elementos de acero que les son inherentes, especialmente en el tramo libre del mismo. En este sentido el Contratista presentará a la Dirección de Obra diversas propuestas de modo que esta escoja la que estime más conveniente.

5.2.- Fabricación, transporte y almacenaje

01.- Durante el proceso de fabricación y almacenaje, los anclajes y sus componentes deberán conservarse en un ambiente seco y limpio de elementos que puedan dañar a las armaduras o las vainas de protección, como agua, aceites, grasas o efectos térmicos. Las armaduras deberán estar perfectamente libres de óxido.

02.- Durante la manipulación del anclaje se prestará especial cuidado en evitar excesivas curvaturas que pudieran dañar o desorganizar su ensamblaje; evitando, asimismo, dañar los centradores-separadores y los medios de protección contra la corrosión.

03.- En el caso de que la armadura tenga cables engrasados se deberá prestar especial atención a la limpieza de los mismos en la zona de adherencia.

04.- La utilización de disolventes se deberá realizar con precaución, comprobando en cada caso que los disolventes no presentan agresividad en contacto directo con los componentes del anclaje.

05.- Los centradores y separadores de la armadura deberán quedar sólidamente sujetos a la misma. El espaciamiento de los centradores dependerá fundamentalmente de la rigidez de la armadura y de su peso por unidad de longitud.

06.- Las armaduras se deberán inspeccionar antes de su introducción en el taladro, con el objetivo de poder reparar, antes de su colocación, cualquier daño que pudieran presentar.

07.- Antes de proceder a la puesta en obra se considera conveniente chequear el estado de la perforación y la ausencia de posibles obstrucciones en la misma.

08.- Los intervalos de tiempo que requieran las diferentes operaciones en la ejecución de un anclaje se deberán determinar en función de las propiedades del terreno, tendiendo, en cualquier caso, a intervalos lo más cortos posibles.

5.3.- Perforación de los taladros

01.- Los taladros para la colocación de los anclajes se perforarán de acuerdo con los diámetros, profundidades y posicionamiento indicados en los planos, salvo especificación en contra de la Dirección de Obra.

02.- Los taladros cumplirán lo especificado en el Artículo 33.12 del presente Pliego.

03.- El diámetro de la perforación deberá asegurar el recubrimiento especificado de lechada a lo largo de la longitud del bulbo.

04.- Las perforaciones se realizarán con la inclinación que fijen los documentos del Proyecto. Si no queda especificado en los planos, esta inclinación no será nunca inferior a los 10°

05.- El método de perforación deberá ser seleccionado en función de las propiedades del suelo con el objetivo de evitar alteraciones en el mismo, salvo aquellas que puedan ser consideradas como necesarias para movilizar la resistencia del cálculo del anclaje.

06.- Los fluidos de perforación, y los eventuales aditivos, no deberán presentar efectos adversos sobre la armadura, sobre su protección o sobre la lechada.

07.- Los procedimientos para contrarrestar la presión de agua y de evitar surgencias, derrumbe del taladro o erosión durante las operaciones de perforación, puesta en obra e inyección deben ser determinados con antelación y aplicados cuando sean necesarios.

08.- El proceso de perforación se deberá realizar de tal manera que cualquier variación en las características del terreno que hayan servido de base en el diseño del anclaje pueda ser detectada inmediatamente.

09.- La perforación de cada taladro deberá reflejarse en un parte, en el cual, se recogerán los datos referentes a la clase de terreno, espesor de las capas, etc.; de tal manera que, si se producen variaciones con relación a lo previsto, se puedan detectar y comunicar a la Dirección de Obra. En estos partes se incluirán, asimismo, las pérdidas de fluido de perforación y las posibles incidencias durante el avance.

Una vez realizada la perforación, deberá limpiarse exhaustivamente esta. En este sentido, la perforación será siempre superior en 50 cm respecto a lo especificado en los documentos del Proyecto, con el objeto de dar cabida a los materiales residuales de la perforación que resulte imposible de retirar.

10.- Si por alguna razón un anclaje no pudiese alcanzar la longitud establecida en el Proyecto o, una vez alcanzada esta, el estrato de suelo esperado no se hubiese alcanzado, será necesario notificarlo a la Dirección de Obra inmediatamente, sin proceder en cualquier caso a su inyección.

11.- El sistema de perforación y de retención de los cables deberá ser estanco, especialmente en aquellos casos en los que la cabeza del anclaje se sitúe por debajo del nivel freático. El Contratista deberá preparar diversas alternativas para que la Dirección de Obra estime la solución más idónea a aplicar.

5.4.- Instalación de los tirantes

01.- Durante la manipulación y colocación de los tirantes se tendrá especial cuidado en no deformarlos, ni dañar sus componentes, ni la protección anticorrosión.

02.- Antes de su instalación se comprobará visualmente su integridad y se dejará constancia escrita del resultado de la misma.

03.- El tiempo entre la instalación del tirante y la inyección del anclaje debe ser el menor posible.

04.- La longitud libre de los anclajes se materializará con un recubrimiento de los cables con vainas de polipropileno o polietileno, engrasando los cables en su interior.

5.5.- Inyección del anclaje

01.- La inyección del anclaje se realizará siguiendo el procedimiento establecido en el Proyecto y en el Estudio de Ejecución, siguiendo las indicaciones de la Dirección de Obra.

02.- La operación de inyección se realizará siempre de abajo a arriba y no podrá interrumpirse tras su inicio. La inyección se realizará de forma continua y sin interrupciones.

03.- Cuando, por algún motivo, haya que interrumpir el hormigonado en un anclaje, se limpiará inmediatamente la perforación y se hormigonará de nuevo. Si el tiempo transcurrido ha sido suficiente para que pueda haberse iniciado el inicio del fraguado, entonces se invalidará el anclaje y se ejecutará uno nuevo.

04.- El procedimiento de inyección empleado, asegurará la libre salida del agua y el aire, por tubos de purga o por la boca del sondeo, con objeto de asegurar el perfecto llenado del taladro.

05.- La inyección se realizará de forma lenta pero continua, hasta que la lechada que se expulse por el tubo de purga o bien por la boca del sondeo, tenga la misma consistencia que la lechada que se produce en la mezcladora, para ello se deberá controlar la viscosidad en el cono Marsh a la entrada y salida del conducto de purga.

06.- La densidad aparente de las lechadas líquidas se comprobará antes de su inyección, en cualquier caso, será superior a mil quinientos kilogramos por metro cúbico (1500 kg/m³).

07.- La operación de inyección debe realizarse antes de 30 minutos tras la preparación de la lechada, aunque este periodo de tiempo deberá fijarse más concretamente por la Dirección de Obra en función del tipo de cemento, dosificación real, empleo de aditivos, etc.

08.- El proceso de inyección será consecutivo al de colocación del anclaje y siempre antes de ocho horas desde la finalización de la perforación del sondeo.

5.6.- Tesado del anclaje

- 01.- La operación de tesado de los anclajes se deberá hacer preferentemente en una sola operación.
- 02.- El proceso de tensado será realizado por personal técnico cualificado.
- 03.- La secuencia del proceso de tesado de los anclajes será la especificada en los planos de proceso constructivo incluidos en el Proyecto.
- 04.- Hasta que la inyección no alcance la resistencia de proyecto, no se podrá tesar el anclaje. Sin acelerantes este periodo será de, al menos, siete días (7 d).
- 05.- Una vez tensados, las cabezas de anclaje quedarán perfectamente protegidas con pinturas adecuadas.
- 06.- La longitud de los cables será tal que una vez colocados y tensados sobresalgan de la cabeza más de 50 cm. Si fuera necesario el corte de determinados anclajes, este se realizará mediante disco, nunca con soplete.

6.- CONTROL DE CALIDAD

01.- Durante la ejecución de la obra, y con la frecuencia que dicte la Dirección de Obra, se tomarán muestras de lechada, a la entrada del tubo de inyección y a la salida de los tubos de purga (o de la boca del sondeo), para su ensayo en el laboratorio.

6.1.- Generalidades

01.- Será de aplicación lo dispuesto en el Artículo 15.51, Control de Calidad, de este Pliego.

6.2.- Control de producción

01.- El Contratista estará obligado a efectuar el Control de Producción, según el Programa de Control propuesta por él y aprobada por la Dirección; este Programa deberá concretar el objeto, lugar y frecuencia de los controles de producción.

02.- El Control de Producción, establecido como preceptivo en este Pliego, tiene por objeto comprobar que los procesos realizados durante la ejecución de los anclajes se organizan y desarrollan de forma que la Dirección de Obra pueda asumir su conformidad respecto del Proyecto.

03.- El Programa de Control contemplará las particularidades concretas de la obra, relativas a medios, procesos y actividades, basándose en el Plan de Control definido en el Proyecto.

04.- El Programa de Control incluirá, al menos:

- Niveles de control
- Lotes de ejecución
- Unidades de inspección
- Frecuencia de comprobación

05.- Será obligatorio el control de los materiales empleados en la ejecución de los anclajes, tanto a su llegada a la obra como en el momento anterior a su utilización; se prestará especial atención a la oxidación o corrosión que puedan sufrir los tirantes metálicos.

06.- El control de perforación de los taladros, se realizará según lo establecido en el Artículo 33.12, Taladros, de este Pliego.

07.- El Contratista estará obligado a efectuar, de manera permanente y sistemática, el control de los parámetros de inyección del anclaje, en todas las fases de inyección definidas en el Estudio de Ejecución.

08.- Todas estas comprobaciones serán documentadas por el Constructor, en los registros de autocontrol.

6.3.- Control de recepción

01.- La Dirección comprobará el cumplimiento del Programa del Control de producción aprobada.

02.- El PCTP o la Dirección, en su caso, establecerá la forma y frecuencia de los controles de recepción de los anclajes. Estos controles deberán verificar:

- Que la carga de prueba es soportada por el anclaje.
- La longitud libre aparente de la armadura.
- Que la carga de bloqueo (carga real) es similar a la carga de proyecto (carga prevista).
- Las características de fluencia o las pérdidas de tensión bajo carga de servicio.

03.- Los ensayos serán acordes a lo indicado en la *Guía para el diseño y la ejecución de anclajes al terreno en obras de carretera* del Ministerio de Fomento.

04.- La Dirección podrá obligar al Contratista a repetir, por cuenta de este último, determinados trabajos en los que, al realizar el control de recepción, se detectarán errores o defectos que, a juicio de la Dirección, pudieran afectar a la calidad de la obra.

6.4.- Tolerancias

01.- Salvo especificación contraria, el equipo de perforación realizará los taladros con las siguientes tolerancias:

- El eje de la boca de la perforación no estará desplazado en planta, respecto a lo establecido en los planos, más de cincuenta milímetros (50 mm).
- El taladro no se desviará, respecto a la posición inicial, más de dos grados sexagesimales (2°)
- Respecto al diámetro nominal del bulbo previsto en el Proyecto, la posible reducción no será superior a dos milímetros (2 mm).
- La longitud de perforación no se desviará en más de veinte centímetros (0,20 m)

02.- Los sistemas de medida a utilizar en las comprobaciones anteriores no deberán tener errores totales mayores del 2% (precisión = 2%).

7.- PLAN DE MANTENIMIENTO

01.- Cuando en el Proyecto se contemplen anclajes permanentes, deberá incluir un Plan de Mantenimiento que abarque la vida útil del Proyecto.

8.- INFORMES

01.- Será de aplicación lo establecido en el Apartado 9 del Artículo 34.11 de este Pliego.

9.- MEDICIÓN Y ABONO

01.- La medición y abono de los anclajes se hará por metro (m) de anclaje realmente ejecutado, incluyéndose en el mismo todas las operaciones complementarias, tales como emplazamientos, perforación, suministro y colocación del tirante, inyección y material auxiliar (centradores, separadores, tubos, etc.).

02.- La unidad de la parte fija del anclaje se abonarán por unidades (ud.) realmente ejecutadas, incluyendo la eliminación de longitud de tirante sobrante, cabeza de anclaje y tesado con ensayo de aceptación, sellado, impermeabilización y cualquier operación necesaria para la puesta en servicio.

03.- Los ensayos de investigación y adecuación, así como en su caso destesados y retesado se abonarán de forma independiente. No será así los ensayos de aceptación y el primer tesado.

04.- En el Proyecto se podrá definir otra forma de abonar los anclajes, en función de las circunstancias de la obra.

CAPÍTULO 35.- OBRAS DE HORMIGÓN

Sección 1.^a

OBRAS DE HORMIGÓN

ARTÍCULO 35.11.- OBRAS DE HORMIGÓN EN MASA O ARMADO

1.- DEFINICIONES

01.- Se definen como hormigones los productos formados por mezcla de cemento, agua, árido fino, árido grueso y eventualmente productos de adición, que al fraguar y endurecer adquieren una notable resistencia, y que pueden ser compactados en obra mediante picado o vibrado.

02.- Se definen como obras de hormigón en masa o armado, aquellas en las cuales se utiliza como material fundamental el hormigón, reforzado en su caso con armaduras de acero que colaboran con el hormigón para resistir los esfuerzos.

03.- Se encuentran expresamente excluidas las estructuras mixtas y las que hayan de estar expuestas normalmente a temperaturas superiores a 70°C, y las obras que emplean hormigones de características especiales, tales como los ligeros, los pesados, los refractarios y los compuestos con amiantos, serrines u otras sustancias análogas.

04.- El hormigón que se prescriba deberá ser tal que, además de la resistencia mecánica, asegure el cumplimiento de los requisitos de durabilidad (contenido mínimo de cemento y relación agua/cemento máxima) correspondientes al ambiente del elemento estructural, reseñados en la vigente Instrucción de Hormigón Estructural.

2.- NORMATIVA TÉCNICA

2.1.- Normativa obligatoria

01.- El Código Estructural aprobado por el Real Decreto 470/2021, de 29 de junio, o marco reglamentario que lo sustituya.

02.- 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.- El Código Técnico de la Edificación.

04.- 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, en adelante ITCP.

3.- MATERIALES

01.- Los materiales que componen el hormigón, así como el hormigón, cumplirán lo establecido en la Instrucción de Hormigón Estructural vigente, así como en los Artículos correspondientes del Capítulo 20 del presente Pliego.

4.- EJECUCIÓN

4.1.- Preparación del cimiento. Hormigón de limpieza

01.- En el caso de cimentaciones en medios rocosos, la preparación de la superficie de apoyo deberá facilitar una fuerte unión entre el terreno y el hormigón.

02.- En el caso de cimentaciones en suelos, la preparación de la superficie de apoyo deberá proporcionar la conveniente uniformidad de la deformabilidad del medio de forma que no se produzcan asientos diferenciales perjudiciales para la estructura de hormigón.

03.- El espesor de la capa de hormigón de limpieza sobre apoyo de suelos o rellenos existentes será uniforme e igual a la definida en los planos. Sobre apoyo rocoso se definirá por el espesor mínimo sobre las partes más salientes.

4.2.- Cimbras, encofrados y moldes

01.- Las cimbras, encofrados y moldes, así como las uniones de sus distintos elementos, poseerán una resistencia y rigidez suficientes para garantizar el cumplimiento de las tolerancias dimensionales y para resistir, sin asientos ni deformaciones perjudiciales, las acciones de cualquier naturaleza que puedan producirse sobre ellos como consecuencia del proceso de hormigonado y, especialmente, bajo las presiones del hormigón fresco o los efectos del método de compactación utilizado. Dichas condiciones deberán mantenerse hasta que el hormigón haya adquirido la resistencia suficiente para soportar, con un margen de seguridad adecuado, las tensiones a que será sometido durante el desencofrado, desmoldeo o descimbrado.

02.- Los encofrados y moldes serán suficientemente estancos para que, en función del método de compactación previsto, se impidan pérdidas apreciables de lechada o mortero y se consigan superficies cerradas del hormigón.

03.- Los encofrados y moldes de madera se humedecerán para evitar que absorban el agua contenida en el hormigón. Por otra parte, las piezas de madera se dispondrán de manera que se permita su libre entumecimiento, sin peligro de que se originen esfuerzos o deformaciones anormales.

04.- Las superficies interiores de los encofrados y moldes aparecerán limpias en el momento del hormigonado, y presentarán las condiciones necesarias para garantizar la libre retracción del hormigón y evitar así la aparición de fisuras en los paramentos de las piezas. Para facilitar esta limpieza en los fondos de pilares y muros, deberán disponerse aberturas provisionales en la parte inferior de los encofrados correspondientes.

05.- Cuando sea necesario, y con el fin de evitar la formación de fisuras en los paramentos de las piezas, se adoptarán las oportunas medidas para que los encofrados y moldes no impidan la libre retracción del hormigón.

06.- Si se utilizan productos para facilitar el desencofrado o desmoldeo de las piezas, dichos productos no deben dejar rastros ni tener efectos dañinos sobre la superficie del hormigón, ni deslizar por las superficies verticales o inclinadas de los moldes o encofrados. Por otra parte, no deberán impedir la ulterior aplicación de revestimientos ni la posible construcción de juntas de hormigonado, especialmente cuando se trate de elementos que, posteriormente, vayan a unirse entre sí, para trabajar solidariamente. Como consecuencia, el empleo de estos productos deberá ser expresamente autorizado, en cada caso, por la Dirección de la obra.

07.- Como norma general, se recomienda utilizar para estos fines barnices antiadherentes compuestos de siliconas, o preparados a base de aceites solubles en agua o grasa diluida, evitando el uso de gasoil, grasa corriente o cualquier otro producto análogo.

4.3.- Doblado de las armaduras

01.- Las armaduras se doblarán ajustándose a los planos e instrucciones del Proyecto. En general, esta operación se realizará en frío, mediante métodos mecánicos y a velocidad constante, y con la ayuda de mandriles, de modo que la curvatura sea constante en toda la zona.

02.- El doblado de las barras, salvo indicación en contrario del Proyecto, se realizará con mandriles de diámetros no inferiores a los indicados la Instrucción de Hormigón Estructural vigente.

03.- No se admitirá el enderezamiento de codos, incluidos los de suministro, salvo cuando esta operación pueda realizarse sin daño, inmediato o futuro, para la barra correspondiente.

04.- Si resultase imprescindible realizar desdoblados en obra, como por ejemplo en el caso de algunas armaduras en espera, estos se realizarán de acuerdo con procesos o criterios de ejecución contrastados, debiéndose comprobar que no se han producido fisuras o fracturas en las mismas. En caso contrario, se procederá a la sustitución de los elementos dañados. Si la operación de desdoblado se realizase en caliente, deberán adoptarse las medidas adecuadas para no dañar el hormigón con las altas temperaturas.

4.4.- Colocación de las armaduras

01.- Las armaduras se colocarán exentas de pintura, grasa o cualquier otra sustancia nociva que pueda afectar negativamente al acero, al hormigón o a la adherencia entre ambos. Se dispondrán de acuerdo con las indicaciones del Proyecto, sujetas entre sí de manera que no varíe su posición especificada durante el transporte, montaje y hormigonado, y permitan al hormigón envolverlas sin dejar coqueas.

02.- En vigas y elementos análogos sometidos a flexión, las barras que se doblen deberán ir convenientemente envueltas por cercos o estribos en la zona del codo. Esta disposición es siempre recomendable, cualquiera que sea el elemento de que se trate. En estas zonas, cuando se doblen simultáneamente muchas barras, resulta aconsejable aumentar el diámetro de los estribos o disminuir su separación.

03.- Los cercos de pilares o estribos de vigas se sujetarán a las barras principales mediante simple atado u otro procedimiento idóneo, prohibiéndose expresamente la fijación mediante puntos de soldadura una vez situada la ferralla en los moldes o encofrados.

04.- Cuando exista peligro de que se puedan confundir unas barras con otras, se prohíbe el empleo simultáneo de aceros de características mecánicas diferentes. Se podrán utilizar, no obstante, cuando no exista problema de confusión, podrán utilizarse en un mismo elemento dos tipos diferentes de acero, uno para la armadura principal y otro para los estribos.

05.- En la ejecución de las obras se cumplirá, en todo caso, lo indicado en la vigente Instrucción de Hormigón Estructural en referencia a la colocación de armaduras, empalme y anclaje.

06.- Deberá prestarse especial atención a la disposición de separadores y cumplimiento de las exigencias de recubrimientos del Proyecto, así como lo establecido al efecto en la Instrucción de Hormigón Estructural vigente.

4.5.- Transporte del hormigón

01.- Para el transporte del hormigón se utilizarán procedimientos adecuados para conseguir que las masas lleguen al lugar de entrega en las condiciones estipuladas, sin experimentar variación sensible en las características que poseían recién amasadas.

02.- Según establece la ITCP el fabricante habrá comprobado la homogeneidad del hormigón amasado llevando a cabo los ensayos de homogeneidad oportunos e inspección visual de las instalaciones.

03.- El tiempo transcurrido entre la adición de agua del amasado al cemento y a los áridos y la colocación del hormigón, no debe ser mayor de hora y media. En tiempo caluroso, o bajo condiciones que contribuyan a un rápido fraguado del hormigón, el tiempo límite deberá ser inferior, a menos que se adopten medidas especiales que, sin perjudicar la calidad del hormigón, aumenten el tiempo de fraguado.

04.- Cuando el hormigón se amasa completamente en central y se transporta en amasadoras móviles, el volumen de hormigón transportado no deberá exceder del 80% del volumen total del tambor. Cuando el hormigón se amasa, o se termina de amasar, en amasadora móvil, el volumen no excederá de los dos tercios del volumen total del tambor.

05.- Los equipos de transporte deberán estar exentos de residuos de hormigón o mortero endurecido, para lo cual se limpiarán cuidadosamente antes de proceder a la carga de una nueva masa fresca de hormigón. Asimismo, no deberán presentar desperfectos o desgastes en las paletas o en su superficie interior que puedan afectar a la homogeneidad del hormigón e impedir que se cumpla lo estipulado en la Instrucción de Hormigón Estructural vigente en referencia a los equipos de amasado.

06.- No deberá ser transportada una misma amasada en camiones o compartimentos diferentes. No se mezclarán masas frescas fabricadas con distintos tipos de cemento.

07.- Al cargar los elementos de transporte no deben formarse con las masas montones cónicos de altura tal, que favorezca la segregación.

08.- Queda prohibida la adición al hormigón de cualquier cantidad de agua u otras sustancias que puedan alterar la composición original. No obstante, si el asentamiento es menor que el especificado, el suministrador podrá adicionar aditivo plastificante hasta alcanzar la consistencia, sin rebasar las tolerancias conforme a un procedimiento escrito previamente aprobado por el fabricante del hormigón.

09.- El comienzo de la descarga del hormigón desde el equipo de transporte en el lugar de la entrega marca el principio del tiempo de entrega y recepción del hormigón. La dirección de obra, o la asistencia en la que se delegue, se responsabilizará del control de recepción. Cualquier rechazo basado en los resultados de los ensayos deberá ser realizado durante la entrega. La actuación del suministrador terminará una vez efectuada la entrega del hormigón y siendo satisfactorios los ensayos de recepción de este.

10.- La máxima caída libre vertical de las masas, en cualquier punto de su recorrido, no excederá de dos metros (2 m); procurándose que la descarga del hormigón en la obra se realice lo más cerca posible del lugar de su ubicación definitiva, para reducir al mínimo las posteriores manipulaciones.

4.6.- Vertido

01.- En el caso de utilización de alguno de los medios que se reseñan a continuación, estos deberán cumplir las condiciones siguientes:

- Cintas transportadoras. En el caso de vertido directo se regulará su velocidad y se colocarán los planos y contraplano de retenida que resulten necesarios para evitar la segregación del hormigón.
- Trompas de elefante. Su diámetro será por lo menos de veinticinco centímetros (25 cm), y los medios para sustentación tales que permitan un libre movimiento del extremo de descarga sobre la parte

superior del hormigón, y faciliten que se pueda bajar rápidamente cuando sea necesario retardar o cortar su descarga.

- Cangilones de fondo movable. Su capacidad será, por lo menos, de un tercio de metro cúbico ($1/3 \text{ m}^3$).

02.- Al verter el hormigón, se removerá enérgica y eficazmente, para que las armaduras queden perfectamente envueltas; cuidando especialmente los sitios en que se reúna gran cantidad de ellas, y procurando que se mantengan los recubrimientos y separaciones de las armaduras.

03.- En losas, el extendido del hormigón se ejecutará de modo que el avance se realice con todo su espesor.

04.- En vigas, el hormigonado se hará avanzando desde los extremos; llenándolas en toda su altura; y procurando que el frente vaya recogido, para que no se produzcan segregaciones y la lechada escurra a lo largo del encofrado.

05.- En el hormigonado de bóvedas por capas sucesivas o dovelas, deberán adoptarse precauciones especiales, con el fin de evitar esfuerzos secundarios.

06.- En el hormigón ciclópeo se cuidará que el hormigón envuelva los mampuestos, quedando entre ellos separaciones superiores a tres (3) veces el tamaño máximo del árido empleado, sin contar mampuestos.

4.7. - Compactación

01.- La compactación del hormigón se ejecutará en general mediante vibración, empleándose vibradores cuya frecuencia no sea inferior a seis mil (6.000) ciclos por minuto. En el Proyecto se especificarán los casos y elementos en los cuales se permitirá la compactación por apisonado.

02.- El espesor de las tongadas de hormigón, la secuencia, distancia y forma de introducción y retirada de los vibradores, se fijarán a la vista del equipo previsto.

03.- Los vibradores se aplicarán siempre de modo que su efecto se extienda a toda la masa, sin que se produzcan segregaciones locales ni fugas importantes de lechada por las juntas de los encofrados. La compactación será más cuidadosa e intensa junto a los paramentos y rincones del encofrado y en las zonas de fuerte densidad de armaduras, hasta conseguir que la pasta refluya a la superficie.

04.- Si se emplean vibradores de superficie, se aplicarán moviéndolos lentamente, de modo que la superficie del hormigón quede totalmente humedecida. El espesor de la capa después de compactada no será superior a 20 cm.

05.- Si se emplean vibradores sujetos a los encofrados, se cuidará especialmente la rigidez de los encofrados y los dispositivos de anclaje a ellos de los vibradores.

06.- Si se emplean vibradores internos, deberán sumergirse verticalmente en la tongada, de forma que su punta penetre en la tongada adyacente ya vibrada, y se retirarán de forma inclinada. La aguja se introducirá y retirará lentamente y a velocidad constante, recomendándose a este efecto que no se superen los diez centímetros por segundo (10 cm/s).

07.- La distancia entre puntos de inmersión será la adecuada para dar a toda la superficie de la masa vibrada un aspecto brillante; como norma general será preferible vibrar en muchos puntos por poco tiempo a vibrar en pocos puntos prolongadamente.

08.- Si se vierte hormigón en un elemento que se está vibrando, el vibrador no se introducirá a menos de metro y medio (1,5 m) del frente libre de la masa.

09.- En ningún caso se emplearán los vibradores como elemento para repartir horizontalmente el hormigón.

10.- Cuando se empleen vibradores de inmersión deberá darse la última pasada de forma que la aguja no toque las armaduras.

11.- Antes de comenzarse el hormigonado, se comprobará que existe un número de vibradores suficiente para que, en caso de que se averíe alguno de ellos, pueda continuarse el hormigonado hasta la próxima junta prevista.

12.- Si por alguna razón se averiase alguno de los vibradores, se reducirá el ritmo de hormigonado; si se averiasen todos, el Contratista procederá a una compactación por apisonado, en la zona indispensable para interrumpir el hormigonado en una junta adecuada. El hormigonado no se reanudará hasta que no se hayan reparado o sustituido los vibradores averiados.

4.8.- Hormigonado en tiempo frío

01.- En general se suspenderá el hormigonado siempre que se prevea que dentro de las cuarenta y ocho horas (48 h) siguientes puede descender la temperatura ambiente por debajo de los cero grados centígrados.

02.- En los casos en que, por absoluta necesidad, se hormigone en tiempo 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 no es posible garantizar que, con las medidas adoptadas, se ha conseguido evitar dicha pérdida de resistencia, se realizarán los ensayos de información necesarios para conocer la resistencia realmente alcanzada, adoptándose, en su caso, las medidas oportunas.

04.- La temperatura de la masa de hormigón, en el momento de verterla en el molde o encofrado, no será inferior a +5° C.

05.- Se prohíbe verter el hormigón sobre elementos (armaduras, moldes, etc.) cuya temperatura sea inferior a 0° C.

06.- El empleo de aditivos anticongelantes requerirá una autorización expresa, en cada caso, de la Dirección de Obra. Nunca podrán utilizarse productos susceptibles de atacar a las armaduras, en especial los que contienen ion cloro.

07.- Entre las medidas que pueden adoptarse en la dosificación del hormigón está la utilización de relaciones de agua/cemento lo más bajas posibles, y la utilización de mayores contenidos de cemento o de cementos de mayor categoría resistente. Con ello conseguirá acelerarse la velocidad de endurecimiento del hormigón, aumentar la temperatura del mismo y reducir el riesgo de helada.

08.- Cuando exista riesgo de acción de hielo o de helada prolongada, el hormigón fresco debe protegerse mediante dispositivos de cobertura y/o aislamiento, o mediante cerramientos para el calentamiento del aire que rodee al elemento estructural recién hormigonado, en cuyo caso deberán adoptarse medidas para mantener la humedad adecuada.

4.9.- Hormigonado en tiempo caluroso

01.- Cuando el hormigonado se efectúe en tiempo caluroso, se adoptarán las medidas oportunas para evitar la evaporación del agua de amasado, en particular durante el transporte del hormigón, y para reducir la temperatura de la masa.

02.- Los materiales almacenados con los cuales vaya a fabricarse el hormigón y los encofrados o moldes destinados a recibirlo deberán estar protegidos del soleamiento.

03.- Una vez efectuada la colocación del hormigón se protegerá este del sol y especialmente del viento, para evitar que se deseeque.

04.- Si la temperatura ambiente es superior a 40°C o hay un viento excesivo se suspenderá el hormigonado, salvo que previa autorización expresa de la Dirección de Obra, se adopten medidas especiales.

4.10.- Hormigonado en tiempo lluvioso

01.- Si se prevé la posibilidad de lluvia, el Contratista dispondrá toldos y otros medios que protejan el hormigón fresco. En otro caso, el hormigonado se suspenderá, como norma general, en caso de lluvia; adoptándose las medidas necesarias para impedir la entrada del agua a las masas de hormigón fresco. Eventualmente, la continuación de los trabajos, en la forma que se proponga, deberá ser aprobada por la Dirección.

4.11.- Cambio del tipo de cemento

01.- Cuando se trate de poner en contacto masas de hormigón ejecutadas con diferentes tipos de cemento, se requerirá la previa aprobación de la Dirección, que indicará si es necesario tomar alguna precaución y, en su caso, el tratamiento a dar a la junta. Lo anterior es especialmente importante si la junta está atravesada por armaduras.

4.12.- Juntas

01.- Las juntas de hormigonado que deberán, en general, estar previstas en el Proyecto, se situarán en dirección lo más normal posible a la de las tensiones de compresión, y allí donde su efecto sea menos perjudicial, alejándolas, con dicho fin, de las zonas en las que la armadura esté sometida a fuertes tracciones. Se les dará la forma apropiada que asegure una unión lo más íntima posible entre el antiguo y el nuevo hormigón.

02.- Cuando haya necesidad de disponer juntas de hormigonado no previstas en el Proyecto, se dispondrán en los lugares que la Dirección de obra apruebe, y preferentemente sobre los puntales de la cimbra. No se reanudará el hormigonado de las mismas sin que hayan sido previamente examinadas y aprobadas, si procede, por la Dirección de obra.

03.- Si el plano de una junta resulta mal orientado, se demolerá la parte de hormigón que sea necesario eliminar para dar a la superficie la dirección apropiada.

04.- Antes de reanudar el hormigonado, se retirará la capa superficial de mortero, dejando los áridos al descubierto y se limpiará la junta de toda suciedad o árido que haya quedado suelto. En cualquier caso, el procedimiento de limpieza utilizado no deberá producir alteraciones apreciables en la adherencia entre la pasta y el árido grueso. Expresamente se prohíbe el empleo de productos corrosivos en la limpieza de juntas.

05.- En general, y con carácter obligatorio, siempre que se trate de juntas de hormigonado no previstas en el Proyecto, no se reanudará el hormigonado sin previo examen de la junta y aprobación, si procede, por la Dirección.

06.- Se prohíbe hormigonar directamente sobre o contra superficies de hormigón que hayan sufrido los efectos de las heladas. En este caso deberán eliminarse previamente las partes dañadas por el hielo.

07.- El PCTP podrá autorizar el empleo de otras técnicas para la ejecución de juntas (por ejemplo, impregnación con productos adecuados), siempre que se haya justificado previamente, mediante ensayos de suficiente garantía, que tales técnicas son capaces de proporcionar resultados tan eficaces, al menos, como los obtenidos cuando se utilizan los métodos tradicionales.

08.- Si la junta se establece entre hormigones fabricados con distinto tipo de cemento, al hacer el cambio de este se limpiarán cuidadosamente los utensilios de trabajo.

09.- En ningún caso se pondrán en contacto hormigones fabricados con diferentes tipos de cemento que sean incompatibles entre sí.

10.- Se aconseja no recubrir las superficies de las juntas con lechada de cemento.

4.13.- Curado

01.- Durante el fraguado y primer período de endurecimiento del hormigón, deberá asegurarse el mantenimiento de la humedad del mismo mediante un adecuado curado. Este se prolongará durante el plazo necesario en función del tipo y la clase del cemento, de la temperatura y grado de humedad del ambiente, etc.

02.- El curado podrá realizarse manteniendo húmedas las superficies de los elementos de hormigón, mediante riego directo que no produzca deslavado. El agua empleada en estas operaciones deberá poseer las cualidades exigidas en el Artículo 20.41 del presente Pliego.

03.- El curado por aportación de humedad podrá sustituirse por la protección de las superficies mediante recubrimientos plásticos u otros tratamientos adecuados, siempre que tales métodos, especialmente en el caso de masas secas, ofrezcan las garantías que se estimen necesarias para lograr, durante el primer período de endurecimiento, la retención de la humedad inicial de la masa, y no contengan sustancias nocivas para el hormigón.

04.- Si el curado se realiza empleando técnicas especiales (curado al vapor, por ejemplo) se procederá con arreglo a las normas de buena práctica propias de dichas técnicas, previa autorización de la Dirección de obra.

4.14.- Descimbrado, desencofrado y desmoldeo

01.- Los distintos elementos que constituyen los moldes, el encofrado (costeros, fondos, etc.), como los apeos y cimbras, se retirarán sin producir sacudidas ni choques en la estructura, recomendándose, cuando los elementos sean de cierta importancia, el empleo de cuñas, cajas de arena, gatos u otros dispositivos análogos para lograr un descenso uniforme de los apoyos.

02.- Las operaciones anteriores no se realizarán hasta que el hormigón haya alcanzado la resistencia necesaria para soportar, con suficiente seguridad y sin deformaciones excesivas, los esfuerzos a los que va a estar sometido durante y después del desencofrado, desmoldeo o descimbrado. Se recomienda que la seguridad no resulte en ningún momento inferior a la prevista para la obra en servicio.

03.- Cuando se trate de obras de importancia y no se posea experiencia de casos análogos, o cuando los perjuicios que pudieran derivarse de una fisuración prematura fuesen grandes, se realizarán ensayos de información para estimar la resistencia real del hormigón y poder fijar convenientemente el momento de desencofrado, desmoldeo o descimbrado.

04.- Se tendrán también en cuenta las condiciones ambientales (por ejemplo, heladas) y la necesidad de adoptar medidas de protección una vez que el encofrado, o los moldes, hayan sido retirados.

05.- Se pondrá especial atención en retirar oportunamente todo elemento de encofrado o molde que pueda impedir el libre juego de las juntas de retracción, asiento o dilatación, así como de las articulaciones, si las hay.

4.15.- Reparación de defectos

01.- Los defectos que hayan podido producirse al hormigonar deberán ser reparados, previa aprobación de la Dirección, tan pronto como sea posible, saneando y limpiando las zonas defectuosas. En general, y con el fin de evitar el color más oscuro de las zonas reparadas, podrá emplearse para la ejecución del hormigón o mortero de reparación una mezcla adecuada del cemento empleado con cemento portland blanco.

02.- Las zonas reparadas deberán curarse rápidamente. Si es necesario, se protegerán con lienzos o arpilleras para que el riesgo no perjudique el acabado superficial de esas zonas.

5.- TOLERANCIAS

01.- Las tolerancias se aplican a las cotas indicadas en los planos.

02.- En caso de dimensiones fraccionadas que forman parte de una dimensión total, las tolerancias deben interpretarse individualmente y no son acumulativas.

03.- Las comprobaciones deben realizarse antes de retirar apeos, puntales y cimbras en los elementos en que tal operación pueda producir deformaciones.

04.- Las tolerancias mínimas serán las exigidas por el Proyecto, que serán, al menos, las establecidas en la Instrucción de Hormigón Estructural vigente.

05.- Si a una dimensión o posición le corresponden varias tolerancias, se entiende que rige la más estricta.

6.- CONTROL DE CALIDAD Y CRITERIOS DE ACEPTACIÓN Y RECHAZO

01.- El control de los componentes del hormigón, así como de mezcla, se realizará de acuerdo con los Artículos correspondientes del Capítulo 20 del presente Pliego y de la Instrucción de Hormigón Estructural vigente.

02.- Cuando la resistencia característica estimada sea inferior a la resistencia característica establecida en Proyecto, se procederá de acuerdo con la Instrucción de Hormigón Estructural vigente.

Si se decidiera la aceptación, se establecerá una penalización de acuerdo con el Apartado 6.3.

Cualquier reparación necesaria del elemento será realizada sin percibir el Contratista ningún abono por ello.

6.1.- Control de la ejecución

01.- El control de la ejecución tiene por objeto garantizar que la obra se ajusta al Proyecto y a las prescripciones de la Instrucción de Hormigón Estructural vigente.

02.- Corresponde a la Dirección de la Obra la responsabilidad de asegurar la realización del control externo de la ejecución, el cual se adecuará, necesariamente, al nivel correspondiente, de acuerdo con la Instrucción de Hormigón Estructural vigente.

03.- A título orientativo y no excluyente se incluye el CUADRO 35.11.1, en el que se detallan las principales comprobaciones que deben efectuarse durante la ejecución, en correspondencia con la Instrucción de Hormigón Estructural vigente y con el PPTP.

CUADRO 35.11.1
COMPROBACIONES QUE DEBEN EFECTUARSE DURANTE LA EJECUCIÓN

GENERALES PARA TODO TIPO DE OBRAS

A) COMPROBACIONES PREVIAS AL COMIENZO DE LA EJECUCIÓN

- Directorio de agentes involucrados.
- Existencia de libros de registro y órdenes reglamentarios.
- Existencia de archivo de certificados de materiales, hojas de suministro, resultados de control, documentos de proyecto y sistema de clasificación de cambios de proyecto o información complementaria.
- Revisión de planos y documentos contractuales.
- Existencia de control de calidad de materiales de acuerdo con los niveles especificados.
- Comprobación general de equipos: certificados de tarado, en su caso.
- Suministro y certificados de aptitud de materiales.

B) COMPROBACIONES DE REPLANTEO Y GEOMÉTRICAS

- Comprobación de cotas, niveles y geometría.
- Comprobación de tolerancias admisibles.

C) CIMBRAS Y ANDAMIAJES

- Existencia de cálculo, en los casos necesarios.
- Comprobación de planos.
- Comprobación de cotas y tolerancias.
- Revisión del montaje.

D) ARMADURAS

- Tipo, diámetro y posición.
- Corte y doblado.
- Almacenamiento.
- Tolerancias de colocación.
- Recubrimientos y separación entre armaduras. Utilización de separadores y distanciadores.
- Estado de vainas, anclajes y empalmes y accesorios.

E) ENCOFRADOS

- Estanquidad, rigidez y textura.
- Tolerancias.
- Posibilidad de limpieza, incluidos fondos.
- Geometría y contraflechas.

F) TRANSPORTE, VERTIDO Y COMPACTACIÓN

- Tiempos de transporte.
- Condiciones de vertido: método, secuencia, altura máxima, etc.
- Hormigonado con viento, tiempo frío, tiempo caluroso o lluvia.
- Compactación del hormigón.
- Acabado de superficies.

G) JUNTAS DE TRABAJO, CONTRACCIÓN O DILATACIÓN

- Disposición y tratamiento de juntas de trabajo y contracción.
- Limpieza de las superficies de contacto.
- Tiempo de espera.
- Armaduras de conexión.
- Posición, inclinación y distancia.
- Dimensiones y sellado, en los casos que proceda.

H) CURADO

- Método aplicado.
- Plazos de curado.
- Protección de superficies.

I) DESMOLDEADO Y DESCIMBRADO

- Control de la resistencia del hormigón antes del tesado.
- Control de sobrecargas de construcción.
- Comprobación de plazos de descimbrado.
- Reparación de defectos.

J) TESADO DE ARMADURAS ACTIVAS

- Programa de tesado y alargamiento de armaduras activas.
- Comprobación de deslizamientos y anclajes.
- Inyección de vainas y protección de anclajes.

K) TOLERANCIAS Y DIMENSIONES FINALES

- Comprobación dimensional.

L) REPARACIÓN DE DEFECTOS Y LIMPIEZA DE SUPERFICIES

ESPECÍFICAS PARA FORJADOS DE EDIFICACIÓN

- Comprobación de la Autorización de Uso vigente.
- Dimensiones de macizados, ábacos y capiteles.
- Condiciones de enlace de los nervios.
- Comprobación geométrica del perímetro crítico de rasante.
- Espesor de la losa superior.
- Canto total.
- Huecos: posición, dimensiones y solución estructural.
- Armaduras de reparto.
- Separadores.

04.- Los resultados de las inspecciones, así como las medidas correctoras adoptadas, se recogerán en los correspondientes partes e informes. Estos documentos quedarán recogidos en la Documentación Final de la Obra.

6.2.- Ensayos de información complementaria de la estructura

6.2.1.- Generalidades

01.- De las estructuras proyectadas y construidas con arreglo a la vigente Instrucción de Hormigón Estructural, en las que los materiales y la ejecución hayan alcanzado la calidad prevista, comprobada mediante los controles preceptivos, solo necesitan someterse a ensayos de información y en particular a pruebas de carga, las incluidas en los supuestos que se relacionan a continuación:

- a) Cuando así lo dispongan las Instrucciones, Reglamentos específicos de un tipo de estructura o el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares.
- b) Cuando, debido al carácter particular de la estructura, convenga comprobar que la misma reúne ciertas condiciones específicas. En este caso, el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares establecerá los ensayos oportunos que deben realizarse, indicando con toda precisión la forma de llevarlos a cabo y el modo de interpretar los resultados.
- c) Cuando, a juicio de la Dirección de Obra, existen dudas razonables sobre la seguridad, funcionalidad o durabilidad de la estructura.

6.2.2.- Pruebas de carga

01.- Se estará a lo dispuesto en la vigente Instrucción del Hormigón Estructural.

02.- En caso de resultados desfavorables en los ensayos de información complementaria, podrá la Dirección de las Obras ordenar pruebas de carga, por cuenta del Contratista, antes de decidir la demolición o aceptación.

63.- Penalizaciones

01.- Se establecen las siguientes penalizaciones, además de las que pueda incluir el PCTP, para la parte de obra de hormigón que sea aceptada y que presente defectos de resistencia o de espesor.

02.- Estas penalizaciones se aplicarán en forma de deducción afectando al volumen de obra defectuoso.

- a) Por defecto de resistencia

- Para $0,9 f_{ck} \leq f(x) < f_{ck}$

$$P_1 = \left(1,05 - \frac{f(x)}{f_{ck}}\right)P$$

- Para $0,7 f_{ck} \leq f(x) < 0,9f_{ck}$

$$P_1 = \left(1,95 - 2 \frac{f(x)}{f_{ck}}\right)P$$

b) Por defecto de espesor

$$P_2 = \left(2,05 - 2 \frac{E_m}{E_p}\right)P$$

Siendo:

P_1 y P_2 =	Penalización unitaria en €/m ³ .
P =	Precio unitario del hormigón en €/m ³ .
$f(x)$ =	Función de aceptación según la Instrucción de Hormigón Estructural vigente.
f_{ck} =	Valor de la resistencia característica especificada en el Proyecto.
E_m =	Espesor medio real.
E_p =	Espesor de proyecto.

7.- MEDICIÓN Y ABONO

01.- El hormigón se abonará por metros cúbicos (m³) realmente colocados en obra, medidos sobre los planos. No obstante, el PCTP podrá definir otras unidades, tales como metro (m) de viga, metro cuadrado (m²) de losa, etc., en cuyo caso el hormigón se medirá y abonará de acuerdo con dichas unidades.

02.- El cemento, áridos, agua y adiciones, así como la fabricación y transporte y vertido del hormigón, quedan incluidos en el precio unitario, así como su compactación, ejecución de juntas, curado y acabado.

03.- El abono de las adiciones no previstas en el PCTP y que hayan sido autorizadas por la Dirección, se hará por kilogramos (kg) utilizados en la fabricación del hormigón antes de su empleo.

04.- No se abonarán las operaciones que sea preciso efectuar para limpiar, enlucir y reparar las superficies de hormigón en las que se acusen irregularidades de los encofrados superiores a las toleradas o que presenten defectos.

05.- Las armaduras de acero empleadas en hormigón armado se abonarán por su peso en kilogramos (kg) deducido de los planos, aplicando, para cada tipo de acero, los pesos unitarios correspondientes a las longitudes deducidas de dichos planos.

06.- Salvo indicación expresa del PCTP, el abono de las mermas y despuntes, alambre de atar y eventualmente barras auxiliares, se considerará incluido en el del kilogramo (kg) de armadura.

07.- Los encofrados y moldes se medirán por metros cuadrados (m²) de superficie de hormigón medidos sobre planos.

08.- No se abonarán las operaciones que sea preciso efectuar para la reparación de defectos.

09.- No se abonarán los ensayos de información complementaria y pruebas de carga ordenados por la Dirección de Obra, en el caso de resultados desfavorables en los ensayos.

ARTÍCULO 35.12.- OBRAS DE HORMIGÓN PRETENSADO

1.- DEFINICIÓN

01.- Se definen como obras de hormigón pretensado aquellas en las cuales se utiliza como material fundamental el hormigón, sometido a compresión por fuerzas introducidas durante la construcción, antes o después del hormigonado, por medio de armaduras activas o por otros medios exteriores.

2.- NORMATIVA TÉCNICA

2.1.- Normativa obligatoria

01.- El Código Estructural aprobado por el Real Decreto 470/2021, de 29 de junio, o marco reglamentario que lo sustituya.

02.- 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.- El Código Técnico de la Edificación.

04.- 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, en adelante ITCP.

3.- MATERIALES

3.1.- Cemento

01.- El cemento cumplirá las condiciones del Artículo 20.13 de este Pliego y las de la Instrucción de Hormigón Estructural vigente.

3.2.- Agua

01.- El agua cumplirá las condiciones del Artículo 24.41 de este Pliego y las de la Instrucción de Hormigón Estructural vigente.

3.3.- Áridos

01.- Los áridos cumplirán las condiciones Artículo 20.42 de este Pliego y las de la Instrucción de Hormigón Estructural vigente.

3.4.- Aditivos

01.- Los aditivos cumplirán las condiciones fijadas en los Artículos 20.20, 20.21, 20.22, 20.23, 20.24, 20.25 y 20.26 de este Pliego y las de la Instrucción de Hormigón Estructural vigente.

3.5.- Armaduras

01.- Las armaduras pasivas cumplirán las condiciones fijadas en los Artículos 23.11, 23.12 y 23.13 de este Pliego.

02.- Las armaduras activas cumplirán las condiciones fijadas en el Artículo 23.14 de este Pliego.

3.6.- Dispositivos de anclaje y empalme, vainas y accesorios y productos de inyección

01.- Cumplirán las condiciones fijadas en la Instrucción de Hormigón Estructural vigente.

4.- EJECUCIÓN

01.- Se estará a lo dispuesto en la Instrucción de Hormigón Estructural vigente.

5.- CONTROL DE CALIDAD Y CRITERIOS DE ACEPTACIÓN Y RECHAZO

01.- Se realizará de acuerdo con lo establecido en la Instrucción de Hormigón Estructural vigente.

6.- MEDICIÓN Y ABONO

01.- Las obras de hormigón pretensado se abonarán de acuerdo con lo dispuesto en el PCTP de la obra.

ARTÍCULO 35.13.- ESTRUCTURAS CON PIEZAS PREFABRICADAS DE HORMIGÓN

1.- DEFINICIÓN

01.- Se define como estructura con piezas prefabricadas de hormigón la que se construye con una serie de piezas de hormigón armado o pretensado, fabricadas en taller, que se montan y unen una vez que están suficientemente endurecidas.

02.- Las estructuras con piezas prefabricadas de hormigón se pueden clasificar de la forma siguiente:

- Estructuras totalmente prefabricadas, en las cuales no se hormigona ningún elemento estructural en obra, realizándose únicamente el montaje y la unión de las distintas partes de la estructura.
- Estructuras parcialmente prefabricadas, en las cuales una parte es de elementos prefabricados y el resto son elementos estructurales hormigonados *in situ*.

2.- NORMATIVA TÉCNICA

2.1.- Normativa obligatoria

01.- El Código Estructural aprobado por el Real Decreto 470/2021, de 29 de junio, o marco reglamentario que lo sustituya.

02.- 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.- El Código Técnico de la Edificación.

3.- MATERIALES

01.- Los productos prefabricados de hormigón cumplirán lo establecido en la Sección quinta del Capítulo 22 del presente Pliego.

02.- El hormigón ejecutado *in situ* que se emplee junto con los productos prefabricados cumplirá lo establecido en el Artículo 20.51 del presente Pliego.

03.- Las armaduras colocadas *in situ* cumplirán lo establecido en la Sección primera del Capítulo 23 del presente Pliego.

4.- MONTAJE

4.1.- Generalidades

01.- El montaje de los elementos prefabricados deberá ser conforme con lo establecido en el Proyecto y, en particular, con lo indicado en los planos y detalles de los esquemas de montaje, con la secuencia de operaciones del programa de ejecución, así como con las instrucciones de montaje que suministre el fabricante de producto prefabricado, que contendrán como mínimo:

- Planos de instalación consistentes en plantas y secciones con la posición y las conexiones de los productos en las obras terminadas,

- Datos de instalación con las propiedades requeridas in situ del material, cuando sea necesario;
- Instrucciones de instalación con los datos necesarios para el manejo, almacenaje, ajuste, conexión y trabajos de finalización.

4.2.- Viguetas y placas alveolares

4.2.1.- Colocación de viguetas y piezas de entrevigado

01.- El apuntalado se efectuará de acuerdo con lo establecido al efecto en la Instrucción de Hormigón Estructural vigente. Una vez niveladas las sopandas, se procederá a la colocación de las viguetas con el intereje que se indique en los planos, mediante las piezas de entrevigado extremas. Finalizada esta fase, se ajustarán los puntales y se procederá a la colocación de las restantes piezas de entrevigado.

4.2.2.- Desapuntalado

01.- Los plazos de desapuntalado serán los indicados en la Instrucción de Hormigón Estructural vigente. Para modificar dichos plazos, el constructor presentará a la Dirección Facultativa para su aprobación un plan de desapuntalado acorde con los medios materiales disponibles, debidamente justificado y donde se establezcan los medios de control y seguridad apropiados.

02.- El orden de retirada de los puntales será desde el centro de vano hacia los extremos y en el caso de voladizos, del vuelo hacia el arranque. No se entresacarán ni retirarán puntales sin la autorización previa de la dirección facultativa.

03.- No se desapuntalará de forma súbita y se adoptarán las precauciones debidas para impedir el impacto de las sopandas y puntales sobre el forjado.

4.2.3.- Realización de tabiques divisorios

01.- En la ejecución de los elementos divisorios constituidos por tabiques rígidos, se adoptarán las soluciones constructivas que sean necesarias para minimizar el riesgo de aparición de daños en los tabiques como consecuencia del apoyo del forjado y la transmisión de cargas de los pisos superiores a través de los tabiques.

4.3.- Otros elementos prefabricados lineales

01.- En el montaje de vigas prefabricadas, se adoptarán las medidas oportunas para evitar que se produzcan corrimientos de los apoyos.

02.- El Proyecto deberá incluir, en su caso, un estudio del montaje de los elementos prefabricados que requieran arriostramientos provisionales para evitar posibles problemas de inestabilidad durante el montaje de la estructura.

4.4.- Uniones de elementos prefabricados

01.- Las uniones entre las distintas piezas prefabricadas que constituyen una estructura, o entre dichas piezas y los otros elementos estructurales construidos in situ, deberán asegurar la correcta transmisión de los esfuerzos entre cada pieza y las adyacentes a ella.

02.- Se construirán de tal forma que puedan absorberse las tolerancias dimensionales normales de prefabricación, sin originar solicitaciones suplementarias o concentración de esfuerzos en los elementos prefabricados.

03.- Las testas de los elementos que vayan a quedar en contacto, no podrán presentar irregularidades tales que impidan que las compresiones se transmitan uniformemente sobre toda la superficie de aquellas. El límite admisible para estas irregularidades depende del tipo y espesor de la junta; y no se permite intentar corregirlas mediante enfoscado de las testas con mortero de cemento, o cualquier otro material que no garantice la adecuada transmisión de los esfuerzos sin experimentar deformaciones excesivas.

04.- En las uniones por soldadura deberá cuidarse que el calor desprendido no produzca daños en el hormigón o en las armaduras de las piezas.

05.- Las uniones mediante armaduras postesas exigen adoptar precauciones especiales si estas armaduras son de pequeña longitud. Su empleo es recomendable para rigidizar nudos y están especialmente indicadas para estructuras que deban soportar acciones sísmicas.

06.- En las uniones roscadas, se atenderá especialmente tanto a las calibraciones de los equipos dinamométricos utilizados, como a que la tensión de apriete aplicada en cada tornillo se corresponde con la especificada en el Proyecto.

5.- CONTROL DEL MONTAJE Y UNIONES DE ELEMENTOS PREFABRICADOS

01.- Antes del inicio del montaje de los elementos prefabricados, el constructor efectuará las siguientes comprobaciones, dejando constancia documental de ello:

- Los elementos prefabricados son conformes con las especificaciones del Proyecto y se encuentran, en su caso, adecuadamente acopiados, sin presentar daños aparentes.
- Se dispone de unos planos que definen suficientemente el proceso de montaje de los elementos prefabricados, así como las posibles medidas adicionales (arriostramientos provisionales, etc.).
- Se dispone de un programa de ejecución que define con claridad la secuencia de montaje de los elementos prefabricados.
- Se dispone, en su caso, de los medios humanos y materiales requeridos para el montaje.

02.- La Dirección Facultativa verificará que el constructor realice dichas verificaciones y revisará la documentación aportada.

03.- Durante el montaje, el constructor y la dirección facultativa comprobarán que se cumple la totalidad de las indicaciones del Proyecto. Se prestará especial atención al mantenimiento de las dimensiones y condiciones de ejecución de los apoyos, enlaces y uniones.

6.- HORMIGÓN EJECUTADO IN SITU

01.- La parte de la estructura ejecutada in situ, se realizarán de acuerdo con el Artículo 35.11 del presente Pliego.

7.- MEDICIÓN Y ABONO

01.- Los elementos estructurales prefabricados de hormigón se abonarán por unidades (U), colocados en su ubicación definitiva y acoplados o unidos a otros elementos o a la obra ejecutada *in situ*.

02.- En los precios unitarios a que se refiere el párrafo anterior estarán incluidos todos los gastos de fabricación, transporte, montaje y uniones de las piezas prefabricadas, salvo que el PCTP expresamente determine otra cosa.

ARTÍCULO 35.14.- HORMIGÓN PROYECTADO

1.- DEFINICIONES

01.- El hormigón proyectado, también denominado Gunitado, consiste en la formación de una capa superficial de recubrimiento de hormigón mediante la impulsión del mismo contra una superficie existente.

2.- NORMATIVA TÉCNICA

2.1.- Normativa obligatoria

01.- El Código Estructural aprobado por el Real Decreto 470/2021, de 29 de junio, o marco reglamentario que lo sustituya.

02.- 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.- 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, en adelante ITCP.

3.- RECOMENDACIONES

01.- UNE 83607:2014 IN. Hormigón proyectado. Recomendaciones de utilización.

4.- MATERIALES

01.- Los materiales cumplirán lo establecido en los Artículos correspondientes de la Parte 2 del presente Pliego.

02.- La consistencia del hormigón fresco se medirá al vertido de la cuba en el momento de su puesta en obra mediante el Cono de Abrams (UNE-EN 12350-2), aceptándose valores de asiento entre 40-80 mm. Deberá tenerse en cuenta que los valores del cono en general serán superiores, a efectos de prever la influencia del transporte y de las condiciones climatológicas durante el mismo.

03.- Preferentemente se empleará un hormigón/mortero proyectado con fibras.

5.- EJECUCIÓN

01.- El proyecto determinará justificadamente los materiales, el método de proyección y procedimiento necesario.

02.- La correcta puesta en obra presupone un dominio perfecto de la tecnología del hormigón/mortero proyectado por parte del Contratista. En el caso de que la Dirección de Obra considerase insuficiente la experiencia del Contratista, este deberá proceder a la inclusión del personal experimentado en sus equipos, a diferentes niveles, previa aprobación de la Dirección de Obra, durante el tiempo necesario para la perfecta formación de su personal propio.

03.- Se preparará el soporte mediante la eliminación de la superficie de trabajo de cualquier resto de suciedad o materiales que pudiesen restar adherencia al hormigón aplicado. La superficie deberá estar húmeda pero no mojada. En cualquier caso, se comprobará la inocuidad del agua del soporte (contenido en sales, pH, etc.). Se recomienda la aplicación de aire y agua como método de tratamiento superficial. Este proceso deberá realizarse un máximo de 2 horas antes de la aplicación del hormigón.

04.- Una vez concluido el saneo del paramento se debe inspeccionar la superficie asegurándose de que no ha habido daños residuales en el hormigón sano. Una vez terminada esta inspección, se debe limpiar minuciosamente, retirando el exceso de arena y los escombros. Por último, se debe humedecer la superficie previamente a la operación de proyección de hormigón o mortero.

05.- La proyección del hormigón se efectuará preferiblemente mediante equipos automatizados (robots). El Contratista adoptará las medidas pertinentes para asegurar la continuidad del suministro del hormigón durante el proceso de hormigonado.

06.- En caso de hormigón suministrado por planta se deberá asegurar su utilización en un plazo inferior a 45 minutos o bien recurrir a retardadores compatibles con los acelerantes aditivados en boquilla.

07.- Los equipos se mantendrán permanentemente en condiciones óptimas de funcionamiento, debiendo prever el Contratista, los medios necesarios para afrontar eventuales averías de los equipos de proyección durante el hormigonado.

08.- La distancia de proyección será de 1 m, mantenida de modo regular. Cuando se trate de hormigón proyectado con armadura, la boquilla deberá acercarse más de lo habitual y con un ligero ángulo ascendente, para permitir la colocación de material tras las armaduras horizontales minimizando la acumulación de rebote. La mezcla en este caso también deberá ser algo más húmeda, pero no tanto que pueda provocar un riesgo de desprendimientos, lo que ocasionaría posteriormente la producción de huecos y zonas débiles.

09.- El grueso máximo de una capa de hormigón ejecutada en una sola fase no podrá exceder los 15 cm.

10.- En hormigonados a ejecutar en tiempo frío se tendrán en cuenta las recomendaciones al respecto contenidas en la Instrucción de Hormigón Estructural vigente. En general, en el caso de preverse temperaturas extremas durante el hormigonado, el Contratista propondrá las medidas especiales que deberán adoptarse, las cuales se someterán a la aprobación de la Dirección de Obra.

11.- La Constructora presentará a la Dirección de Obra para su estudio y aprobación el método de curado propuesto.

6.- CONTROL DE CALIDAD Y ENSAYOS

01.- La calidad del hormigón proyectado se controlará permanentemente durante la ejecución de la obra. El tipo de control se extenderá desde los materiales hasta la calidad y el espesor de los hormigones ejecutados.

02.- Se distinguirán tres niveles de control del hormigón proyectado: sobre el hormigón de partida, sobre el hormigón ya proyectado en artesis normalizadas, y sobre el hormigón proyectado en la propia estructura.

03.- Los materiales se controlarán y ensayarán según se establece en los respectivos Artículos de la Parte 2 del presente Pliego.

04.- Antes de comenzar la puesta en obra se deben ejecutar unos ensayos mediante paneles que simulan las condiciones de trabajo. Estos elementos se ejecutarán mediante la proyección de hormigón sobre una

cara de paneles de madera o metal, capaces de soportar la presión de proyección. Estos ensayos están normalizados según UNE-EN 14488-1. Se debería proveer, al menos a una parte de los paneles de ensayo, con armadura semejante a la de la estructura definitiva, en su caso. Se extraerán testigos de los paneles ejecutados, bien sean circulares o cúbicos, debiendo hacerse las correcciones pertinentes según la relación diámetro/altura. Se ensayarán a compresión estos testigos a la edad requerida según UNE-EN 14488-1, examinando antes las superficies de corte detalladamente y corrigiendo aquellas que se encuentren en mal estado.

05.- La evaluación de la resistencia hasta las 24 horas se llevará a cabo de acuerdo con la norma UNE-EN 14488-2.

06.- Se controlará que la resistencia a compresión y a flexotracción del hormigón proyectado, es la prevista en el proyecto.

07.- El control de los espesores reales de gunita colocados se llevará a cabo mediante la obtención de testigos recogidos de forma aleatoria, a razón de un testigo cada 10 m² de superficie. Alternativamente, mediante clavos o vástagos fijados previamente a la superficie a gunitar

08.- Los datos obtenidos se considerarán contractuales y su tratamiento estadístico servirá para cuantificar los posibles déficits de hormigón proyectado, respecto a los estipulados, a efectos de su reposición o descuento si se trata de volúmenes considerados estructuralmente como poco importantes, en este último caso con una penalización del 20% sobre la medición de los volúmenes afectados.

7.- MEDICIÓN Y ABONO

01.- Se medirán y abonarán los metros cúbicos (m³) de hormigón proyectado que queden realmente adheridos a la superficie a proyectar, como producto de la superficie proyectada por el menor entre el espesor medio medido y el teórico indicado en planos.

02.- En el precio se incluirán todas las operaciones y materiales necesarios para su total ejecución.

03.- Asimismo, en el Proyecto se podrá establecer una partida alzada de abono íntegro para el desplazamiento y puesta a disposición del equipo de proyección de gunitado.

Sección 2.^a

DISPOSITIVOS EN LAS OBRAS DE HORMIGÓN

ARTÍCULO 35.21.- JUNTAS DE CONTRACCIÓN Y DE DILATACIÓN

1.- DEFINICIONES Y CLASIFICACIONES

01.- Junta. Superficie de discontinuidad en las estructuras de hormigón. Unas juntas son definidas en los planos del Proyecto con el fin de evitar la fisuración del hormigón por efectos térmicos o mecánicos; otras vienen obligadas por condicionantes del planteamiento de ejecución de la estructura por elementos o partes de hormigonado ininterrumpido y, por último, otras son discontinuidades no previstas, debidas a las interrupciones o demoras no programadas que eventualmente pueden acontecer durante las operaciones de hormigonado.

02.- Juntas de contracción. Juntas definidas para evitar el desarrollo de fisuras incontroladas originadas por el efecto térmico de contracción del hormigón debido, principalmente, a la disipación del calor de hidratación del cemento y a la retracción de secado en la primera edad del hormigón; sirven también para absorber la contracción térmica causada por los eventuales descensos periódicos de la temperatura del macizo de hormigón. Se subdividen en:

- Junta a tope.
- Junta abierta (con relleno posterior de hormigón).
- Junta inducida.

03.- Juntas de dilatación. Juntas que conservan una cierta abertura para impedir el contacto de sus dos caras. La abertura inicial debe ser suficiente para absorber el aumento de dimensiones de los elementos de estructura que separa la junta, debidos a la dilatación térmica por elevación de temperatura. Generalmente, para conseguir la abertura de la junta, se coloca una plancha de material polimérico espumado (poliestireno expandido u otro material deformable). En obras de hormigón armado se subdividen en:

- Juntas de dilatación sin armadura pasante.
- Juntas de dilatación con armadura pasante

04.- La ejecución de las juntas de contracción a tope incluirá: las operaciones de encofrado y desencofrado; el moldeo de ranuras y cajetines para los dispositivos de inyección posterior, en su caso; la formación de dientes y artesas; el sistema de sellado de la junta en paramento y/o en el interior, en su caso; y, en general, cuantas operaciones sean necesarias para la formación de la junta, de acuerdo con los planos y las instrucciones de la Dirección de Obra.

05.- La ejecución de las juntas de contracción abiertas se realizará de modo análogo al de las juntas a tope, con la única salvedad de que es preciso efectuar el encofrado en ambas caras de la junta. Posteriormente, una vez disipado el calor de la hidratación del cemento en su mayor parte y descendida la temperatura del hormigón por debajo de un límite prefijado, se procede al relleno del hueco entre paramentos de la junta, con hormigón ordinario o con un hormigón o mortero de retracción compensada.

06.- La ejecución de las juntas de contracción inducidas se puede efectuar por alguno de los siguientes métodos:

- a) Mediante una tabla, colocada de canto, que se retira cuando el hormigón ha endurecido lo suficiente para que no se desportillen los bordes de la ranura así moldeada.
- b) Por la colocación de una lámina de material polimérico que se deja *in situ*.

c) Por corte del hormigón endurecido con una sierra de disco de carborundo.

07.- La ejecución de las juntas de dilatación incluirá, además de las operaciones indicadas en el anterior párrafo 04, el relleno para la formación del huelgo que debe quedar entre ambas caras de la junta.

08.- Las juntas de contracción a tope y las abiertas, así como las juntas de dilatación, pueden disponer o no de sistemas de estanquidad para evitar el paso del agua, tanto en el sentido del paramento exterior hacia el trasdós como en sentido contrario, o ambos a la vez.

09.- Los sistemas de impermeabilización se clasifican en dos tipos:

- Impermeabilización de juntas en paramento.
- Impermeabilización de juntas en el interior:
 - Con banda polimérica.
 - Con chapa de cobre.

2.- MATERIALES

2.1.- Material de relleno de la junta

01.- Se define como material de relleno de la junta, la plancha de un material elástico que, adosada a una de las caras de la junta ya hormigonada, determina la abertura que debe quedar en la junta de dilatación.

02.- El material de relleno será compresible, no contendrá elementos duros que pudieren coser la junta y deberá garantizar la abertura requerida en la junta, teniendo en cuenta la presión que contra el relleno ejercerá el hormigón fresco que se coloca en segunda fase. Para las juntas en paramentos vistos no se permitirá el empleo de materiales que, a lo largo de la vida de la obra, puedan descomponerse produciendo manchas en la superficie del hormigón, tales como planchas de corcho aglomerado con productos bituminosos o similares.

03.- Por lo general se emplearán los materiales definidos en los siguientes Artículos del presente Pliego:

- | | |
|------------------|---|
| Artículo 26.15.- | Planchas de espuma rígida para juntas abiertas. |
| Artículo 26.16.- | Planchas y cintas de plástico celular para relleno de juntas de dilatación. |

2.2.- Materiales para la impermeabilización de la junta

01.- Las masillas de sellado para la impermeabilización de juntas en paramento pueden ser bituminosas, ver Artículo 25.22. "Masillas bituminosas para juntas" o de material polimérico.

02.- Cuando el sistema de impermeabilización de la junta sea con banda polimérica, los materiales cumplirán lo especificado en los Artículos 26.11 "Bandas elastoméricas para estanquidad de juntas" y 26.12 "Bandas de PVC para estanquidad de juntas".

03.- Cuando el sistema de impermeabilización de la junta sea con masillas, los materiales cumplirán lo especificado en el Artículo 26.17 "Masillas de sellado".

04.- Cuando el sistema de impermeabilización de la junta sea con chapa de cobre, en su elaboración se utilizarán chapas o bandas de cobre laminadas en frío de los tipos C-1120 o C-1130, de los definidos en la Norma UNE 37.137/83.

3.- EJECUCIÓN

01.- Las juntas se construirán de acuerdo con los Planos del Proyecto y los planos complementarios que la Dirección hubiere entregado al Contratista.

02.- La separación entre caras de las juntas de dilatación, o abertura de la junta, figurará de forma expresa en los planos e incluso, se la referirá al periodo del año en que se ejecute la parte de obra correspondiente, ya que la abertura inicial deberá ser suficiente para absorber el aumento de dimensiones de los elementos de obra que separa la junta, originados por la dilatación térmica debida al aumento de temperatura a partir del momento de construcción de la junta.

03.- La ejecución de una junta de dilatación incluirá las siguientes operaciones:

- La ejecución de la parte de obra de hormigón a un lado de la junta, cerrando previamente con encofrado la cara correspondiente a la futura superficie de la junta y dejando o no la armadura pasante.
- El desencofrado, limpieza, eliminación de salientes y de materias extrañas y repaso de defectos del paramento del hormigón de primera fase.
- La colocación, en la cara de la junta del hormigón de primera fase, de las planchas del material de relleno, cuyo espesor deberá ser el adecuado para obtener la abertura de junta especificada.
- La ejecución del hormigón de segunda fase por los procedimientos habituales.

04.- La ejecución de las juntas de contracción a tope, constará de las mismas operaciones que en las juntas de dilatación, excepto la colocación del material de relleno.

05.- La ejecución de las juntas de contracción abiertas se realizará por los mismos procedimientos que los usados en los paramentos vistos de la obra de hormigón. El relleno de hormigón o mortero entre las caras de la junta se ejecutará por procedimientos ordinarios.

06.- La ejecución de las juntas de contracción inducidas se realizará por el método que se indique de entre los señalados en el párrafo 06 del Apartado 1 de este Artículo.

07.- Los dispositivos de impermeabilización interior de la junta, en su caso, deberán colocarse previamente al hormigonado de la primera fase, cuidando su estado y colocación en el hormigonado de la segunda fase. Asimismo, se moldearán o encofrarán los cajetines, ranuras, dientes, conductos, etc., que definan los planos u ordene la Dirección de Obra ejecutar en el paramento o cara de la junta a hormigonar en primera fase.

08.- Las planchas del material de relleno de las juntas se cortarán de forma precisa fuera del tajo de hormigonado, y se manipularán de modo que no queden restos de material dentro del recinto encofrado. Se cuidará especialmente la unión mediante sellado de las piezas que constituyen el relleno de la junta, con el fin de impedir la penetración de lechada de cemento o mortero a través de dichas uniones. En ningún caso se utilizarán las planchas de material de relleno como encofrado autoestable.

09.- En las juntas con armadura pasante, no se doblarán sus barras durante la ejecución de la junta.

4.- CONTROL DE CALIDAD Y CRITERIOS DE ACEPTACIÓN Y RECHAZO

01.- Se controlarán todos los materiales que intervienen en la ejecución de la junta de acuerdo con los Artículos del presente Pliego, antes mencionados.

02.- La ejecución de la junta se controlará mediante la realización de las inspecciones necesarias para comprobar que se cumplen las especificaciones de este Artículo, y las que ordene la Dirección.

5.- MEDICIÓN Y ABONO

01.- La ejecución de las juntas de dilatación y de contracción estará incluida en el precio de la unidad de obra de hormigón, salvo que el PCTP indique lo contrario. En este caso, se medirán y abonarán por metros lineales (m) de junta realmente ejecutada con las indicaciones de los planos del Proyecto, del PCTP y de acuerdo con lo ordenado por la Dirección, incluyendo los dispositivos de impermeabilización, la plancha de material compresible, el encofrado de sus superficies y cuantas operaciones sean necesarias para su total terminación.

ARTÍCULO 35.22.- ANCLAJE A POSTERIORI DE ELEMENTOS METÁLICOS EN HORMIGÓN

1.- DEFINICIÓN

01.- Se define como anclaje a posteriori de elementos metálicos, el conjunto de operaciones cuya finalidad es el adherir elementos metálicos a elementos de hormigón endurecido mediante un sistema de resinas sintéticas, generalmente con adición de cargas o filler.

02.- Este anclaje puede ser superficial o en taladros.

03.- Cuando el anclaje es superficial, el objeto puede ser:

- El refuerzo de elementos estructurales de hormigón armado.
- El anclaje de elementos funcionales o decorativos, barandillas, bandejas, etc.
- Otros fines.

04.- Cuando el anclaje es en taladros, el objeto puede ser:

- El anclaje de una placa para soldar una estructura metálica.
- Colocar un pasador para conectar con una estructura de hormigón nueva.
- Otros fines.

05.- Puede tratarse de trabajos de obra nueva o de reparaciones de obras existentes.

2.- MATERIALES

01.- Las resinas utilizadas cumplirán las condiciones establecidas en el Artículo 26.31 de este Pliego.

02.- Las resinas más frecuentemente empleadas en esta unidad de obra son las epoxídicas (Artículo 26.32), incluyendo cargas de sílice para mejorar su tixotropía. Se debe prestar especial atención, en la elección de la resina, a que su retracción sea muy baja y tenga un buen comportamiento frente a los cambios de temperatura.

03.- Las formulaciones de resinas epoxídicas susceptibles de aplicación en presencia de agua o en trabajos subacuáticos requieren un control estricto de la preparación de las superficies y de los procedimientos de aplicación.

04.- Los materiales componentes del sistema de resina deberán almacenarse a la temperatura y en las condiciones que indique el formulador desde el momento de fabricación hasta la puesta en obra, sin rebasar la fecha de caducidad.

3.- 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.

02.- 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 anclajes se calcularán siguiendo la Norma EN 1994.

4.- EJECUCIÓN

4.1.- Anclajes superficiales

4.1.1.- Preparación de las superficies

01.- Se realizará con extremo cuidado y de forma minuciosa la preparación y limpieza de las superficies del hormigón y la pieza metálica a adherir mediante el sistema de resina.

02.- El hormigón defectuoso o en mal estado será totalmente eliminado por procedimientos mecánicos bien controlados, así como la lechada superficial y cualquier suciedad o resto de materias extrañas, en especial las grasas, aceites y sales, procurando dejar la superficie a tratar lo más uniforme posible.

03.- No es aconsejable el empleo de ácidos para efectuar la limpieza, sino más bien el chorro de arena, la abrasión mecánica, el corte de escarificación o, incluso, el chorro de agua a alta presión; en ningún caso el árido del hormigón deberá quedar movido, fisurado o socavado. En todo caso el polvo deberá ser eliminado con chorro de agua o aspiración.

04.- Cuando la preparación y limpieza no pueda ser realizada por procedimientos mecánicos, la Dirección de Obra podrá admitir el empleo de soluciones ácidas, siempre que la aplicación de esta se haga por personal especializado y con un control riguroso. El residuo final se eliminará con chorro de agua. Siempre que exista sospecha de una acidez residual, lo que se comprobará con un trozo de papel tornasolado húmedo colocado sobre la superficie del hormigón, se efectuará un lavado en solución diluida de amoníaco en agua, seguido de un nuevo lavado con chorro de agua a presión.

05.- Los elementos metálicos que van a unirse a hormigones, se tratarán mediante un desengrasado previo con disolventes que no contengan ión cloro y un chorreado de arena o muela de esmeril para eliminar el óxido, inmediatamente antes de la aplicación de la imprimación de resina, para evitar nuevas oxidaciones que serían rapidísimas después del tratamiento inicial. Hay que insistir que el solo contacto de las manos sobre la superficie a adherir es suficiente para que se produzca un grado de oxidación instantáneo que perjudica la aplicación del adhesivo. Esta capa será lijada ligeramente antes de proceder a su aplicación al hormigón.

06.- Las superficies de aluminio deberán someterse a un tratamiento adicional para aumentar su mojabilidad mediante solución de ácido sulfúrico y dicromato de sodio.

07.- A menos que se empleen formulaciones especiales compatibles con el agua, la superficie del hormigón deberá estar seca. Un control sencillo consiste en cubrir una pequeña zona con una lámina de caucho o de polietileno durante unas doce (12) horas; si al final de este tiempo el envés de la lámina aparece mojado, el hormigón no está suficientemente seco y, en consecuencia, no podrá aplicarse el revestimiento de resina sin haber consultado con el formulador.

08.- Si la temperatura fuese factor determinante, se realizarán los controles necesarios para alcanzar la temperatura requerida hasta los setenta y cinco milímetros (75 mm) de profundidad en el hormigón. Se puede calentar el hormigón con aire caliente, radiadores de infrarrojos u otras fuentes de calor por radiación, pero debe evitarse absolutamente el calentamiento con llama directa.

09.- Las tolerancias de planicidad de las superficies del hormigón serán:

- En regla de 2 m: 5 mm.

- En regla de 0,20 m: 2 mm.

10.- Una vez tratadas las superficies se procederá a la inyección de fisuras y reposición de superficies con morteros adheridos para garantizar las tolerancias de planicidad citadas.

11.- La resistencia del hormigón, en ensayo de arrancamiento será superior a 1,5 N/mm².

4.1.2.- *Dosificación de los componentes*

01.- Debido a la gran sensibilidad del sistema de resina a cualquier variación en su formulación, es imprescindible que la dosificación de los componentes se efectúe de forma muy precisa.

02.- En obras de cierta magnitud es aconsejable utilizar bombas dosificadoras que tomen el material de recipientes que contengan los componentes suministrados a granel. En otro caso, el fabricante deberá suministrar los productos predosificados, en peso neto, en recipientes del tamaño apropiado a la extensión de la obra; en este caso se tendrá la precaución de mezclar todo el contenido de cada uno de los envases y, si las resinas son viscosas, se utilizarán rasquetas para limpiar las paredes del recipiente. No se permitirá la dosificación en cantidades pequeñas hechas con medios improvisados, ya sean volumétricas o ponderales.

03.- No se permitirá la utilización de disolventes para rebajar la viscosidad de las formulaciones ya que se podrían alterar sus propiedades e, incluso, impedir su endurecimiento.

4.1.3.- *Mezclado y aplicación*

01.- Antes de proceder al mezclado de los componentes deberá conocerse exactamente el tiempo de fluidez, o "pot life" de la mezcla, período durante el cual puede utilizarse una determinada mezcla. No se prepararán cantidades cuya aplicación requiera un intervalo de tiempo superior a dicho período. Para pequeñas cantidades el mezclado puede realizarse a mano; para cantidades mayores de un litro (1 l) aproximadamente, la mezcla se realizará mecánicamente con mezcladora adecuada al tipo de resina y a las cantidades a mezclar (de cuba, hélice, etc.). Si se trata de una resina líquida en pequeñas cantidades, puede utilizarse un agitador de pintura montado en un taladro eléctrico manual. El control visual de la homogeneización de la mezcla se facilita extraordinariamente si la resina y el endurecedor son de colores diferentes. Como regla general, el endurecedor se añadirá gradualmente a la resina durante la operación de mezclado.

02.- Los procedimientos de aplicación varían según la composición, la viscosidad de la mezcla y la magnitud de la obra a ejecutar. En general, se pueden utilizar aplicaciones a mano, mediante paleta y llana o con rodillo o brocha, tanto sobre el hormigón como sobre la pieza metálica.

03.- El espesor de la capa de adhesivo tiene gran importancia en el comportamiento futuro del anclaje, debiendo extenderse de forma homogénea y alcanzando un espesor entre dos (2) y tres (3) veces el definitivo.

04.- Una vez presentada la pieza metálica sobre su situación definitiva, se aplicará una presión uniforme sobre ella mediante gatos, puntales, etc., hasta que la capa de resina empiece a rebosar lateralmente y el espesor de la misma alcance el valor especificado, que no debe ser nunca superior a un milímetro (1 mm). Dicha presión debe mantenerse hasta que el material sobrante en los bordes endurezca, lo cual será función del tipo de formulación y de la temperatura ambiente. En ningún caso se deberá hacer entrar en carga al elemento anclado hasta que hayan pasado, al menos, siete (7) días desde su colocación.

05.- Aunque muchas resinas endurecen bien a la temperatura ambiente, algunos tipos de resinas epoxídicas requieren una temperatura mínima de aplicación, del orden de dieciséis grados centígrados (16° C). En todo caso, si la temperatura ambiente es inferior a 10°C deberá prolongarse el tiempo de mantenimiento de los gatos o puntales, siguiendo para ello las especificaciones del fabricante.

4.2.- Anclajes en taladros

4.2.1.- Replanteo y ejecución de los taladros.

01.- Una vez replanteada la posición de los taladros de acuerdo con los Planos, se ejecutarán las perforaciones a rotación con brocas ajustables al taladro de rotopercusión.

02.- En el Proyecto se definirá para cada anclaje su posición, ángulo, profundidad y diámetro.

03.- Si no viene indicado en el Proyecto, el diámetro del taladro será:

Ø de la barra	Ø del taladro
16 mm	20 mm
20 mm	25 mm
25 mm	32 mm
32 mm	40 mm

04.- Se realizará una prueba en obra para determinar la idoneidad del empleo de la broca estipulada o la necesidad de empleo de brocas de menor longitud para la apertura de taladros guía.

05.- El equipo de perforación realizará los taladros con las siguientes tolerancias:

- El eje de la boca de la perforación no estará desplazado en planta más de 50 mm en relación con lo especificado en Planos.
- El taladro no se desviará más de 2° con respecto a la línea de ejecución teórica.
- La longitud de perforación no se desviará en más de 0,02 m con respecto a lo especificado en Planos.

06.- En caso de no poder realizar alguno de ellos hasta la profundidad requerida, se informará a la Dirección de Obra, la cual decidirá si se ejecutan en una nueva ubicación o se hace uso de una broca diamantada para llegar a la profundidad de proyecto.

07.- Si el anclaje incluye una placa, al terminar los taladros se tomarán plantillas para la realización de las placas de anclaje, las cuales deberán cumplir con los espesores y recubrimientos a los agujeros de las barras definidos en planos.

08.- Una vez suministradas las placas de anclaje se continuará con el anclaje.

4.2.2.- Colocación de la barra e inyección

01.- Previo a la inyección, se limpiará el interior de los taladros mediante aire a presión o aspiración. Se respetará en todo caso la distancia mínima a la cara superior del hormigón, dejando siempre un recubrimiento amplio sobre la barra corrugada.

02.- Cuando esté la perforación limpia, se dispondrán las barras de acero de la longitud y características indicadas en los planos.

03.- Una vez colocada la barra, se inyectará con la resina indicada en los planos.

04.- La dotación a emplear será la suficiente para rellenar completamente, en toda la longitud de la barra, el espacio libre entre la barra y la perforación.

05.- Se aplicará mediante jeringas manuales o con sistemas mecánicos de inyección, siguiendo las instrucciones del fabricante.

06.- La dosificación de los componentes, la mezcla y aplicación, será conforme a los Apartados 4.1.2 y 4.1.3 de este Artículo.

4.3.- Condiciones de seguridad, higiene y limpieza

01.- La limpieza de todo el utillaje empleado debe organizarse con rigor para eliminar todo resto de resina antes de que endurezca. Muchos disolventes son inflamables o tóxicos por lo que deben extremarse las medidas de seguridad. Los trapos y otros materiales usados en la limpieza, así como los remanentes de disolvente empleados, deben ser depositados en lugar seguro sin producir contaminación.

02.- Los componentes de las resinas sintéticas pueden originar irritaciones en la piel y emanar vapores tóxicos que, a veces, conllevan riesgos graves para las personas. Las resinas de poliéster desprenden vapores tóxicos de estireno. En la mayor parte de aplicaciones al aire libre no existe peligro por emanación de vapores; en espacios cerrados deberán tomarse las precauciones necesarias y proveerlos de la ventilación adecuada.

03.- Los fabricantes y los formuladores deberán proporcionar las instrucciones de seguridad e higiene en los trabajos con resinas sintéticas.

04.- Todos los operarios que manipulen resinas deberán estar provistos de guantes o de cremas barrera protectora, traje apropiado y gafas. Jamás se usarán disolventes sobre la piel para quitar la resina.

05.- En caso de aplicación con pistola se tomarán medidas de protección adicionales. El operador deberá ir equipado con una capucha con alimentación de aire independiente y el personal no protegido deberá quedar alejado de la pistola, por lo menos, treinta metros (30 m).

06.- En los espacios cerrados todo el equipo eléctrico deberá ser antideflagrante.

5.- CONTROL DE CALIDAD Y CRITERIOS DE ACEPTACIÓN Y RECHAZO

5.1.- Control de materiales

01.- Los materiales se recibirán y ensayarán de acuerdo con lo indicado en el Artículo 26.31 del presente Pliego.

5.2.- Control de ejecución

01.- Previamente a la aplicación, deberá comprobarse la correcta preparación y limpieza, así como las condiciones de temperatura y humedad de la superficie a recubrir.

02.- Deberá realizarse un cuidadoso control de la homogeneidad de la mezcla. Para ello, la utilización de resinas y de endurecedores pigmentados facilita el control visual.

03.- Se deberá tener en cuenta que las principales causas de fracaso son las siguientes:

- Preparación insuficiente de las superficies de hormigón y de la pieza metálica.
- Dosificación con poca precisión y mezclado incompleto.
- Defectuosa aplicación de la resina por falta de homogeneidad o espesor inadecuado.
- Formulación inadecuada de la resina.
- Condiciones meteorológicas adversas no previstas en las especificaciones. Aplicación en invierno de una resina formulada para el verano o a la inversa, dando lugar a dificultades de cubrición.
- Presión de apriete insuficiente o no homogénea.

- Retirada de los gatos o puntales de presión antes del momento preciso.
- Aplicación sobre fisuras o juntas activas sin haber tomado las precauciones necesarias de inyección.
- Intervalo de tiempo excesivo entre capas sucesivas del revestimiento, lo que puede originar una unión imperfecta de las mismas.
- Hormigón de baja calidad, no cumpliendo las condiciones de arrancamiento.

6.- MEDICIÓN Y ABONO

01.- La medición y abono de los anclajes superficiales se realizará de acuerdo con lo indicado en el PCTP y demás documentos del Proyecto.

02.- Los anclajes en taladros se medirán y abonarán por unidades (ud) realmente ejecutadas.

El precio del anclaje incluirá todos los elementos necesarios para su realización, el taladro (a percusión o con broca de diamante) hasta la profundidad máxima indicada en la unidad, la propia barra, la inyección y la resina de las características indicadas en la unidad y todos los elementos auxiliares para el correcto anclaje de la barra (tuercas, contratuercas, etc.).

ARTÍCULO 35.23.- JUNTAS ESTRUCTURALES CON PASADORES DE CORTANTE

1.- DEFINICIONES

01.- Se entiende por juntas estructurales con pasadores de cortante, a las juntas entre dos partes de la estructura de hormigón, generalmente dos forjados o un forjado y un muro, que permite un movimiento horizontal relativo entre ellas, a la vez que transmite esfuerzos verticales.

2.- NORMATIVA TÉCNICA

2.1.- Normativa obligatoria

01.- El Código Estructural aprobado por el Real Decreto 470/2021, de 29 de junio, o marco reglamentario que lo sustituya.

02.- 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.

3.- MATERIALES

01.- Los conectores cumplirán lo establecido en el Artículo 23.48 del presente Pliego.

4.- EJECUCIÓN

01.- La ejecución comienza por la parte de la estructura donde se aloje la parte hembra.

02.- Cuando la parte hembra se disponga previo al hormigonado del elemento:

- Se dispondrá el encofrado, fijando el conector a él, convenientemente replanteado en su posición exacta.
- Al colocar las armaduras, se tendrá en cuenta la interacción entre ellas y el conector, especialmente con los cercos del zuncho de borde. No será necesario duplicar los cercos del zuncho y del conector, lo cual dificultaría el hormigonado.
- Una vez realizado el posicionamiento se realizará una revisión visual del número de conectores y su posición, así como de la armadura pasiva de suspensión. Deberá ser aprobada por la Dirección de Obra.
- Se comprobará que la dirección de la transmisión de fuerzas transversales es la indicada en los planos. Se consultará a la Dirección facultativa en caso de no encontrarse esta especificación para alguno de los conectores.

03.- Cuando la parte hembra se disponga con el elemento ya ejecutado:

- Se taladrará y colocará la parte hembra con resina epoxi.

04.- Se deberán colocar las armaduras pasivas según las indicaciones del fabricante en el Documento de Adecuación al Uso o Evaluación Técnica Europea.

05.- Una vez haya endurecido el hormigón, se desencofrará el frente del forjado y se colocará la otra parte del conector, de acuerdo con las indicaciones del fabricante, incluyendo las correspondientes armaduras

pasivas de suspensión. Se mantendrá la abertura prevista en el Proyecto, de acuerdo con los movimientos relativos que se prevea entre las dos partes de la estructura.

Para garantizar dicha abertura se dispondrán planchas de poliestireno expandido, que deberán cumplir lo establecido en el Artículo 26.15 del presente Pliego

Esta distancia será acorde con la tenida en cuenta para el cálculo de la resistencia a cortante de la junta. Esta distancia tendrá en cuenta los movimientos futuros por causas reológicas y térmicas, y en ningún caso serán inferiores a 0,5 mm por metro de distancia desde la junta hasta el punto considerado fijo.

06.- Posteriormente se encofrará (manteniendo la abertura inicial marcada en Proyecto), armará y hormigonará la segunda parte de la estructura.

07.- Se realizarán todas las pruebas necesarias tanto del material recepcionado, como de su puesta en obra, para validar la perfecta ejecución y funcionalidad de la unidad, según la normativa vigente.

5.- MEDICIÓN Y ABONO

01.- Las juntas estructurales con conectores se medirán y abonarán por las unidades de conectores indicados en los planos.

02.- Los materiales, elementos auxiliares de los conectores, y todas las operaciones necesarias para la correcta ejecución de la junta se encuentran incluidas en el precio de la misma.

03.- Se incluirá en el precio la armadura pasiva de suspensión indicada en el Documento de Adecuación al Uso o Evaluación Técnica Europea aportados por el fabricante.

CAPÍTULO 36.- ESTRUCTURAS METÁLICAS

Sección 1.^a

CONSTRUCCIONES METÁLICAS

ARTÍCULO 36.11.- ESTRUCTURAS DE ACERO

1.- DEFINICIÓN

01.- Se define como estructura de acero los elementos o conjuntos de elementos de este material que forman la parte resistente y sustentante de una construcción.

02.- Las obras correspondientes consistirán en la ejecución de las estructuras de acero y de las partes de acero de las estructuras mixtas de acero y hormigón.

03.- No es aplicable este Artículo a las armaduras activas o pasivas de las estructuras de hormigón armado o pretensado ni a las estructuras o elementos construidos con perfiles ligeros de chapa plegada o conformada en frío.

1.1.- Clases de ejecución

01.- La clase de ejecución es el conjunto clasificado de requisitos especificados para la ejecución de las obras en su conjunto, de un componente individual o de un detalle de un componente.

02.- Se establecen cuatro clases de ejecución, que se determina en función de la fiabilidad requerida, el tipo de estructura, componente o elemento y el tipo de cargas para las que se proyecta la estructura, el componente o el elemento.

03.- En función de la clase de ejecución variarán los requisitos de calidad y los ensayos exigidos.

04.- En caso de que el Proyecto no especifique la clase de ejecución, se deberá aplicar como mínimo la clase de ejecución EXC2

2.- NORMATIVA TÉCNICA

2.1.- Normativa obligatoria

01.- El Código Estructural aprobado por el Real Decreto 470/2021, de 29 de junio, o marco reglamentario que lo sustituya.

02.- 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.- El Código Técnico de la Edificación.

2.2.- Normas EN que implican mercado CE

01.- EN 1090-1. Ejecución de estructuras de acero y aluminio. Parte 1: Requisitos para la evaluación de la conformidad de los componentes estructurales.

2.3.- Normas UNE de referencia

01.- UNE-EN ISO 3834. Requisitos de calidad para el soldeo por fusión de materiales metálicos. Todas las partes.

02.- UNE-EN ISO 14731. Coordinación del soldeo. Tareas y responsabilidades.

03.- UNE-EN ISO 17635. Ensayo no destructivo de uniones soldadas. Reglas generales para los materiales metálicos.

3.- CONDICIONES GENERALES

01.- La forma y dimensiones de la estructura serán las señaladas en los Planos y demás documentos del Proyecto, no permitiéndose al Contratista modificaciones de los mismos sin la previa autorización por escrito de la Dirección.

02.- En caso de que el Contratista solicite aprobación de la Dirección para subcontratar parte o la totalidad de las obras que tenga adjudicadas, deberá demostrar a satisfacción de la Dirección que la empresa propuesta para la subcontrata posee personal técnico y obrero experimentado en ese tipo de obras, así como los medios necesarios para ejecutarlas.

03.- Si el PCTP lo exige, tanto durante la fabricación en taller como durante el montaje en obra, deberá estar presente de modo permanente, durante la jornada laboral, una persona responsable con la titulación exigida por el PCTP, representante del Contratista.

04.- Dentro de la jornada laboral, el Contratista deberá permitir sin limitaciones, al objeto de la función inspectora, la entrada en su taller a la Dirección o a sus representantes, a quien dará toda clase de facilidades para el cumplimiento de dicha misión.

05.- Salvo indicación en contrario de los documentos del contrato, el Contratista viene obligado:

- A la realización de los planos de taller y montaje precisos.
- A suministrar todos los materiales y elementos de unión necesarios para la fabricación de la estructura.
- A su ejecución en taller.
- A la pintura o protección de la estructura según indiquen los planos y el PCTP.
- A la expedición y transporte de la misma hasta la obra.
- Al montaje de la estructura en obra.
- A la prestación y erección de todos los andamios y elementos de elevación y auxiliares que sean necesarios, tanto para el montaje como para la realización de la función inspectora.
- A la prestación de personal y medios materiales necesarios para la realización de la prueba de carga, si esta viniera impuesta por el PCTP.
- A enviar, dentro del plazo previsto en el PCTP, al Contratista de las fábricas y hormigones, caso de ser otro distinto, todos aquellos elementos de la estructura que hayan de quedar anclados o embebidos en la parte no metálica, incluidos los correspondientes espárragos o pernos de anclaje.

06.- Cuando el Contratista que haya de realizar el montaje no sea el que se haya ocupado de la ejecución en taller, este último vendrá especialmente obligado:

- A efectuar en su taller los montajes en blanco, totales o parciales, precisos para asegurar que el ensamble de las distintas partes de la estructura no presente dificultades anormales en el momento del montaje definitivo, haciéndose responsable de las que puedan surgir.

- A marcar de forma clara e indeleble todas las partes de la estructura antes de expedirla, registrando estas marcas en los planos de montaje.
- A suministrar y remitir con la estructura, debidamente embalados y clasificados, todos los elementos precisos para realizar las uniones de montaje, con excepción de los electrodos que se requieran para efectuar las posibles soldaduras de obra; en los planos de montaje indicará la calidad y tipo de electrodos recomendados, previa aprobación de la Dirección.
- A remitir un cinco por ciento (5%) más del número de tornillos estrictamente necesarios para realizar las uniones de montaje, a fin de prevenir las posibles pérdidas y sustituciones de los dañados durante el montaje.

4.- MATERIALES

4.1.- Acero laminado

01.- Será de aplicación lo dispuesto en el Artículo 23.21 de este Pliego.

4.2.- Acero forjado

01.- Será de aplicación lo dispuesto en el Artículo 23.41 de este Pliego.

4.3.- Acero moldeado

01.- Será de aplicación lo dispuesto en el Artículo 23.42 de este Pliego.

4.4.- Acero inoxidable

01.- Será de aplicación lo dispuesto en el Artículo 23.43 de este Pliego.

4.5.- Consumibles para soldeo

01.- Los consumibles para soldeo deberán ser conformes con la Norma UNE-EN 13479 y deberán contar con el correspondiente Marcado CE.

02.- Los materiales de aportación (electrodos, hilos, etc.), tendrán características iguales o ligeramente superiores a las del material base, incluida resiliencia (tenacidad), y deberán estar clasificados como aptos, para el material base.

03.- Para los aceros autopatinables que forman la estructura principal del puente se emplearán electrodos compatibles. En las uniones de alas de espesor 60 mm podrá aplicarse lo estipulado en la Norma UNE-EN 1090-2, utilizándose consumibles de C-Mn para el cuerpo de la soldadura a tope siempre que las pasadas finales se realicen utilizando consumibles apropiados (con resistencia a la corrosión atmosférica mejorada).

4.6.- Tornillos

01.- Será de aplicación lo dispuesto en el Artículo 23.46 de este Pliego.

5.- EJECUCIÓN EN TALLER

5.1.- Planos de taller

01.- Dentro de los Planos a suministrar por el Contratista, definidos en el Artículo 13.23 de este Pliego, se incluirán los planos de taller que, basándose en los planos del Proyecto, ha de realizar obligatoriamente el Contratista; los planos definirán completamente todos los elementos de la estructura metálica.

02.- Los planos de taller contendrán de forma completa:

- Las dimensiones necesarias para definir inequívocamente todos los elementos y piezas de la estructura.
- Las contraflechas de ejecución de vigas y elementos triangulados, cuando estén previstos.
- La disposición y situación de todas las uniones, incluso las provisionales de armado.
- El diámetro y forma de ejecución de los taladros.
- Las clases, diámetros y longitudes de los tornillos.
- El esfuerzo de pretensado y forma de conseguirlo para los tornillos que lo requieran.
- La forma y dimensiones de las uniones soldadas; las preparaciones de bordes a efectuar; el procedimiento, método y posiciones de soldeo; los materiales de aportación y el orden de ejecución.
- Las indicaciones sobre tratamientos térmicos y mecanizados de los elementos que lo requieran.

03.- Todo plano de taller llevará indicado los perfiles, las clases de acero, los pesos y las marcas de todos los elementos representados en él.

04.- Los datos necesarios para la ejecución de los planos de taller deben obtenerse de los planos del proyecto y del PCTP sin introducir ningún tipo de cambio o modificación que no sea autorizada por escrito por la Dirección. Para aquellos extremos no definidos por completo en los documentos antes citados, se tendrán en cuenta las siguientes prescripciones:

- Los diámetros de los agujeros serán conformes con la Instrucción de Acero Estructural vigente y el Código Técnico de la Edificación en función del diámetro del vástago.
- En cada estructura se emplearán como máximo tres tipos de diámetros bien diferenciados.
- Las posiciones de agujeros cumplirán lo establecido en la Norma UNE-EN 1993-1-8, en la Instrucción de Acero Estructural vigente y en el Código Técnico de la Edificación.
- La perforación de los agujeros se realizará siguiendo las prescripciones de la Instrucción de Acero Estructural vigente y el Código Técnico de la Edificación.
- La garganta "a" de una soldadura en ángulo estará en el rango establecido por la Instrucción de Acero Estructural vigente y el Código Técnico de la Edificación en función del espesor de las chapas.
- En general, quedan prohibidas las soldaduras de botón y de ranura. Solo se permitirán, excepcionalmente, las soldaduras de ranura para asegurar contra el pandeo local a los planos anchos que forman parte de una pieza comprimida, cuando no sea posible hacerlo por otro procedimiento. En este caso, se cumplirán las limitaciones impuestas por la Instrucción de Acero Estructural vigente y el Código Técnico de la Edificación.
- Los planos que hayan de unirse mediante soldadura de ángulo en sus bordes longitudinales a otro plano o a un perfil para construir una barra compuesta, no deberán tener una anchura superior a treinta veces (30) su espesor.
- En general, las soldaduras a tope serán continuas en toda la longitud de la unión y de penetración completa, para ello, se prepararán los bordes según lo establecido en la Norma UNE-EN ISO 9692-1. Solo se admitirán las excepciones que figuren expresamente en los planos del Proyecto o en el PCTP.
- En general, las soldaduras a tope serán continuas en toda la longitud de la unión y de penetración completa, para ello, se prepararán los bordes según lo establecido en la Instrucción de Acero Estructural vigente y en el Código Técnico de la Edificación.

05.- Los planos de taller indicarán la forma de efectuar la toma de raíz en las soldaduras a tope con penetración completa, el empleo de chapa dorsal, si no fuera posible la toma de raíz, o el procedimiento de garantizar la penetración completa, cuando no sea posible efectuar la toma de raíz ni recomendable el empleo de chapa dorsal, por ejemplo, en piezas sometidas a esfuerzos dinámicos.

06.- En los planos de taller figurarán todos los empalmes que sean preciso efectuar. La Dirección podrá autorizar, para series importantes de elementos del mismo perfil, el realizar empalmes en piezas de laminación de longitudes inferiores a las habituales para no producir un despunte excesivo. En este caso figurará en los planos de taller la zona de la pieza en donde puede efectuarse el empalme y el número máximo de piezas de la serie que pueden ser empalmadas. En ningún caso se autorizará más de un empalme por pieza que no sea estrictamente necesario.

07.- El Contratista, antes de comenzar la ejecución en taller, entregará dos copias de los planos de taller a la Dirección, quien los revisará y devolverá una copia autorizada con su firma.

08.- Antes de comenzar la ejecución, la Dirección de Obra podrá solicitar al Contratista que le entregue el modelo de taller 3D para su revisión.

09.- Si durante la ejecución fuese necesario introducir modificaciones de detalle respecto a lo definido en los planos de taller, se harán con la aprobación de la Dirección y se reflejarán en los mismos.

10.- Las bases de referencia de estos planos serán las medidas de replanteo, comprobadas previamente a pie de obra.

5.2.- Preparación de las piezas

01.- El Contratista procederá a la ejecución en taller de la obra adjudicada de acuerdo con los planos del Proyecto, los planos complementarios entregados por la Administración y con sus propios planos de taller, una vez aprobados por la Dirección.

02.- En todos los perfiles y planos a utilizar se eliminarán las rebabas de laminación, así como las marcas de laminación en relieve en todas aquellas zonas de un perfil que hayan de entrar en contacto con otro en alguna de las uniones de la estructura.

03.- El aplanado y enderezado de las chapas, planos y perfiles se ejecutará con prensa o, preferiblemente, con máquina de rodillos, no permitiéndose el empleo de la maza o del martillo. Cuando, excepcionalmente, en piezas de escasa responsabilidad, la Dirección autorice su empleo, se tomarán las precauciones necesarias para evitar un endurecimiento excesivo del material.

04.- Tanto las operaciones anteriores como las de curvado o conformado de chapas o perfiles, se realizarán preferentemente en frío, pero con temperaturas del material no inferiores a cero grados centígrados (0°C). Las deformaciones locales permanentes no superarán en ningún punto el dos coma cinco por ciento (2,5%), a menos que se sometan las piezas que hayan sufrido estas deformaciones en frío a un recocido de normalización posterior.

05.- En las operaciones de curvado y plegado en frío se evitará la aparición de abolladuras en el alma o en las zonas comprimidas de las piezas que se curvan, así como la de grietas en la superficie de las traccionadas, rechazándose las piezas en las que se hayan presentado cualquiera de estos defectos. La conformación de chapas podrá realizarse en frío cuando el espesor de la chapa no sea mayor que 9 mm o el radio de curvatura no sea mayor que 50 veces el espesor.

06.- Se precisará autorización de la Dirección de las Obras para realizar en caliente las operaciones citadas en el párrafo anterior. En este caso se efectuarán siempre de acuerdo con las recomendaciones del fabricante del producto de acero a conformar, sobre todo en los productos denominados "termomecánicos". Se deberán tomar todas las precauciones necesarias para no alterar la estructura del acero ni introducir tensiones parásitas durante las fases de calentamiento y enfriamiento.

5.3.- Trazado, corte y taladrado

01.- Antes de proceder al trazado se comprobará que los distintos planos y perfiles presentan la forma deseada, recta o curva, y están exentas de torceduras dentro de las tolerancias admisibles.

02.- El trazado se realizará por personal especializado, respetándose escrupulosamente las cotas de los planos de taller y las tolerancias permitidas por este Pliego, por el PCTP y por los planos del Proyecto. Se procurará no dejar huellas de granete que no sean eliminadas por operaciones posteriores, condición que será obligatoria en piezas sometidas a cargas dinámicas.

03.- El corte puede efectuarse con sierra, plasma, u oxicorte, debiendo eliminarse posteriormente con piedra esmeril las rebabas, estrías e irregularidades que se hayan producido. Se prohíbe el corte con arco eléctrico.

04.- Se permite el corte con cizalla en piezas planas o angulares de espesor no superior a quince milímetros (15 mm), a condición de que estas piezas hayan de estar sometidas únicamente a cargas predominantemente estáticas.

05.- Todo borde realizado con cizalla o máquina de oxicorte que haya de quedar en las proximidades de una unión soldada sin ser fundido durante el soldeo se mecanizará mediante piedra esmeril o fresa para eliminar toda la zona alterada por el corte, con las excepciones recogidas en la Instrucción de Acero Estructural vigente y el Código Técnico de la Edificación.

06.- Esta operación no será necesaria cuando los bordes cortados hayan de ser fundidos durante el soldeo.

07.- La eliminación de las irregularidades de borde será especialmente cuidadosa en piezas que hayan de estar sometidas a cargas dinámicas.

08.- Aunque en los planos no pueda apreciarse el detalle correspondiente, no se cortarán nunca las chapas o perfiles de forma que queden ángulos entrantes con arista viva. Estos ángulos, cuando no se puedan eludir, se redondearán siempre en su arista con el mayor radio posible.

09.- Se recomienda ejecutar los chaflanes o biseles de preparación de bordes para soldadura mediante oxicorte o máquinas herramientas, observándose, respecto al primer procedimiento, las prescripciones contenidas en el presente Artículo.

10.- Los agujeros para tornillos se ejecutarán preferentemente con taladro, quedando terminantemente prohibida su ejecución mediante soplete o arco eléctrico.

11.- En piezas sometidas a cargas predominantemente estáticas, se permite el punzonado siempre que el espesor de la pieza no sea superior a quince milímetros (15 mm) y el diámetro del agujero no sea inferior al espesor de la pieza. No se permite el punzonado a diámetro definitivo, debiéndose realizar con punzón de diámetro 3 mm menor que el diámetro definitivo.

12.- Deberán tomarse las medidas correspondientes para garantizar que los agujeros sean cilíndricos, sin grietas ni fisuras, así como la coincidencia de los mismos.

13.- Queda prohibido el uso de la broca pasante para agrandar o rectificar agujeros.

14.- Los agujeros destinados a alojar tornillos calibrados se efectuarán siempre con taladro, cualesquiera que sean su diámetro y los espesores de las piezas a unir.

15.- Siempre que sea posible, se taladrarán de una sola vez los agujeros que atraviesan dos o más piezas, engrapándolas o atornillándolas preferentemente. Después de taladradas las piezas se separarán para eliminar las rebabas.

16.- Aunque no se señale en los planos de Proyecto, se realizarán taladros de drenaje en los elementos estructurales a la intemperie, en los que se pueda acumular agua.

5.4.- Uniones atornilladas

01.- Los tornillos cumplirán las prescripciones de la Instrucción de Acero Estructural vigente y del Código Técnico de la Edificación. De acuerdo con lo prescrito en esta Norma, se colocarán siempre arandelas del tipo correspondiente al tornillo empleado; si el asiento se hiciera sobre la cara interior de las alas de perfiles IPN o UPN, la arandela a emplear será de las denominadas "de cuña", aun cuando el elemento que descansa sobre ella no sea el que gira durante el apriete.

02.- El diámetro del agujero será igual al diámetro del vástago más la holgura establecida en la Instrucción de Acero Estructural vigente y en el Código Técnico de la Edificación.

03.- Los tornillos que hayan de quedar con su eje en posición vertical o inclinados se colocarán de modo que la tuerca quede más baja que la cabeza.

04.- El Contratista aplicará a las superficies de las piezas a unir mediante tornillos de alta resistencia pretensados, el tratamiento indicado en los planos o en el PCTP. En todo caso, las superficies estarán exentas de grasa y pintura, que se eliminarán con disolvente adecuado y se someterán como mínimo a un cepillado enérgico con cepillo metálico.

05.- Las tuercas se apretarán a fondo, preferiblemente por medios mecánicos. Es recomendable bloquear las tuercas en las estructuras no desmontables empleando un sistema adecuado: arandelas de seguridad, contratuercas, picado de la rosca o punto de soldadura. No se empleará este último procedimiento en tornillos de alta resistencia.

06.- Es preceptivo el bloqueo cuando la estructura vaya a estar sometida a cargas dinámicas o vibraciones, y en aquellos tornillos que estarán sometidos a esfuerzos de tracción en dirección de su eje.

07.- El Contratista deberá apretar los tornillos de alta resistencia de forma que consiga el esfuerzo de pretensado N_0 que se indique en los planos, en el PCTP. El momento torsor de apretadura que debe aplicarse mediante llave dinamométrica tarada, se determinará mediante la expresión:

$$M_a = K \cdot d \cdot N_0$$

donde:

K es un coeficiente que para los tornillos en las condiciones de suministro (ligeramente engrasados, vale aproximadamente 0,18), d es el diámetro nominal del tornillo y N_0 el esfuerzo de pretensado, procediendo desde el centro de la unión hacia sus bordes y repitiendo el proceso hasta que todos los tornillos hayan quedado con el momento de apretadura indicado.

08.- Queda terminantemente prohibido rellenar con soldadura los agujeros para tornillos provisionales o ejecutados en posición errónea.

5.5.- Uniones soldadas

01.- Las soldaduras se definirán en los planos del Proyecto y de taller según la notación simbólica que se indica en la Norma UNE-EN ISO 2553.

02.- Las uniones soldadas podrán ejecutarse por cualesquiera de los procedimientos que se citan a continuación sin necesidad de aprobación previa:

- Soldadura manual con electrodo recubierto, con recubrimientos de tipo rutilo o básico (proceso 111).
- Soldadura semiautomática bajo protección gaseosa, con hilo macizo o tubular relleno de flux, con transferencia en lluvia (espray) (procesos 135 y 136).
- Soldadura semiautomática con hilo tubular relleno de flux, sin protección gaseosa, con transferencia en lluvia (espray) (proceso 114).
- Soldadura automática por arco sumergido (proceso 121).

03.- Para utilizar otros procedimientos será necesaria la aprobación escrita de la Dirección, quien no la otorgará sin la ejecución de las pruebas y ensayos que estime necesarios.

04.- Antes de comenzar los trabajos de soldadura, el Contratista someterá a la aprobación de la Dirección un Plan de Soldeo, en donde detallará para cada unión o grupo de uniones similares:

- Las especificaciones del procedimiento de soldeo identificando la cualificación del procedimiento de soldeo correspondiente, incluyendo los consumibles para el soldeo, cualquier requisito de precalentamiento, de temperatura entre pasadas y de tratamiento térmico postsoldadura.
- Las medidas a adoptar para evitar la deformación durante y después del soldeo.
- La secuencia de soldeo con todas las restricciones o emplazamientos aceptables para las posiciones de arranque y parada, incluyendo posiciones intermedias de parada y arranque en donde la geometría de la unión es tal que el soldeo no se puede ejecutar de forma continuada.
- Los requisitos para las comprobaciones intermedias.
- Giros de componentes en los procesos de soldeo, en conexión con la secuencia de soldeo.
- Los detalles de las restricciones aplicables.
- Las medidas a adoptar para evitar el desgarro laminar.
- Las medidas para el control de la entrada de calor para evitar la dureza local en los soldeos pequeños.
- Los equipos especiales para los consumibles de soldeo (hidrógeno bajo, acondicionamiento, etc.).
- El perfil y el acabado de la soldadura para los aceros inoxidables
- Los requisitos para los criterios de aceptación de las soldaduras.
- Referencia cruzada al plan de inspección y ensayos.
- Los requisitos para la identificación de soldaduras.
- Los requisitos para el tratamiento superficial.

05.- Se deberá designar un Coordinador de Soldeo, que será el responsable de la gestión de calidad del proceso de soldeo según la Norma UNE-EN ISO 3834, y deberá disponer de formación específica y experiencia. Titulaciones reconocidas a nivel europeo pueden ser aceptadas por el organismo notificado como evidencia de la idoneidad del coordinador, en función de la complejidad de los trabajos de soldadura a desarrollar.

06.- Las preparaciones de borde de las soldaduras a tope se efectuarán de acuerdo con lo indicado en la Instrucción de Acero Estructural vigente y en el Código Técnico de la Edificación.

07.- Para unir dos piezas de distinta sección, la de sección mayor se achaflanará en la zona próxima a la unión con pendiente no superior al veinticinco por ciento (25%) para obtener una transición suave de la sección.

08.- No será preciso efectuar dicho achaflanado cuando la diferencia de espesores no sea superior a tres milímetros (3 mm) o al diez por ciento (10%) del espesor de la pieza más delgada.

09.- Las piezas a soldar se presentarán y fijarán en su posición relativa mediante dispositivos adecuados que aseguren, sin una coacción excesiva, la inmovilidad durante el soldeo y el enfriamiento subsiguiente.

10.- Entre los medios de fijación provisionales se autoriza la utilización de puntos de soldadura depositados entre los bordes de las piezas a unir; el número e importancia de estos puntos se limitará al mínimo compatible con la inmovilidad de las piezas. Se permite englobar estos puntos en la soldadura definitiva, siempre que hayan sido efectuados mediante un procedimiento aprobado por la Dirección, no presenten fisuras y otros defectos y hayan quedado limpios de escoria.

11.- Se prohíbe la práctica viciosa de fijar las piezas a los gálibos de armado mediante puntos de soldadura.

12.- Antes de proceder a depositar los cordones de soldadura de una unión a tope, la Dirección de Obra dará su conformidad a las preparaciones de bordes efectuadas y a la posición relativa entre las piezas, comprobando que son adecuadas, dentro de las tolerancias establecidas en el PCTP; en ningún caso serán superiores a las indicadas en la Norma UNE-EN 1090-2.

13.- Asimismo se comprobará la limpieza de dichos bordes, que han de estar exentos de cascarilla, herrumbre o suciedad y, muy especialmente, de grasa y pintura.

14.- Cada costura solo podrá ser ejecutada por personal soldador cualificado para la posición y procedimiento a emplear. El examen y la cualificación del personal soldador se efectuará de acuerdo con lo previsto en la Norma UNE EN 287-1.

15.- No se permitirá el encuentro de tres o más soldaduras en un mismo punto (salvo que se marque expresamente en los detalles de los planos de Proyecto); será necesario realizar cortes circulares, de radio 25 o 30 mm, en alguna de las chapas, para evitar este problema. Además, las soldaduras de ambos lados no se detendrán, sino que se unirán a través del corte circular: rodearán la groera.

16.- Previamente al comienzo de las operaciones de soldeo el Contratista entregará a la Dirección una relación nominal del personal soldador que haya de intervenir en la ejecución de dichas operaciones, incluyendo los datos de los correspondientes exámenes o cualificaciones.

17.- Los electrodos a emplear serán del tipo indicado en el PCTP o en la homologación del procedimiento.

18.- Pueden emplearse electrodos normales o de gran penetración.

19.- El metal depositado ha de poseer las características mínimas siguientes:

- Resistencia a la tracción:
 - 420 N/mm², para aceros del tipo S 275 JR
 - 520 N/mm², para aceros del tipo S 355 JR
- Alargamiento a la rotura:
 - 22% para cualquier tipo de acero.
- Resiliencia:
 - Se adecuará a la calidad del acero y al tipo de estructura, no pudiendo en ningún caso ser inferior a 5,0 kpm/cm².

20.- En el uso de los electrodos se seguirán las instrucciones del suministrador fabricante.

21.- En particular, los electrodos básicos deben ser suministrados en envases herméticamente cerrados. En caso de que algún envase muestre señales de haber sido dañado, o cuando hayan transcurrido más de cuatro horas (4 h) desde la apertura del envase sin que los electrodos hayan sido consumidos, se desecarán en estufa durante dos horas (2 h) a temperatura comprendida entre doscientos treinta y doscientos sesenta

grados centígrados (230 y 260°C), a no ser que las instrucciones del fabricante indiquen otras temperaturas.

22.- Después de sacar los electrodos de los envases herméticos o de la estufa de secado deben mantenerse hasta su uso en envases calorifugados a temperatura no inferior a ciento veinte grados centígrados (120°C). No se permite desecar más de una vez los electrodos. Los electrodos humedecidos o mojados no deberán ser utilizados en ningún caso.

23.- El flux usado en el procedimiento de soldeo por arco sumergido estará seco y libre de polvo, óxido u otras impurezas. Se suministrará en envases que permitan un almacenamiento por un tiempo mínimo de seis meses sin pérdida de sus características y propiedades. El flux procedente de envases dañados debe desecharse o desecarse en estufa a doscientos cincuenta grados centígrados (250°C) durante dos horas antes de su uso, en cualquier caso, se respetarán las instrucciones del fabricante.

El lugar de almacenamiento del flux en su envase de origen deberá tener una humedad relativa inferior al 50%.

24.- El flux se verterá en el depósito de la máquina de soldeo inmediatamente después de abrir el envase; si proviniese de un envase abierto, se tratarán en estufa según lo indicado en el anterior Apartado.

25.- La máxima intensidad de corriente a emplear en el procedimiento de arco sumergido es de seiscientos amperios (600 A), cuando se utiliza un solo electrodo.

26.- Cuando se emplee la soldadura por arco bajo atmósfera gaseosa es preciso proteger la zona de soldeo del viento mediante los oportunos apantallamientos, de forma que, en ningún caso, la velocidad del viento en la vecindad de la soldadura sea superior a siete kilómetros por hora (7 km/h).

27.- Durante el soldeo se mantendrán bien secos y alejados del punto de rocío tanto los bordes de la costura como las piezas a soldar en una zona suficientemente amplia alrededor de la zona en que se esté soldando, aplicando en los casos necesarios calor para tal fin.

28.- Después de ejecutar cada cordón elemental, y antes de depositar el siguiente, se limpiará su superficie con piqueta y cepillo de alambre u otros medios para eliminar todo rastro de escorias. Para facilitar esta operación y el depósito de los cordones posteriores, se procurará que las superficies exteriores de tales cordones sea lo más regular posible y no formen ángulos diedros demasiado agudos, ni entre sí ni con los bordes de la pieza.

29.- Se tomarán las debidas precauciones para proteger los trabajos de soldeo contra el frío; se suspenderá el trabajo cuando la temperatura ambiente en las proximidades de la soldadura baje de los cero grados centígrados (0°C), a no ser que exista un procedimiento adecuado aprobado por la Dirección para soldar a temperaturas más bajas. En casos excepcionales la Dirección de Obra puede autorizar el soldeo con temperatura ambiente entre 0° y -5° adoptando medidas especiales para evitar el enfriamiento rápido de la soldadura, por ejemplo, mediante precalentamiento del material base.

30.- Queda prohibido acelerar el enfriamiento de las soldaduras por medios artificiales.

31.- Debe procurarse que el depósito de los cordones de soldadura se efectúe, siempre que sea posible, en posición horizontal. Con este fin, el Contratista habrá de disponer de los dispositivos adecuados para poder orientar las piezas en la posición más conveniente para la ejecución de las distintas costuras, sin provocar solicitaciones que puedan dañar a las pasadas ya depositadas o a las propias piezas.

32.- El orden de ejecución de los distintos cordones vendrá marcado en el Plan de Soldero.

33.- En general, se procurará minimizar las tensiones residuales que proceden de las deformaciones coartadas en las soldaduras, teniendo en cuenta las siguientes prescripciones:

- El volumen de metal depositado tendrá, en todo momento, la máxima simetría posible.
- Las piezas a soldar se dispondrán de forma que puedan seguir los movimientos producidos en el soldeo con la máxima libertad posible.
- Los soldadores tendrán, en todo momento, fácil acceso a la costura a ejecutar y posición óptima de trabajo.
- La disposición de las piezas y el orden de los cordones será tal que se reduzca al mínimo la acumulación de calor en zonas locales.

34.- También se procurará evitar, en lo posible, las deformaciones residuales de soldeo mediante procedimientos que no aumenten las tensiones residuales, presentando falseadas las piezas a unir o predeformándolas. Si, a pesar de estas precauciones, las deformaciones resultasen superiores a las tolerancias establecidas, se corregirán en frío, con prensa o máquina de rodillos, sometiendo después las piezas a una inspección cuidadosa para garantizar que no hayan aparecido fisuras.

35.- Se recomienda proceder a este tratamiento cuando existan soldaduras con deformación coartada en piezas de espesor igual o superior a treinta milímetros (30 mm), fuertes acumulaciones de cordones en piezas de menor espesor o piezas que hayan de ser mecanizadas.

36.- En la ejecución del tratamiento térmico de eliminación de tensiones residuales se tendrán en cuenta las prescripciones establecidas por el fabricante del acero suministrado.

37.- Los enderezados o mecanizados que haya de sufrir la pieza se llevarán a cabo siempre después del tratamiento de eliminación de tensiones residuales.

38.- Los elementos provisionales que, por razones de montaje u otros, sea necesario soldar a las barras de la estructura, se desgazarán posteriormente con soplete y no a golpes, procurando no dañar en ningún caso a la estructura. Los restos de los cordones de soldaduras se eliminarán con ayuda de piedra esmeril, fresa o lima.

39.- Se prohíbe terminantemente soldar elementos provisionales a piezas sometidas a cargas dinámicas, si no figuran en los planos de taller aprobados por la Dirección. El desguace de estos elementos y la eliminación de los restos de cordones deberá efectuarse de acuerdo con un procedimiento aprobado por la Dirección, en donde obligatoriamente ha de figurar la forma de comprobar la ausencia de grietas o fisuras.

5.6.- Protección

01.- Las estructuras de acero se protegerán según lo prescrito en el Artículo 36.20 de este Pliego.

02.- El PCTP indicará el tipo de protección a efectuar y sus características accidentales, tales como color, acabado, etc., cuando ello sea necesario.

5.7.- Montaje en blanco

01.- La estructura metálica será provisional y cuidadosamente montada en blanco en el taller para asegurar la perfecta coincidencia de los elementos que han de unirse y de la exacta configuración geométrica de la estructura.

02.- La Dirección podrá autorizar que no se realice este montaje en blanco, en todo o en parte, cuando concurren alguna de las siguientes circunstancias:

- Cuando la estructura sea de tamaño excepcional, no siendo suficientes los medios habituales de que se dispone en taller o el espacio del mismo para el manejo y colocación de todos los elementos de la misma pudiéndose, en este caso, autorizar el montaje por partes.

- Cuando por la sencillez de la estructura y disposición de las uniones no sean de temer faltas de coincidencia en el montaje en obra, tales como estructuras de vigas y pilares con uniones soldadas, se extremará en este caso el control dimensional que se indica en el Apartado 6 del presente Artículo.

03.- Antes de proceder al envío de las piezas a obra se procederá a rectificar y corregir las deficiencias observadas en el montaje en blanco.

6.- MONTAJE EN OBRA

6.1.- Transporte a obra

01.- Se procurará reducir al mínimo las uniones a efectuar en obra; a tal fin, el Contratista estudiará la resolución de los problemas de transporte y montaje que dicha reducción pudiera acarrear.

02.- El Contratista deberá obtener de las Autoridades competentes las autorizaciones que fueren necesarias para transportar hasta la obra las piezas de grandes dimensiones.

03.- Las manipulaciones necesarias para la carga, descarga y transporte se realizarán con el cuidado suficiente para no provocar solicitaciones excesivas en ningún elemento de la estructura y no dañar ni las piezas ni la pintura. Se cuidarán especialmente, protegiendo si fuese necesario, las partes sobre las que hayan de fijarse las cadenas, cables o ganchos a utilizar en la elevación o sujeción de las piezas de la estructura.

6.2.- Montaje

01.- El Contratista preparará los planos de montaje, donde se indicarán las marcas de los distintos elementos que componen la estructura y todas las indicaciones necesarias para definir completamente las uniones a realizar en obra; estos planos serán sometidos a la aprobación de la Dirección de la misma forma que los planos de taller.

02.- El proceso de montaje será el previsto en el Proyecto. El Contratista podrá proponer alternativas a la Dirección, quien las aprobará si, a su juicio, no interfiere con el Programa de Trabajos de la obra y ofrecen una seguridad al menos igual a la que ofrece el proceso de montaje indicado en el Proyecto.

03.- El Contratista viene obligado a comprobar en obra las cotas fundamentales de replanteo de la estructura metálica antes de comenzar la fabricación en taller de la estructura, debiendo poner en conocimiento de la Dirección las discrepancias observadas.

04.- Antes de comenzar el montaje en obra procederá a comprobar la posición de los pernos de anclaje y de los huecos para empotrar elementos metálicos que existan en las fábricas, poniendo también en conocimiento de la Dirección las discrepancias observadas, quien determinará la forma de proceder para corregirlas.

05.- Se corregirá cuidadosamente, antes de proceder al montaje, cualquier deformación que se haya producido en las operaciones de transporte; si el defecto no pudiese ser corregido o si se presumiese, a juicio de la Dirección, que después de corregido, pudiese afectar a la resistencia, estabilidad o buen aspecto de la estructura, la pieza en cuestión será rechazada, marcándola debidamente para dejar constancia de ello.

06.- La preparación de las uniones que hayan de efectuarse durante el montaje, en particular la preparación de bordes para las soldaduras y la perforación de agujeros para los tornillos se efectuará siempre en taller.

07.- Durante el montaje de la estructura, esta se asegurará provisionalmente mediante apeos, cables, tornillos y otros medios auxiliares adecuados de forma que se garantice su resistencia y estabilidad hasta el momento en que se terminen las uniones definitivas.

08.- Se prestará la debida atención al ensamble de las distintas piezas, con el objeto de que la estructura se adapte a la forma prevista en el Proyecto, debiéndose comprobar, cuantas veces fuese necesario, la exacta colocación relativa de sus diversas partes.

09.- No se comenzará el atornillado definitivo o la soldadura de las uniones de montaje hasta que se haya comprobado que la posición de las piezas a que afecta cada unión coincide exactamente con la definitiva o, si se han previsto elementos de corrección, que su posición relativa es la debida y que la posible separación de su forma actual, respecto de la definitiva, podrá ser anulada con los medios de corrección disponibles.

10.- Las placas de asiento de los soportes o aparatos de apoyo sobre las fábricas se harán descansar provisionalmente sobre cuñas o tuercas de nivelación y se inmovilizarán una vez conseguidas las alineaciones y aplomos definitivos. No se procederá a la fijación última de las placas mientras no se encuentren colocados un número de elementos suficientes para garantizar la correcta disposición del conjunto.

11.- El lecho de asiento de las placas se efectuará con mortero de cemento. Se adoptarán las precauciones necesarias para que dicho mortero rellene perfectamente todo el espacio comprendido entre la superficie inferior de la placa y la superior del macizo de apoyo. Se mantendrá el apoyo provisional de la estructura hasta que haya alcanzado el suficiente endurecimiento del mortero.

12.- Los aparatos de apoyo móviles o elastoméricos se montarán de forma tal que, con la temperatura ambiente media del lugar y actuando las cargas permanentes más la mitad de las sobrecargas de explotación, se obtenga su posición centrada; se deberá comprobar asimismo el paralelismo de las placas superior e inferior del aparato.

13.- Se procurará efectuar las uniones de montaje de forma que todos sus elementos sean accesibles a una inspección posterior. Cuando sea forzoso que queden algunos ocultos, no se procederá a colocar los elementos que los cubren hasta que no se hayan inspeccionado los primeros.

14.- En la ejecución de las uniones atornilladas en montaje, se seguirán las prescripciones del Apartado 5.4 del presente Artículo.

15.- En la ejecución de uniones soldadas en montaje se seguirán las prescripciones del Apartado 5.5 del presente Artículo.

7.- RECEPCIÓN DE MATERIALES

01.- El control de materiales se realizará de acuerdo con lo establecido en el Apartado 6 del Artículo 23.21 de este Pliego.

02.- Todos los materiales deberán tener marcado CE, serán aceros de siderurgias de países pertenecientes a la Unión Europea y se suministrarán con un documento conforme a la UNE-EN 10204, tipo 3.1, que garantice la realización, por parte del suministrador, de la inspección y ensayos necesarios para el cumplimiento de los requisitos de las Normas señaladas para cada material.

No se admiten aceros, materiales de aportación, tornillos, etc., que no cumplan estos requisitos.

03.- La Dirección podrá exigir ensayos de recepción. en materiales provistos de certificado del suministrador.

Todos los ensayos que hayan de efectuarse, complementariamente al certificado, deberán ser realizados por una empresa independiente de control acreditada por ENAC (Entidad Nacional de Acreditación) a tal fin.

04.- La Dirección comprobará, por sí o por medio de sus representantes, que los materiales cumplen cuanto se acaba de indicar. Los que no lo cumplieren o los que arrojen resultados inadecuados en los ensayos de recepción serán rechazados, marcados de forma indeleble y apartados de la zona de fabricación.

05.- Para los materiales constituyentes será necesario solicitar:

- Los documentos de inspección conforme a la Norma EN 1090-2.
- Certificado CE del Organismo notificado y/o Declaración de Prestaciones.

8.- CONTROL DE CALIDAD

01.- El Programa de control aprobado por la Dirección de Obra contemplará una división de la obra en lotes de ejecución, coherentes con el desarrollo previsto en el Plan de Obra para la ejecución de la misma.

02.- El Proyecto definirá los criterios para definir los lotes en función de las características específicas de la obra y de lo indicado en la Instrucción de Acero Estructural vigente.

03.- En el Proyecto se establecerá un Programa de Puntos de Inspección (PPI) que reflejará los controles, inspecciones y ensayos a realizar en la fabricación y ejecución de la estructura de acero por los diferentes agentes de control implicados. En él se detallará al menos:

- Las unidades de inspección, tanto en taller como en obra,
- El tipo de inspección y comprobaciones a realizar,
- Los procedimientos o Normas que regularán la verificación de la conformidad de cada inspección, así como las especificaciones de aceptación,
- La ubicación y frecuencia o intensidad de las inspecciones,
- La forma de documentación de los resultados,
- La designación de la persona responsable de la realización y firma de los diferentes controles o inspecciones,
- Los puntos de espera o parada a respetar durante el proceso de control, y
- Cualquier comentario u observación aclaratoria.

04.- En el caso de productos que deban disponer de Marcado CE según el Reglamento (UE) 305/2011, sus prestaciones en relación con las características esenciales deberán realizarse de conformidad con la Norma Armonizada UNE-EN 1090-1.

En estos casos, el fabricante debe declarar las siguientes características esenciales:

- Tolerancias dimensionales y de forma
- Soldabilidad: Se indicarán los materiales constituyentes empleados y su norma de especificación. También se podría aceptar la declaración de la composición química y el valor del carbono equivalente.
- Tenacidad a la fractura: Ensayo de flexión por choque con péndulo Charpy (Solo para componentes de acero).
- Capacidad portante: Se referenciará el método de cálculo, así como el documento o memoria de cálculo, o bien se podrán incluir los valores de resistencia de cada componente.

- Deformación en el estado límite de servicio: Se referenciará el método de cálculo, así como el documento o memoria de cálculo, o bien se podrán incluir los valores de deformación de cada componente.
- Resistencia a la fatiga: Se referenciará el método de cálculo, así como el documento o memoria de cálculo, que especificará las acciones de fatiga para las que el componente ha sido calculado.
- Resistencia al fuego: Se referenciará el método de cálculo, conforme a las Normas EN 1993, EN 1994 o EN 1999 para la característica de comportamiento R o ensayo y clasificación conforme a la Norma EN 13501-2 para las características de comportamiento R, E, I y/o M.
- Reacción al fuego:
 - Componentes sin recubrir: Se declararán como Clase A1 (sin necesidad de ensayo). El anodizado y el galvanizado no se consideran recubrimientos.
 - Componentes recubiertos: Se debe disponer de la ficha técnica de la pintura utilizada, referenciar la Norma de especificación de la misma, así como declarar la clase especificada de reacción al fuego de la pintura conforme a ensayo basado en la Norma EN 13501-1.
- Emisión de cadmio y sus compuestos, y emisión de radioactividad: En caso de que los materiales constituyentes utilizados en la fabricación de la estructura sean conformes a los especificados en las Normas EN 1090-2 y EN 1090-3, habrá que declarar "CUMPLE".
- Durabilidad: Se debería incluir en la declaración el tipo de recubrimiento utilizado (en su caso). También se declarará el tipo de preparación superficial según lo indicado en la Norma EN 1090-2.

8.1.- Comprobaciones previas al inicio del suministro

01.- La Dirección de Obra comprobará, antes del inicio del suministro, que el Contratista ha comunicado el Programa de Obra, estableciendo las fechas límites para la recepción, en su caso, de los elementos elaborados en talleres ubicados fuera de las instalaciones de la obra.

02.- El Contratista deberá entregar a la Dirección de Obra la siguiente documentación:

- Documento que acredite que el proceso de montaje en taller del elemento se encuentra en posesión de un distintivo de calidad oficialmente reconocido.
- Documento que acredite que los productos de acero empleados en la elaboración de los elementos se encuentran en posesión de un distintivo de calidad oficialmente reconocido.
- Si existe soldadura:
 - Certificados de cualificación de los soldadores (UNE-EN ISO 9606-1).
 - Certificados de cualificación de los operadores de soldeo (UNE-EN ISO 14732).
 - Especificaciones de los procedimientos de soldeo, WPS.
 - Certificados de cualificación de los procedimientos de soldadura (UNE-EN ISO 15613, UNE-EN ISO 15614-1 y adicionalmente UNE-EN ISO 15610, UNE-EN ISO 15611 y UNE-EN ISO 15612).
- Si la estructura debe contar con Marcado CE:
 - Documentación relativa al Plan de control de producción en fábrica acorde con la UNE-EN 1090 (Manual del Plan de Control, procedimientos de trabajo y/o fabricación, etc.)
 - Documentación relativa al Plan de Control de Calidad de las soldaduras.
 - Declaración de Prestaciones de la estructura.

03.- Antes del inicio del proceso de fabricación en taller, el Contratista deberá presentar a la Dirección de Obra los Planos de Taller para la fabricación de la estructura metálica.

04.- La Dirección podrá realizar una inspección al taller donde se va a fabricar la estructura.

8.2.- Control de la ejecución en taller

8.2.1.- Generalidades

01.- La Dirección procederá, por sí o por representante en quien delegue, a inspeccionar la ejecución en taller de la estructura. El Contratista facilitará la ayuda necesaria para la realización de esta labor, procurando a su vez la Dirección interferir lo menos posible en el proceso de fabricación.

02.- La extensión de la inspección, los puntos a inspeccionar y los criterios de aceptación o rechazo serán los que se indican en el presente Apartado.

8.2.2.- Verificación de uniones soldadas

01.- La Dirección comprobará, por sí o por medio de sus representantes que:

- Todas las costuras soldadas han sido realizadas de acuerdo con lo dispuesto en este Pliego, en el PCTP y en el Plan de Soldeo aprobado, y por personal soldador incluido en la relación aprobada que se indican en el Apartado 5.5 anterior. Toda costura realizada por un procedimiento no incluido en alguno de los documentos citados con parámetros incorrectos, con preparación de bordes no inspeccionada y aprobada previamente o realizada por una persona no incluida en la relación citada, será rechazada. La Dirección podrá aceptarla si, tras una inspección completa de la misma por los métodos no destructivos que estime conveniente, resulta aceptable de acuerdo con los criterios que se establecen más adelante.
- Todas las costuras realizadas serán inspeccionadas visualmente siguiendo la Norma UNE-EN ISO 17637.
- Un diez por ciento (10%) de todos los cordones en ángulo y al menos dos tramos de ciento cincuenta milímetros (150 mm) por cada soldador se inspeccionarán mediante líquidos penetrantes o partículas magnéticas, de acuerdo con lo dispuesto en las Normas UNE-EN ISO 3452-1 y UNE-EN ISO 17638, respectivamente. Esta inspección será posterior a la visual y realizada por el mismo Inspector que seleccionará estas soldaduras, y siempre comprenderá los extremos (inicios y finales) de cordones.
- Un diez por ciento (10%) del total de las uniones a tope con penetración completa y el veinte por ciento (20%) de las uniones a tope con penetración completa sometidas fundamentalmente a esfuerzos de tracción y al menos dos tramos de ciento cincuenta milímetros (150 mm) de longitud por cada soldador, serán inspeccionadas radiográficamente o ultrasónicamente, de acuerdo con lo dispuesto en las Normas UNE-EN ISO 17636-1, UNE-EN ISO 17636-2, UNE-EN ISO 17640, UNE-EN ISO 23279 y UNE-EN ISO 13588; siempre que sea posible en función de la posición de la costura y del espesor de la pieza. Las costuras a tope con penetración parcial o las de penetración completa en las que, por su posición o por el espesor de las piezas unidas no sea factible un examen ultrasónico o radiográfico, se inspeccionarán como si fuesen cordones en ángulo.

02.- Como resultado de la inspección realizada y de acuerdo con los criterios que se indicaron, una soldadura podrá ser calificada como correcta, aceptable e inaceptable.

03.- Si una soldadura es calificada como inaceptable, deberá ser reparada de acuerdo con un procedimiento aprobado por la Dirección y vuelta a inspeccionar por métodos no destructivos; además, al menos la mitad de la longitud de soldadura realizada por el mismo soldador será inspeccionada por métodos no destructivos. Si en esta nueva inspección se encuentra alguna soldadura inaceptable, se inspeccionará la totalidad de las soldaduras realizadas por dicho soldador, que será retirado de la lista nominal de soldadores autorizados para la obra.

04.- Si una soldadura es calificada como aceptable no será preciso repararla, pero se inspeccionarán dos nuevos tramos de la misma longitud que el anterior realizados por el mismo soldador; si ambos son calificados como correctos, se aceptarán las soldaduras, pero en adelante se inspeccionarán al menos el diez por ciento (10%) de las soldaduras que realice. Si alguno es calificado como aceptable, se inspeccionarán todas las soldaduras realizadas hasta el momento por ese soldador; si algún tramo es calificado de inaceptable, se estará a lo dispuesto en el párrafo anterior.

05.- Cuando el número de soldaduras a las que haya sido preciso realizar inspecciones suplementarias supere la tercera parte del total incluido en la lista nominal de soldadores autorizados, la Dirección deberá aumentar la intensidad de la inspección y tomar las demás medidas que estime oportunas para poder garantizar la calidad de la obra.

06.- Una soldadura será calificada como inaceptable cuando presente alguno de los siguientes defectos:

- Grietas, de cualquier longitud o en cualquier dirección.
- Falta de fusión.
- Desbordamiento.

07.- Una soldadura será también calificada como inaceptable cuando en un tramo de ciento cincuenta milímetros (150 mm) se presenten alguno de los siguientes defectos:

- Poros, cuando su área proyectada supere el cuatro por ciento (4%) del área proyectada de la soldadura o cuando algún poro sea de diámetro superior a la cuarta parte del espesor de las piezas a unir o de la garganta en una soldadura en ángulo o a tres milímetros (3 mm).
- Inclusiones de escoria, si la suma de sus longitudes supera los ciento cincuenta milímetros (150 mm).
- Mordeduras o faltas de sección, cuando su profundidad supere la décima parte del espesor de la pieza, si este es inferior a diez milímetros (10 mm), o un milímetro (1 mm), si el espesor de la pieza es igual o superior a diez milímetros (10 mm). En una zona localizada de longitud no superior a quince milímetros (15 mm) en cada tramo de ciento cincuenta milímetros (150 mm), pueden admitirse profundidades dobles a las indicadas.
- Mordeduras o faltas de sección, si examinadas a ambos lados de la unión producen una disminución en el área disponible superior al diez por ciento (10%) de la misma.

08.- Una soldadura a tope con penetración completa será calificada como inaceptable cuando en un tramo de ciento cincuenta milímetros (150 mm) de longitud presente alguno de estos defectos:

- Falta de penetración de cuarenta (40) o más milímetros de longitud.
- Falta de penetración, a la vez que inclusiones de escoria tales que la suma de las longitudes de ambos supere los cien milímetros (100 mm).

09.- Una soldadura a tope con penetración parcial será calificada como inaceptable cuando en un tramo de ciento cincuenta milímetros (150 mm) de longitud presente alguno de estos defectos:

- Faltas de penetración superiores a lo indicado en el Proyecto, en tres milímetros (3 mm) o más, en una longitud superior a los cien milímetros (100 mm).
- Faltas de penetración superiores a lo indicado en el Proyecto en tres milímetros (3 mm) o más, conjuntamente con inclusiones de escoria con suma de longitudes superior a cien milímetros (100 mm).

10.- Una soldadura en ángulo será calificada como inaceptable cuando en un tramo de ciento cincuenta milímetros (150 mm) de longitud presente faltas de penetración en la raíz, medidas sobre un lado, mayores de medio milímetro (0,5 mm) en una longitud superior a los cien milímetros (100 mm).

11.- Una soldadura será calificada como aceptable cuando en un tramo de ciento cincuenta milímetros (150 mm) presente alguno de los siguientes defectos:

- Poros, cuando su área proyectada esté comprendida entre el dos (2) y el cuatro por ciento (4%) del área proyectada de la soldadura.
- Inclusiones de escorias no alineadas, con una longitud total comprendida entre cien (100) y ciento cincuenta milímetros (150 mm).
- Mordeduras o faltas de sección, cuando su profundidad esté comprendida entre el cinco (5) y el diez por ciento (10%) del espesor de la pieza, si este es inferior a diez milímetros (10 mm), o están

comprendidas entre medio (0,50) y un milímetro (1 mm), si el espesor de la pieza es superior a diez milímetros (10 mm). En una zona localizada de longitud no superior a quince milímetros (15 mm) en cada tramo de 150 milímetros (150 mm) pueden admitirse profundidades doble de las indicadas.

- Mordeduras o faltas de sección si, examinadas a ambos lados de la unión, producen una disminución en el área disponible comprendida entre el cinco (5) y el diez por ciento (10%) de la misma.

12.- Una soldadura a tope con penetración completa será calificada como aceptable cuando en un tramo de ciento cincuenta milímetros (150 mm) de longitud, presente alguno de los siguientes defectos:

- Faltas de penetración de longitud total comprendida entre veinte (20) y cuarenta milímetros (40 mm).
- Faltas de penetración, conjuntamente con inclusiones de escoria, tales que la suma de sus longitudes no supere los cien milímetros (100 mm).

13.- Una soldadura a tope con penetración parcial será calificada como aceptable cuando en un tramo de ciento cincuenta milímetros (150 mm) de longitud presente alguno de los siguientes defectos:

- Faltas de penetración superiores a lo indicado en el Proyecto en valores comprendidos entre dos (2) y tres milímetros (3 mm) en una longitud superior a los cien milímetros (100 mm).
- Faltas de penetración superiores a lo indicado en el Proyecto en valores comprendidos entre dos (2) y tres milímetros (3 mm) conjuntamente con inclusiones de escoria, con suma de longitudes superior a cien milímetros (100 mm).

14.- Una soldadura será calificada como correcta cuando sus imperfecciones sean inferiores a las necesarias para que la soldadura sea calificada como aceptable.

8.2.3.- Verificación de uniones atornilladas

01.- La Dirección comprobará, por sí o por medio de sus representantes, que todos los tornillos colocados en taller son del diámetro y de la calidad indicados en el Proyecto, que disponen de las arandelas precisas y que la rosca asoma por lo menos en un filete por fuera de la tuerca.

02.- Asimismo la Dirección comprobará que la superficie de todas las uniones a efectuar mediante tornillos de alta resistencia, trabajando a rozamiento, han recibido el tratamiento indicado en los Planos, en este Pliego o en el PCTP, rechazándose todos aquellos en los que no se haya efectuado dicho tratamiento o en los que se observe la presencia de óxido, grasas, aceites, pinturas u otros contaminantes. El Contratista estará obligado a tratar de nuevo las superficies de las piezas rechazadas por este motivo.

03.- Se comprobará en un cinco por ciento (5%) de todos los tornillos de alta resistencia colocados en taller y al menos en uno de cada unión o nudo en el que exista más de cinco (5) tornillos, que el esfuerzo de pretensado es el indicado en el Proyecto. Para ello se utilizará una llave dinamométrica tarada al par de apriete especificado sobre la tuerca del tornillo, si los tornillos se encuentran en estado normal de suministro, esto es, ligeramente engrasado; para tornillos galvanizados o engrasados especialmente será preciso determinar experimentalmente, de acuerdo con un procedimiento aprobado por la Dirección, el par de apriete necesario. Los tornillos se considerarán correctamente apretados cuando, después de la aplicación del par de apriete, no se ha producido giro alguno de la tuerca.

04.- En uniones de especial responsabilidad, el PCTP o la Dirección podrá indicar como procedimiento alternativo más preciso el que se indica a continuación:

- Se medirá con un instrumento que permita apreciar, al menos, centésimas de milímetro (10^{-5} m) la longitud total del tornillo apretado. A continuación, se aflojará por completo la tuerca, midiéndose de nuevo la longitud total. El tornillo se considerará que estaba correctamente apretado cuando el aumento de longitud al aflojar el tornillo, expresado en centésimas de milímetro, es al menos igual a $3L + 3$, donde L es la suma de espesores a unir, incluidas las arandelas, expresada en centímetros (cm).

05.- Cuando de estas pruebas se deduzca que un tornillo está insuficientemente apretado se comprobarán otros dos de la misma unión; si ambos resultan estar correctamente apretados, se aceptará la unión; en caso contrario, se comprobarán todos y cada uno de los tornillos de la misma.

8.2.4.- Control dimensional

01.- Antes de autorizar el envío de una pieza a obra, la Dirección comprobará, por sí o por medio de sus representantes, que, al menos, las siguientes dimensiones se encuentran dentro de las tolerancias que se indican en el Apartado 9 del presente Artículo:

- Longitud total.
- Longitud entre apoyos.
- Canto.
- Diagonales principales.
- Rectitud.
- Distancias entre grupos de taladros.
- Perpendicularidad a placas de base y a placas frontales, si existen.
- Posición de casquillos de apoyos y cartelas, si existen.

02.- Aquellas piezas en la que alguna dimensión esté fuera de tolerancia, será reparada a sus expensas por el Contratista, previa aprobación por la Dirección del método de reparación propuesto. Si, a juicio de este, la reparación propuesta no ofreciese las garantías suficientes, la pieza será rechazada, marcada de forma indeleble y apartada de la zona de fabricación.

03.- La Dirección comprobará, además, que cada pieza ha sido fabricada con los perfiles y chapas indicados en el Proyecto.

04.- Si se observase que una pieza ha sido fabricada con algún perfil o chapa distinto al indicado en el Proyecto, será rechazada, marcada de forma indeleble y apartada de la zona de fabricación. Si los perfiles empleados fuesen de resistencia igual o superior a los indicados en el Proyecto, la Dirección podrá autorizar el envío a obra de la pieza en cuestión, pero el Contratista no podrá reclamar ningún aumento de precio.

05.- La Dirección comprobará que las piezas llevan las marcas de montaje de acuerdo con lo indicado en los Planos de taller y de montaje, no autorizando el envío a obra hasta que dichas marcas hayan sido correctamente ejecutadas.

8.3.- Control del montaje

8.3.1.- Generalidades

01.- La Dirección procederá, por sí o por representante en quien delegue, a inspeccionar el montaje de la estructura. El Contratista estará obligado a facilitar la ayuda necesaria para la realización de esta labor, incluso andamios, escaleras u otros medios de acceso a los puntos a inspeccionar.

02.- La extensión de la inspección, los puntos a inspeccionar y los criterios de aceptación o rechazo serán los que se indican en los Apartados siguientes o en el PCTP. La Dirección podrá realizar, además, otras inspecciones o ensayos.

03.- La protección mediante pinturas se controlará de acuerdo con lo establecido en el Artículo 36.20 del presente Pliego.

8.3.2.- Verificación de uniones soldadas

01.- Para la verificación de uniones soldadas se estará a lo dispuesto en el Apartado 8.2.2 del presente Artículo, con las excepciones que se indican a continuación:

- Un veinte por ciento (20%) de todos los cordones en ángulo y al menos dos tramos de ciento cincuenta milímetros (150 mm) para cada soldador se inspeccionarán mediante líquidos penetrantes o partículas magnéticas, de acuerdo, respectivamente, con lo dispuesto en las Normas UNE UNE-EN ISO 3452-1 y UNE-EN ISO 17638.
- Un veinte por ciento (20%) del total de las uniones a tope con penetración completa, y el cincuenta por ciento (50%) de las sometidas fundamentalmente a esfuerzos de tracción y, al menos, dos tramos de ciento cincuenta milímetros (150 mm) por cada soldador, serán inspeccionados radiográfica o ultrasónicamente, siempre que sea posible, en función de la posición de la costura o del espesor de la pieza.
- Se tendrá especialmente en cuenta lo dispuesto en el Apartado 5.5 del presente Artículo referente a la temperatura ambiente y a la velocidad del viento, debiendo ordenar la Dirección la suspensión de los trabajos de soldeo cuando no se cumplan las condiciones allí indicadas.

8.3.3.- Verificación de uniones atornilladas

01.- Para la verificación de uniones atornilladas se estará a lo dispuesto en el Apartado 8.2.3 del presente Artículo.

8.3.4.- Control dimensional

01.- La Dirección comprobará, por sí o por representante en quien delegue, que, en cada fase de montaje, las disposiciones, cotas y distancias de la obra se ajustan a lo indicado en el Proyecto, dentro de las tolerancias admitidas en el Apartado 9 del presente Artículo o en el PCTP. Esta comprobación deberá efectuarse según progresa el montaje de la estructura, no debiéndose autorizar el montaje de una parte de la estructura hasta haber inspeccionado y corregido los posibles errores de las previamente montadas a las que la nueva parte inmovilice o impida su inspección o corrección.

02.- Las disposiciones, cotas y distancias a comprobar serán, como mínimo, las que se indican a continuación.

- Emplazamiento y orientación de cada pieza, identificada por sus marcas de montaje.
- Distancias entre ejes de soportes.
- Paralelismo y perpendicularidad entre alineaciones de soportes.
- Aplomado de soportes.
- Cota superior y nivelación de vigas y jácenas.
- Nivel inferior del tirante de cerchas.

03.- El Contratista no procederá a efectuar las soldaduras de montaje o el apretado definitivo de los tornillos de una pieza o grupos de piezas, hasta que esta inspección haya sido efectuada y corregido los posibles defectos encontrados.

8.4.- Documentación

01.- La documentación que el fabricante deberá entregar al Ayuntamiento es:

- La Declaración de Prestaciones (DdP)
- El Marcado CE
- Las Instrucciones e información de seguridad (las instrucciones pertinentes de uso, montaje, instalación, conservación, etc.), en castellano.

02.- Antes de la recepción final, el Contratista entregará un dossier completo con los planos de taller *as built*, y todas las inspecciones y ensayos con sus resultados. La inspección (persona física o empresa cuando haya intervenido más de una) certificará por escrito que la estructura ha sido construida cumpliendo todos los requisitos de control que marca este Pliego y el PPTP, y que el resultado final de ese control es acorde con ambos. La Dirección de obra se reserva la posibilidad de realizar, para esta recepción, cuantos controles considere necesarios, con los criterios de aceptación expresados en este Pliego y el PPTP, corriendo por cuenta del Contratista los costes procedentes de los controles con resultado negativo, el aumento de control señalado en el apartado de ensayos no destructivos y la corrección de estos errores.

9.- TOLERANCIAS

01.- Salvo que el PCTP establezca otra cosa, las tolerancias máximas admitidas en la recepción de productos laminados serán las reflejadas en las Normas correspondientes indicadas en el CUADRO 23.21.1 del Artículo 23.21 de este Pliego.

02.- Las tolerancias de fabricación y de montaje serán las recogidas en la Norma UNE-EN 1990-2.

03.- Todas las mediciones anteriores se efectuarán con cinta o regla metálica o con aparatos de igual o superior precisión, recomendándose el uso del taquímetro en donde sea de aplicación. En la medición de flechas se materializará la cuerda mediante alambre tensado.

10.- PRUEBAS DE CARGA

01.- Cuando el PCTP lo exija, se efectuarán pruebas de carga de la estructura terminada o de alguna de sus partes. El programa y la ejecución de estas pruebas deben recogerse en la Memoria, observándose en su ejecución las prescripciones que se indican seguidamente:

- Las cargas utilizadas para las pruebas no podrán ser, en ningún caso, superiores a las cargas características consideradas en el cálculo y dimensionamiento de la estructura o del elemento ensayado, debiendo venir inequívocamente fijadas en el programa de pruebas.
- Las cargas se aplicarán por fracciones no superiores a la cuarta parte (1/4) de su valor total, no continuándose la aplicación de los sucesivos incrementos hasta que los aparatos de medida no hayan acusado la clasificación de las deformaciones ocasionadas por la fracción de carga anterior; en todo caso, se dejarán transcurrir al menos quince minutos (15 min) entre aplicaciones de fracciones sucesivas de la carga.
- La carga total se mantendrá hasta la estabilización de las deformaciones, recomendándose un período de actuación de veinticuatro horas (24 h).
- En la descarga se procederá de forma análoga, registrando las lecturas después de retirar cada fracción de carga y esperando hasta que se haya completado la estabilización para proceder al levantamiento de la fracción siguiente. No se retirarán los aparatos de medida hasta que acusen la estabilización de la estructura descargada.
- Los aparatos de medida, cuando no tengan que ser aplicados directamente sobre el mismo elemento que se comprueba, se establecerán sobre bases o plataformas rígidas, no sometidas a deformaciones ni vibraciones durante el proceso de carga y descarga de la estructura.
- Se tendrán en cuenta los efectos de la variación de la temperatura y del soleamiento en las deformaciones de los elementos ensayados.

02.- Se considerará que la prueba de carga es satisfactoria cuando se cumplan las condiciones siguientes:

- No aparecen durante la prueba defectos de los materiales ni vicios de ejecución que puedan afectar a la seguridad de la estructura.

- Los alargamientos y flechas medidas bajo carga no superan los previstos en el cálculo.
- Las flechas residuales después de la prueba son inferiores al veinte por ciento (20%) de las medidas bajo carga total, cuando se trata de la primera carga de la estructura; o al doce por ciento (12%), cuando se trata de una carga no noval.

03.- Realizadas las pruebas, se levantará acta de las mismas en la que se harán constar detalladamente los resultados obtenidos. Este acta será firmada por la Dirección y por el Contratista.

11.- MEDICIÓN Y ABONO

01.- Las estructuras de acero se medirán y abonarán por su peso teórico, deducido a partir de un peso específico del acero de siete mil ochocientos cincuenta gramos fuerza por decímetro cúbico (7,85 Kp/dm³).

02.- Las dimensiones necesarias para efectuar la medición se obtendrán de los planos del Proyecto y de los planos de taller aprobados por la Dirección.

03.- No será de abono el exceso de obra que, por su conveniencia o errores, ejecute el Contratista. En este caso se estará cuando el Contratista sustituya algún perfil por otro de peso superior por su propia conveniencia, aun contando con la aprobación de la Dirección.

04.- Los perfiles y barras se medirán por su longitud de punta a punta en dirección del eje de la barra. Se exceptúan las barras con cortes oblicuos en sus extremos que, agrupados, puedan obtenerse de una barra comercial cuya longitud total sea inferior a la suma de las longitudes de punta a punta de las piezas agrupadas; en este caso se tomará como longitud del conjunto de piezas la de la barra de que puedan obtenerse.

05.- El peso se determinará multiplicando la longitud por la masa por metro dada en la Norma correspondiente al producto laminado recogida en el CUADRO 23.21.1 del Artículo 23.21 de este Pliego.

06.- En caso de que el perfil utilizado no figurase en las citadas Normas se utilizará el peso dado en los catálogos o prontuarios del fabricante del mismo o al deducido de la sección teórica del perfil.

07.- Las piezas de chapa se medirán por su superficie. El peso, en kilopondios, se determinará multiplicando la superficie en metros cuadrados por el espesor en milímetros y por siete enteros con ochenta y cinco centésimas (7,85).

08.- Los aparatos de apoyo y otras piezas especiales que existan se medirán en volumen, determinado su peso en función del peso específico indicado anteriormente.

09.- No se medirán los medios de unión, exceptuándose los pernos de anclaje, los conectadores para estructuras mixtas acero-hormigón y los bulones que permitan el giro relativo de las piezas que unen.

10.- El precio, a no ser que el PCTP indique otra cosa, incluirá todas las operaciones a realizar hasta terminar el montaje de la estructura, suministro de materiales, ejecución en taller, transporte a obras, medios auxiliares, elementos accesorios, montaje, protección superficial y ayudas; incluirá, asimismo, las tolerancias de laminación, los recortes y despuntes y los medios de unión, soldaduras y tornillos.

ARTÍCULO 36.12.- ESTRUCTURAS DE ACERO RESISTENTE A LA CORROSIÓN

1.- DEFINICIÓN

01.- Estructuras de acero resistente a la corrosión son las ejecutadas con aceros resistentes a la corrosión. (Véase Artículo 23.22 de este Pliego).

2.- NORMATIVA TÉCNICA

2.1.- Normativa obligatoria

01.- El Código Estructural aprobado por el Real Decreto 470/2021, de 29 de junio, o marco reglamentario que lo sustituya.

02.- 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.- El Código Técnico de la Edificación.

2.2.- Normas EN que implican marcado CE

01.- EN 1090-1. Ejecución de estructuras de acero y aluminio. Parte 1: Requisitos para la evaluación de la conformidad de los componentes estructurales.

2.3.- Normas UNE de referencia

01.- UNE-EN ISO 3834. Requisitos de calidad para el soldeo por fusión de materiales metálicos. Todas las partes.

02.- UNE-EN ISO 14731. Coordinación del soldeo. Tareas y responsabilidades.

03.- UNE-EN ISO 17635. Ensayo no destructivo de uniones soldadas. Reglas generales para los materiales metálicos.

3.- CONDICIONES GENERALES

01.- Será de aplicación lo dispuesto en el Apartado 3 del Artículo 36.11 de este Pliego.

4.- MATERIALES

01.- Los perfiles y chapas a emplear en las estructuras de acero resistente a la corrosión serán las definidas en el Artículo 23.22 de este Pliego.

02.- Para los restantes materiales (roblones, tornillos, etc.) será de aplicación el Apartado 4 del Artículo 36.11 de este Pliego.

5.- EJECUCIÓN

01.- Será de aplicación lo establecido en los Apartados 5 y 6 del Artículo 36.11 de este Pliego.

02.- La mayor resistencia a la corrosión atmosférica de los aceros con resistencia mejorada se debe a la formación, bajo la acción de las condiciones ambientales, de capas protectoras de óxido formado en la superficie de los productos. La acción anticorrosiva de esta capa protectora se deriva de la estructura de sus componentes, así como del mayor contenido de los elementos de aleación y a su peculiar distribución. El efecto protector de esta capa es función de la naturaleza del medio ambiente y de las condiciones particulares de la obra.

03.- La ejecución de estructuras de acero resistente a la corrosión se realizará de tal forma que la capa protectora pueda formarse y renovarse sobre la superficie de los perfiles y chapas sin dificultad.

04.- Cuando la concentración en la atmósfera de productos químicos alcanza ciertos niveles, puede ser recomendable una protección convencional de la superficie según lo especificado en el Artículo 36.20 de este Pliego; esta protección es indispensable en los casos de exposición prolongada al agua, humedad permanente y otras condiciones desfavorables similares.

05.- Las superficies no expuestas a la intemperie, pero en las que puede haber condensaciones se ventilarán adecuadamente y, si ello no fuera posible, deberán protegerse de forma correcta.

6.- CONTROL DE CALIDAD Y CRITERIOS DE ACEPTACIÓN Y RECHAZO

01.- Será de aplicación lo establecido en los Apartados 7, 8, 9 y 10 del Artículo 36.11 de este Pliego.

7.- MEDICIÓN Y ABONO

01.- Será de aplicación lo establecido en el Apartado 11 del Artículo 36.11 de este Pliego.

Sección 2.^a

PROTECCIONES

ARTÍCULO 36.20.- PROTECCIÓN DE LAS CONSTRUCCIONES METÁLICAS MEDIANTE PINTURAS. GENERALIDADES

1.- DEFINICIONES

01.- Protección de las construcciones metálicas mediante pinturas es la unidad de obra consistente en la aplicación de un sistema de pinturas a una superficie metálica con objeto de paliar o eliminar el proceso de corrosión en la misma.

02.- Se entiende por Sistema de pintura el conjunto de capas de pintura, aplicadas sobre la superficie metálica, que constituye la protección anticorrosiva. Todo sistema de pintura consta de una capa de imprimación, que se aplica directamente sobre la superficie metálica, y un cierto número de capas de acabado.

03.- La ejecución de la protección mediante un sistema de pintura comprende las siguientes actividades:

- Preparación de la superficie a proteger.
- Mezclado y dilución de la pintura.
- Aplicación del sistema de pintura.

2.- TIPOS DE PINTURA DE PROTECCIÓN

2.1.- Pinturas de imprimación

01.- Las pinturas de imprimación deberán poseer las siguientes cualidades:

- Ser inhibidoras de la corrosión, por lo que normalmente contienen pigmentos inhibidores que contrarrestan la tendencia del acero a la corrosión.
- Poseer una buena adherencia a la superficie metálica, aunque esta no se halle en un estado ideal de preparación.
- Ser resistente a los desprendimientos y a la formación de grietas y poros.
- Tener una buena adherencia a las capas posteriores.
- Resistencia al agua, oxígeno y iones con objeto de impedir la corrosión bajo película.
- Resistencia a la humedad y a los agentes atmosféricos para proporcionar una buena protección al metal.
- Resistencia química igual, si fuera necesario, a la de las capas de acabado.

02.- Las pinturas de imprimación consideradas en este Pliego son:

- Imprimación epoxi anticorrosiva, libre de plomo y cromatos. (Artículo 27.11).
- Pinturas de imprimación sintética con fosfato de zinc como anticorrosivo (Artículo 27.12).

2.2.- Pinturas de acabado

01.- La función principal de una pintura de acabado es proteger la capa de imprimación subyacente y permitir que ejerza su efecto inhibidor. La película seca de acabado deberá ser muy impermeable a la humedad atmosférica, a los gases y poseer la mayor resistencia posible a la intemperie.

02.- Las pinturas de acabado consideradas en este Pliego son:

- Esmaltes sintéticos brillantes (Artículo 27.26).
- Pinturas de poliuretano alifático de acabado brillante de dos componentes (Artículo 27.28).

2.3.- Pinturas monocapa de imprimación y acabado

01.- Las pinturas monocapa son pinturas que, en un solo producto y con la aplicación de una sola mano, desarrollan las funciones de protección frente a la corrosión de una imprimación y las funciones estéticas y de conservación del color de un esmalte. Aportando un importante ahorro en mano de obra.

02.- Las pinturas monocapa consideradas en este Pliego son:

- Pintura monocapa sintética (Artículo 27.51).
- Pintura monocapa de poliuretano (Artículo 27.52).

2.4.- Pinturas resistentes a productos químicos

01.- Las pinturas resistentes a productos químicos son aquellas cuyo vehículo de formación posee una mayor resistencia intrínseca a los agentes corrosivos que la de los aceites secantes normales.

02.- Se distinguen dos tipos fundamentales de pinturas químico-resistentes:

- Pinturas que son soluciones de un material orgánico resistente; no experimentan ningún cambio químico durante el secado. Por ejemplo, las pinturas de clorocaucho.
- Pinturas que secan como resultado de la reacción química con un agente de curado. Por ejemplo, las pinturas basadas en resinas epoxi.

03.- Para la aplicación de este tipo de pinturas se tendrán en cuenta los siguientes criterios:

- Se requerirá una gran calidad en la preparación de la superficie, preferentemente el chorreado.
- La capa de imprimación deberá ser adecuada como base de los sistemas de pintado químico resistentes a utilizar.
- En todo el sistema se usarán pigmentos inertes, no sujetos al ataque por los agentes corrosivos a que haya de estar sometida la estructura.

04.- Las pinturas químico-resistentes consideradas en este Pliego son:

- Pinturas a base de resinas epoxi (Artículos 27.11 y 27.13).
- Pinturas al clorocaucho (Artículo 27.23).

3.- ALMACENAMIENTO DE PINTURAS Y DILUYENTES

01.- Las pinturas y diluyentes se almacenarán en un lugar debidamente ventilado y protegido de chispas, fuego, excesivo calor y de los rayos solares. Las pinturas sensibles a bajas temperaturas se almacenarán en lugares debidamente ambientados.

02.- Los botes o recipientes de pintura se mantendrán cerrados hasta el momento de su uso; aquellos recipientes que hayan sido abiertos serán los primeros en ser usados.

03.- Cuando se adopten sistemas de aplicación cerrados o con recirculación de pintura que usen gas a presión, este deberá ser un gas inerte como, por ejemplo, nitrógeno.

04.- Los recipientes de pintura deberán llevar una marca indeleble donde figure el tipo de pintura, la fecha de fabricación, número de identificación e instrucciones de uso.

4.- PREPARACIÓN DE LA SUPERFICIE A PROTEGER

4.1.- Generalidades

01.- La preparación de superficies comprende la separación de materias extrañas tales como suciedades, grasa, aceite, humedad y los productos de la corrosión que puedan afectar a la buena adherencia de los recubrimientos a aplicar.

02.- Las estructuras metálicas que se consideran en este Apartado comprenden las chapas de acero pesadas laminadas en caliente, los perfiles estructurales, piezas fundidas, forjadas y similares, así como piezas de acero más o menos gruesas y de forma irregular.

03.- Los métodos de preparación de superficies que se consideran en este Artículo son:

- Limpieza con disolventes.
- Limpieza mecánica a mano.
- Limpieza con herramienta a motor.
- Limpieza con llama oxiacetilénica.
- Limpieza con chorreado abrasivo.
- Limpieza por envejecimiento natural y chorreado abrasivo.

4.2.- Limpieza con disolvente

01.- La limpieza con disolvente incluye todas aquellas operaciones conducentes a eliminar cualquier materia extraña que pueda estar presente sobre la superficie a proteger, tales como aceites, grasas, salpicaduras de cemento, lubricantes de corte, etc., haciendo uso, para ello, de disolventes orgánicos, jabones y detergentes, vapor de agua, etc., con ayuda, cuando fuera necesario, de métodos mecánicos tales como cepillado o rascado.

02.- La limpieza de superficies con disolvente podrá comprender las siguientes operaciones:

- Eliminación de depósitos sólidos:
 - Se eliminarán los depósitos sólidos (sales, salpicaduras de cemento, etc.) mediante cepillado o raspado de las superficies con herramientas apropiadas, empleando productos alcalinos de limpieza o por combinación de ambos métodos. Se cuidará especialmente la limpieza de las soldaduras y zonas próximas a ellas; dichas zonas deberán cepillarse en húmedo con agua o solución acuosa al cinco por ciento (5%) de ácido fosfórico.
 - Cuando se empleen compuestos alcalinos se realizará, obligatoriamente, un lavado posterior con agua caliente, preferiblemente a presión; como mínimo se realizará un lavado con agua fría a presión. Cuando lo especifique el PCTP, se hará a continuación un lavado pasivante con solución de dicromato o ácido crómico.
 - La eliminación de depósitos sólidos se podrá realizar, asimismo, empleando emulsiones de limpieza o mediante detergentes en fase de vapor, seguido en ambos casos de un lavado con agua según lo estipulado anteriormente.
- Desengrasado:

- Se eliminará toda materia grasa o aceitosa mediante cualquiera de los métodos especificados en el punto anterior, o una combinación de ellos.
 - Se frotará la superficie a proteger con trapos o brochas apropiadas, cargados con un disolvente de limpieza, realizando un lavado final empleando trapos o brochas y disolvente limpios.
 - En general no se utilizarán disolventes con temperatura de inflamación inferior a treinta y ocho grados centígrados (38°C). Cuando la temperatura ambiente sea entre veinticinco (25) y treinta y cinco grados (35°C) se usarán disolventes con una temperatura de inflamación superior a cincuenta grados centígrados (50°C). Por encima de treinta y cinco grados centígrados (35°C) solamente se emplearán disolventes con temperatura de inflamación superior a sesenta grados centígrados (60°C).
 - Cuando se requiera una acción desengrasante enérgica se podrán emplear hidrocarburos aromáticos (toluol o xilol), pero deberán tomarse precauciones especiales debido a su baja temperatura de inflamación y solamente se usarán bajo buenas condiciones de ventilación. No está permitido el uso de benzol. Los hidrocarburos clorados solamente podrán ser utilizados por operarios experimentados protegidos con equipos especiales.
- Eliminación de capas anteriores de pintura:
- Se podrá emplear quitapinturas de acción química seguida de limpieza con disolvente para eliminar cualquier residuo del vehículo parafínico de aquellos y, finalmente, se lavará con agua hasta eliminar cualquier resto de alcalinidad. Esta operación también podrá realizarse por limpieza a vapor con productos alcalinos, especialmente si estos están preparados a base de hidróxido sódico o potásico.

03.- Después de haber limpiado la superficie con disolvente se revisará el estado final de la misma y se eliminará cualquier residuo que aún pudiera estar presente.

04.- Una vez limpias, las superficies deberán ser pintadas o sometidas, lo antes posible, al siguiente procedimiento de preparación.

05.- Antes de proceder a la limpieza con disolventes se asegurará que existen las condiciones necesarias de seguridad para evitar incendios o explosiones. Los operarios deberán tomar precauciones especiales para evitar quemaduras u otras lesiones cuando trabajen con soluciones de ácido y álcali, cromatos o ácido crómico.

4.3.- Operaciones manuales

01.- Las operaciones manuales incluyen la separación de restos de estratificado, fundente de soldadura, salpicaduras de soldadura y capas gruesas de pintura vieja con cortafríos, martillos de quitar óxido y herramientas de golpear a mano especiales. También quedan dentro de este Apartado las operaciones de cepillado, lijado, lavado con agua o soluciones alcalinas para quitar el polvo, salpicaduras de cemento y otras materias extrañas.

02.- La preparación de superficies por limpieza mecánica a mano comprende las operaciones siguientes:

- Preparar previamente la superficie con disolvente para eliminar la materia grasa y aceitosa, sales y residuos sólidos solubles.
- Romper, en lo posible, la cascarilla de laminación en las zonas en que se encuentre adherida empleando martillos y otras herramientas de percusión.
- Eliminar toda la cascarilla de laminación desprendida, óxido no adherido y, en trabajos de repintado, las capas de pintura desprendidas, mediante cepillado, raspado o lijado a mano de la superficie. Lijar en bisel los bordes de las capas de pintura adheridas para obtener el mejor aspecto posible al pintar de nuevo la superficie.

- Eliminar cuidadosamente cualquier residuo presente en zonas de soldadura empleando raspadores, percutores o cepillos; si así no fuese posible, la zona deberá ser chorreada con arena, limpiada con herramienta a motor o cepillada en húmedo con solución al cinco por ciento (5%) de ácido fosfórico.
- Limpiar cuidadosamente remaches, tuercas y tornillos, con cavidades, juntas, orificios y bordes presentes en la superficie, así como sus áreas próximas.
- Limpiar la superficie con aire comprimido limpio y seco o por vacío para eliminar el polvo y cualquier materia desprendida durante las operaciones anteriores. Si fuera necesario, eliminar cualquier resto de grasa o aceite que aún pudiera estar presente, limpiando estas zonas con disolventes.
- Aplicar lo antes posible la primera capa del sistema de pintado o, en su caso, el correspondiente tratamiento químico de superficie, para evitar al máximo cualquier deterioro posterior de la superficie ya preparada.

03.- Durante las operaciones de limpieza a mano reseñadas en el párrafo anterior, se evitará producir cortes agudos o rebolses en la superficie que se prepara para ser pintada.

04.- El estado final de la superficie una vez preparada será equivalente o superior al definido por los grados BSt2, CSt2 o DSt2 de la Norma UNE-EN ISO 8501.

05.- A continuación, se definen los grados de oxidación y de preparación de la superficie descritos en la citada Norma:

I. Grados de oxidación:

- A Superficie de acero con la capa de laminación intacta en toda la superficie y prácticamente sin corrosión.
- B Superficie de acero con principio de corrosión y de la que la capa de laminación comienza a despegarse.
- C Superficie de acero donde la capa de laminación ha sido eliminada por la corrosión o de la que la capa de laminación puede ser eliminada por raspado, pero en la cual no se han formado en gran escala cavidades visibles.
- D Superficie de acero donde la capa de laminación ha sido eliminada por la corrosión y donde se han formado en gran escala cavidades visibles.

II. Grados de preparación. Las superficies de acero se limpiarán para quitar el aceite, grasa, etc., y las capas gruesas de óxido se sacarán con un cincel antes del tratamiento.

St2 Raspado, cepillado manual con cepillo de acero, cepillado a máquina, esmerilado a máquina, etc., de una manera minuciosa. Mediante el tratamiento se quitarán las capas sueltas de laminación, el óxido y las partículas extrañas. Luego se limpiará la superficie con un aspirador de polvo, aire comprimido limpio y seco o un cepillo limpio. Entonces deberá adquirir un suave brillo metálico. El aspecto deberá coincidir con las figuras con la designación St2 de la Norma UNE-EN ISO 8501.

St3 Raspado, cepillado manual con cepillo de acero, cepillado a máquina, esmerilado a máquina, etc., de una manera muy minuciosa. La superficie se tratará como en el grado St2, pero de una manera mucho más minuciosa. Después de quitar el polvo, la superficie deberá presentar un claro brillo metálico y su aspecto deberá coincidir con las figuras con la designación St3 de la Norma UNE-EN ISO 8501.

4.4.- Operaciones con herramientas a motor

01.- Las operaciones con herramientas a motor incluyen las conducentes a eliminar de la superficie a recubrir toda la cascarilla de laminación, óxido y capas anteriores de pintura haciendo uso de cepillos, raspadores, abrasivos, percutores u otras herramientas accionadas a motor.

02.- La preparación de superficies por limpieza con herramientas a motor comprende las operaciones siguientes:

- Preparar previamente la superficie con el disolvente, para eliminar la materia grasa y aceitosa, sales y residuos sólidos solubles.
- Romper, en lo posible, la cascarilla de laminación en las zonas en que se encuentre adherida, empleando herramientas de percusión a motor.
- Eliminar toda la cascarilla de laminación desprendida, óxido no adherido y, en trabajos de repintado, las capas de pintura desprendidas, mediante cepillado, raspado o lijado de la superficie con herramientas a motor, eléctricas o neumáticas. Una capa de pintura se considerará adherida cuando no pueda ser levantada en forma de película al intentar hacerlo insertando la hoja de una navaja o espátula entre ella y la superficie de base.
- Eliminar cuidadosamente cualquier residuo presente en zonas de soldadura; si fuese necesario, la zona deberá ser chorreada con arena o cepillado en húmedo con solución al cinco por ciento (5%) de ácido fosfórico.
- Limpiar cuidadosamente remaches, tuercas y tornillos, con cavidades, juntas, orificios y bordes, así como sus áreas próximas. Si alguna zona de la superficie resultase inaccesible para las herramientas a motor, se limpiará a mano según el Apartado anterior.
- Limpiar la superficie con aire comprimido limpio y seco o por vacío para eliminar el polvo y cualquier materia desprendida durante las operaciones anteriores. Si fuera necesario se eliminará cualquier resto de grasa o aceite que aún pudiera estar presente, limpiando estas zonas con disolvente.
- Aplicar lo antes posible la primera capa del sistema de pintura o, en su caso, el correspondiente tratamiento químico de superficie, para evitar cualquier deterioro posterior de la superficie preparada.

03.- Las operaciones de limpieza y acondicionamiento de la superficie se realizarán con cuidado para evitar la formación de estrías o cortes agudos, que se aprecian a través de la pintura una vez aplicada, o rebabas, que producen protuberancias difíciles de cubrir con pintura y pueden producir una formación de óxido prematura. Asimismo, se evitará crear zonas excesivamente pulidas sobre las que la pintura no tendría buenas características de adherencia.

04.- El estado final de la superficie una vez preparada será equivalente o superior a los grados B St3, C St3 o D St3 de la Norma UNE-EN ISO 8501.

4.5.- Limpieza con llama oxiacetilénica

01.- La limpieza con llama oxiacetilénica permite eliminar toda la cascarilla de laminación, óxido o materia extraña no adherida, mediante la acción de una llama oxiacetilénica de alta temperatura. La mayor parte del óxido y de la cascarilla se desprende debido a las diferencias del coeficiente de dilatación entre el de estas y el del acero; el resto se deshidrata.

02.- El procedimiento de limpieza con llama oxiacetilénica solo se aplicará cuando existan buenas condiciones de ventilación.

03.- Se tomarán especiales precauciones cuando exista peligro de incendio o explosión y cuando se apliquen imprimaciones con alto contenido en disolventes especialmente volátiles e inflamables.

04.- Cuando la estructura a limpiar contenga, o hubiere contenido productos inflamables, deberá ser purgada previamente hasta que las concentraciones de dichos productos sean lo suficientemente bajas como para no suponer ningún peligro al realizar la limpieza con llama. En las zonas próximas a la estructura no se encontrarán productos inflamables ni sus vapores.

05.- En la limpieza con llama oxiacetilénica de las superficies a recubrir se tendrán en cuenta las siguientes operaciones:

- Preparar la superficie a recubrir con disolvente. Antes de proceder con las siguientes operaciones se esperará a que todo el disolvente se haya evaporado de la superficie.
- Pasar sobre toda la superficie una llama oxiacetilénica neutra manteniendo un ángulo con la superficie de $60 \pm 15^\circ$ y a una velocidad que garantice tanto el levantamiento del óxido, cascarilla de laminación y materias extrañas no adheridos, así como el secado total de la superficie.
- En general, cuando no existan depósitos de óxido especialmente densos y operando sobre superficies de acero que no hubieran sido pintadas anteriormente, será suficiente hacer una pasada de la llama a una velocidad entre cinco (5) y diez metros por minuto (10 m/min).
- Los depósitos de óxido voluminosos se eliminarán pasando la llama más lentamente hasta conseguir que se desprendan en forma de polvo negro.
- Deberá evitarse, en todo momento, un calentamiento excesivo de la superficie que pueda provocar la fusión de la cascarilla, así como deformaciones en zonas de poco espesor. Cuando se limpien superficies con un espesor inferior a cuatro milímetros y medio (4,5 mm), deberán tomarse precauciones especiales en este sentido.
- Inmediatamente después de aplicar la llama se cepillará la superficie empleando cepillos de púas metálicas, usando raspadores en las zonas donde fuera necesario, para eliminar los residuos levantados por la acción de la llama y posteriormente se limpiará toda la superficie preparada empleando aire comprimido, o por vacío.
- Aplicar la primera capa del sistema de pintura a toda la superficie preparada antes de que se enfríe totalmente.
- Cuando, por cualquier causa, el trabajo quede interrumpido, la superficie preparada deberá imprimarse hasta la zona en que deba continuarse en la siguiente jornada, dejando la distancia mínima suficiente para asegurar que la película no sea deteriorada posteriormente por los efectos de la llama.

06.- El quemador del equipo de combustión oxiacetilénico estará constituido por un número variable de boquillas, alineadas y separadas entre sí unos tres milímetros (3 mm); deberá producir una llama cuya longitud sea, como mínimo, ocho veces mayor que el diámetro de las boquillas de salida de gas, y cada uno de los centros de los dardos que la componen quedarán separados, como máximo, cuatro milímetros (4 mm). La mezcla de oxígeno y acetileno llegará a la línea de boquillas a través de un conducto que servirá a su vez como mango del conjunto y de longitud variable para adaptarse a las necesidades del trabajo. Para obtener una llama oxiacetilénica "neutra", se procederá a encender el soplete y regular la presión de ambos gases siguiendo las instrucciones facilitadas por el fabricante del equipo.

07.- El personal operario deberá disponer de gafas ahumadas de seguridad y de guantes de material aislante.

4.6.- Limpieza por chorreado abrasivo

01.- El fundamento de la preparación de superficies por chorreado abrasivo es el bombardeo de las mismas con pequeñas partículas de material abrasivo a gran velocidad con el fin de separar de la superficie la materia extraña indeseable.

02.- El chorreado, según la fuerza impulsora del material abrasivo, puede ser:

- Chorreado en seco mediante boquillas con aire a presión, en sistema abierto o cerrado -sin recuperación o con recuperación del abrasivo, respectivamente- empleando como abrasivo arena silíceo, gravilla no silíceo (metálica, sintética o escoria) o perdigón no silíceo (metálico o sintético) con un tamaño máximo de partícula de 1,18 mm. El chorreado en seco solo se usará cuando la temperatura de la superficie sea superior en tres grados centígrados (3°C), como mínimo, al punto de rocío del ambiente en que se trabaje.

- Chorreado en húmedo mediante boquillas con aire a presión, empleando como abrasivo arena silíceo con agua o vapor de agua.
- Chorreado mediante equipos de paletas centrifugas, empleando gravilla o perdigón, metálicos o sintéticos, con un tamaño máximo de partículas de 1,18 mm.

03.- Atendiendo al estado final de la superficie a tratar se distinguen, de acuerdo con la Norma INTA 16 07 05, los cuatro grados siguientes:

- Chorreado abrasivo a metal blanco. La superficie queda libre de toda la cascarilla de laminación, de todo el óxido y toda materia extraña, mostrando un color uniforme, blanco grisáceo, típico del acero y su aspecto, en general, corresponderá al grado A Sa3, B Sa3, C Sa3 o D Sa3 de la Norma UNE-EN ISO 8501.
- Chorreado abrasivo a metal casi blanco. La superficie queda libre, prácticamente, de toda la cascarilla de laminación, óxido y toda materia extraña, de manera que, al menos el noventa y cinco por ciento (95%) de cualquier área escogida, de seis centímetros cuadrados (6 cm²), no presente ningún residuo visible de cascarilla, óxido o materia extraña alguna, mostrando el color blanco grisáceo típico del acero y su aspecto, en general, corresponderá al grado B Sa 2^{1/2}, C Sa 2^{1/2} o D Sa 2^{1/2} de la Norma UNE-EN ISO 8501.
- Chorreado abrasivo comercial. La superficie queda libre de cascarilla de laminación, óxido y materias extrañas al menos en el sesenta y seis por ciento (66%) de cualquier área escogida de seis centímetros cuadrados (6 cm²) y, el posible óxido o cascarilla aún presente deberá encontrarse fuertemente adherido a la superficie. El aspecto y color de las superficies así preparadas dependerá de su estado inicial y corresponderá, en cada caso, al grado B Sa 2, C Sa 2 o D Sa 2 de la Norma UNE-EN ISO 8501.
- Chorreado abrasivo ligero. La superficie queda libre de toda cascarilla de laminación, óxido y materias extrañas, que no se encuentren firmemente adheridos a ella. El óxido, cascarilla o capas de pintura anteriores que permanezcan fuertemente adheridos después de la operación presentarán la rugosidad suficiente para garantizar una buena adherencia de la pintura a aplicar. El aspecto y color final, dependiendo del estado inicial de la superficie, corresponderá, en cada caso, al grado B Sa 1, C Sa 1 o D Sa 1 de la Norma UNE-EN ISO 8501.

04.- El PCTP o, en su caso, la Dirección Facultativa indicará el grado de chorreado abrasivo a conseguir en cada caso atendiendo a los grados definidos en el párrafo anterior.

4.7.- Limpieza por envejecimiento natural y chorreado abrasivo

01.- La limpieza por envejecimiento natural y chorreado abrasivo consiste en someter la superficie a tratar a un envejecimiento natural por exposición a la intemperie con objeto de provocar, por oxidación natural, la rotura y pérdida de adherencia de la cascarilla de laminación.

02.- Solamente se aplicará este procedimiento de preparación de superficies cuando pueda realizarse en ambientes no contaminados, especialmente de cloruros y sulfatos.

03.- Se tendrá en cuenta que la limpieza por envejecimiento de la superficie por exposición a la intemperie es efectiva cuando toda ella quede sometida a un envejecimiento homogéneo, sin que unas zonas resulten sensiblemente más afectadas que otras.

04.- Cuando se traten por este procedimiento superficies que se integrarán en una estructura, las zonas que se prevean inaccesibles deberán limpiarse y pintarse antes del montaje.

05.- El modo operativo de la preparación de la superficie mediante chorreado abrasivo comprenderá las siguientes operaciones:

- Limpiar con disolvente las zonas excesivamente cargadas de grasa o aceites; no es necesario realizar esta operación cuando los depósitos grasos o aceitosos sean ligeros ya que estos quedarán satisfactoriamente eliminados con el chorreado.
- Eliminar previamente los depósitos de óxido muy voluminosos mediante limpieza con herramienta a motor según lo especificado en el anterior Apartado 4.4.
- Proceder al chorreado abrasivo de la superficie insistiendo, según el estado inicial de la superficie, lo suficiente para alcanzar el grado de acabado especificado en cada caso.
- Si la superficie ha sido chorreada en seco, limpiar posteriormente con brocha o, preferiblemente, con aire comprimido limpio y seco, o por vacío, para eliminar posibles restos del abrasivo y de los productos eliminados. En el caso de haberse chorreado en húmedo, limpiar la superficie con agua con un contenido aproximado de 0,2% de un agente inhibidor de la corrosión o bien, simplemente, con agua seguido de un tratamiento inhibidor. En cualquier caso, la limpieza con agua deberá acompañarse con un brocheado de la superficie para eliminar con más eficacia los posibles residuos.
- Limpiar con disolvente cualquier zona en que se detecte la presencia de grasas o aceites.
- El estado final de la superficie será equivalente, o mejor, al grado correspondiente especificado en cada caso por el PCTP o, en su caso, por la Dirección Facultativa.
- La superficie deberá pintarse lo antes posible una vez chorreada, preferiblemente antes de transcurridas veinticuatro horas (24 h). Si se formase óxido sobre la superficie chorreada, deberá ser chorreada de nuevo antes de ser pintada.

06.- Cuando la estructura a limpiar contenga, o hubiera contenido, productos inflamables, deberá ser purgada previamente hasta que las concentraciones de dichos productos sean lo suficientemente bajas como para no suponer ningún peligro al realizar dicha limpieza.

07.- Todo el personal presente en la zona de trabajo deberá protegerse con gafas de seguridad y caretas respiratorias de cartucho filtrante. Los operarios que realicen directamente la operación de chorreado deberán equiparse con trajes especiales provistos de escafandras con aporte de aire limpio. Las mangueras de los equipos para chorreado con boquilla de aire a presión llevarán una toma de tierra para eliminar la carga estática y, asimismo, estarán provistas de un sistema de control remoto que actúe interrumpiendo inmediatamente el funcionamiento del equipo cuando el operario suelte la boquilla por cualquier causa.

4.8.- Preparación de superficies metálicas distintas de las de acero

01.- Las superficies de cinc nuevas, acero galvanizado o metalizado no se tratarán: solo se eliminará la grasa, el polvo y la suciedad previamente a la aplicación de la pintura.

02.- Las superficies de cobre o latón se prepararán mediante un chorreado ligero con objeto de eliminar los óxidos y proporcionar una superficie rugosa para la pintura.

03.- Todas las superficies de aluminio deberán ser desengrasadas con el fin de eliminar aceites o grasas presentes. En ambientes corrosivos se aplicará un pretratamiento de cromatado, si la agresividad ambiental fuera menos severa, se utilizará un tratamiento de fosfatado. Si no fuera posible aplicar alguno de los tratamientos anteriores, se aplicará un chorreado ligero con arena fina sobre la superficie de aluminio.

5.- MEZCLADO Y DILUCIÓN DE LA PINTURA

01.- Todos los componentes de la pintura se mezclarán íntimamente antes de su uso, debiéndose agitar la pintura frecuentemente de forma que se asegure su homogeneidad.

02.- Si la mezcla se realizara en el recipiente original, la pintura no se cambiará de recipiente hasta que la totalidad del pigmento se haya incorporado al vehículo.

03.- El mezclado se realizará por medios mecánicos; el mezclado a mano se permitirá en recipiente de hasta veinte (20) litros.

04.- Cuando se haya formado una piel en el recipiente, esta se eliminará completamente; si la piel adquiriese un espesor tal que pudiera influir en la composición y calidad de la pintura, se desechará el recipiente y no se usará la pintura.

05.- La operación de mezclado se realizará en un lugar convenientemente ventilado y protegido de chispas o llamas.

06.- La pintura no deberá mezclarse o mantenerse en suspensión por medio de una inyección de aire por la parte inferior del recipiente.

07.- La mezcla de la pintura se realizará de forma que no se formen grumos, se incorpore la totalidad del pigmento y se consiga una composición homogénea.

08.- Las pinturas con pigmentos deberán ser colocadas después de la mezcla; los coladores serán los adecuados para eliminar las pieles y demás materias no deseadas, sin afectar a los pigmentos.

09.- Las pinturas que no tengan un tiempo de fluidez, o "pot life" de la mezcla, definido, podrán mezclarse sin límite de tiempo antes de su aplicación; si hubiese empezado la sedimentación, se procederá inmediatamente a mezclar nuevamente la pintura previamente a su empleo.

10.- Los catalizadores, agentes de curado o endurecedores se añadirán a la pintura una vez esta se haya mezclado homogéneamente. El catalizador se dosificará de acuerdo con las indicaciones del fabricante, añadiéndolo a la pintura mientras se la mantiene agitada constantemente.

11.- No se permitirá el uso de disolventes para rebajar la viscosidad de la pintura salvo cuando el fabricante lo especifique en sus instrucciones para el sistema de pintura en cuestión.

6.- APLICACIÓN DEL SISTEMA DE PINTURA

6.1.- Generalidades

01.- Cualquier resto de aceite, grasa, polvo o materia extraña depositado en la superficie después de preparada esta, deberá ser eliminada antes de proceder a la aplicación del sistema de pintura. En el caso en que apareciesen muestras de oxidación en la superficie preparada, esta se volverá a preparar según el método adoptado.

02.- Se tendrá especial cuidado en evitar el contacto de la superficie preparada, con sales, ácidos, álcalis u otras sustancias corrosivas, antes de aplicar la capa de imprimación o entre la aplicación de dos capas de pintura sucesivas.

03.- La limpieza y pintado se realizará de forma que se evite que polvo u otra materia extraña caiga sobre la superficie recién pintada; las superficies adyacentes a aquellas que vayan a ser limpiadas y pintadas se protegerán convenientemente para que no resulten afectadas por las operaciones anteriores.

6.2.- Métodos de aplicación

01.- En general, la elección de un determinado método de aplicación depende del recubrimiento a aplicar; del tipo, tamaño y ubicación de la superficie y del aspecto deseado una vez aplicada la pintura.

02.- Se distinguen los siguientes métodos de aplicación de la capa de pintura:

- Aplicación con brocha:
 - A mano.
 - Con máquina.
- Aplicación por pulverización:
 - Por aire comprimido.
 - Electrostáticamente.
 - En caliente.
 - A alta presión sin aire (Airless).
- Aplicación por inmersión.
- Aplicación por recubrimiento por flujo.
- Aplicación con rodillo:
 - A mano.
 - A máquina.

03.- La aplicación con rodillo se usará en superficies planas o con grandes curvaturas, en aquellas preparadas mediante chorreado o en las que hayan sido recubiertas previamente con una capa de imprimación. Salvo que la Dirección Facultativa lo autorice expresamente, no se permitirá la aplicación de la capa de imprimación con rodillo sobre superficies irregulares tales como roblones, pernos, tornillos, grietas, esquinas, soldaduras y cantos o bordes, cuando hayan sido preparadas manualmente, por medios mecánicos o con llama oxiacetilénica.

04.- El PCTP fijará el método de aplicación del sistema de pintura adoptado en cada caso.

6.3.- Condiciones ambientales de aplicación

01.- No se aplicará el sistema de pintura cuando se prevea que la temperatura pueda descender a cero grados centígrados (0°C) antes de su secado. La temperatura del soporte deberá ser tal que no se formen ampollas o porosidades en la capa de pintura.

02.- Cuando el sistema de pintura se aplique a altas temperaturas, o se diluya la pintura a bajas temperaturas, se deberán tomar precauciones adicionales para garantizar el espesor del recubrimiento prescrito.

03.- En recubrimientos con un proceso químico de curado, el fabricante deberá especificar el rango de temperaturas de aplicación.

04.- No se aplicará el sistema de pintura en tiempo lluvioso, ventoso, con niebla o bruma o cuando la temperatura del soporte esté por debajo de la temperatura de condensación de la humedad o punto de rocío.

05.- Para sistemas distintos de la pintura a la aguada, que se diluye con agua, el soporte deberá estar seco; en cualquier caso, la pintura no se aplicará sobre superficies heladas.

06.- Si las condiciones ambientales de la obra en el momento de la aplicación son diferentes a las fijadas en los párrafos anteriores, deberán tomarse las precauciones necesarias, tales como la colocación de protecciones, la calefacción o la refrigeración del ambiente.

07.- La pintura que, antes de endurecer, estuviera sometida a heladas, lluvia o condiciones de exceso de humedad o condensación, se la dejará secar; las zonas de pintura que hubieren resultado dañadas serán eliminadas, el soporte correspondiente a estas tratado nuevamente y se aplicará el número de capas prescrito.

6.4.- Espesor de las capas de pintura

01.- Si el PCTP o las instrucciones de aplicación del fabricante no especifican otra cosa, los espesores mínimos para las capas de pintura serán:

- Capa de imprimación seca: mín. 0,040 mm.
- Capa de pintura seca: mín. 0,025 mm.

02.- El espesor de las capas de pintura no deberá ser tal que afecte al aspecto o condiciones de funcionamiento de la estructura que se protege.

6.5.- Repintado

01.- Antes de proceder a la aplicación de una capa de pintura se deberá asegurar que el proceso de secado o curado de la existente haya terminado.

02.- Una capa de pintura estará en condiciones de ser repintada cuando la aplicación de la nueva capa de pintura no ocasione irregularidades tales como despegues localizados o pérdidas de adherencia en la capa existente.

6.6.- Pintado. Generalidades

01.- Cuando se prevea aplicar varias capas de pintura del mismo color, se deberán teñir las capas alternas de forma que se asegure la completa cubrición de la superficie que se protege. Si la pintura fuera del mismo color que el soporte, la primera capa que se aplique será de la pintura teñida.

02.- El material usado para teñir la pintura deberá ser compatible con la composición de la misma y no será perjudicial durante su vida de servicio.

03.- Las capas intermedias con superficies lisas pueden afectar negativamente a la adherencia de las capas subsiguientes por lo que deberán tratarse convenientemente para asegurar la debida adherencia entre capas.

04.- Siempre que no se especifique lo contrario, se tendrán en cuenta los criterios siguientes para el pintado de superficies de contacto:

- a) Las zonas de las superficies que vayan a estar embebidas o recubiertas por hormigón no se pintarán.
- b) Las piezas metálicas que vayan a estar confinadas en obras de fábrica deberán tener, al menos, una capa de pintura aplicada en taller.
- c) Las piezas metálicas que después de instaladas vayan a resultar inaccesibles deberán recibir de forma total en taller el sistema de pintura previsto o bien, al menos, tres manos de la imprimación especificada.
- d) Las zonas de las piezas metálicas que vayan a estar en contacto con otras del mismo material después de montadas recibirán el mismo tratamiento que el especificado en el punto c anterior, siempre que no dificultaren el proceso de montaje.
- e) Las superficies metálicas que vayan a estar en contacto con maderas se pintarán de acuerdo con lo estipulado en el anterior punto d.
- f) Las superficies metálicas que vayan a ponerse en contacto en taller no se pintarán; si del proceso de montaje resultaran grietas o hendiduras, estas se protegerán de acuerdo con el sistema de pintura previsto.
- g) Las superficies que vayan a resultar unidas mediante tornillos de alta resistencia en juntas de fricción deberán permanecer sin ser pintadas. En todo caso deberán ser limpiadas de anteriores recubrimientos, si los hubiere, grasa o aceite.

6.7.- Pintado en taller

- 01.- Si el PCTP no especifica otra cosa, se aplicará en taller al menos una capa de imprimación.
- 02.- La primera capa de pintura de superficies que vayan a estar en contacto se aplicará en taller, las capas subsiguientes se aplicarán en obra mientras sean accesibles.
- 03.- Si el sistema de pintura adoptado resultase perjudicial para las operaciones de soldadura o a la soldadura final, no se pintará en una franja separada al menos cinco centímetros (5 cm) de los extremos a soldar.
- 04.- Cuando, por razones especiales, se considerase conveniente realizar una protección temporal, esta se realizará con un tipo de pintura fácilmente eliminable.
- 05.- Las superficies que vayan a quedar unidas mediante tornillos de alta resistencia trabajando a rozamiento no recibirán ninguna capa de protección.

6.8.- Pintado en obra

- 01.- Los elementos metálicos que hayan sido pintados en taller recibirán las capas subsiguientes de recubrimiento después de ser montados. Se admitirá el pintado antes del montaje siempre que se repinten las zonas dañadas con el mismo número de capas y el mismo sistema de pintura que el especificado; en todo caso, la capa de acabado se aplicará una vez hayan sido montados los elementos en cuestión.
- 02.- Las superficies metálicas que hayan sido pintadas en taller, serán repintadas en obra con el mismo tipo de pintura que el usado en taller. Las operaciones de limpieza y preparación de las superficies dañadas serán las mismas que las usadas en taller.
- 03.- Las piezas metálicas que no hubieran sido pintadas en taller se limpiarán y se aplicará la capa de imprimación antes de aplicar las capas intermedias y la de acabado.
- 04.- Las superficies que vayan a estar en contacto con otras deberán pintarse mientras sean accesibles; aquellas superficies que vayan a resultar inaccesibles después de montadas recibirán la totalidad de capas de pintura antes del montaje.
- 05.- La capa de acabado se aplicará después de terminar las obras de hormigón. Además de las operaciones de limpieza anteriormente prescritas, se limpiarán los restos de hormigón antes de aplicar la pintura.
- 06.- La pintura húmeda se protegerá del polvo y otros materiales que pudieran resultar perjudiciales.
- 07.- Las piezas metálicas que vayan a ser montadas se almacenarán protegidas del suelo, del agua y demás materiales nocivos con objeto de evitar la contaminación y deterioro de la capa de pintura. Estas piezas se limpiarán y retocarán o repintarán con la pintura especificada siempre que sea necesario para garantizar la integridad del recubrimiento.
- 08.- Las soldaduras realizadas en obra y las zonas situadas a menos de cinco centímetros (5 cm) de las mismas se limpiarán antes de su pintado preparando las superficies con un método al menos igual de efectivo que el especificado para la superficie.
- 09.- Cuando, por razones especiales, se considerase conveniente realizar una protección temporal, esta se realizará con un tipo de pintura fácilmente eliminable.
- 10.- Las superficies que vayan a quedar unidas mediante tornillos de alta resistencia trabajando a rozamiento no recibirán ninguna capa de protección.

7.- SECADO

01.- No se aplicará una capa de pintura hasta que la precedente haya secado. Una capa de pintura se considerará seca cuando se pueda aplicar la capa siguiente sin que aparezcan irregularidades en la película, tales como despegues o pérdidas de adherencia, y el tiempo de secado de la capa de pintura aplicada no sea superior al correspondiente a una aplicación directa sobre el soporte.

02.- No se acelerará el secado de una capa de pintura bajo condiciones que impliquen un deterioro de la película de pintura.

03.- No se admitirá el uso de coadyuvantes de secado, salvo especificación en contrario en el PCTP.

04.- La superficie metálica pintada se protegerá de la lluvia, nieve y condiciones de condensación, contaminación o heladas hasta que el proceso de secado se haya desarrollado lo más posible.

8.- MANIPULACIÓN DE LAS PIEZAS PINTADAS

01.- Las piezas metálicas pintadas no serán manipuladas hasta que hayan secado completamente.

02.- La pintura que resulte deteriorada durante la manipulación será raspada y sustituida con el mismo tipo de pintura y en igual número de capas que la inicial.

9.- CONDICIONES DE SEGURIDAD, HIGIENE Y LIMPIEZA

01.- La mayoría de los disolventes y diluyentes utilizados en las pinturas son volátiles e inflamables; asimismo, algunas de las operaciones que se realizan para la ejecución de esta unidad de obra, tal como la preparación de superficies, requieren la estricta observación de unas precauciones y medidas de seguridad con el fin de que no se produzcan situaciones perjudiciales para la salud de los operarios, ni accidentes por explosión o incendio.

02.- Los equipos e instalación eléctrica que se empleen en la aplicación del sistema de pintura deberán tener conexión a tierra, de acuerdo con el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión.

03.- En espacios cerrados se dispondrá de un sistema de ventilación o de circulación de aire durante y después de la aplicación de las pinturas hasta que la capa quede suficientemente seca. Los ventiladores destinados a expulsar los vapores y gases tóxicos o inflamables no deberán provocar chispas debiendo ser su dispositivo de accionamiento antideflagrante. Los equipos que vayan a utilizarse deberán ser cuidadosamente inspeccionados para evitar que sean una fuente potencial de ignición.

04.- El personal que efectúe la aplicación de la pintura deberá llevar la protección respiratoria, ocular y cutánea acorde con la concentración de contaminante en la atmósfera y las características de la pintura y método de aplicación de que se trate; el fabricante de la pintura deberá proporcionar las instrucciones de seguridad e higiene a seguir. Jamás se usarán disolventes sobre la piel para quitarse la pintura.

05.- No se mezclarán los componentes de la pintura en el interior de espacios cerrados; en el exterior de los mismos se tomarán las debidas precauciones con el fin de no producir contaminaciones en el suelo.

06.- La limpieza de todo utillaje empleado deberá organizarse con rigor para eliminar todo resto de pintura antes de que endurezca. Los trapos y otros materiales usados en la limpieza, así como los remanentes de disolvente empleados deberán ser depositados en lugar seguro sin producir contaminación.

07.- Los envases, restos de pintura y disolvente, útiles de pintura y los materiales empleados en la limpieza se tratarán de acuerdo con la legislación de residuos de construcción.

10.- CONTROL DE CALIDAD Y CRITERIOS DE ACEPTACIÓN Y RECHAZO

10.1.- Control de materiales

01.- El control de las pinturas se efectuará mediante la realización de ensayos previos de control y de comprobación de las características y según la normativa indicada en el Artículo 27.00 de este Pliego.

10.2.- Control de ejecución

01.- Previamente a la aplicación se comprobará la correcta preparación y limpieza de la superficie a proteger, así como sus condiciones de temperatura y humedad.

02.- En la aplicación del sistema de pintado se controlarán los siguientes aspectos:

- Características de cada capa antes de la aplicación de la siguiente, con indicación expresa del espesor conseguido con cada una después del tiempo de secado.
- Características de la pintura final con medición expresa del espesor total conseguido después del curado.
- Condiciones atmosféricas en el momento de la aplicación y durante el endurecimiento con el fin de facilitar el diagnóstico en caso de deficiencias ulteriores.
- Uniformidad del espesor de cada capa, debiendo ser superior al mínimo especificado, pero evitando sobreespesores excesivos.
- Tiempo de secado o curado de cada capa.
- Adherencia del sistema de pintado a la superficie metálica que se protege.

11.- MEDICIÓN Y ABONO

01.- La pintura de imprimación no será de abono directo, salvo prescripción en contrario en el PCTP, por considerarse incluida en el precio de los elementos metálicos.

02.- Si en los documentos del Proyecto no existiera precio unitario de pintura de acabado, se entenderá que está incluida en el precio del elemento metálico. Si figurase precio unitario para la pintura de acabado, este se medirá conforme a lo establecido en el Proyecto y será de abono independiente de la estructura.

03.- En el segundo supuesto del párrafo anterior, estarán incluidos en el precio unitario, por lo que no serán de abono directo, todos los gastos que requiera la realización de las operaciones y medios indicados en el presente Artículo.

ARTÍCULO 36.21.- PINTURAS DE IMPRIMACIÓN SINTÉTICA CON FOSFATO DE ZINC COMO ANTICORROSIVO

1.- DEFINICIÓN

01.- Pinturas de imprimación sintética con fosfato de zinc como anticorrosivo son las aplicadas sobre superficies de acero expuestas al interior o al exterior en ambientes marino, rural o industrial poco o medianamente contaminante.

02.- Las pinturas de imprimación sintética con fosfato de zinc como anticorrosivo cumplirán las especificaciones estipuladas en el Artículo 27.12 de este Pliego.

2.- CONDICIONES GENERALES

01.- Será de aplicación lo estipulado en el Artículo 36.20 de este Pliego.

02.- La aplicación de la pintura de imprimación sintética con fosfato de zinc como anticorrosivo podrá ser realizada con brocha o por pulverización, debiendo realizarse de acuerdo con las indicaciones del fabricante.

03.- Cuando se aplique por pulverización, el operador deberá ir equipado con una capucha con alimentación de aire independiente y el personal no protegido deberá quedar alejado de la pistola o pulverizador por lo menos treinta metros (30 m).

04.- El espesor mínimo de la pintura seca será de cuarenta micras (0,04 mm).

05.- Cuando la superficie a proteger sea acero nuevo y se prepare mediante chorreado abrasivo, se conseguirá, al menos, el grado Sa2 definido en la Norma UNE-EN ISO 8501; cuando se prepare la superficie mecánicamente, se conseguirá, al menos, el grado St3 de la citada Norma.

06.- A continuación, se indica el comportamiento de las pinturas de imprimación sintética con fosfato de zinc como anticorrosivo bajo diferentes condiciones de exposición de la estructura de acero.

Condiciones de exposición	Uso
Rural	R
Industrial	R
Marino	R
Inmersión en agua	NR
Inmersión en agua marina	NR
Alternancia de lámina de agua	NR
Humedad y condensación	NR
Químicas de mediana intensidad	R
Enterrada	NR
Interior, seco	R

NR: No Recomendable

R: Recomendable

07.- El PCTP definirá el tipo de pinturas de acabado que se aplicarán sobre la pintura de imprimación sintética con fosfato de zinc como anticorrosivo. Pinturas compatibles con esta imprimación son, entre otras, los esmaltes sintéticos brillantes.

3.- MEDICIÓN Y ABONO

01.- Será de aplicación lo establecido en el Apartado 11 del Artículo 36.20 de este Pliego.

02.- La imprimación con pinturas de imprimación sintética con fosfato de zinc como anticorrosivo no será de abono directo, salvo prescripción en contrario en el PCTP, por considerarse incluida en el precio de los elementos metálicos.

03.- Cuando así lo especifique el PCTP, la imprimación con pinturas de imprimación sintética con fosfato de zinc como anticorrosivo se medirá y abonará por metros cuadrados (m²) de superficie realmente ejecutados.

ARTÍCULO 36.22.- CAPAS DE ACABADO CON ESMALTES SINTÉTICOS BRILLANTES

1.- DEFINICIÓN

01.- Capas de acabado con esmalte sintético brillante son las aplicadas sobre superficies metálicas, convenientemente preparadas e imprimadas, que hayan de permanecer en ambientes interiores o exteriores de tipo rural, marino, urbano o industrial moderadamente agresivos.

02.- Los esmaltes sintéticos brillantes cumplirán las especificaciones estipuladas en el Artículo 27.26 de este Pliego.

2.- CONDICIONES GENERALES

01.- Será de aplicación lo estipulado en el Artículo 36.20 de este Pliego.

02.- La aplicación de los esmaltes sintéticos brillantes se realizará preferentemente por pulverización, aunque también se podrá realizar con brocha; en todo caso se seguirán las indicaciones del fabricante.

03.- Cuando se aplique por pulverización el operador deberá ir equipado con una capucha con alimentación de aire independiente y el personal no protegido deberá quedar alejado de la pistola o pulverizador por lo menos treinta metros (30 m).

04.- El espesor mínimo de la pintura seca será de treinta micras (0,030 mm).

05.- Si se detectaran fallos puntuales en la capa de imprimación, se repararán las zonas dañadas y se imprimarán posteriormente con la misma pintura que la usada inicialmente.

06.- No se aplicará la capa de esmalte sintético brillante cuando la temperatura del soporte exceda los cuarenta grados centígrados (40°C).

07.- A continuación, se indica el comportamiento de los sistemas de pintura con capas de acabado a base de esmalte sintético brillante bajo diferentes condiciones de exposición de la estructura metálica.

Condiciones de exposición	Uso
Rural	R
Industrial	R
Marino	R
Inmersión en agua	NR
Inmersión en agua marina	NR
Alternancia de lámina de agua	NR
Humedad y condensación	NR
Químicas de mediana intensidad	R
Enterrada	NR
Interior, seco	R

NR: No Recomendable

R: Recomendable

08.- El PCTP definirá la capa de imprimación sobre la que se aplicará el esmalte sintético brillante. Pinturas de imprimación compatibles con los esmaltes sintéticos brillantes son, entre otras, las pinturas de imprimación sintética con fosfato de zinc como anticorrosivo definida en el Artículos 36.21.

3.- MEDICIÓN Y ABONO

01.- Será de aplicación lo establecido en el Apartado 11 del Artículo 36.20 de este Pliego.

02.- La capa de esmalte sintético brillante se medirá y abonará por metros cuadrados (m²) de superficie realmente ejecutados.

ARTÍCULO 36.23.- CAPAS DE IMPRIMACIÓN Y DE ACABADO CON PINTURAS A BASE DE RESINAS EPOXI

1.- DEFINICIÓN

01.- Pinturas a base de resinas epoxi son las constituidas por dos componentes, base resinosa y agente de curado, en las que la base resinosa está compuesta por una resina epoxi, pigmentos, disolventes y carga.

02.- Las pinturas a base de resinas epoxi pueden aplicarse como capas de imprimación o de acabado en sistemas de protección de superficies metálicas en ambientes altamente agresivos.

03.- Las pinturas a base de resinas epoxi cumplirán lo especificado en los Artículos 27.11, 27.14, 27.15 y 27.24 de este Pliego.

2.- CONDICIONES GENERALES

01.- Será de aplicación lo estipulado en el Artículo 36.20 de este Pliego.

02.- La pintura a base de resinas epoxi se aplicará solo cuando la aplicación y el curado puedan tener lugar a una temperatura superior a los cinco grados centígrados (5°C); la temperatura de la superficie a proteger deberá estar a una temperatura superior en, al menos, tres grados centígrados (3°C) al punto de rocío.

03.- Cuando el sistema de protección consista en varias capas a base de pinturas de resinas epoxi, se asegurará una buena unión entre capas; cada capa se aplicará antes de que la anterior haya endurecido por completo. Si esto no fuere posible, será necesario aportar rugosidad a la superficie a fin de asegurar la adherencia entre capas.

04.- La aplicación de las pinturas a base de resinas epoxi podrá ser con brocha o por pulverizador, debiendo realizarse de acuerdo con las indicaciones del fabricante.

05.- Cuando se aplique por pulverización el operador deberá ir equipado con una capucha con alimentación de aire independiente y el personal no protegido deberá quedar alejado de la pistola o pulverizador por lo menos treinta metros (30 m).

06.- A continuación, se indica el comportamiento de los sistemas de pintura a base de resinas epoxi bajo diferentes condiciones de exposición de la estructura de acero.

Condiciones de exposición	Uso
Rural	R
Industrial	R
Marino	R
Inmersión en agua	R
Inmersión en agua marina	R
Alternancia de lámina de agua	R
Humedad y condensación	R
Químicas de mediana intensidad	R
Enterrada	R
Interior, seco	R

NR: No Recomendable
R: Recomendable

3.- MEDICIÓN Y ABONO

01.- Será de aplicación lo establecido en el Apartado 11 del Artículo 36.20 de este Pliego.

02.- La imprimación con pinturas a base de resinas epoxi no será de abono directo, salvo prescripción en contrario en el PCTP, por considerarse incluida en el precio de los elementos metálicos.

03.- Las pinturas a base de resinas epoxi se medirán y abonarán por metros cuadrados (m²) de superficie realmente ejecutada.

ARTÍCULO 36.24.- CAPAS DE IMPRIMACIÓN Y DE ACABADO CON PINTURAS DE CLOROCAUCHO

1.- DEFINICIÓN

01.- Pinturas de clorocaucho son las pinturas a base de caucho tratado en solución con cloro al que se le añaden plastificantes y otros aditivos.

02.- Las pinturas de clorocaucho pueden aplicarse, según su composición, como capas de imprimación o de acabado en sistemas de protección de superficies metálicas expuestas al interior o al exterior en ambiente industrial altamente corrosivo y de intensa humedad, incluso con inmersión en agua. Son resistentes a la acción de ácidos y álcalis.

03.- Las pinturas de clorocaucho cumplirán lo especificado en el Artículo 27.23 de este Pliego.

2.- CONDICIONES GENERALES

01.- Será de aplicación lo estipulado en el Artículo 36.20 de este Pliego.

02.- La aplicación de una pintura de clorocaucho como capa de imprimación sobre una superficie de acero requerirá la siguiente preparación mínima, de acuerdo con la Norma UNE-EN ISO 8501.

Método de preparación	Grado de preparación
Medios mecánicos	St3
Chorro abrasivo	Sa2

03.- El espesor mínimo, en capas de imprimación con pinturas de clorocaucho, será de veinticinco micras (0,025 mm).

04.- Las pinturas de clorocaucho son sensibles a las altas temperaturas por lo que no es recomendable su uso cuando la temperatura media a la que vaya a estar sometida la superficie metálica sea superior a setenta grados centígrados (70°C).

05.- La aplicación de las pinturas de clorocaucho podrá ser con brocha o por pulverizador, debiendo realizarse de acuerdo con las indicaciones del fabricante.

06.- Cuando se aplique por pulverización el operador deberá ir equipado con una capucha con alimentación de aire independiente y el personal no protegido deberá quedar alejado de la pistola o pulverizador por lo menos treinta metros (30 m).

07.- A continuación, se indica el comportamiento de los sistemas de pintura de clorocaucho bajo diferentes condiciones de exposición de la estructura de acero.

Condiciones de exposición	Uso
Rural	R
Industrial	R
Marino	R
Inmersión en agua	R
Inmersión en agua marina	R

Alternancia de lámina de agua	NR
Humedad y condensación	R
Químicas de mediana intensidad	R
Enterrada	NR
Interior, seco	R

NR: No Recomendable

R: Recomendable

3.- MEDICIÓN Y ABONO

01.- Será de aplicación lo establecido en el Apartado 11 del Artículo 36.20 de este Pliego.

02.- La imprimación con pinturas de clorocaucho no será de abono directo, salvo prescripción en contrario en el PCTP, por considerarse incluida en el precio de los elementos metálicos.

03.- Las pinturas de clorocaucho se medirán y abonarán por metros cuadrados (m²) de superficie realmente ejecutada.

ARTÍCULO 36.25.- PROTECCIONES ANTICORROSIVAS CON PINTURAS BITUMINOSAS

1.- DEFINICIÓN

01.- Pinturas bituminosas son las obtenidas por disolución de alquitranes de hulla o betunes asfálticos o por emulsión de productos bituminosos, también se contemplan las pinturas de alquitrán-epoxi, formadas por dos componentes, alquitrán y resinas epoxídicas.

02.- Las pinturas bituminosas constituyen sistemas de protección adecuados para superficies metálicas en ambientes altamente agresivos, especialmente en condiciones de inmersión permanente en agua o enterradas.

2.- CONDICIONES GENERALES

01.- Será de aplicación lo estipulado en el Artículo 36.20 de este Pliego.

02.- Cuando se apliquen las pinturas bituminosas directamente sobre la superficie metálica a proteger, se preparará dicha superficie mediante chorreado abrasivo hasta conseguir, como mínimo, el grado Sa 2^{1/2} definido en la Norma UNE-EN ISO 8501, si las condiciones ambientales fueran severas; en caso de exposición suave se admitirá una preparación manual o mecánica hasta conseguir, como mínimo el grado St3.

03.- Cuando se apliquen pinturas bituminosas en estructuras metálicas al exterior se tendrá en cuenta que el calor produce su reblandecimiento y que la luz las agrieta. Los sistemas de protección tendrán en cuenta estos hechos, por ejemplo, disponiendo como capa de acabado una capa de pintura de aluminio altamente reflectante y resistente a altas temperaturas.

04.- La aplicación de las pinturas bituminosas podrá ser con brocha o por pulverizador, debiendo realizarse de acuerdo con las indicaciones del fabricante.

05.- Cuando se aplique por pulverización el operador deberá ir equipado con una capucha con alimentación de aire independiente y el personal no protegido deberá quedar alejado de la pistola o pulverizador por lo menos treinta metros (30 m).

06.- Se tendrá en cuenta que imprimaciones de minio y de cromato de cinc, entre otras son compatibles con este tipo de pinturas. Por el contrario, imprimaciones al aceite de secado lento son incompatibles.

3.- MEDICIÓN Y ABONO

01.- Será de aplicación lo establecido en el Apartado 11 del Artículo 36.20 de este Pliego.

02.- Las pinturas bituminosas se medirán y abonarán por metros cuadrados (m²) de superficie realmente ejecutada.

ARTÍCULO 36.26.- PINTURAS MONOCAPA

1.- DEFINICIÓN

01.- Las pinturas monocapa son pinturas que, en un solo producto, y con la aplicación de una sola mano, desarrollan las funciones de protección frente a la corrosión de una imprimación y las funciones estéticas y de conservación del color de un esmalte. Aportando un importante ahorro en mano de obra.

02.- Son también comúnmente conocidas como pinturas imprimación acabado.

03.- Los monocapas pueden ser de uno o dos componentes.

2.- CONDICIONES GENERALES

01.- Será de aplicación lo estipulado en el Artículo 36.20 de este Pliego.

02.- La aplicación de los monocapas se realizará preferentemente por pulverización, aunque también se podrá realizar con brocha; en todo caso se seguirán las indicaciones del fabricante.

03.- Cuando se aplique por pulverización el operador deberá ir equipado con una capucha con alimentación de aire independiente y el personal no protegido deberá quedar alejado de la pistola o pulverizador por lo menos treinta metros (30 m).

04.- Las superficies a pintar deben estar exentas de polvo y grasa.

05.- El espesor mínimo de la pintura seca será de sesenta micras (0,060 mm).

06.- La temperatura del sustrato será superior a 5°C y superior en 3°C a la temperatura de rocío.

07.- A continuación, se indica el comportamiento de los monocapas bajo diferentes condiciones de exposición de la estructura metálica.

Condiciones de exposición	Uso
Rural	R
Industrial	R
Marino	R
Inmersión en agua	NR
Inmersión en agua marina	NR
Alternancia de lámina de agua	NR
Humedad y condensación	NR
Químicas de mediana intensidad	R
Enterrada	NR
Interior, seco	R

NR: No Recomendable
R: Recomendable

08.- Deben observarse en todo momento las instrucciones y recomendaciones recogidas en la ficha técnica del fabricante.

3.- MEDICIÓN Y ABONO

01.- Será de aplicación lo establecido en el Apartado 11 del Artículo 36.20 de este Pliego.

02.- El monocapa se medirá y abonará por metros cuadrados (m²) de superficie realmente ejecutados.

Sección 3.^a

CONSTRUCCIONES MIXTAS

ARTÍCULO 36.31.- ESTRUCTURAS MIXTAS DE HORMIGÓN Y ACERO

1.- DEFINICIONES

01.- Son estructuras mixtas aquellas compuestas por elementos de hormigón y de acero, vinculados mediante una conexión de forma que se limite el desplazamiento longitudinal relativo entre ambos, así como la separación de un componente respecto al otro.

2.- NORMATIVA TÉCNICA

2.1.- Normativa obligatoria

01.- El Código Estructural aprobado por el Real Decreto 470/2021, de 29 de junio, o marco reglamentario que lo sustituya.

02.- 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.

3.- CONDICIONES GENERALES

01.- La parte metálica de la estructura mixta se ejecutará según lo establecido en el Artículo 36.11 del presente Pliego.

02.- La parte de hormigón de la estructura mixta se ejecutará según lo establecido en el Artículo 35.11 del presente Pliego.

Si el hormigón es pretensado, se cumplirá el Artículo 35.12.

Si se incluyen elementos de hormigón prefabricado, se cumplirá el Artículo 35.13.

03.- La unión entre la parte metálica y el hormigón, se realizará empleando pernos conectadores que cumplirán lo establecido en el Artículo 23.47 del presente Pliego.

04.- En las obras de paso se dejará paso de hombre para garantizar la inspección y el mantenimiento del interior de la estructura.

05.- La estructura se diseñará de forma que se garantice el drenaje del agua que pueda aparecer en el interior.

4.- MEDICIÓN Y ABONO

01.- Las estructuras mixtas se abonarán por separado sus partes, según lo establecido en los Artículos de este Pliego antes citados.

02.- Los pernos conectadores se abonarán por unidades (ud) realmente colocados. El precio incluirá el suministro, soldeo y los ensayos indicados en este Pliego y en el Proyecto.

ARTÍCULO 36.32.- FORJADOS DE CHAPA COLABORANTE

1.- DEFINICIONES

01.- Un forjado de chapa colaborante es aquel formado por una chapa de acero galvanizado grecada que hace la función de encofrado y trabaja en colaboración con el hormigón.

02.- La chapa está conformada con unas indentaciones que permiten una importante adherencia entre el hormigón y el acero.

2.- NORMATIVA TÉCNICA

2.1.- Normativa obligatoria

01.- El Código Estructural aprobado por el Real Decreto 470/2021, de 29 de junio, o marco reglamentario que lo sustituya.

02.- 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.

3.- MATERIALES

01.- La chapa de acero cumplirá lo establecido en el Artículo 23.44 del presente Pliego.

02.- El hormigón cumplirá lo establecido en el Artículo 20.51.

03.- Las armaduras cumplirán lo establecido en los Artículos 23.11 y 23.12.

04.- Si existen, los pernos conectadores cumplirán lo establecido en el Artículo 23.47.

4.- CONDICIONES GENERALES

01.- En la elección de la chapa se tendrá en cuenta las cargas de diseño en fase final, así como las cargas de construcción durante la fase de obra.

02.- El sistema de sostenimiento provisional de la chapa durante la construcción, en caso de necesitarse, debe ser definido por el Contratista y aprobado por la Dirección de Obra.

5.- MEDICIÓN Y ABONO

01.- La chapa de acero se abonará en metros cuadrados (m²) realmente colocados en obra, medidos sobre los planos.

02.- El hormigón del forjado de chapa colaborante se abonará por metros cúbicos (m³) realmente colocados en obra, medidos sobre los planos.

03.- El cemento, áridos, agua y adiciones, así como la fabricación y transporte y vertido del hormigón, quedan incluidos en el precio unitario, así como su compactación, ejecución de juntas, curado y acabado.

04.- El abono de las adiciones no previstas en el PCTP y que hayan sido autorizadas por la Dirección, se hará por kilogramos (kg) utilizados en la fabricación del hormigón antes de su empleo.

05.- No se abonarán las operaciones que sea preciso efectuar para limpiar, enlucir y reparar las superficies de hormigón en las que se acusen irregularidades de los encofrados superiores a las toleradas o que presenten defectos.

06.- Las armaduras de acero empleadas en hormigón armado se abonarán por su peso en kilogramos (kg) deducido de los planos, aplicando, para cada tipo de acero, los pesos unitarios correspondientes a las longitudes deducidas de dichos planos.

07.- Salvo indicación expresa del PCTP, el abono de las mermas y despuntes, alambre de atar y eventualmente barras auxiliares, se considerará incluido en el del kilogramo (kg) de armadura.

08.- El PCTP podrá prever que los forjados se midan en metros cuadrados (m²) de forjado, incluido el hormigón, el acero y la chapa.

CAPÍTULO 37.- FÁBRICAS

ARTÍCULO 37.00.- FÁBRICAS. GENERALIDADES

1.- DEFINICIÓN

01.- A efectos de este capítulo se denominan fábricas al conjunto trabado de piezas asentadas con mortero, los revestimientos de piedra y las estructuras formadas por piedra y tierra (escolleras y gaviones).

2.- REFERENCIA NORMATIVA

01.- Será de aplicación obligatoria la siguiente normativa:

- Código Técnico de la Edificación.
- Norma UNE-EN 1996. Eurocódigo 6: Proyecto de estructuras de fábrica. Todas las partes.

3.- CLASIFICACIÓN

01.- Según la naturaleza del material se clasifican en:

a) Fábricas de materiales pétreos:

- Sillería (Artículo 37.11).
- Mampostería ordinaria (Artículo 37.12).
- Mampostería en seco (Artículo 37.13).
- Mampostería descafilada (Artículo 37.14).
- Mampostería concertada (Artículo 37.15).
- Mampostería careada (Artículo 37.16).
- Chapado de piedra (Artículo 37.17).
- Escolleras de piedras (Artículo 37.41).
- Gaviones (Artículo 37.42).

b) Fábricas de piezas de arcilla cocida (Artículo 37.21).

c) Fábricas de bloques de hormigón (Artículo 37.31).

02.- Las fábricas pueden emplearse con diversas finalidades en la construcción: resistente, cerramiento, ocultación, revestimiento, etc.

4.- CONDICIONES DE DISEÑO

01.- Las fábricas que cumplan una función resistente deberán garantizar la seguridad estructural debiéndose justificar mediante cálculo en los proyectos.

5.- MEDICIÓN Y ABONO

01.- La medición y abono de las obras de fábrica objeto del presente capítulo se efectuará de acuerdo con lo establecido en cada uno de los artículos.

02.- No serán descontados del volumen global de la fábrica los huecos para anclajes, cajetines, ranuras y conductos de volumen inferior a cincuenta decímetros cúbicos (50 dm³). Tampoco se descontarán los huecos de los mechinales y drenes, ni el volumen ocupado por las armaduras, por tubos de diámetro exterior menor de ochenta centímetros (0,80 m) y por las piezas metálicas embebidas en la obra de fábrica.

03.- Salvo prescripción diferente establecida en el PCTP y demás documentos del Proyecto, en los precios unitarios de las obras de fábrica están incluidos todos los gastos de las operaciones y materiales de preparación de la cimentación, ejecución de la obra de fábrica, curado, limpieza y terminación, que a continuación se expresan con carácter ni excluyente ni exhaustivo:

- a) El refinado y compactación del suelo en el fondo de la excavación para cimientos.
- b) La preparación de las superficies de unión entre tongadas o hiladas sucesivas.
- c) Los encofrados, apeos y cimbras.
- d) La obtención o adquisición, transporte, manipulación de todos los materiales que formen parte de la obra definitiva, cualquiera que sea su naturaleza y su procedencia.
- e) Las operaciones de construcción de la obra de fábrica.
- f) Las operaciones de curado del mortero, riego y cubriciones.
- g) Las medidas y precauciones para la ejecución de la fábrica en condiciones climáticas desfavorables.
- h) Los agotamientos y evacuación de las aguas.
- i) La colocación de conductos, anclajes y cuantos elementos o dispositivos hayan de quedar embebidos o anclados en la fábrica, que figuren en los planos u ordene instalar la Dirección de Obra.
- j) Los andamios, escaleras, pasarelas y demás medios de acceso o de trabajo que sean necesarios para la construcción y dirección de las obras.
- k) La limpieza y terminación de paramentos.
- l) La limpieza final de la obra con la retirada de los escombros y materiales rechazados y su depósito en los lugares autorizados por la Dirección.

Sección 1.^a

FÁBRICAS DE MATERIALES PÉTREOS

ARTÍCULO 37.11.- SILLERÍA

1.- DEFINICIÓN

01.- Se define como sillería la fábrica construida con piedras talladas según dimensiones dadas, de acuerdo con despieces geométricos previos, para que den juntas regulares en la unión de sus superficies de contacto.

2.- MATERIALES

2.1.- Mortero

01.- El mortero cumplirá lo especificado en el Artículo 20.52 del presente Pliego.

02.- La resistencia el mortero cumplirá lo especificado en el Código Técnico de la Edificación.

2.2.- Sillares

01.- La piedra a emplear en sillerías deberá cumplir las condiciones establecidas en el Artículo 21.11 de este Pliego.

02.- Las dimensiones de los sillares serán las señaladas en los planos de despiece correspondientes. El tipo de labra será el indicado en los planos y en el PCTP. Salvo indicación en contrario, se entenderá que la labra ha de ser fina y esmerada, tanto en paramentos como en lechos, sobrelechos y juntas; con aristas vivas y repasadas a cincel en toda su longitud.

03.- Las superficies de lechos y sobrelechos serán perfectamente planas en toda su extensión; y las de las juntas en una profundidad de quince centímetros (15 cm), como mínimo.

04.- Además de las tolerancias establecidas por el Código Técnico de la Edificación u otra normativa de aplicación, los paramentos vistos, respecto de la superficie teórica, cumplirán las siguientes tolerancias geométricas:

- a) Resaltes bruscos: máx. 5 mm.
- b) Planeidad de paramentos (con regla de 2 m): ± 10 mm.
- c) Desplome de tramos de 3 m de altura: ± 10 mm.
- d) Desplome en toda la altura: ± 30 mm.

05.- La capacidad de absorción de agua de la piedra será inferior al tres por ciento (3%), en peso. En alguna tipología de piedra podrá ser superior, previa aceptación por parte de la Dirección.

3.- EJECUCIÓN

01.- Las piezas se desbastarán en la cantera de donde se extraigan, con arreglo a las instrucciones de la Dirección.

02.- Este desbaste se ejecutará con martillo y puntero, dejando creces de dos centímetros (2 cm) a tres centímetros (3 cm) en cada cara.

03.- Transportados los sillares a pie de obra, se procederá a la labra de paramentos y juntas; estas en una extensión de quince centímetros (15 cm), como mínimo.

04.- Los sillares se presentarán en obra sin mortero, a fin de comprobar si asientan debidamente. No se permitirá el uso de cuñas, como no sea provisionalmente para recibir los sillares.

05.- Los sillares se mojarán antes de su colocación definitiva en obra. Cuando deban apoyarse sobre fábricas que no sean de sillería, lo harán por intermedio de una capa de mortero, cuyo espesor no deberá exceder de dos centímetros (2 cm) en punto alguno; para lo cual deberá dejarse convenientemente nivelada y enrasada la fábrica anterior.

06.- El espesor y tratamiento de las juntas entre sillares se fijará en los planos y en el PCTP. Salvo prescripción en contrario, se entenderá que su espesor no excederá de seis milímetros (6 mm).

07.- Los sillares se situarán con cordel y plomada, en baño de mortero; y serán acuñados y asentados dos (2) o tres (3) veces, si es preciso, hasta que el mortero refluya por todas partes. Seguidamente se retirarán las eventuales cuñas. Las hiladas quedarán perfectamente a nivel.

08.- Los resaltos y molduras se protegerán con maderas u otros medios, para evitar desperfectos.

09.- Las coronaciones de muros irán sujetas por anclajes de bronce, empotrados con plomo en agujeros cuidadosamente preparados. Los dinteles suspendidos irán provistos igualmente de agujeros dotados de ganchos de hierro, retacados con plomo, y preparados para su anclaje en el hormigón, cuando este constituya la estructura resistente del vano.

4.- CONTROL DE CALIDAD Y CRITERIOS DE ACEPTACIÓN Y RECHAZO

01.- Los materiales y la ejecución se controlarán mediante inspecciones periódicas en obra a efectos de comprobar que unos y otra cumplen con lo establecido anteriormente.

02.- Complementariamente, la Dirección, podrá ordenar la toma de muestras de materiales para verificar mediante ensayos de laboratorio el cumplimiento de alguna de sus características especificadas.

03.- Como consecuencia, los materiales, o unidades que no se ajusten a lo especificado deberán ser retirados de obra o, en su caso, demolida o reparada la parte de obra afectada.

5.- MEDICIÓN Y ABONO

01.- La sillería se abonará por metros cúbicos (m^3) realmente colocados en obra, medidos sobre los planos. En casos particulares, podrá ser abonada por metros cuadrados (m^2) o metros (m) realmente ejecutados, medidos, asimismo, sobre los planos.

ARTÍCULO 37.12.- MAMPOSTERÍA ORDINARIA

1.- DEFINICIÓN

01.- Se define como mampostería ordinaria la construida con piedras o mampuestos, de formas varias, sin otra preparación que el arreglo con martillo, y con mortero de cemento.

2.- MATERIALES

2.1.- Mortero

01.- El mortero cumplirá lo especificado en el Artículo 20.52 del presente Pliego.

02.- La resistencia el mortero cumplirá lo especificado en el Código Técnico de la Edificación.

2.2.- Mampuestos

01.- La piedra a emplear en mamposterías deberá cumplir las condiciones establecidas en el Artículo 21.11 de este Pliego.

02.- Como caso particular, podrá permitirse el empleo de pizarras, siempre que sean duras y la fábrica se proyecte con lechos de asiento horizontales.

03.- Cada piedra deberá carecer de depresiones capaces de debilitar, o de impedir su correcta colocación; y será de una conformación tal que satisfaga, tanto en su aspecto como estructuralmente, las exigencias especificadas para la fábrica.

04.- Las dimensiones de las piedras serán las indicadas en los planos. Si no existieran tales detalles al respecto, se preverán las dimensiones y superficies de caras necesarias para obtener las características generales y el aspecto indicado en los planos.

05.- Por lo general, las piedras tendrán un espesor superior a diez centímetros (10 cm); anchos mínimos de una vez y media (1,5) su espesor; y longitudes mayores de una vez y media (1,5) su ancho. Cuando se empleen piedras de coronación, sus longitudes serán, como mínimo, las del ancho del asiento de su tizón más veinticinco centímetros (25 cm).

06.- Por lo menos un cincuenta por ciento (50%) del volumen total de la mampostería estará formado por piedras cuyo volumen sea, como mínimo, de veinte decímetros cúbicos (20 dm³).

07.- Las piedras se trabajarán con el fin de quitarles todas las partes delgadas o débiles, así como las irregularidades de las caras que puedan dificultar la adherencia entre la piedra y el mortero, o el encaje de los mampuestos entre sí.

08.- Las caras vistas de los mampuestos se prepararán únicamente a labra tosca, con martillo; pudiéndose emplear mampuestos de todas las dimensiones, con las limitaciones anteriormente indicadas, incluso en paramentos.

09.- Las tolerancias de desvío en las caras de asiento, respecto de un plano, y en juntas, respecto de la línea recta, no excederán de las indicadas en el PCTP; en todo caso, serán inferiores a un centímetro y medio (1,5 cm).

10.- Además de las tolerancias establecidas por el Código Técnico de la Edificación u otra normativa de aplicación, los paramentos vistos, respecto de la superficie teórica, cumplirán las siguientes tolerancias geométricas:

- a) Puntos aislados: ± 40 mm.
- b) Planeidad de paramentos (con reglón de 2 m): ± 30 mm.
- c) Desplomes en tramos de 3 m de altura: ± 30 mm.
- d) Desplomes en toda la altura: ± 40 mm.

11.- La capacidad de absorción de agua de las piedras será inferior al tres por ciento (3%), de su peso.

3.- EJECUCIÓN

3.1.- Obras de mampostería ordinaria, en general

01.- Los mampuestos se lavarán y mantendrán húmedos hasta su colocación en obra. Se asentarán sobre un lecho de mortero, debiendo quedar enlazados en todos los sentidos. Los huecos que queden en la fábrica se rellenarán con piedras de menor tamaño; las cuales se acuñarán con fuerza de forma que el conjunto quede macizo, y que aquella resulte con la suficiente trabazón.

02.- Después de sentado el mampuesto, se le golpeará para que el mortero refluya. Deberá conseguirse que las piedras en distintas hiladas queden bien enlazadas en el sentido del ancho del muro; evitando que este quede dividido en hojas en el sentido del espesor; levantándose siempre la mampostería interior simultáneamente con la del paramento; y ejecutándose por capas normales a la dirección de las presiones a que esté sometida la fábrica.

03.- La mampostería se construirá por hiladas sensiblemente horizontales, pero sin enrasarlas con mortero, sino dejando adarajas acentuadas para mejorar el enlace con la hilada siguiente. La fábrica estará aparejada de forma que se consiga el mínimo de volumen de mortero posible sin que queden huecos sin rellenar. No existirán juntas continuas en ninguna dirección.

04.- Los paramentos se ejecutarán con el mayor esmero, de forma que su superficie quede continua y regular. Cuando, excepcionalmente, se autorice la construcción de la fábrica de mampostería con pizarra, los planos de asiento de los mampuestos serán horizontales, salvo prescripción en contrario de la Dirección. La tolerancia de las partes más salientes de las piedras respecto del plano teórico del paramento será de tres centímetros (0,03 m) en horizontal.

05.- Si en el PCTP no se especifica ningún tipo de acabado de juntas de paramento, estas deberán quedar totalmente rellenas de mortero, para lo cual, el mismo mortero que refluye al asentar los mampuestos será repasado y alisado con la punta de la paleta en todo el contorno de cada mampuesto, quedando así guarnecidas las juntas y destacado cada mampuesto en el paramento de la obra.

06.- Las juntas en los paramentos vistos deberán tener un espesor inferior a dos centímetros (0,02 m), y la superficie vista del conjunto de los ripios del paramento visto no excederá del cinco por ciento (5%) de la superficie total de este paramento.

07.- Durante el período de curado del mortero se mantendrá humedecida la mampostería mediante riego de agua, efectuándolo de forma continua o con la suficiente frecuencia para evitar la desecación.

08.- En caso de heladas, se suspenderán los trabajos de mampostería y se protegerá la fábrica recién construida con lonas u otros medios que no perjudiquen la calidad del mortero. Estará prohibido el uso de papel para estas cubriciones.

09.- Una vez terminada la ejecución de la fábrica de mampostería serán limpiados los paramentos vistos y, si fuese preciso, rejuntadas con mortero aquellas juntas que hubiesen quedado con hendiduras. Se quitarán las rebabas de mortero y se picarán los salientes de las piedras que hayan quedado fuera de las tolerancias, ya sea por imperfecciones en la colocación de los mampuestos o por insuficiente preparación de las caras vistas de los mismos.

3.2.- Muros

01.- Serán de aplicación las prescripciones contenidas en el anterior Apartado de este Artículo.

02.- Cuando el espesor del muro sea inferior a sesenta centímetros (60 cm), se colocarán mampuestos de suficiente tizón para atravesarlo en todo su espesor; de forma que exista al menos una (1) de estas piezas por cada metro cuadrado (1 m²). Si el espesor es superior se alternarán, en los tizones, mampuestos grandes y pequeños, para conseguir una trabazón perfecta.

03.- Salvo que la Dirección disponga lo contrario, el Contratista vendrá obligado a dejar en la fábrica mechinales u orificios, regularmente dispuestos, para facilitar la evacuación del agua del trasdós de la misma; a razón de uno (1) por cada cuatro metros cuadrados (4 m²) de paramento.

4.- CONTROL DE CALIDAD Y CRITERIOS DE ACEPTACIÓN Y RECHAZO

01.- Los materiales y la ejecución se controlarán mediante inspecciones periódicas en obra a efectos de comprobar que unos y otra cumplen con lo establecido anteriormente.

02.- Complementariamente, la Dirección de Obra podrá ordenar la toma de muestras de materiales para verificar mediante ensayos de laboratorio el cumplimiento de alguna de sus características especificadas.

03.- Como consecuencia, los materiales o unidades que no se ajusten a lo especificado deberán ser retirados de obra o, en su caso, demolida o reparada la parte de obra afectada.

5.- MEDICIÓN Y ABONO

01.- La mampostería ordinaria se abonará por metros cúbicos (m³) realmente colocados en obra, medidos sobre los planos. Podrá ser abonada por metros cuadrados (m²) realmente ejecutados, en los casos en que su espesor sea constante.

ARTÍCULO 37.13.- MAMPOSTERÍA EN SECO

1.- DEFINICIÓN

01.- Se define como mampostería en seco la construida con mampuestos, colocados a hueso, sin mortero de unión entre ellos.

2.- MATERIALES

01.- La piedra a emplear en mamposterías en seco deberá cumplir las condiciones establecidas en los párrafos 01, 02, 03, 04, 05, 06, 09 y 11 del Apartado 2.2 del Artículo 37.12 de este Pliego.

02.- Las piedras se trabajarán con el fin de quitarles todas las partes delgadas o débiles.

3.- EJECUCIÓN

01.- La mampostería en seco deberá construirse con piedra arreglada con martillo para conseguir un buen encaje de los mampuestos entre sí. Se excluirán piedras de forma redonda. Las piedras se colocarán en obra de modo que se obtenga una fábrica compacta; y en los paramentos se colocarán las piedras de mayores dimensiones. Se evitará siempre la coincidencia de las juntas verticales. En el interior de la fábrica de mampostería se podrán utilizar ripios y mampuestos de menor tamaño, para rellenar los intersticios existentes entre los que constituyen la mampostería. En los paramentos vistos no se colocarán ripios, y el ancho de las juntas no excederá de tres centímetros (0,03 m).

02.- En las aristas se utilizarán los mampuestos de mayor dimensión y que por su forma se adapten mejor a esa función. En los muros de espesor inferior a sesenta centímetros (60 cm) se dispondrán mampuestos de suficiente tizón para atravesarlos en todo su espesor; de forma que exista, al menos, una (1) de estas piezas por cada metro cuadrado (1 m²) de paramento.

03.- En la coronación de los muros se adoptarán las disposiciones previstas en los planos; en su defecto, se dispondrán mampuestos de cobija que cubran todo el ancho de la misma.

4.- CONTROL DE CALIDAD Y CRITERIOS DE ACEPTACIÓN Y RECHAZO

01.- Los materiales y la ejecución se controlarán mediante inspecciones periódicas en obra a efectos de comprobar que unos y otra cumplan con lo establecido anteriormente.

02.- Complementariamente, la Dirección de Obra podrá ordenar la toma de muestras de materiales para verificar mediante ensayos de laboratorio el cumplimiento de alguna de sus características especificadas.

03.- Como consecuencia, los materiales o unidades que no se ajusten a lo especificado deberán ser retirados de obra o, en su caso, demolida o reparada la parte de obra afectada.

5.- MEDICIÓN Y ABONO

01.- La fábrica de mampostería en seco se abonará por metros cúbicos (m³) realmente colocados en obra, medidos sobre los planos. Podrá ser abonada por metros cuadrados (m²) realmente ejecutados, en los casos en que su espesor sea constante.

ARTÍCULO 37.14.- MAMPOSTERÍA DESCAFILADA

1.- DEFINICIÓN

01.- Se define como mampostería descafilada aquella cuyos mampuestos están labrados en los bordes de las caras que definen el paramento, dejándose el resto de dicha cara salediza o averrugada, las juntas no tienen ripios y las piedras están unidas con mortero de cemento.

2.- MATERIALES

2.1.- Mortero

01.- El mortero cumplirá lo especificado en el Artículo 20.52 del presente Pliego.

02.- La resistencia el mortero cumplirá lo especificado en el Código Técnico de la Edificación.

2.2.- Mampuestos

01.- La piedra a emplear en mamposterías deberá cumplir las condiciones establecidas en los párrafos 01, 03, 04, 05, 06, 07, 09, 10 y 11 del Apartado 2.2 del Artículo 37.12 de este Pliego.

02.- Se llagueará el borde de las caras de paramento, con martillo o maceta; quedando el resto de la cara en forma salediza o averrugada, según el carácter de fortaleza que se quiera dar a la fábrica; el fondo de ella puede acondicionarse como la mampostería careada o incluso como el de la ordinaria.

3.- EJECUCIÓN

01.- Los mampuestos se mojarán antes de ser colocados en obra. Se asentarán sobre lecho de mortero, debiendo quedar enlazados en todos los sentidos. Para los paramentos vistos se seleccionarán los mampuestos de tamaño y forma más regulares; desbastándolos, si es preciso, con martillo y trinchante, pero sin exigir a estos mampuestos formas ni dimensiones determinadas; y excluyéndose en todo caso el ripio. Los huecos del interior de la fábrica se rellenarán con piedras de menor tamaño; las cuales se acuñarán con fuerza, de modo que el conjunto quede macizo, y que aquella resulte con la suficiente trabazón.

02.- Después de sentado el mampuesto, se le golpeará para que el mortero refluya. Deberá conseguirse que las piedras en distintas hiladas queden bien enlazadas en el sentido del ancho de muro; evitando que este quede dividido en hojas en el sentido del espesor; levantándose siempre la mampostería interior simultáneamente con la del paramento; y ejecutándose por capas normales a la dirección de las presiones a que esté sometida la fábrica.

03.- Será de aplicación el párrafo 03 del Apartado 3.1 del Artículo 37.12 de este Pliego.

04.- Los paramentos se ejecutarán con el mayor esmero, de forma que su superficie quede continua y regular. Cuando, excepcionalmente, se autorice que la construcción de la fábrica de mampostería se realice con pizarra, los planos de asiento de los mampuestos serán horizontales, salvo prescripción en contrario de la Dirección.

05.- Las juntas en los paramentos vistos estarán exentas de ripios. Su espesor no será superior a un centímetro (0,01 m); salvo prescripción diferente en el PCTP.

06.- Si en el PCTP no se especifica ningún tipo de acabado de juntas de paramento, estas se rascarán, para vaciarlas de mortero u otras materias extrañas, hasta una profundidad no inferior a tres centímetros (3 cm); y se humedecerán y rellenarán inmediatamente con un nuevo mortero, cuidando de que este penetre perfectamente hasta el fondo descubierto previamente; la pasta se comprimirá con herramienta adecuada; acabándola de tal modo que, en el frente del paramento terminado, se distinga perfectamente el contorno de cada mampuesto.

07.- Serán de aplicación los párrafos 07, 08, y 09 del Apartado 3.1 y 02 y 03 del Apartado 3.2 del Artículo 37.12 de este Pliego.

4.- CONTROL DE CALIDAD Y CRITERIOS DE ACEPTACIÓN Y RECHAZO

01.- Los materiales y la ejecución se controlarán mediante inspecciones periódicas en obra, a efectos de comprobar que unos y otra cumplen con lo establecido anteriormente.

02.- Complementariamente, la Dirección podrá ordenar toma de muestras de materiales para verificar mediante ensayos de laboratorio el cumplimiento de alguna de sus características especificadas.

03.- Como consecuencia, los materiales o unidades que no se ajusten a lo especificado deberán ser retirados de obra o, en su caso, demolida o reparada la parte de obra afectada.

5.- MEDICIÓN Y ABONO

01.- La mampostería descafilada se abonará por metros cúbicos (m^3) realmente colocados en obra, medidos sobre los planos. Podrá ser abonada por metros cuadrados (m^2) realmente ejecutados, en los casos en que su espesor sea constante.

ARTÍCULO 37.15.- MAMPOSTERÍA CONCERTADA

1.- DEFINICIÓN

01.- Se define como mampostería concertada la construida colocando, en sus paramentos vistos, mampuestos con sus caras labradas en forma poligonal más o menos regular para que su asiento se verifique sobre superficies sensiblemente planas. Las juntas están exentas de ripios, y las piedras están unidas con mortero de cemento.

2.- MATERIALES

2.1.- Mortero

01.- El mortero cumplirá lo especificado en el Artículo 20.52 del presente Pliego.

02.- La resistencia el mortero cumplirá lo especificado en el Código Técnico de la Edificación.

2.2.- Mampuestos

01.- La piedra a emplear en mamposterías deberá cumplir las condiciones establecidas en los párrafos 01, 03, 04, 05, 06, 07, 09 y 11 del Apartado 2.2 del Artículo 37.12 de este Pliego.

02.- Los mampuestos se desbastarán, hasta conseguir formas más o menos regulares, labrándose en toco con el picón.

03.- Además de las tolerancias establecidas por el Código Técnico de la Edificación u otra normativa de aplicación, los paramentos vistos, respecto de la superficie teórica, cumplirán las siguientes tolerancias geométricas:

- a) Puntos aislados: ± 20 mm.
- b) Planeidad de paramentos (con regla de 2m): ± 15 mm.
- c) Desplome en tramos de 3 m de altura: ± 15 mm.
- d) Desplome en toda la altura: ± 30 mm.

3.- EJECUCIÓN

01.- Los mampuestos se mojarán antes de ser colocados en obra. Se asentarán sobre un lecho de mortero, debiendo quedar enlazados en todos los sentidos. Para los paramentos vistos se seleccionarán los mampuestos de tamaño y forma más regulares; desbastándolos, si es necesario, con martillo y trinchante, en formas uniformes, más o menos regulares o geométricas, de acuerdo con los planos; y labrándolos en toco con picón, salvo que en el PCTP se especifique otro tipo de acabado para las caras vistas.

02.- En el interior de la fábrica deberán rellenarse los huecos con piedras de menor tamaño; las cuales se acuñarán con fuerza, de manera que el conjunto quede macizo y que aquella resulte con la suficiente trabazón.

03.- Serán de aplicación los párrafos 02 y 03 del Apartado 3.1 del Artículo 37.12 de este Pliego.

04.- Los paramentos se ejecutarán con el mayor esmero, de forma que su superficie quede continua y regular.

05.- Si en el PCTP no se especifica ningún tipo de acabado de juntas de paramento, estas se rascarán, para vaciarlas de mortero u otras materias extrañas, hasta una profundidad no inferior a tres centímetros (3 cm); se humedecerán y rellenarán inmediatamente con un nuevo mortero, cuidando de que este penetre perfectamente hasta el fondo descubierto previamente; la pasta se comprimirá con herramienta adecuada; acabándola de tal modo, que, en el frente del paramento, una vez terminado, se distinga perfectamente el contorno de cada mampuesto.

06.- Las juntas de paramento tendrán una anchura máxima visible de tres centímetros (3 cm).

07.- Serán de aplicación los párrafos 07, 08 y 09 del Apartado 3.1 y 02 y 03 del Apartado 3.2 del Artículo 37.12 de este Pliego.

4.- CONTROL DE CALIDAD Y CRITERIOS DE ACEPTACIÓN Y RECHAZO

01.- Los materiales y la ejecución se controlarán mediante inspecciones periódicas en obra a efectos de comprobar que unos y otra cumplen con lo establecido anteriormente.

02.- Complementariamente, la Dirección podrá ordenar la toma de muestras de materiales para verificar mediante ensayos de laboratorio el cumplimiento de alguna de sus características especificadas.

03.- Como consecuencia, los materiales o unidades que no se ajusten a lo especificado deberán ser retirados de obra o, en su caso, demolida o reparada la parte de obra afectada.

5.- MEDICIÓN Y ABONO

01.- La mampostería concertada se abonará por metros cúbicos (m^3) realmente colocados en obra, medidos sobre los planos. Podrá ser abonada por metros cuadrados (m^2) realmente ejecutados, en los casos en que su espesor sea constante.

ARTÍCULO 37.16.- MAMPOSTERÍA CAREADA

1.- DEFINICIÓN

01.- Se define como mampostería careada aquella cuyos mampuestos, en los paramentos vistos, están labrados en su cara exterior a labra tosca y plana; las juntas de paramento están exentas de ripios, y las piedras están unidas con mortero de cemento.

2.- MATERIALES

2.1.- Mortero

01.- El mortero cumplirá lo especificado en el Artículo 20.52 del presente Pliego.

02.- La resistencia el mortero cumplirá lo especificado en el Código Técnico de la Edificación.

2.2.- Mampuestos

01.- La piedra a emplear en mampostería deberá cumplir las condiciones establecidas en los párrafos 01, 02, 03, 04, 05, 06, 07, 09 y 11 del Apartado 2.2 del Artículo 37.12 del presente Pliego.

02.- Se prohíbe la colocación de las piedras de pequeña dimensión o ripios en los paramentos vistos. El desbaste podrá ejecutarse con martillo y trinchante, y se realizará en toda la superficie de las caras vistas.

03.- Además de las tolerancias establecidas por el Código Técnico de la Edificación u otra normativa de aplicación, los paramentos vistos, respecto de la superficie teórica, cumplirán las siguientes tolerancias geométricas:

- a) Puntos aislados: ± 30 mm.
- b) Planeidad de paramentos (con regla de 2 m): ± 20 mm.
- c) Desplome en tramos de 3 m de altura: ± 20 mm.
- d) Desplome en toda la altura: ± 30 mm.

3.- EJECUCIÓN

01.- Los mampuestos se mojarán antes de ser colocados en obra. Se asentarán sobre lecho de mortero, debiendo quedar enlazados en todos los sentidos. Para los paramentos vistos, se seleccionarán los mampuestos de tamaño y forma más regulares; desbastándolos, si es preciso, con martillo y trinchante, pero sin exigir a estos mampuestos formas ni dimensiones determinadas; excluyéndose en todo caso el ripio en los paramentos vistos. Los huecos del interior de la fábrica se rellenarán con piedras de menor tamaño; las cuales se acuñarán con fuerza, de manera que el conjunto quede macizo, y que aquella resulte con la suficiente trabazón.

02.- Serán de aplicación los párrafos 02 y 03 del Apartado 3.1 del Artículo 37.12 de este Pliego.

03.- Los paramentos se ejecutarán con el mayor esmero, de forma que su superficie quede continua y regular. Cuando, excepcionalmente, se autorice la construcción de la fábrica de mampostería con pizarra, los planos de asiento de los mampuestos serán horizontales, salvo prescripción en contrario de la Dirección.

04.- Las juntas en los paramentos vistos estarán exentas de ripios. Su espesor no será superior a un centímetro (0,01 m); salvo prescripción en el PCTP.

05.- Si en el PCTP no se especifica ningún tipo de acabado de juntas de paramento, estas se rascarán, para vaciarlas de mortero y otras materias extrañas, hasta una profundidad no inferior a tres centímetros (3 cm); se humedecerán y rellenarán inmediatamente con un nuevo mortero, cuidando de que este penetre perfectamente hasta el fondo descubierto previamente; la pasta se comprimirá con herramienta adecuada, acabándola de tal manera que, en el frente del paramento terminado, se distinga perfectamente el contorno de cada mampuesto.

06.- Serán de aplicación los párrafos 07, 08 y 09 del Apartado 3.1 y 02 y 03 del Apartado 3.2 del Artículo 37.12 de este Pliego.

4.- CONTROL DE CALIDAD Y CRITERIOS DE ACEPTACIÓN Y RECHAZO

01.- Los materiales y la ejecución se controlarán mediante inspecciones periódicas en obras a efectos de comprobar que unos y otra cumplen con lo establecido anteriormente.

02.- Complementariamente, la Dirección podrá ordenar la toma de muestras de materiales para verificar mediante ensayos de laboratorio el cumplimiento de alguna de sus características especificadas.

03.- Como consecuencia, los materiales o unidades que no se ajusten a lo especificado deberán ser retirados de obra o, en su caso, demolida o reparada la parte de obra afectada.

5.- MEDICIÓN Y ABONO

01.- La mampostería careada se abonará por metros cúbicos (m^3) realmente colocados en obra, medidos sobre los planos. Podrá ser abonada por metros cuadrados (m^2) realmente ejecutados, en los casos en que su espesor sea constante.

ARTÍCULO 37.17.- CHAPADO DE PIEDRA

1.- DEFINICIÓN

01.- Se define como chapado de piedra al revestimiento de los paramentos de una obra de fábrica, ejecutado con piezas de piedra natural o artificial de forma regular de tres (3) a cinco (5) centímetros de espesor.

2.- MATERIALES

2.1.- Placas de piedra natural

01.- La naturaleza de la piedra será la definida en los planos o en el PCTP: mármol, caliza, granito etcétera. Cumplirá las condiciones establecidas en el Artículo 21.11 de este Pliego.

02.- La piedra deberá cumplir las siguientes condiciones:

- Ser homogénea, de grano fino y uniforme, de textura compacta, no heladiza ni friable.
- De resistencia a la compresión igual o superior a cuarenta (40) megapascales, de acuerdo con las condiciones establecidas en el Apartado 5 del Artículo 21.11 de este Pliego.
- Carecer de grietas, nódulos, oquedades y restos orgánicos. Dará sonido claro al golpearla con martillo.
- Ser inalterable al agua y a la intemperie; y resistente al fuego.
- El acabado de las caras vistas será el definido en los planos o en el PCTP. Generalmente será pulimentado, o de labra fina.
- Los taladros para alojamiento de las grapas, en los cantos de las placas, se realizarán en taller.

2.2.- Placas de piedra artificial

01.- La piedra artificial estará fabricada con arenas procedentes de la trituración de la piedra natural que se quiere imitar y cemento Pórtland; pudiéndosele añadir un colorante y aditivos.

02.- Las placas de piedra artificial dispondrán de las armaduras de acero que sean convenientes para evitar desperfectos en el transporte, colocación y servicio.

2.3.- Anclajes

01.- Las placas de piedra natural o artificial se anclarán mecánicamente siempre a la fábrica que se revista con anclajes que puedan soportar por sí solos el peso de las placas y los esfuerzos derivados de acciones (reológicas, viento, etc.).

02.- Los anclajes serán de materiales resistentes a la corrosión.

03.- Podrán emplearse los siguientes anclajes:

- a) Tornillos o escarpas de bronce, cobre, latón o acero inoxidable.
- b) Grapas de bronce, cobre, latón o acero inoxidable.
- c) Alambre de 4 o 5 mm de grueso de latón, cobre o acero inoxidable.

3.- EJECUCIÓN

01.- Las placas se colocarán en obra suspendiéndolas exclusivamente de los ganchos o dispositivos preparados para su elevación. Se fijarán a la fábrica mediante el sistema previsto en los planos.

02.- La sujeción de las placas se confiará únicamente a los dispositivos de anclaje mecánico previstos y probados antes del suministro de las placas.

03.- Las placas de piedra artificial y las de piedra natural, cuya absorción de agua sea mayor del medio por ciento (0,5%), se mojarán previamente a su colocación, así como, en todo caso, el paramento de la fábrica que se reviste.

04.- Las carpinterías, barandillas y todos los elementos de sujeción irán fijados sobre la fábrica, nunca sobre el chapado.

05.- Las juntas de dilatación de la estructura se mantendrán en el chapado.

06.- Las juntas entre placas será preceptivo dependiendo del color, coeficiente de dilatación y orientación de la placa. De forma general, no será inferior a 4 mm.

07.- Será preciso disponer de juntas de dilatación de fachada en aquellos anclajes rígidos que no permitan movimientos entre placas. En este caso, se debe disponer juntas cada 8 m aproximadamente.

4.- CONTROL DE CALIDAD Y CRITERIOS DE ACEPTACIÓN Y RECHAZO

01.- Los materiales y la ejecución de esta unidad se controlarán mediante inspecciones periódicas, a efectos de comprobar que unos y otra cumplen las condiciones anteriormente establecidas.

02.- La Dirección podrá ordenar la realización de ensayos sobre muestras de los materiales para comprobar alguna de sus características.

03.- Se rechazarán los materiales o unidades que no cumplan estrictamente lo especificado.

04.- En aquellos casos en los que el soporte sea "hueco", será preceptivo ensayar algunas placas, para observar el caso particular correspondiente.

5.- MEDICIÓN Y ABONO

01.- Los chapados de piedra se abonarán por metros cuadrados (m²) de chapado de un determinado espesor realmente colocados en obra, incluyendo mochetas y descontando huecos.

Sección 2.^a

FÁBRICAS DE LADRILLO Y PIEZAS DE ARCILLA COCIDA

ARTÍCULO 37.21.- FÁBRICAS DE LADRILLO Y PIEZAS DE ARCILLA COCIDA

1.- DEFINICIÓN

01.- Se definen como fábricas de piezas de arcilla cocida aquellas constituidas por piezas de arcilla cocida ligadas con mortero.

02.- Las obras de fábrica de piezas de arcilla cocida pueden clasificarse en los siguientes grupos:

- a) Muros y pilares.
- b) Tabiquería de ladrillo: Tabiques y tabicones.
- c) Arcos, bóvedas y cúpulas.
- d) Revestimientos de pozos y galerías.
- e) Otras obras (arquetas, revestimientos, chapados, etcétera.).

2.- MATERIALES

2.1.- Piezas de arcilla cocida

01.- Las piezas de arcilla cocida cumplirán las condiciones establecidas en el Artículo 21.21 de este Pliego, así como en el Código Técnico de la Edificación.

02.- Si en los paramentos se emplea ladrillo ordinario, este deberá ser seleccionado en cuanto a su aspecto, calidad, cochura y coloración, con objeto de conseguir la uniformidad o diversidad deseada.

03.- El empleo de piezas especiales o prensadas deberá preverse en el PCTP.

04.- En cualquier caso, el Contratista estará obligado a presentar muestras para seleccionar el tipo y acabado.

05.- En los paramentos es necesario emplear piezas y cementos que no produzcan eflorescencias.

2.2.- Mortero

01.- El mortero cumplirá lo establecido en el Artículo 20.52 del presente Pliego, así como en el Código Técnico de la Edificación.

3.- EJECUCIÓN

3.1.- Replanteo

01.- Se trazará la planta de las fábricas a realizar, con el debido cuidado para que sus dimensiones estén dentro de las tolerancias admitidas. Para el alzado de los muros se recomienda colocar en cada esquina de la planta una mira perfectamente recta, escantillada con marcas en las alturas de las hiladas, y tender cordeles entre las miras, apoyados sobre sus marcas, que se van elevando con la altura de una o varias hiladas para asegurar la horizontalidad de estas. Para paños largos, se dispondrán miras cada 4 metros, siempre que no sean requeridas por quiebros, mochetas o similar.

3.2.- Humedecimiento de las piezas

01.- Las piezas se humedecerán antes de su empleo en la ejecución de la fábrica, siempre que no sean hidrofugadas por inmersión.

02.- El humedecimiento puede realizarse por aspersión, regando abundantemente el rejal hasta el momento de su empleo. Puede realizarse también por inmersión, introduciendo las piezas en una balsa durante unos minutos y apilándolas después de sacarlas hasta que no goteen. La cantidad de agua embebida en la pieza debe ser la necesaria para que no varíe la consistencia del mortero al ponerlo en contacto con la pieza, sin succionar agua de amasado ni incorporarla.

3.3.- Colocación de las piezas

3.3.1.- Fábricas de ladrillo

01.- Las fábricas se ejecutarán según el aparejo previsto en el Proyecto o, en su defecto, el que indique la Dirección.

02.- Los ladrillos se colocarán siempre a restregón. Para ello se extenderá sobre el asiento, o la última hilada, una torta de mortero en cantidad suficiente para que tendel y llaga resulten de las dimensiones especificadas, y se igualará con la paleta. Se colocará el ladrillo sobre la torta, a una distancia horizontal al ladrillo contiguo de la misma hilada, anteriormente colocado, aproximadamente al doble del espesor de la llaga. Se apretará verticalmente el ladrillo y se restregará, acercándole al ladrillo contiguo ya colocado, hasta que el mortero rebose por llaga y tendel, quitando con la paleta los excesos de mortero. No se moverá ningún ladrillo después de efectuada la operación de restregón. Si fuera necesario corregir la posición de un ladrillo, se quitará, retirando también el mortero.

03.- Las hiladas de ladrillo se comenzarán por el paramento y se terminarán por el trasdós del muro. La subida de la fábrica se hará a nivel, evitando asientos desiguales. Después de una interrupción, al reanudarse el trabajo se regará abundantemente la fábrica, se barrerá, y se sustituirá, empleando mortero nuevo, todo el ladrillo deteriorado.

04.- Los paramentos se harán con los cuidados y precauciones indispensables para que cualquier elemento se encuentre en el plano, superficie y perfil prescritos. En las superficies curvas las juntas serán normales a los paramentos, disponiendo mayor número de miras para garantizar la traza del replanteo.

05.- En la unión de la fábrica de ladrillo con otro tipo de fábrica, tales como sillería o mampostería, las hiladas de ladrillo deberán enrasar perfectamente con las de los sillares o mampuestos.

3.3.2.- Fábricas de bloques cerámicos

01.- Las fábricas se ejecutarán según el aparejo previsto en el Proyecto o, en su defecto, el que indique la Dirección.

02.- Los bloques se colocarán verticalmente, no a restregón, encajando los machihembrados, si existieran. Se golpeará con una maza de goma las piezas para conseguir que el mortero penetre en las perforaciones.

03.- En el Proyecto se indicará si el tendel se realiza en una banda o dos, en función de las propiedades que se requieran (aislamiento térmico, acústico, resistencia mecánica, etc.)

3.4.- Relleno de juntas

01.- El mortero debe llenar las juntas: tendel y llagas totalmente, salvo que se indique lo contrario en el Proyecto.

Si después de restregar el ladrillo quedara alguna junta no totalmente llena, se añadirá el mortero necesario y se apretará con la paleta. Las llagas y los tendeles tendrán en todo el grueso y altura del muro el espesor especificado en el Proyecto.

02.- En las fábricas vistas se realizará el rejuntado de acuerdo con las especificaciones del Proyecto.

3.5.- Enjarjes

01.- Las fábricas deben levantarse por hiladas horizontales en toda la extensión de la obra, siempre que sea posible. Cuando dos partes de una fábrica hayan de levantarse en épocas distintas, la que se ejecute primero se dejará escalonada. Si esto no fuera posible, se dejará formando alternativamente entrantes o adarajas y salientes o endejas.

3.6.- Protecciones durante la ejecución

01.- Protección contra la lluvia. Cuando se prevean fuertes lluvias se protegerán las partes recientemente ejecutadas con láminas de material plástico u otros medios, a fin de evitar la erosión de las juntas de mortero.

02.- Protección contra las heladas. Si ha helado antes de iniciar la jornada, no se reanudará el trabajo sin haber revisado escrupulosamente lo ejecutado en las cuarenta y ocho horas anteriores, y se demolerán las partes dañadas. Si hiela cuando es la hora de empezar la jornada o durante esta, se suspenderá el trabajo. En ambos casos se protegerán las partes de la fábrica recientemente construidas. Si se prevé que helará durante la noche siguiente a una jornada, se tomarán análogas precauciones.

03.- Protección contra el calor. En tiempo extremadamente seco y caluroso, se mantendrá húmeda la fábrica recientemente ejecutada, a fin de que no se produzca una fuerte y rápida evaporación del agua del mortero.

04.- Arriostramientos durante la construcción. Durante la construcción de los muros, y mientras estos no hayan sido estabilizados, según sea el caso, mediante la colocación de la viguería, de las cerchas, de la ejecución de los forjados, etcétera, se tomarán las precauciones necesarias para que, si sobrevienen fuertes vientos, no puedan ser volcados. Para ello se arriostrarán los muros a los andamios, si la estructura de estos lo permite, o bien se apuntalarán con tablonos cuyos extremos estén bien asegurados.

4.- TOLERANCIAS

01.- Además de las tolerancias establecidas por el Código Técnico de la Edificación u otra normativa de aplicación, las tolerancias geométricas en las fábricas de piezas de arcilla cocida se ajustarán a los valores del siguiente cuadro:

DESVIACIONES ADMISIBLES EN MILÍMETROS PARA FÁBRICA DE LADRILLO DE

CONCEPTOS	Cimientos	Muros	Pilares
1. COTAS ESPECIFICADAS:			
Espesores	0 a +15	-10 a +15	+10
Alturas parciales	+15	±15	±15
Alturas totales	---	±25	±25
Distancias parciales entre ejes	±10	±10	±10
Distancia entre ejes extremos	±20	±20	±20



2. DESPLOMES			
En una planta	---	±10	±10
En la altura total	±10	±30	±30
3. HORIZONTALIDAD DE HILADAS			
Por metros de longitud	±2	±2	---
4. PLANEIDAD DE PARAMENTOS (Comprobada con regla de 2 m)			
Paramentos para enfoscar	---	±10	±5
Paramentos de cara vista	---	±5	±5

5.- CONTROL DE CALIDAD Y CRITERIOS DE ACEPTACIÓN Y RECHAZO

01.- La recepción de los ladrillos se llevarán a cabo de acuerdo con lo especificado en el Apartado 6 del Artículo 21.21 de este Pliego.

02.- La ejecución se controlará mediante inspecciones periódicas.

03.- Los materiales o unidades que no se ajusten a lo especificado, deberán ser retirados de obra o, en su caso, demolida o reparada la parte de obra afectada.

6.- MEDICIÓN Y ABONO

01.- Las fábricas de ladrillo se abonarán por metros cúbicos (m³) realmente ejecutados, medidos sobre los planos. Podrán ser abonadas por metros cuadrados (m²) realmente ejecutados en los casos en que su espesor sea constante.

Sección 3.^a

FÁBRICAS DE BLOQUES DE HORMIGÓN

ARTÍCULO 37.31.- FÁBRICA DE BLOQUES DE HORMIGÓN

1.- DEFINICIÓN

01.- Se define como fábrica de bloques de hormigón la constituida por bloques de hormigón ligados con mortero.

2.- MATERIALES

2.1.- Bloques de hormigón

01.- Los bloques de hormigón cumplirán las condiciones establecidas en el Artículo 22.41 de este Pliego, así como en el Código Técnico de la Edificación.

2.2.- Mortero de cemento

01.- El mortero cumplirá lo establecido en el Artículo 20.52 del presente Pliego, así como en el Código Técnico de la Edificación.

2.3.- Hormigón

01.- En el caso de que se utilice hormigón para rellenar los muros de bloques, el tamaño máximo del árido utilizado en la confección del hormigón de relleno no será mayor de 25 mm y la resistencia a compresión de este ha de ser igual a la de los bloques; al menos, presentará una resistencia característica de 20 MPa.

2.4.- Acero

01.- En los muros armados, las armaduras estarán constituidas por barras de acero lisas o corrugadas, aunque pueden utilizarse otros tipos de refuerzos metálicos, por ejemplo, en la unión de muros perpendiculares.

3.- EJECUCIÓN

01.- Los muros fabricados con bloques huecos de hormigón se aparejan a soga, siempre que la anchura de las piezas corresponda a la del muro.

02.- En condiciones favorables de higrometría y de temperatura, no se deben emplear los bloques antes de tres semanas a partir de su fabricación.

03.- Los bloques deberán humedecerse inmediatamente antes de su colocación, sin que su contenido de agua en peso exceda del 35 por 100 del correspondiente a la saturación. Se tomarán las debidas precauciones para evitar el incremento de contenido de agua por lluvia u otras causas.

04.- Los bloques se colocarán de modo que las hiladas queden perfectamente horizontales y bien aplomadas, teniendo en todos los puntos el mismo espesor. Cada bloque de una hilada cubrirá a los de la hilada inferior por lo menos en 12,5 cm. Los bloques se ajustarán mientras el mortero esté todavía blando, para asegurar una buena unión del bloque con el mortero y evitar que se produzcan grietas.

05.- Las partes de la fábrica recientemente construida se protegerán de las inclemencias del tiempo (lluvia, heladas, calor y fuertes vientos).

06.- Las juntas de contracción deben mantenerse limpias de restos de mortero e impermeabilizarse con masillas bituminosas.

4.- TOLERANCIAS

01.- Además de las tolerancias establecidas por el Código Técnico de la Edificación u otra normativa de aplicación, las tolerancias geométricas en las fábricas de bloques de hormigón se ajustarán a los valores del siguiente cuadro:

CONCEPTOS	DESVIACIONES ADMISIBLES (mm) PARA FÁBRICA DE BLOQUES DE HORMIGÓN
1.-HORIZONTALIDAD DE HILADAS POR METROS DE LONGITUD	≤ 2
2.-DESPLOMES:	
- EN UNA PLANTA	≤ 10
- EN LA ALTURA TOTAL	≤ 30
3.- PLANEIDAD (Comprobación con regla de 2 m.)	≤ 10

5.- CONTROL DE CALIDAD Y CONDICIONES DE ACEPTACIÓN Y RECHAZO

01.- La recepción de los bloques se llevará a cabo de acuerdo con lo especificado en el Artículo 22.41 de este Pliego.

02.- La ejecución se controlará mediante inspecciones periódicas.

03.- Los materiales o unidades que no se ajusten a lo especificado, deberán ser retirados de la obra o, en su caso, demolida o reparada la parte de obra afectada.

6.- MEDICIÓN Y ABONO

01.- Las fábricas de bloques de hormigón se medirán y abonarán por metros cúbicos (m³) realmente ejecutados medidos sobre los planos. Podrán ser abonadas por metros cuadrados (m²) en los casos en que su espesor sea constante.

02.- Las armaduras, en su caso, se abonarán por kilogramos (kg) de acero medidos sobre planos.

Sección 4.^a

ESCOLLERAS Y OBRAS DE TIERRA

ARTÍCULO 37.41.- ESCOLLERA DE PIEDRAS

1.- DEFINICIÓN

01.- La escollera consiste en la extensión por vertido de un conjunto, en general en forma de manto o repié, de piedras relativamente grandes procedentes de excavaciones en roca, sobre un talud preparado, formando una capa compacta, bien graduada y con un mínimo de huecos.

02.- Su ejecución comprende normalmente las siguientes operaciones:

- Preparación de la superficie de apoyo de la escollera.
- Colocación de una capa filtro.
- Excavación, carga y transporte del material pétreo que constituye la escollera.
- Vertido y colocación del material.

2.- NORMATIVA

01.- Será de aplicación la Guía para el proyecto y la ejecución de muros de escollera en obras de carretera, publicada en agosto de 2006 por el Ministerio de Fomento.

02.- Se atenderá a lo dispuesto en el Artículo 658 del PG-3.

2.1.- Normas UNE que implican marcado CE

01.- EN 13383-1. Escolleras. Parte 1: Especificaciones.

3.- MATERIALES

01.- Los materiales a emplear cumplirán lo dispuesto en el Artículo 21.11 del presente Pliego.

02.- Los materiales deberán contar con Marcado CE.

03.- Al colocar el marcado CE, el fabricante está indicando que asume la responsabilidad sobre la conformidad del producto, así como el cumplimiento de todos los requisitos aplicables establecidos en el Reglamento (UE) n.º 305/2011.

04.- La conformidad del producto se comprobará mediante la verificación documental de que los valores declarados en los documentos que acompañan al marcado CE permiten deducir el cumplimiento de las especificaciones contempladas en el Proyecto y este PCTG.

05.- La piedra a emplear en escollera será de naturaleza preferiblemente granítica, angulosa y de una calidad tal que no se desintegre por la exposición al agua o la intemperie, debiendo ser sana y duradera. Estará exenta de materia orgánica y arcilla, planos de debilidad y otras características que pudieran contribuir al desmoronamiento o rotura de los bloques durante su manipulación, colocación o en servicio.

06.- En la norma UNE-EN 13383-1 se definen tres tipos de granulometría para la escollera:

- Granulometría gruesa (escollera fina): Designación de granulometría con un límite nominal superior definido por un tamaño de tamiz entre 125 mm y 250 mm, ambos inclusive.
- Granulometría ligera (escollera media): Designación de granulometría con un límite nominal superior definido por una masa entre 80 kg y 500 kg, ambos inclusive.
- Granulometría pesada (escollera gruesa): Designación de granulometría con un límite nominal inferior definido por una masa de más de 500 kg.

07.- Las principales aplicaciones de estas granulometrías son:

- Escollera gruesa HMB1000/3000, con masa comprendida entre mil y tres mil kilogramos (1000/3000):
 - Muros de escollera colocada, con función de contención o sostenimiento.
- Escollera gruesa HMB300/1000, con masa comprendida entre trescientos y mil kilogramos (300/1000):
 - Muros de escollera colocada de escasa altura o sometidos a pequeños empujes, normalmente de contención en desmontes de poca altura.
 - Material para relleno de huecos en los muros de escollera colocada del huso inmediatamente superior (es decir, el 1000/3000).
 - Encachados, protecciones, elementos de disipación, mantos drenantes y otras aplicaciones en obras de drenaje de la carretera.
 - Empleo como peso estabilizador, sin función estructural, en aplicaciones diversas
- Escolleras media y fina:
 - Empleo para la construcción de rellenos compactados.
 - Ciertos tamaños podrían emplearse como relleno de huecos de la granulometría inmediatamente superior.

08.- Si a juicio de la Dirección de Obra, alguna clase de material hubiera sufrido daños durante su transporte o manipulación posterior, podrá ser rechazado y ordenado su transporte a centro autorizado.

09.- La piedra para la escollera será sana, compacta, dura, densa, de buena calidad y alta resistencia a los agentes atmosféricos y del cauce. Estará exenta de vetas, fisuras, planos débiles, grietas por voladuras y otras imperfecciones o defectos que en opinión de la dirección de obra puedan contribuir a su desmoronamiento o rotura durante su manipulación, colocación o exposición a la intemperie. Todos los cantos tendrán sus caras toscas de forma angular, y su dimensión mínima no será inferior a un tercio (1/3) de su dimensión máxima. Las lajas, losas finas, planas o alargadas, así como los cantos rodados, o partes de los mismos serán rechazados.

10.- Si no existe indicación en el Proyecto, la densidad de la piedra será superior a 2,20 toneladas por metro cúbico. El peso del material estará comprendido entre un noventa por ciento (90%) y un ciento veinte por ciento (120%) del peso nominal calculando para las protecciones proyectadas, debiendo cumplirse que al menos un treinta y cinco por ciento (35%) de los cantos tenga un peso superior nominal.

11.- La piedra deberá ser aceptada con anterioridad a su colocación. La aprobación de las muestras no limitará la facultad de la dirección de obra de rechazar cualquier escollera que su juicio no cumpla los requisitos exigidos.

12.- En el Proyecto se deberán establecer los valores o niveles de las propiedades de los materiales prescritos, de acuerdo con lo establecido en la Norma EN 13383-1, para los requisitos siguientes:

- Forma, tamaño y densidad de las partículas
- Resistencia a la rotura
- Resistencia al rozamiento
- Liberación de sustancias peligrosas
- Durabilidad contra la acción de los agentes atmosféricos

- Durabilidad frente al hielo-deshielo
- Durabilidad frente a la cristalización de sales
- Durabilidad frente al "Sonnenbrand" de basalto

4.- EJECUCIÓN

01.- Se procederá a la colocación y trabajo de los bloques de piedra que componen la escollera, hasta obtener el espesor mínimo indicado en el Proyecto.

02.- La escollera podrá ser colocada por el Contratista por el procedimiento que estime más conveniente, siempre con la aprobación de la Dirección de Obra. Se dan algunas indicaciones a continuación como referencia.

03.- Se colocará en dos capas, con piezas de llave de tamaño máximo y cerrando huecos con los tamaños menores. Todo ello de acuerdo con el Artículo 658.3 del PG-3.

El margen de abertura entre bloques no debe superar los veinte (20) centímetros en ningún punto. En su colocación, cada bloque se apoyará por su cara inferior en al menos dos bloques, manteniendo en contacto con los bloques laterales adyacentes, con el fin de asegurar así la mayor trabazón posible.

04.- El transporte y puesta en obra del material procurará evitar segregaciones del material, de modo que el reparto de tamaños sea lo más homogéneo posible en el espesor de cada manto.

05.- El acabado final de las escolleras ha de ser lo más homogéneo y estético posible, evitando irregularidades de más de diez (10) centímetros, encajando para ello en estas zonas a la vista, piezas de tamaño y geometría adecuados, con sus caras más planas hacia el exterior, buscando paños lo más homogéneos posibles, sin lomos ni depresiones. Cada tramo de escollera puesto en obra deberá ser aprobado en este sentido por la Dirección de Obra, debiéndose reelaborar aquellas zonas que a su juicio no cumplan con los criterios expuestos.

06.- La puesta en obra de las escolleras se llevará a cabo mediante una retroexcavadora de brazo largo que se sitúa en el borde de la plataforma provisional ejecutada, carga el bloque de escollera y lo deposita en su posición.

5.- MEDICIÓN Y ABONO

01.- Se medirá por metros cúbicos (m³) de escollera medidos en planos.

ARTÍCULO 37.42.- GAVIONES

1.- DEFINICIONES

01.- Se entiende por gavión a la envolvente o caja metálica, con forma de prisma rectangular, fabricada con un enrejado de malla, rellena de piedras.

02.- Se entiende por fábrica de gaviones a la realizada a base de gaviones, convenientemente colocados enlazados, formando una obra de defensa o sostenimiento.

2.- MATERIALES

2.1.- Malla

01.- Las cajas serán de acuerdo con la Norma UNE-EN 10223-8 o la Norma UNE 36730.

02.- El enrejado que forma las jaulas metálicas consistirá en una malla de triple torsión o electrosoldada, fabricada con alambre de acero galvanizado de resistencia a tracción entre 420 y 550 MPa.

03.- Los alambres cumplirán lo establecido en la Norma UNE-EN 10223-3.

04.- El galvanizado de la malla cumplirá los requisitos de masa para la Clase A según la Norma UNE-EN 10244-2.

05.- Las aberturas de las mallas tendrán una dimensión mínima de 5 x 7 cm y máxima de 8 x 10 cm.

06.- Salvo indicación en contrario en el Proyecto, la malla cumplirá lo indicado en el CUADRO 37.42.1 para las aberturas de malla típicas.

CUADRO 37.42.1

	5x7	8x10	8x10 (PVC)
Diámetro del alambre (mm)	2,00	2,70	2,70 / 3,70
Diámetro de orillos (mm)	2,40	3,40	3,40 / 4,40
Diámetro de alambre de cosido (mm)	2,40	2,40	2,20 / 3,20
Espesor recubrimiento PVC	-	-	0,50

2.2.- Tirantes, grapas y alambre de cosido

01.- Todos los elementos complementarios que conforman las cajas, serán de las mismas características que el acero del alambre.

2.3.- Piedra

01.- La piedra a emplear en el relleno de gaviones será natural o procedente de machaqueo. No deberá contener en su composición agentes de tipo corrosivo, teniendo que ser resistente a la acción del agua y de la intemperie.

02.- Las piedras serán de forma regular tendrán tamaños cuyas longitudes de aristas estarán comprendidas en el intervalo de diez a veinte centímetros (10 a 20 cm), debiendo el material estar razonablemente graduado entre ambos límites.

03.- El coeficiente de desgaste de Los Ángeles, determinado según UNE-EN 1097-2, será inferior a cincuenta (50).

04.- La capacidad de absorción de agua deberá ser inferior al dos por ciento (2%) en peso determinado según UNE 83134.

3.- EJECUCIÓN

01.- Los gaviones se armarán desplegándolos y abatiéndolos en el suelo, levantando posteriormente las paredes mayores y las dos cabezas hasta que coincidan sus aristas contiguas. Una vez formada se coserán las aristas con alambre galvanizado.

02.- Posteriormente se emplazarán, colocándolos en su posición final según el Proyecto. Se atarán mediante alambre galvanizado o torsiones entre mallas a sus gaviones contiguos.

03.- Es conveniente colocar encofrados destinados a evitar la deformación de las caras vistas de los gaviones, antes de rellenar las cajas.

04.- Se rellenan las cajas empleando medios mecánicos.

05.- Se completa con la colocación de tirantes transversales de alambre galvanizado, en sentido horizontal cada 33 cm.

06.- Se cierra el gavión mediante el cosido de la tapa con alambre galvanizado.

07.- Se debe procurar que no coincidan las uniones entre gaviones en sentido vertical cuando exista más de una hilada de gaviones.

4.- MEDICIÓN Y ABONO

01.- La fábrica de gaviones se abonará por metros cúbicos (m³) realmente colocados, medidos en su emplazamiento.

02.- La unidad incluye todos los materiales y operaciones necesarios para dejar totalmente acabada e instalada la unidad de obra en su emplazamiento definitivo.

CAPÍTULO 38.- REPARACIÓN DE ESTRUCTURAS

Sección 1.^a

SANEADO, LIMPIEZA Y DEMOLICIONES

ARTÍCULO 38.11.- PICADO Y SANEADO DE HORMIGÓN

1.- DEFINICIÓN

01.- Comprende el picado y saneado del hormigón en superficies deterioradas, hasta liberación completa de armaduras en el caso de que las hubiera, o hasta la obtención de material sano y competente en caso contrario, eliminando los recubrimientos mal adheridos.

02.- La profundidad máxima de demolición desde la cara exterior existente es de 15 cm.

2.- EJECUCIÓN

01.- Antes de iniciar la demolición de volúmenes importantes de hormigón y/o de la sustitución de armaduras deberá procederse a la estabilización de la estructura afectada mediante el apuntalamiento oportuno si fuese necesario.

02.- Se ejecutarán estas obras por métodos mecánicos como martillos picadores de baja potencia, con apoyos manuales tradicionales, usando punteros, cinceles y macetas complementando todo ello, si se estima conveniente, con el empleo de amoladoras o fresadoras, habida cuenta que esta operación podría realizarse en ocasiones en zonas pequeñas y/o dificultosas en cuanto a espacios libres para su ejecución y transporte o empleo de maquinaria. Los distintos métodos disponibles para el saneado de las superficies de hormigón se describen en el CUADRO 38.11.1.

03.- El picado de los hormigones se seguirá hasta descubrir un hormigón sano, exento de zonas ahuecadas o sueltas.

04.- Se deberán eliminar:

- Aquellas partes de hormigón mal adheridas, débiles o deterioradas.
- Los restos de otras aplicaciones previas.
- El hormigón delaminado o microfisurado incluyendo el dañado por las técnicas de preparación, con el fin de evitar la pérdida de adherencia o de integridad estructural.
- El hormigón carbonatado que ya no ofrece adecuada protección a las armaduras.
- En el caso de haberse detectado cloruros como contaminantes, eliminar la totalidad de hormigón contaminado para evitar la posterior migración de los cloruros presentes hacia las zonas reparadas.
- El hormigón de la parte posterior de las armaduras hasta una profundidad equivalente a su diámetro. Descubriendo toda la longitud oxidada de armaduras hasta encontrar la parte no afectada de las mismas. Si se descubren armaduras no oxidadas durante el proceso de preparación, se deberá evitar perjudicar la adherencia del hormigón circundante. En caso contrario deberán descubrirse completamente.
- El hormigón necesario de las zonas a rellenar (especialmente en los bordes de la reparación) de modo que se evite la aplicación del mortero de reparación en espesores inferiores a los especificados para cada producto.



05.- La superficie resultante del picado deberá estar sana, con irregularidades de al menos 3 mm. El decapado efectuado en aquellas zonas donde posteriormente se vaya a efectuar una reconstrucción tendrá una profundidad mínima de 1 cm.

06.- La forma resultante será sencilla, predominando los ángulos rectos.

07.- En caso de existir armaduras a la vista deberán desoxidarse con chorro de arena, hasta grado SA 2 1/2 según ISO 8501-1 en la totalidad de la circunferencia del armado, según lo prescrito el Artículo 38.13.

08.- Deberá comprobarse en este punto que la sección de las armaduras no ha perdido una cantidad importante. En caso de que sea así, deberá evaluarse la necesidad de sustituir la armadura afectada o bien añadir una barra suplementaria en la zona afectada.

09.- El picado de las superficies de hormigón armado incluirá la sustitución de armaduras cuando la pérdida de sección de estas supere el 20 %. Los calibres, cuantías, solapes, soldaduras y otros detalles específicos serán definidos por la Dirección de Obra.

10.- Como terminación de los saneados se procederá a la limpieza de superficies con aire comprimido a una presión de ocho kilogramos por centímetro cuadrado (8 kg/cm²), según el Artículo 38.16.

11.- La superficie de hormigón debe ser firme (resistente a tracción mínima de 1,5 N/mm²) y estar limpia de polvo, grasas, aceites, restos de pinturas antiguas, etc.

3.- MEDICIÓN Y ABONO

Esta unidad se medirá por la superficie (m²) realmente picada.

CUADRO 38.11.1

MÉTODOS DISPONIBLES PARA EL SANEADO DE LAS SUPERFICIES DE HORMIGÓN

Método	Campo de aplicación	Limitaciones	Modo de ejecución	Tiempos muertos	Profundidad de eliminación	Patrón	Rugosidad	ICRI-CSP (1)
Picado con maza y cincel.	Preparación para reparación del hormigón. Preparación en zonas de difícil acceso.	Preparación de grandes superficies.	Golpear repetidamente con la maza sobre el cincel apoyado en la superficie.	Mínimos.	Muy variable.	Superficie irregular sin patrón. Muy bajo riesgo de microfisuración.	Muy irregular.	> 7
Abujardado.	Eliminación de revestimientos. Preparación para reparación del hormigón. Preparación en zonas de difícil acceso.	Preparación de grandes superficies. Eliminación de elastómeros. Puede provocar microfisuración.	Colocar las cabezas sobre el soporte y desplazarlas periódicamente.	Mínimos.	Hasta 20 mm según calidad del hormigón.	Superficie irregular sin patrón. Riesgo de microfisuración.	Muy irregular.	7 a 9
Pistola de agujas	Eliminación de revestimientos. Preparación para reparación del hormigón. Preparación en zonas de difícil acceso.	Preparación para pinturas de bajo espesor. Eliminación de elastómeros. Preparación de grandes superficies.	Colocar las agujas sobre el soporte y desplazarlas periódicamente.	Cambios de agujas.	Hasta 3 mm por pasada.	Cráteres aleatorios alrededor del árido mayor. Riesgo de microfisuración.	Muy irregular.	5 a 8
Cepillado	Eliminación de óxido de las armaduras. Eliminación de lechada de cemento.	Preparación de grandes superficies. Superficies de gran irregularidad.	Colocar el cepillo por la superficie.	Mínimos.	Hasta 0,2 mm	Ningún patrón observable. Sin riesgo de microfisuración.	Superficie fina con poca rugosidad.	
Fresado	Eliminación revestimientos hasta 3 mm. Eliminación hormigón entre 3 a 10 mm. Reparación de pavimentos.	Aplicación posterior de pinturas. Riesgo de microfisuración.	Desplazar la máquina en líneas rectas paralelas a lo largo de la superficie. Eliminar polvo y restos si no se hace automáticamente.	Mínimos.	Hasta 3 mm de una pasada. Hasta 10 mm según equipo.	Líneas paralelas estriadas. Riesgo de microfisuración.	Elevada.	4 a 9
Chorro de arena	Preparación de superficies de hormigón para posterior aplicación de pinturas y revestimientos. Eliminación de lechada y contaminantes	Eliminación de pinturas elastoméricas Eliminación de gran cantidad de hormigón. Zonas delicadas.	Ver Artículo 38.13	Instalación de protecciones. Limpieza de restos. Muy reducido mantenimiento del equipo.	Hasta 0,75 mm	Ningún patrón observable. Muy bajo riesgo de microfisuración.	Según duración del ataque	2 a 4

Método	Campo de aplicación	Limitaciones	Modo de ejecución	Tiempos muertos	Profundidad de eliminación	Patrón	Rugosidad	ICRI-CSP (1)
Agua a baja presión (hasta 35 MPa)	Eliminación de suciedad, polvo, etc. generados por otros métodos más agresivos.	Pinturas, selladores. Curadores.	Ver Artículo 38.13	Instalación de protecciones. Eliminación del agua.	Solo suciedad.	Ningún patrón observable. Sin riesgo de microfisuración.	Sin alteración de la rugosidad existente	1
Agua a alta presión (de 35 a 300 MPa) e Hidrodemolición (más de 300 MPa)	Eliminación de lechada, contaminantes hidrosolubles, pinturas epoxi, PU...	Eliminación de gran cantidad de hormigón firme. Zonas sensibles a la humedad. Tratamientos posteriores sensibles a la humedad.	Ver Artículo 38.17	Instalación de protecciones. Eliminación agua y suciedad.	Hasta 2 cm según calidad del hormigón.	Ningún patrón observable si se usa correctamente. Muy bajo riesgo de microfisuración.	Según calidad del hormigón.	6 a 9
Granallado	Eliminación de lechada y sus contaminantes. Eliminación de revestimientos antiguos.	Eliminación de pinturas elastoméricas. Preparación para pinturas de bajo espesor.	Ver Artículo 38.13	Limpieza del equipo.	Hasta 6 mm según tamaño y tipo de la granalla.	"Doble exposición" en los solapes. Muy bajo riesgo de microfisuración.	Según tamaño y tipo de la granalla.	2 a 8
Lijado	Eliminación de rugosidad. Eliminación de pinturas finas. Eliminación de lechada de cemento.	Eliminación de pinturas elastoméricas. Obtención de rugosidad. Tratamiento de rincones y entregas.	Desplazar la lija por toda la superficie. Aspirar el polvo producido	Mínimos.	Hasta 0,15 mm.	A veces patrón circular. Muy bajo riesgo de microfisuración.	Superficie fina con poca rugosidad.	1 a 3
Decapado térmico	Eliminación de elastómeros, pinturas y revestimientos. Eliminación de grasas y aceites.	Genera humos. Riesgo de microfisuración. Requiere granallado o fresado posterior.	Humedecer (para provocar expansión). Desplazar la máquina en líneas rectas paralelas a lo largo de la superficie. Eliminar polvo y restos si no se hace automáticamente.	Mínimos.	De 3 a 6 mm por pasada.	Superficie irregular sin patrón. Riesgo de microfisuración.	Elevada.	> 7
Limpieza con detergentes	Limpieza de aceites, grasas, ceras que no estén muy impregnados	Solo puede eliminar sustancias emulsionables en agua. Acción superficial.	Ver Artículo 38.14	Cambios cepillos.	Solo suciedad.	Ningún patrón observable. Sin riesgo de microfisuración.	Sin alteración de la rugosidad existente.	1

Método	Campo de aplicación	Limitaciones	Modo de ejecución	Tiempos muertos	Profundidad de eliminación	Patrón	Rugosidad	ICRI-CSP (1)
Ataque con ácido	Eliminación de lechada de cemento.	Limpieza con agua abundante. No apto para aceites y grasas. Agresivo. Contaminante.	Humedecer la superficie del hormigón. Aplicar la solución de ácido. Cepillar la superficie durante 5 a 10 min. Eliminar residuos con jabón alcalino. Eliminar el agua restante.	Instalación de protecciones. Relleno de tanques.	Hasta 0,25 mm.	Ningún patrón observable. Sin riesgo de microfisuración.	Superficie como un papel de lija fino (árido visto).	1 a 3

(1) Clasificación del International Concrete Repair Institute

ARTÍCULO 38.12.- CORTE CON DISCO DIAMANTADO

1.- DEFINICIÓN

01.- Demolición de zonas localizadas del hormigón armado mediante corte con disco de diamante refrigerado por agua.

2.- EJECUCIÓN

01.- Antes de comenzar los trabajos de corte con disco de diamante se realizará el despeje de la zona a demoler, procediendo al desmontaje de todos los elementos fijados a la estructura.

02.- Se procederá a la ejecución de los taladros, al replanteo de la zona de corte y al cimbrado de la zona a desmontar.

03.- Una vez realizado el corte se procederá a su retirada mediante grúa. Las cargas se comenzarán a elevar lentamente con el fin de observar si se producen anomalías, en cuyo caso se subsanarán después de haber descendido nuevamente la carga a su lugar inicial.

04.- El corte se irá realizando de forma que no se generen tensiones adicionales en la estructura. En el caso de puentes se realizará el corte alternando los voladizos.

05.- Se debe evitar trabajar con nieve o en días de lluvia.

06.- Las operaciones de corte y carga se efectuarán con las precauciones necesarias para lograr unas condiciones de seguridad suficientes y evitar cualquier tipo de daño.

07.- Debido a la caída de agua de refrigeración del disco, será necesario tomar las medidas oportunas. En caso de una estructura sobre una zona de paso será necesaria la desviación del tráfico mientras se realicen las tareas de corte.

08.- Los trabajos se realizarán de forma que produzcan la menor molestia posible al tráfico de vehículos y personas, así como a las viviendas cercanas.

09.- Al finalizar la jornada no deben quedar elementos de la estructura en estado inestable, que el viento, las condiciones atmosféricas u otras causas puedan provocar su derrumbamiento. Se protegerán de la lluvia, mediante lonas o plásticos, las zonas o elementos que puedan ser afectados por aquella.

10.- Durante la ejecución se vigilará y se comprobará que se adopten las medidas de seguridad especificadas, que se dispone de los medios adecuados y que el orden y la forma de ejecución se adaptan a lo indicado.

3.- MEDICIÓN Y ABONO

01.- El corte con disco diamantado se medirá en metros cuadrados (m²) realmente ejecutados.

02.- El precio incluirá el disco de diamante; la maquinaria necesaria para el corte; los sistemas de anclaje, perforación y sujeción; los materiales necesarios para el corte (agua, etc.); así como todas las operaciones, medios materiales y humanos necesarios para la correcta ejecución de la unidad de obra.

ARTÍCULO 38.13.- CHORREO Y LIMPIEZA

1.- DEFINICIÓN

01.- Es el sistema de saneo y limpieza a aplicar en los paramentos de hormigón, acero, ladrillo y sillares de las obras objeto de reparación para limpiar las concreciones calcáreas y de otras manchas que existan, así como de la propia corrosión del acero.

02.- En este Artículo se incluye tanto el picado manual previo como la limpieza mediante la proyección de un chorro de agua, arena o silicato de alúmina a presión controlada.

03.- Antes del inicio de las actuaciones la Dirección de Obra establecerá el ámbito del chorreo, así como su tipo.

2.- TIPOS

01.- El chorreo podrá ser de agua o arena.

02.- El agua a presión se utilizará preferentemente en superficies de hormigón o sillería. El silicato de alúmina en fábrica, sillería o mampostería.

2.1.- Chorro de arena

01.- El chorro de arena consiste en un chorro de partículas de arena que son propulsadas por aire comprimido sobre la superficie a limpiar.

02.- Este es un método relativamente suave. No es apropiado para eliminar capas de más de 5 mm de espesor de hormigón.

03.- Es un método especialmente indicado para dar rugosidad a las superficies, para eliminar contaminantes, capas de mortero de cemento y partículas sueltas.

04.- El principal inconveniente del chorro de arena es la cantidad de polvo que se genera. Esto produce problemas medioambientales y de seguridad para los trabajadores.

05.- Alternativamente, se puede proyectar arena con un sistema para recuperarla mediante su aspiración.

06.- También se puede emplear arena con una cantidad de agua, reduciendo el polvo que se genera.

2.2.- Chorro de agua

01.- El chorro de agua bajo una presión de 10 a 35 MPa elimina las partículas sueltas, el hormigón con escamas y las capas de vegetación.

02.- Este método no es aplicable para desbastar superficies de hormigón compacto.

03.- El chorro de agua no produce polvo, siendo una ventaja en su ejecución.

04.- Se debe emplear un depósito de sedimentación para recoger las partículas contenidas en el agua.

05.- Si se emplea un chorro de agua con una presión entre 35 y 300 MPa, el método se vuelve eficaz en zonas blandas de superficies de hormigón (nidios de grava, fisuras y estratos sueltos). Con esta presión es imposible obtener un desbastado uniforme de la superficie del hormigón sin causar coqueas.

3.- EJECUCIÓN

01.- En aquellas zonas que lo requieran y que determine la Dirección de Obra, se realizará un picado manual y/o limpieza específica antes del chorreado.

02.- Tras el picado Manual, se podrá seguir con la proyección de agua a presión (hasta el orden de 400 atm, con un caudal mínimo de 30 l/min), arena de sílice (a una presión variable entre 1 y 3 atm, con una granulometría entre 1 y 3 mm) o de silicato de alúmina mediante un compresor de caudal variable, en función de la distancia a la superficie. El operario actuará provisto de una escafandra protectora, ventilada con aire fresco.

03.- Para el chorreado de superficies de acero se realizará con agua a presión de 600 atm hasta obtener un nivel de limpieza St3, para lo cual, se eliminarán las partes mal adheridas y zonas oxidadas mediante radial con cepillo de alambre.

04.- Antes del chorreado se realizará una prueba en obra, en una zona delicada, donde se definirá la presión óptima, la distancia a la que debe proyectarse el abrasivo y la abertura de proyección, todo ello bajo la supervisión de la Dirección de Obra.

05.- Las capas descubiertas no deben presentar nunca síntomas de abrasión. Las operaciones de limpieza se darán por concluidas cuando se compruebe que al pasar la mano no se aprecia la existencia de zonas vacías o partículas mal adheridas, así como al golpear las superficies con un martillo o al rayar con un destornillador o herramienta punzante.

06.- El procedimiento se completará con una limpieza manual de las superficies más inaccesibles, mediante cepillado con púas de plástico o metálicas, hasta conseguir el objetivo del tratamiento.

07.- Todos los materiales procedentes de las proyecciones y limpiezas se recogerán y se llevarán a vertederos autorizados.

4.- MEDICIÓN Y ABONO

01.- El chorreo y limpieza se medirá por la superficie (m²) realmente limpiada o saneada.

02.- El precio incluirá todas las operaciones y materiales para su total ejecución.

ARTÍCULO 38.14.- LIMPIEZA DE MANCHAS

1.- DEFINICIÓN

01.- Consiste en la limpieza de aquellas superficies en las que se han detectado manchas específicas tales como manchas negras, grafitis, microorganismos, musgo y líquenes y otras manchas que no se consigan eliminar mediante los procedimientos de limpieza generales.

2.- EJECUCIÓN

01.- La limpieza manual de las superficies de hormigón armado, de hormigón en masa, de ladrillo y sillería se realizará con personal especializado.

02.- Las zonas a tratar se identificarán una vez realizada la limpieza mediante la proyección de agua, arena o silicato de alúmina.

03.- El mezclado de los componentes y el agua, o de los componentes con el agua se realizará siguiendo las instrucciones de la casa proveedora de los productos específicos.

2.1.- Costra negra y manchas de óxido

01.- La eliminación de costras negras y eflorescencias se acometerá mediante la utilización de apósitos de la fórmula denominada AB 57, cuya formulación es la siguiente:

- Agua	1000 cc
- Bicarbonato de amonio	30 g
- Bicarbonato sódico	50 g
- EDTA (sal bisódica, agente quelante)	25 g
- Desogen (sal de amonio cuaternaria)	10 g
- Carboximetil celulosa (agente tixotrópico)	60 g
- pH ligeramente alcalino	7.5

02.- La pasta se aplicará mediante soporte en papel kleenex con período de exposición variable según el material a limpiar. Después se retirará con aire comprimido y se lavará intensamente con agua hasta la completa eliminación de sales.

03.- Esta fórmula no está exenta de riesgos por introducir sales difíciles de eliminar por lavado, en materiales porosos, por lo que, antes de la aplicación de esta técnica de limpieza, se deberá verificar el estado del mortero y la existencia de posibles fisuras, ya que facilitan la entrada de agua en la fábrica, provocando un aumento de la humedad. Es obligado recordar lo dañina que es el agua en general en las estructuras de fábrica.

2.2.- Grafitis

01.- Para la limpieza de grafitis se tendrá en cuenta la composición de los mismos. Suelen emplearse pinturas al spray, aunque existen otros tipos de compuestos. Dentro de la gran variedad de tratamientos disponibles hay que seleccionar el método más apropiado para la remoción de los grafitis sin dañar la superficie del ladrillo y roca. Algunos métodos de limpieza son los siguientes dependiendo del tipo de grafitis:

- Cal:
 1. Cepillar con un cepillo suave.

2. Lavar con agua y detergente no iónico.
 3. Aclarar con agua.
- Pintura:
 1. Apósito con decapante orgánico o derivado del petróleo.
 2. Lavado con agua, alcohol desnaturalizado o *white spirit*.
 3. Lavado con agua y detergente no iónico.
 4. Enjuagar con agua.
 - Rotuladores indelebles:
 1. Lavar con agua y detergente no iónico de ser necesario.
 2. Aplicar apósito con lejía, decapante de pintura o disolvente orgánico o compuesto derivado del petróleo.
 3. Lavar con agua y detergente no iónico.
 4. Enjuagar con agua.
 - Rotulador soluble en agua:
 1. Lavar con agua y detergente no iónico.
 2. Aplicar apósito con lejía.
 3. Lavar con agua y detergente no iónico.
 4. Enjuagar con agua.
 - Bolígrafo:
 1. Utilizar goma de borrar no abrasiva.
 2. Apósito con disolvente orgánico o derivado del petróleo.
 3. Lavar con agua y detergente no iónico.
 4. Enjuagar con agua.
 - Lápiz para pintar, lápiz de labios o limpiacalzado:
 1. Apósito con alcohol desnaturalizado, decapante de pintura o disolvente orgánico.
 2. Lavar con agua y detergente no iónico.
 3. Enjuagar con agua.

2.3.- Colonizaciones por organismos

01.- Las colonizaciones por organismos se suelen producir en las zonas de humedad persistente. Localmente, puede ser conveniente impregnar con una disolución de formol en agua al 10%, antes de la limpieza.

3.- MEDICIÓN Y ABONO

01.- La limpieza de manchas se medirá por la superficie (m²) realmente limpiada.

02.- Incluirá todos los medios auxiliares a emplear, así como la recogida, transporte y descarga en vertedero del material sobrante.

ARTÍCULO 38.15.- LIMPIEZA DE ELEMENTOS METÁLICOS CON CHORRO DE AGUA A ALTA PRESIÓN

1.- DEFINICIÓN

01.- Consiste en la limpieza de elementos metálicos con chorro de agua hasta un grado de limpieza WJ3L según Norma SSPC-VIS 4(l) NACE N° 7, eliminando tanto la pintura existente como el óxido de la misma.

02.- También es denominada *Waterjetting*.

2.- EJECUCIÓN

01.- Antes de proceder al chorreado se ejecutarán las dos siguientes actuaciones:

- Protección de las instalaciones eléctricas que pudiera haber.
- Limpieza de las manchas de aceite o grasa de las superficies con disolventes, según Norma SSPC-SP-1.

02.- Asimismo, se eliminarán previamente las costras gruesas de óxido, hojas de laminación del acero y, en su caso, las proyecciones de soldadura con cincel.

03.- La limpieza se ejecutará con chorro de alta presión (mínimo 900 kg/cm² en boquilla).

04.- Para definir con precisión la presión de trabajo se deberá realizar un tramo de prueba para la supervisión y aprobación por parte de la Dirección de Obra.

05.- El proceso de limpieza anterior se aplicará a todos los elementos metálicos definidos en Proyecto, de modo que se obtenga un grado de limpieza en el metal de grado WJ3L según norma SSPC-VIS 4(l) NACE N° 7.

06.- Para evitar la contaminación del entorno, se recogerán y enviarán a un centro de tratamiento autorizado tanto el material utilizado en el chorreado como los restos de óxido y pintura. Esta recogida puede consistir en lonas colgadas de la plataforma de trabajo.

3.- MEDICIÓN Y ABONO

01.- La limpieza de manchas se medirá por la superficie (m²) realmente limpiada.

02.- Incluirá todos los medios auxiliares a emplear, así como la recogida, transporte y descarga en vertedero del material sobrante.

ARTÍCULO 38.16.- SOPLADO CON AIRE A PRESIÓN

1.- DEFINICIÓN

01.- Se define soplado con aire a presión al método de limpieza que emplea aire a presión para eliminar residuos.

2.- EJECUCIÓN

01.- Los paramentos de hormigón antiguo se limpiarán mediante cepillado (cepillo de púas de nylon) y soplado con aire a presión, eliminando manchas, humedades, eflorescencias, elementos de hormigón mal adheridos y/o desprendidos, revestimientos cementicios, pinturas, etc.

02.- Las fisuras se limpiarán por ambos lados, debiendo quedar libre de polvo, de restos de pinturas, desencofrantes, o de cualquier material que pueda impedir la correcta adherencia del material de sellado superficial.

03.- Todos los materiales se recogerán y enviarán a vertedero.

3.- MEDICIÓN Y ABONO

01.- El soplado sobre paramentos se medirá por los metros cuadrados (m²) realmente limpiados.

02.- El soplado sobre juntas y fisuras se medirá por los metros lineales (m) realmente ejecutados.

ARTÍCULO 38.17.- HIDRODEMOLICIÓN ROBOTIZADA

1.- DEFINICIÓN

01.- La hidrodemolición es una técnica de eliminación selectiva del hormigón conservando las armaduras mediante el empleo de chorro de agua a alta presión en los paramentos de hormigón.

2.- EJECUCIÓN

01.- Se controlará durante la realización de los trabajos de hidrodemolición la correcta ejecución de estos, en los espesores indicados en el Proyecto o por la Dirección de Obra, mediante la demolición selectiva del hormigón controlando la profundidad de la actuación mediante la cantidad de energía a emplear.

02.- Se deberá tener especial cuidado en no dañar la armadura existente, durante las operaciones de hidrodemolición y hasta que se lleven a cabo las operaciones previstas y su posterior rehornigonado.

03.- Así mismo, se controlará la no aparición de fisuras o fracturas en los elementos adyacentes a la zona a hidrodemoler.

04.- Se tendrá en cuenta la existencia de servicios, adoptando las medidas preventivas que garanticen el mantenimiento y la conservación de las instalaciones. Se pondrá especial atención a las conducciones existentes, tanto de la estructura como de sus inmediaciones. Se extremarán las medidas de precaución ante la existencia de servicios de electricidad y gas que puedan ocasionar un accidente muy grave.

05.- En cualquier caso, durante la ejecución de los trabajos de demolición, se deberán extremar las precauciones debiendo el Contratista, en caso necesario disponer las mallas de cubrición necesarias para la correcta protección de los trabajos.

06.- Durante la ejecución, se deberá eliminar el agua que queda sobre la superficie mediante barrido o aspirado.

07.- El procedimiento se completará con la limpieza de las superficies. Se recogerá todo el material sobrante y se transportará a un centro autorizado para su tratamiento.

2.1.- Elección del sistema

01.- Los trabajos se llevarán a cabo con el empleo de una bomba generadora de chorro de agua a alta presión, y se podrán llevar a cabo de forma manual con lanza o robotizada, dependiendo de las superficies a hidrodemoler.

02.- La presión de trabajo deberá ser tal que se consiga el objetivo buscado, debiendo el Contratista realizar los tramos de prueba necesarios hasta ajustar el método óptimo de trabajo.

03.- En cuanto a la elección del sistema de trabajo, el Contratista deberá tener presente las condiciones de contorno de la zona de trabajo adoptando el sistema de trabajo al que mejor se adapte no únicamente al rendimiento de la unidad, sino que minimice las afecciones a terceros, especialmente al tráfico rodado.

04.- En cualquier caso, la Dirección de las Obras podrá exigir la utilización de uno u otro sistema en función de las afecciones que se produzcan.

2.2.- Seguridad y salud

01.- Se cuidará especialmente durante los trabajos de hidrodemolición la caída de materiales o personas a distinto nivel, por lo que se emplearán líneas de vida, barandillas de seguridad y todas las medidas preventivas de ejecución de los trabajos.

02.- En aquellas zonas donde puedan estar expuestas a caídas de materiales y que sean transitables se deberán delimitar señalizando su peligro y evitando así su uso. Al finalizar la jornada no quedarán elementos en estado inestable, de forma que el viento, condiciones atmosféricas u otras causas puedan causar su desplazamiento o caída.

03.- Antes de comenzar las diferentes operaciones de hidrodemolición se deberán prever los riesgos que supone su ejecución, adoptando y preparando las medidas de seguridad preventivas para la realización de los trabajos, tanto para los operarios como para terceros.

3.- MEDICIÓN Y ABONO

01.- La hidrodemolición se abonará por metros cúbicos (m³) realmente ejecutados en obra.

02.- Dentro del precio de las unidades se consideran incluidos todos los consumibles necesarios para la correcta ejecución de la unidad, así como para el funcionamiento de las máquinas, especialmente el agua a utilizar en la demolición, así como los combustibles y aceites que pudieran consumir las máquinas. Así mismo, se considerará incluida dentro del precio de la unidad la recogida del agua en caso necesario, así como de los productos sobrantes a vertedero, debiéndose ejecutar esta por medios mecánicos o manuales.

03.- Igualmente, se considerará incluido dentro del precio de la unidad la puesta a disposición y la cuantía de las protecciones necesarias para proteger a los usuarios de los trabajos que se estén realizando, tales como vallas, mallas de protección, redes de sujeción de escombros.

Sección 2.^a

REGENERACIÓN ESTRUCTURAL

ARTÍCULO 38.21.- TRATAMIENTO DE FISURAS

1.- CLASIFICACIÓN

01.- Se clasifican las fisuras en cuatro grupos en función de su abertura. De modo orientativo se muestra la metodología para su tratamiento:

- Fisuras de abertura inferior a 0,3 mm: Se considera suficiente el sellado mediante la aplicación de pinturas de anticarbonatación elásticas (con capacidad de puenteo de fisuras).
- Fisuras de abertura entre 0,3 y 1 mm: Se procederá a un sellado específico con mortero epoxídico.
- Fisuras o grietas de abertura entre 1 y 4 mm: Se procederá a su inyección con resina epoxi.
- Grietas de abertura superior a 4 mm: Se procederá a un sellado con lechada de cemento portland, en caso de elevado consumo de material, se añadirá árido fino a la lechada, inyectando mortero de cemento.

02.- La Dirección de Obra determinará, tras la limpieza de paramentos, el tratamiento a proporcionar a las fisuras.

2.- MATERIALES

01.- Los materiales a emplear para rellenar las fisuras pueden ser:

- Resinas epoxi. Se caracterizan por su elevada adherencia y la capacidad de transmitir tensiones, recuperando el monolitismo del elemento reparado.
- Resinas de poliuretano. Se trata de resinas deformables, que no transmiten esfuerzos. Su empleo sirve para garantizar la impermeabilidad de la superficie, sin recuperar el monolitismo del material.
- Lechadas de cemento. Se caracterizan por su resistencia mecánica.
- Lechadas de cal. Capaz de transmitir esfuerzos, es recomendable para elementos de fábrica, al permitir el paso de vapor de agua y su menor rigidez, mejorando su compatibilidad con algunos materiales.

2.1.- Resinas

01.- Las resinas cumplirán el Artículo 26.31 de este Pliego.

Cuando las resinas sean de tipo epoxídico, cumplirán también el Artículo 26.32 de este Pliego.

02.- Se utilizarán resinas epoxi de baja viscosidad y aptas para soportes empapados en agua y con bajas temperaturas.

03.- Las resinas deberán cumplir los requerimientos de la Norma UNE 1504-5 y debe disponer de Marcado CE.

2.2.- Lechadas de cemento y cal

01.- Las lechadas de cemento y cal estarán constituidas por materiales que cumplan lo especificado en los Artículos correspondientes del Capítulo 20 del presente Pliego.

02.- Para la inyección en estructuras de hormigón, las lechadas deberán cumplir los requerimientos de la Norma UNE 1504-5 y debe disponer de Marcado CE.

03.- Salvo que se indiquen otros valores en el Proyecto, la lechada a emplear tendrá una relación nominal agua/cemento inferior a cincuenta centésimas (0,5) y sus componentes estarán en la siguiente proporción:

- Cemento CEM I-42.5: 50 kg
- Agua: 20 l
- Aditivo: 500 g

04.- Se empleará un aditivo expansivo de las siguientes características:

- Docilidad, reducción de un 20% del agua de amasado.
- Expansión, del 4 al 7% durante el fraguado.
- Dosificación, del 1% en peso del cemento.
- Exento de cloruros.

05.- Para garantizar la compatibilidad química del material de aportación con los materiales originales, se emplearán lechadas con un contenido en sales acorde con los originales, tanto en cantidad de sales como en la clase de sales.

El Proyecto, o en su defecto la Dirección de Obra, para actuaciones donde interese que no se aporten sales a las fábricas, podrá solicitar que la lechada sea confeccionada con solo cal hidráulica natural como conglomerante, no permitiendo ningún aporte de cemento u otro tipo de conglomerante.

06.- El Proyecto, o en su defecto la Dirección de Obra, podrá fijar valores mínimos y máximos para las siguientes características de la lechada, que se determinará según la Norma UNE-EN 445:

- Granulometría
- Fluidez
- Resistencia a compresión
- Exudación
- Estabilidad de volumen
- Densidad

07.- La resistencia mecánica de la lechada deberá ser acorde con la resistencia de los materiales de la fábrica.

08.- La permeabilidad de la lechada será acorde con las características de la fábrica, permitiendo la transpiración cuando sea necesario.

El Proyecto, o en su defecto la Dirección de Obra, podrá solicitar para la lechada un valor mínimo de permeabilidad y/o un valor máximo de absorción de agua.

3.- CONDICIONES DEL SOPORTE

01.- La temperatura del soporte debe ser como mínimo de +5°C y como máximo de +30°C y se procurará que las temperaturas sean uniformes durante la aplicación y el endurecimiento del material.

La temperatura influye en la velocidad de endurecimiento del producto aplicado en tanto que, a mayor temperatura, mayor velocidad de endurecimiento y viceversa. Por ello deberá controlarse especialmente que la temperatura ambiente, la del soporte y la del propio material se encuentra entre los márgenes

especificados antes de empezar su aplicación y deberá trabajarse en consecuencia en los casos en que no se ajusten a ella.

Si la temperatura es excesivamente elevada se procurará trabajar a horas tempranas del día e incluso en estaciones del año con temperaturas menos críticas. Y viceversa, en caso de temperaturas bajas se procurará trabajar en las horas centrales del día de modo que estas temperaturas sean menos extremas.

La temperatura ambiente y la del soporte no tienen por qué ser las mismas ya que la capacidad calorífica del aire es muy diferente a la del hormigón, la piedra o la cerámica. Esto significa que cuando el sol los calienta, el aire aumenta su temperatura mucho más rápidamente que el soporte.

02.- Un sistema de adherencia tipo cementoso requiere una humectación previa de la superficie de aplicación para que el hormigón no absorba agua del material que se aplique. Sin embargo, un exceso de contenido de agua puede actuar en detrimento de la adherencia final. Por lo tanto, debe evitarse el encharcamiento con agua de la superficie del soporte. La superficie del soporte tiene que estar húmeda pero no formar charcos.

03.- Para evitar la aparición de rocío, el soporte debe presentar como mínimo tres grados por encima del correspondiente punto de rocío. Del punto de rocío pueden derivar problemas de adherencia debido a la existencia de una capa microscópica de agua que se interpone entre el soporte y el producto aplicado. El punto de rocío depende de las temperaturas del aire y del soporte y de la humedad relativa del ambiente. Las condiciones mínimas de temperatura para cada humedad relativa son las establecidas en el CUADRO 38.21.1.

CUADRO 38.21.1

TEMPERATURA MÍNIMA SEGÚN LA HUMEDAD RELATIVA

	10%	20%	30%	40%	50%	60%	70%	80%	90%	100%
8°C								7,8	9,4	11,0
9°C								8,6	10,4	12,0
10°C							7,8	9,8	11,4	13,0
11°C							8,8	10,8	12,4	14,0
12°C							9,8	11,7	13,4	15,0
13°C						8,4	10,5	12,7	14,4	16,0
14°C						9,4	11,5	13,6	15,3	17,0
15°C						10,2	12,5	14,6	16,3	18,0
16°C					8,6	11,1	13,5	15,6	17,3	19,0
17°C					9,6	12,1	14,5	16,5	18,3	20,0
18°C					10,4	13,1	15,4	17,5	19,3	21,0
19°C				8,2	11,3	14,0	16,4	18,4	20,3	22,0
20°C				9,0	12,3	15,0	17,3	19,4	21,3	23,0
21°C				9,8	13,2	15,9	18,3	20,4	22,3	24,0
22°C				10,7	14,1	16,9	19,3	21,3	23,3	25,0
23°C				11,6	15,1	17,7	20,2	22,3	24,2	26,0
24°C			8,4	12,5	15,9	18,7	21,2	23,3	25,2	27,0
25°C			9,0	13,4	16,8	19,7	22,2	24,3	26,2	28,0
26°C			10,1	14,3	17,8	20,7	23,2	25,2	27,2	29,0
27°C			10,9	15,2	18,8	21,5	24,0	26,2	28,2	30,0
28°C			11,7	16,1	19,7	22,5	25,0	27,2	29,2	
29°C			12,6	17,0	20,5	23,4	26,0	28,2	30,2	
30°C			13,5	17,9	21,4	24,4	27,0	29,2		
31°C		8,4	14,4	18,8	22,4	25,4	27,8	30,2		
32°C		9,2	15,2	19,8	23,2	26,2	28,8			
33°C		8,4	14,4	18,8	22,4	25,4	28,0			
34°C		11,0	17,0	21,6	25,2	28,2				
35°C		11,6	17,8	22,4	26,0	29,0				

4.- EJECUCIÓN

4.1.- Sellado de fisuras con mortero epoxídico

01.- Con carácter general, esta actuación se llevará a cabo en las fisuras o juntas de construcción de abertura menor de 1 mm.

02.- Se abrirá una ranura de profundidad variable, generalmente entre 6-15 mm sobre la fisura, se puede usar una sierra para hormigón, herramientas manuales o herramientas neumáticas.

03.- Posteriormente la ranura se limpiará con chorro de aire a presión y se secará. Se destaca que esta limpieza es un paso muy importante en el proceso, ya que, si la fisura o junta no está completamente limpia, el sellante no se adherirá a los bordes de la misma. Este procedimiento se realizará según el Artículo 38.16.

04.- Finalmente se rellenará la ranura con un mortero epoxídico aplicado con espátula, llana, cuchara, peine de distribución o con guantes (el sistema más efectivo deberá determinarse en la obra) y se deja curar.

05.- A fin de evitarse un sobrecalentamiento, con la consecuencia de una contracción y nuevas fisuras, el espesor de capa a colocar deberá ser de 2 cm como máximo.

06.- En caso de precisarse, a juicio de la Dirección de Obra, se colocará además una tira de polietileno entre la fisura y el material de sellado para evitar la concentración de tensiones en este.

4.2.- Inyección de fisuras y grietas con resina epoxi

01.- Con carácter general, se inyectarán las fisuras y grietas de abertura comprendida entre 1 y 4 mm con formulaciones epoxídicas.

02.- La inyección comprenderá las siguientes actividades:

- Preparación de la superficie de trabajo por medios mecánicos y manuales, según los Artículos de la Sección 1ª del presente Capítulo.
- Perforación de los agujeros para realizar la inyección.
- Limpieza por soplado de la fisura y los agujeros, según el Artículo 38.16.
- Sellado con mortero tixotrópico del área a inyectar
- Instalación de las boquillas de inyectado
- Inyección.
- Refino final.

03.- En caso de precisarse, a juicio de la Dirección de Obra, se colocará además una tira de polietileno entre la fisura y el material de sellado para evitar la concentración de tensiones en este.

04.- Se eliminarán del interior de la fisura los restos de polvo mediante la inyección de aire a presión. La superficie a ambos lados de la fisura deberá estar libre de polvo, de restos de pinturas, desencofrantes, o de cualquier material que pueda impedir la correcta adherencia del material de sellado superficial.

No se recomienda la circulación por el interior de la fisura de ácidos, disolventes o demás productos de limpieza. Como medida adicional para la limpieza del interior de la fisura, además de la circulación de aire a presión, puede dejarse correr la resina inyectada hasta que aparezca exenta de suciedades por el inyector contiguo al que se realiza la inyección.

05.- Antes de iniciar la inyección es necesario realizar un sellado superficial de la fisura con la finalidad de impedir la fuga de la resina durante el proceso de inyección y permitir la adhesión de los inyectores en el caso de trabajar con la técnica de inyección desde la superficie.

Para el sellado superficial de la fisura podrán utilizarse aquellos materiales que posean una resistencia y una adherencia suficientes a la superficie como para asegurar la correcta posición de los inyectores durante el proceso de inyección. Estos materiales podrán ser de base epoxídica o, cuando la presión de inyección sea < 1 bar, de base cementosa.

06.- A medida que se procede al sellado superficial de la fisura deberán fijarse los inyectores de inyección superficial con el mismo material de sellado. La distancia entre inyectores depende de las dimensiones de la fisura y de las características de la resina a inyectar y oscila entre los 20 y los 30 cm.

Para la fijación de los inyectores de inyección interna deben realizarse taladros secantes al plano de la fisura a distancias entre 20 y 50 cm donde posteriormente se introducirán los inyectores.

El diámetro de los taladros vendrá determinado por el tipo de inyector a colocar, estando comprendidos habitualmente estos entre 6 y 20 mm. En la realización de los taladros, se procurará evitar provocar vibraciones que podrían incrementar las dimensiones de las fisuras.

07.- La máquina de inyección recomendada es un calderín, formado por un depósito de acero inoxidable que se conecta a un compresor. La resina ya mezclada, es comprimida por el aire a presión que actúa de émbolo y es inyectada a través de una manguera a presiones regulables entre 0 y 20 kg/cm².

En el caso de trabajar con máquinas de inyección de mezclado en boquilla, no es necesaria la mezcla previa y solamente deben colocarse los envases de los dos componentes en los compartimentos de la máquina adecuados, que previamente se habrá ajustado para trabajar en la proporción de mezcla adecuada al producto empleado.

08.- La inyección de la resina se realiza desde el inyector del nivel inferior hacia el superior y se detiene en el momento en que la resina sale por el inyector siguiente, momento en el que se considera que se ha rellenado por completo la zona de la fisura comprendida entre ambos. Debe seguirse el mismo proceso hasta completar la totalidad de los inyectores. A continuación, pueden retirarse los inyectores.

09.- Se prestará especial atención al estado de la bomba y las mangueras y conductos de inyección, así como de bridas, uniones, inyectores y sistemas de cierre, frente al riesgo de pérdidas de material.

10.- Igualmente, se deberá instalar al menos un manómetro, a fin de controlar posibles incrementos de la presión que pudiesen ocasionar daños en el soporte o el equipo de inyección, así como por la propia seguridad de los trabajadores.

11.- Se recomienda la circulación de aire a través de los inyectores antes de la introducción de la resina, proceso en el que se observarán:

- Localización de posibles puntos de salida del aire, al cerrar el resto de los inyectores.
- Comunicación entre fisuras.

4.3.- Inyección de grietas con lechada de cemento

01.- Con carácter general, se inyectarán las grietas de abertura superior a 4 mm con lechada de cemento sin retracción, de modo que se consiga devolver el monolitismo perdido.

02.- La puesta en obra se realizará por bombeo a una presión nominal en el manómetro de tres a seis atmósferas (3 a 6 atm), o incluso inferiores si la obra está muy deteriorada o las aberturas superan los 5 mm.

03.- Previo a la inyección se cicatrizarán las aberturas mediante un rejuntado superficial, alojando en este las boquillas de inyección, que se cortarán al ras del rejuntado una vez finalizada la inyección.

04.- Cada operación de inyección por boquilla se debe dar por finalizada cuando salga la lechada por las colindantes o se haya acotado la dotación prevista según la fisura inyectada, reinyectando a las setenta y dos horas (72 h), evitando así inyecciones innecesarias en los rellenos trasdosados.

4.4.- Inyección de grietas con lechada de cal

01.- Con carácter general, se empleará lechada de cal inyectada en grietas de fábricas, por su compatibilidad.

02.- Se realizarán taladros donde proceda utilizando equipos de rotación simple y con separaciones dependientes del tipo y consistencia de la pared.

03.- En cada uno de los agujeros se introduce a continuación un tubo de 15 a 20 mm de diámetro. Se procede entonces a fijar el inyector y se sella la entrada del taladro previamente realizado.

04.- Se recomienda un lavado preliminar de la red de canales internos de la pared utilizando agua a baja presión (máximo 1 atm en boquilla) con objeto de saturar la base, facilitar la entrada de la mezcla, reducir la absorción de agua presente en la mezcla y evitar la deshidratación prematura de la misma.

05.- El lavado puede ser realizado inyectando el material por gravedad, a partir de los agujeros más altos, hasta su salida por los agujeros inferiores.

06.- En el momento de aplicación se comprobará que el soporte está limpio, sin partes sueltas y saturado de agua.

07.- Se realizará la mezcla se acuerdo con las instrucciones del fabricante.

08.- La mezcla se realizará a mano o con una mezcladora de vaso, durante algunos minutos y, en todo caso, hasta obtener una pasta fluida, homogénea y sin grumos.

09.- Inyectar la mezcla a baja presión (máximo 1 atm en boquilla) según sea el estado de la pared. Comenzar la inyección en el agujero inferior, hasta la salida completa del material por la parte superior.

5.- MAPA DE FISURAS

01.- Una vez finalizados los trabajos el contratista deberá elaborar un mapa de las fisuras realmente tratadas, distinguiendo el tipo de tratamiento empleado (sellado o tipo de inyección). La representación de las fisuras permitirá obtener su medición por medios digitales.

02.- No se podrán ocultar las superficies tratadas sin la previa aprobación por parte de la Dirección Facultativa del mapa de fisuras referido en el párrafo anterior.

6.- MEDICIÓN Y ABONO

01.- Se abonará la longitud de fisuras realmente ejecutada, para cada tipo de tratamiento realizado (sellado o tipo de inyección), en metros (m).

02.- Dicha medición será la obtenida en el mapa de fisuras referido en el apartado 5.

ARTÍCULO 38.22.- REPARACIÓN ESTRUCTURAL DE PARAMENTOS DE HORMIGÓN

1.- DEFINICIÓN

01.- Incluye la reconstrucción geométrica de paramentos de hormigón con mortero tixotrópico de alta compatibilidad con el hormigón.

2.- MATERIALES

01.- Los morteros cumplirán lo estipulado en el Artículo 20.54.

02.- Específicamente, se utilizarán sistemas que cumplan lo especificado según el Principio 3 de la Norma UNE-EN 1504. Restauración del hormigón, método 3.1 (aplicación del mortero a mano).

03.- Los morteros serán de Clase R3 o R4.

3.- EJECUCIÓN

01.- El soporte deberá ser firme, limpio, exento de lechada de cemento, aceites, grasas, polvo, restos de desencofrantes, curadores, pinturas antiguas, etc.

02.- Se preparará la superficie siguiendo el Artículo 38.11 del presente pliego y demás Artículos de la Sección 1ª del presente capítulo, hasta conseguir un acabado CSP3 a CSP9, según la clasificación del International Concrete Repair Institute.

03.- Se cumplirá lo establecido en el Apartado 3. Condiciones del Soporte del Artículo 38.21 de este Pliego.

04.- En la preparación del mortero se seguirán las instrucciones del fabricante. Con carácter orientativo, la preparación del mortero tipo R3 o R4 se efectúa añadiendo poco a poco el contenido sobre el agua de amasado previamente dispuesta en un recipiente limpio. Se mezclará con un taladro provisto de agitador de doble disco tipo M34 a bajas revoluciones (400 rpm), hormigonera tradicional o mezcladora mecánica, durante un mínimo de 3 minutos, hasta obtener una masa homogénea y sin grumos. Finalmente se esperarán 5 minutos y se mezclará otra vez durante poco tiempo. Una vez amasado el mortero puede aplicarse mediante llana o por proyección.

05.- En base a la Norma UNE-EN 1504-3 los valores de adherencia de los morteros, incluso sometidos a ciclos de envejecimiento, deberán ser suficientes para garantizar la durabilidad de la reparación. En el caso de usar un mortero epoxi, sí se recomienda el uso de un puente de unión de la misma naturaleza.

06.- En caso de aplicar sobre puente de unión, la colocación deberá realizarse mientras este se mantiene en estado fresco. El acabado se le puede dar con la misma llana o bien fratasándolo mediante el empleo de talocha, entre otros. No se añadirá agua sobre el mortero que haya perdido su trabajabilidad, ni se reamasará. En tal caso se retirará el mortero defectuoso y se aplicará una nueva capa. La adición de agua altera las propiedades del mortero tixotrópico. Del mismo modo, tampoco se añadirán cementos, arenas ni otras sustancias que puedan afectar a las propiedades del material endurecido.

07.- El mortero puede aplicarse por medios manuales mediante paleta, paletín o llana metálica respetando los espesores necesarios indicados en el Proyecto. El acabado superficial puede conseguirse con fratas de madera, poliestireno expandido, con llana o esponja en el momento en que haya endurecido suficientemente.

08.- También puede aplicarse mediante proyección, siguiendo los siguientes criterios:

- Comenzar siempre la proyección desde el fondo para evitar atrapar el material de rebote.
- La proyección debe comenzar llenando orificios y fisuras presentes en el soporte. En la práctica esto es muy importante ya que se cierra el movimiento de la fisura.
- Mantener una distancia entre la boquilla y el soporte de proyección de 30 a 50 cm. Si se reduce la distancia de proyección, mover la boquilla con más rapidez.
- La boquilla debe apuntar a la superficie en ángulo recto para optimizar la compactación y la orientación de la fibra. Si se utiliza una dirección equivocada, el resultado será un mortero deficiente con baja densidad.
- La primera capa deberá ser fina (máx. 1 cm) para evitar el desprendimiento del mortero fresco. Las capas siguientes se ajustarán al espesor final necesario.

09.- Durante la aplicación del mortero de reparación se comprobará:

- Que se emplea una cantidad de agua de amasado que no supera en más de un 10% la indicada por la ficha técnica del producto en caso de morteros hidráulicos.
- Que se permite el tiempo de maduración necesario durante la mezcla según lo especificado en la ficha técnica del producto.
- La concordancia entre espesor aplicado y el especificado para el material.
- Que el puente de unión se encuentra en estado fresco en el momento de la aplicación del mortero de reparación.

10.- El curado del mortero tixotrópico se efectuará durante al menos las 24 horas siguientes a la aplicación, para evitar la evaporación del agua de hidratación y asegurar que el producto alcance las propiedades previstas. En circunstancias adversas como viento, sol, sequedad, etc., podrá ser necesario prolongar el curado hasta 7 días. Para efectuar el curado, se rociará con agua y se tapará la superficie con plásticos. También puede emplearse un sistema de riego automático.

11.- El consumo aproximado es de 2,2 Kg de mortero amasado por m^2 y mm de espesor aplicado (aprox. 1,8 kg. de mortero seco por m^2 y mm de espesor). Estos consumos son teóricos y deberán determinarse para cada obra en particular mediante ensayos representativos *in situ*, con la aprobación de la Dirección de Obra.

12.- El mortero se almacenará en sus envases originales herméticamente cerrados, en lugar seco y protegido contra la humedad. Para la manipulación de este producto deberán observarse las medidas preventivas habituales en el manejo de productos químicos.

4.- MEDICIÓN Y ABONO

01.- Se medirá la superficie realmente reconstruida con mortero tixotrópico (m^2).

ARTÍCULO 38.23.- REJUNTADO DE PARAMENTOS DE FÁBRICA

1.- DEFINICIÓN

01.- Este Artículo trata sobre el rejuntado de la sillería en los paramentos y con mortero de cemento o cal.

2.- MATERIALES

01.- El mortero cumplirá lo establecido en el Artículo 20.52 de este Pliego.

02.- Para garantizar la compatibilidad química del material de aportación con los materiales originales, se emplearán morteros con un contenido en sales acorde con los originales, tanto en cantidad de sales como en la clase de sales.

El Proyecto, o en su defecto la Dirección de Obra, para actuaciones donde interese que no se aporten sales a las fábricas, podrá solicitar que el mortero sea confeccionado con solo cal hidráulica natural como conglomerante, no permitiendo ningún aporte de cemento u otro tipo de conglomerante.

03.- El mortero empleado en el rejuntado de la fábrica presentará una permeabilidad que permita la transpiración de la fábrica, impidiendo los procesos de deterioro en las piezas por exceso de humedad.

El Proyecto, o en su defecto la Dirección de Obra, podrá solicitar para el mortero de rejuntado un valor mínimo de permeabilidad al vapor de agua, que se determina según la Norma UNE-EN 1015-19 y que deberá ser declarado por el fabricante.

El Proyecto, o en su defecto la Dirección de Obra, podrá solicitar para el mortero de rejuntado un valor máximo de absorción de agua, que se determina según la Norma UNE-EN 1015-18 y que deberá ser declarado por el fabricante.

04.- El mortero deberá tener una trabajabilidad acorde con los procesos constructivos planteados en el Proyecto. Esta trabajabilidad se puede conseguir mediante el empleo de cemento (en morteros puros o mixtos) o aditivos. El empleo de cemento no comprometerá el resto de los requisitos establecidos.

El Proyecto, o en su defecto la Dirección de Obra, podrá solicitar un tiempo mínimo de utilización, que se determina según la Norma UNE-EN 1015-9 y que deberá ser declarado por el fabricante.

05.- En morteros para rejuntados se deberá controlar la compatibilidad mecánica. Para impedir la concentración de tensiones en las piezas existentes, lo que conllevaría a su deterioro, se deben emplear morteros con una resistencia inferior a 0,75 veces la resistencia de las piezas de la fábrica.

El Proyecto, o en su defecto la Dirección de Obra, podrá fijar un valores mínimos y máximos para la resistencia a compresión del mortero, que se determinará según la Norma UNE-EN 1015-11. El fabricante deberá declarar que la resistencia a compresión del mortero se encuentra entre los límites solicitados.

06.- En fábricas antiguas, donde generalmente se emplean materiales con resistencias inferiores a las de los materiales de construcción actuales, suelen ser preferibles morteros de cal o mixtos, frente a los de cemento.

07.- El Proyecto, o en su defecto la Dirección de Obra, podrá solicitar que el mortero de rejuntado sea morteros para albañilería para juntas y capas finas, T.

08.- Las condiciones de aplicación serán las especificadas por el fabricante.

3.- CONDICIONES DEL SOPORTE

01.- Las condiciones del soporte deberán ser las indicadas en el Apartado 3 del Artículo 38.21 de este Pliego.

4.- EJECUCIÓN

01.- Para el sellado y relleno de juntas, se procederá al relleno de las mismas mediante mortero específico para rejuntados.

02.- El proceso que se debe seguir para la correcta ejecución de los rejuntados y reconstrucción de las fábricas es el siguiente:

- Retirada manual de vegetación enraizada.
- Limpieza de la superficie mediante proyección de silicato de alúmina, según el Artículo 38.13.
- Eliminación de los materiales sueltos. Si los ladrillos presentan lajación, esta se debe eliminar manualmente si no se ha eliminado con el chorreado con silicato de alúmina.
- Limpieza con cepillo metálico blando o de nylon duro de la junta que no arañe la fábrica, pero sí el mortero. El cepillo ha de ser más o menos del tamaño de la junta.
- Se deben reponer las piezas que faltan y que afecten a la integridad del muro. En aquellas piezas donde la pérdida de sección es pequeña o presentan una pérdida de relieve, puede no ser necesario suplementarlas.
- Se rellenará estrictamente la junta. No se recrecerá la falta de relieve de la pieza. Se debe rellenar la junta de dentro a fuera hasta el borde. En juntas con una importante pérdida de mortero, se prestará especial atención a la ejecución y que no se rellene solo la parte exterior, quedando hueca en el interior.
- Después de aplicar la junta se puede utilizar una varilla o utensilio para dejar el acabado de la junta en media luna.
- Esta junta nunca ha de sobresalir de la cara exterior, quedará enrasada con la superficie.
- Por último, se ejecutará el regularizado o limpieza de superficie final mediante esponja húmeda o cepillado húmedo (con cepillo muy blando) sin aplicar ningún otro producto que no sea agua (sin sales)

03.- Para aplicar el mortero de rejuntado se indican dos métodos posibles:

- Con aplicador: utilizando una boquilla fina para rellenar solo la junta. Si se emplea una boquilla mayor, el mortero rebosa por fuera de la junta, lo que provoca que las piezas se manchen y que la junta no quede correctamente rellena.
- Mediante llana y palustrillo de rejuntar del espesor de la junta (siempre sin que rebose de la junta). Presionar para que se rellene bien la junta.

5.- MEDICIÓN Y ABONO

01.- Se medirá y abonará la superficie (m²) de las zonas en las que se realice el rejuntado.

ARTÍCULO 38.24.- RECONSTRUCCIÓN DE PARAMENTOS DE FÁBRICA

1.- DEFINICIÓN

01.- Este Artículo trata sobre la reconstrucción de las piezas de fábrica en aquellas zonas en las que se hayan producido pérdidas de sección por descarnes en la estructura.

02.- Como orientación, se reconstruirán los descarnes superiores a 3 cm.

03.- Se diferenciará las piezas originales de las reconstruidas. Se podrá hacer remetiendo 2 cm las piezas reconstruidas.

2.- MATERIALES

01.- El mortero cumplirá lo establecido en el Artículo 20.52 de este Pliego.

02.- Para garantizar la compatibilidad química del material de aportación con los materiales originales, se emplearán morteros con un contenido en sales acorde con los originales, tanto el cantidad de sales como el la clase de sales.

El Proyecto, o en su defecto la Dirección de Obra, para actuaciones donde interese que no se aporten sales a las fábricas, podrá solicitar que el mortero sea confeccionado con solo cal hidráulica natural como conglomerante, no permitiendo ningún aporte de cemento u otro tipo de conglomerante.

03.- El mortero deberá tener una trabajabilidad acorde con los procesos constructivos planteados en el Proyecto. Esta trabajabilidad se puede conseguir mediante el empleo de cemento (en morteros puros o mixtos) o aditivos. El empleo de cemento no comprometerá el resto de los requisitos establecidos.

El Proyecto, o en su defecto la Dirección de Obra, podrá solicitar un tiempo mínimo de utilización, que se determina según la norma UNE EN 1015-9 y que deberá ser declarado por el fabricante.

04.- En morteros para reconstrucción de piezas se deberá controlar la compatibilidad mecánica. Deberá tener unas características mecánicas similares a las de las piezas originales.

El Proyecto, o en su defecto la Dirección de Obra, podrá fijar valores mínimos y máximos para la resistencia a compresión del mortero, que se determinará según la norma UNE EN 1015-11. El fabricante deberá declarar que la resistencia a compresión del mortero se encuentra entre los límites solicitados.

05.- Para la reconstrucción de las piezas en las zonas en las que se han producido pérdidas de sección por descarnes en la fábrica, se procederá al relleno de las mismas mediante morteros que llevan generalmente como ligante cal hidráulica, y con árido similar al de las piezas.

06.- El Proyecto, o en su defecto la Dirección de Obra, podrá permitir el empleo de resinas acrílicas para aumentar la adherencia y proporcionar cierta elasticidad. Estas resinas cumplirán lo especificado en el Artículo 26.31.

07.- Las condiciones de aplicación serán las especificadas por el fabricante.

3.- CONDICIONES DEL SOPORTE

01.- Las condiciones del soporte deberán ser las indicadas en el Apartado 3 del Artículo 38.21 de este Pliego.

3.- EJECUCIÓN

01.- Antes del comienzo de las operaciones y previa a la reconstrucción de las piezas, se procederá a la limpieza de las zonas afectadas mediante el picado y cepillado de las superficies a tratar, según los Artículos de la Sección 1ª del presente Capítulo.

02.- Según el tamaño de las secciones se podrá realizar los trabajos en una sola carga o se tendrá que realizar en varias capas, incluso en las secciones de gran espesor se podrá utilizar ladrillo machacado como árido.

03.- Para la colocación de espesores gruesos se ejecutará en capas sucesivas de 2 a 3 cm después de que haya endurecido el mortero.

04.- Cuando el espesor sea mayor de 5 cm, para facilitar la sujeción del mortero y su buena conservación, se preverá la colocación de anclajes protegidos contra la corrosión, tipo varillas de fibra de vidrio o acero inoxidable, así como encamisados en materiales inertes como metacrilato o fibra de vidrio. Para ello, además deberá ejecutarse un cajeadado en la pieza.

05.- Generalmente, el cajeadado y reposición no vienen condicionados por la restitución de la capacidad resistente del elemento, pero en el caso de que este comportamiento sea necesario, se deberá realizar un estudio específico para asegurar que la parte reconstruida entra en carga.

06.- La colocación se ejecutará con llana o alisadora, apretando bien. Si fuera necesario, para el moldeado se utilizarán herramientas de albañilería y escultura.

4.- MEDICIÓN Y ABONO

01.- Se medirá la superficie (m²) realmente reconstruida.

ARTÍCULO 38.25.- REFUERZO CON FIBRAS

1.- DEFINICIONES

01.- Se define el refuerzo con fibras como la utilización de un compuesto no metálico de tipo polimérico, integrado por una fase dispersante que da forma a la pieza que se quiere fabricar y un refuerzo hecho de fibras.

02.- Estor refuerzos también se denominan FRP (Fiber Reinforced Polymer).

03.- Las propiedades del refuerzo dependerán de los materiales empleados en la matriz y las fibras y la proporción entre ellas.

04.- Mediante el refuerzo se puede conseguir:

- Transmisión de esfuerzos entre elementos estructurales o entre elementos adyacentes.
- Conexión entre elementos.
- Rigidización de placas en el plano.
- Confinamiento de columnas.

05.- En la selección del tipo de fibras, deberá cuidarse especialmente que no exista ninguna incompatibilidad de tipo físico o químico con los materiales existentes.

06.- Entre los refuerzos posibles se pueden citar:

- Incremento de resistencia de muros, arcos o bóvedas.
- Confinamiento de columnas.
- Reducción de tracciones en elementos traccionados.
- Transformación de elementos no estructurales en estructurales.
- Rigidización de losas.

07.- Existen tres tipos de sistema de refuerzo con fibras: tejidos, laminado y barras. Su empleo está indicado para los siguientes usos:

Elemento	Forma de trabajo	Tejido	Laminado	Barras
Vigas	Flexión	X	X	X
Viguetas	Cortante	X		
Voladizos				
Losas				
Pilares	Flexión	X		X
	Cortante	X		
	Compresión	X		
Muros	Flexión	X	X	X
	Cosido de grietas	X		X

2.- MATERIALES

01.- Los materiales cumplirán lo establecido en el Artículo 26.74.

3.- EJECUCIÓN

2.1.- Consideraciones previas

01.- La Dirección de Obra comprobará que el personal de la empresa aplicadora ha sido adecuadamente entrenado y que se trata de una empresa homologada por el fabricante con experiencia de obra acreditada en la aplicación de refuerzos con fibras en general y del tipo concreto de aplicación de que se trate.

02.- La dirección de la empresa aplicadora designará un Responsable Técnico de los trabajos, convenientemente especializado, el cual se responsabilizará del cumplimiento del plan de calidad.

03.- Se establecerá un método de toma de datos de fácil cumplimentación para que el Responsable Técnico de los trabajos designados por la empresa aplicadora pueda recoger los mismos de forma cómoda.

04.- Toda la documentación y registros derivados de los trabajos de refuerzo se mantendrán archivados permanentemente con objeto de permitir la trazabilidad.

05.- Se definirán pruebas de PULL-OFF con la Dirección de Obra para corroborar la adherencia de los sistemas de refuerzo, así como la calidad del soporte superando 1,50 N/mm².

06.- Se debe exigir que los sistemas de refuerzo posean DIT.

2.2.- Ejecución de sistemas adheridos tejidos

01.- Preparación del soporte de hormigón:

- Las superficies deben estar secas, limpias y exentas de lechadas superficiales, hielo, agua estancada, grasas, aceites, tratamientos superficiales o pinturas antiguas y partículas mal adheridas.
- El hormigón debe ser limpiado y preparado hasta obtener una superficie de poro abierto, limpia y sin contaminantes.
- Para reparar los desconchones o defectos superficiales se deben utilizar materiales de reparación estructural tales como morteros o masillas de naturaleza epoxídica, dependiendo del espesor requerido para la nivelación de los desperfectos o desconchones a nivelar. Si el mortero de reparación ha sido aplicado más de dos días antes de la colocación del tejido la superficie nivelada tiene que ser lijada para asegurar un pegado adecuado de la imprimación y el adhesivo (consultar las hojas de datos del producto correspondiente).

02.- Aplicación de la imprimación:

- Una vez preparado el soporte, aplicar la imprimación.
- Esta imprimación penetra en el soporte, aumentando su resistencia y mejorando la adherencia del sistema.

03.- Preparación del tejido:

- Preparar las diferentes piezas de tejido de fibras de carbono en sus dimensiones específicas de acuerdo con el plan de trabajo que se haya establecido.
- Las piezas deberán cortarse a la longitud y a la anchura que se establezca en el Proyecto.

04.- Aplicación del adhesivo y colocación del refuerzo:

- Aplicar la resina de pegado y colocar en fresco sobre la resina de pegado la primera banda de refuerzo.
- Se empleará la resina prescrita por el fabricante, con cantidad por él indicada.
- Pasar un rodillo metálico para mejorar el contacto del tejido con el hormigón, dirigido siempre en la misma dirección de las fibras para no deteriorar el material, presionando fuertemente, eliminando posibles arrugas y aire ocluido.

- Se debe permitir la saturación de la hoja de fibra de carbono durante el tiempo indicado por el fabricante
- Aplicar las sucesivas capas de adhesivo y hojas hasta el número indicado en el Proyecto. No es recomendable la aplicación de más de dos capas de tejido en la misma jornada de trabajo, con el objetivo de no ejercer un peso propio del material compuesto en fresco que pueda provocar su descuelgue.
- Finalizar la aplicación con una última capa de resina, comprobando que no se forman bolsas de aire.

05.- Finalización:

- Dar el acabado indicado en el Proyecto, atendiendo a las indicaciones del fabricante.
- Para algunos acabados puede ser necesario espolvorear en fresco arena silíceo limpia y seca, con el objetivo de dotar de mordiente a la superficie y favorecer el agarre del revestimiento posterior que corresponda según lo definido en el Proyecto.

2.3.- Ejecución de sistemas adheridos laminados

01.- Preparación del soporte de hormigón:

- Las superficies deben estar secas, limpias y exentas de lechadas superficiales, hielo, agua estancada, grasas, aceites, tratamientos superficiales o pinturas antiguas y partículas mal adheridas.
- El hormigón debe ser limpiado y preparado hasta obtener una superficie de poro abierto, limpia y sin contaminantes.
- Para reparar los desconchones o defectos superficiales se deben utilizar materiales de reparación estructural tales como morteros o masillas de naturaleza epoxídica, dependiendo del espesor requerido para la nivelación de los desperfectos o desconchones a nivelar. Si el mortero de reparación ha sido aplicado más de dos días antes de la colocación del laminado la superficie nivelada tiene que ser lijada para asegurar un pegado adecuado de la imprimación y el adhesivo (consultar las hojas de datos del producto correspondiente).

02.- Preparación del laminado:

- Inmediatamente antes de la colocación del laminado, limpiar la cara que vaya a ir pegada con un producto adecuado para eliminar los contaminantes.
- Esperar a que la superficie se seque antes de aplicar el adhesivo.
- Cortar el laminado a las longitudes especificadas en el Proyecto.

03.- Aplicación del adhesivo:

- El adhesivo es un producto de dos componentes a base de resinas epoxi y cargas especiales que no contiene disolventes. Para su aplicación, mezclar completamente los dos componentes con una batidora eléctrica de baja velocidad siguiendo las indicaciones del fabricante.
- Una vez limpias y regularizadas las superficies, proceder a la aplicación tanto sobre la lámina de refuerzo como sobre el soporte, de una capa del espesor indicado por el fabricante.
- El espesor del adhesivo tendrá mayor espesor en el centro y decrecerá hacia los laterales.

04.- Colocación del laminado sobre el soporte:

- Una vez aplicado el adhesivo sobre el laminado y el soporte, se colocará el laminado sin ejercer presión hasta que se compruebe que está perfectamente situado en sitio.
- Una vez situado, se ejercerá presión mediante un rodillo de goma dura que se irá pasando a lo largo de toda la longitud. De esta forma se logrará que rebose el adhesivo sobrante por los lados, así como posibles burbujas de aire. El adhesivo que haya rebosado debe retirarse con espátula.

- Al final debe quedar una superficie continua de pegado, sin burbujas de aire entre el laminado y el soporte.
- Debido a su bajo peso, los laminados no deben ser apeados, sino que se sostienen en el soporte desde el principio.

05.- Cruces de laminados:

- Donde haya un cruce de laminados, el primer laminado se debe limpiar con un producto adecuado antes de aplicar el adhesivo y colocar el segundo laminado.

06.- Anclajes mecánicos:

- Antes de la colocación de los laminados se habrán efectuado los taladros en los muros según el Proyecto.
- Con los taladros efectuados se toman plantillas y se construyen las placas metálicas que llegarán a obra numeradas para su instalación en el lugar adecuado.
- Los anclajes se presentarán en el sitio y se comprobará que se produce el ajuste de las chapas a los anclajes y que se adaptan a la geometría de la estructura.
- Una vez instalado el laminado se aplica la resina epoxi sobre el mismo en la zona de anclaje y se instalan definitivamente las barras roscadas y se dará el apriete a las barras roscadas.
- Los taladros practicados en la estructura de hormigón no se inyectarán con resina.

2.4.- Ejecución de barras insertadas en taladros

01.- Preparación del soporte:

- Se taladrará el soporte con una broca de un diámetro mínimo igual a 10 mm superior al diámetro de la barra de FRP prevista.
- Las superficies de trabajo se tratarán de forma que en el momento de la aplicación de los diferentes materiales se encuentren en condiciones de facilitar la adherencia de los mismos para lo cual se eliminarán del mismo, grasas, aceites, piedra y/o mortero dañado y restos de otras aplicaciones y cualquier material o sustancia ajena a la propia aplicación.

02.- Preparación del FRP:

- Retirar la película de plástico protector antes de colocar las barras pultrusas de fibra de carbono.
- En caso necesario limpiar con acetona.

03.- Relleno y anclaje:

- Para la fijación se empleará una lechada de cal hidratada. Rellenar parcialmente (aprox. 2/3 partes del taladro) el taladro con el material de anclaje previsto empleando los medios adecuados según el tipo de producto desde la parte más interior del taladro hacia fuera.

04.- Colocación de barras en taladros:

- Se insertará la barra en el taladro con una ligera rotación, garantizando un íntimo contacto con la resina o lechada de anclaje. Se procurarán medios para que la barra quede centrada.
- Verificar que se produce rebose homogéneo del material de relleno.

2.5.- Ejecución de laminados de FRP insertados en rozas

01.- Preparación del soporte:

- Se abrirá una roza (o junta) con una rozadora trazando cortes de aproximadamente con unas dimensiones mínimas 10 mm superiores a la anchura y espesor de elemento a insertar. Se evitará dañar elementos metálicos y/o mampostería innecesaria.
- Las superficies de trabajo se tratarán de forma que en el momento de la aplicación de los diferentes materiales se encuentren en condiciones de facilitar la adherencia de los mismos, para lo cual se eliminarán del mismo grasas, aceites, piedra y/o mortero dañado y restos de otras aplicaciones y cualquier material o sustancia ajena a la propia.
- El soporte debe quedar libre de polvo u otras sustancias que impidan una buena adherencia.

02.- Preparación del laminado:

- Retirar la película de plástico protector antes de aplicar la lámina.
- En caso necesario limpiar con acetona.

03.- Colocación:

- La fijación del laminado se realizará con resina epoxi adhesiva, mortero premezclado de cal hidratada o metacaolín, u otro material definido previamente.
- Se extenderá el material de fijación con la ayuda de una espátula o una pistola de inyección sobre el soporte, previo a la colocación del FRP.
- El elemento laminado de FRP se colocará alineado con las tracciones que se aplican sobre el elemento a reforzar.
- Se procurará que el laminado quede situado en el centro del corte de manera que el adhesivo quede repartido uniformemente bañando las dos caras del laminado.

3.- PROTECCIÓN FRENTE AL FUEGO

01.- El Proyecto establecerá de un sistema de protección frente al fuego del refuerzo con fibras que sea capaz de garantizar la resistencia de la estructura durante el tiempo requerido. Para ello se precisa tener ensayo de laboratorio oficial consiguiendo el aislamiento necesario que garantice que no se supera las temperaturas de transición vítrea de los sistemas de fibra de carbono comprendidas entre 70-100°C. Se precisa que dicho ensayo de fuego oficial esté incluido en el DIT del sistema de refuerzo de fibra de carbono para corroborar la compatibilidad del sistema de protección pasiva con el sistema de refuerzo.

4.- ALMACENAMIENTO

01.- Los productos se almacenarán en lugar protegido, seco y fresco, protegidos de la humedad y las heladas, separados del suelo y alejados de fuentes de calor.

02.- La temperatura deberá ser acorde a la especificada por el fabricante. Como referencia, la temperatura será superior a 5°C e inferior a 30°C.

03.- Los productos se conservarán en sus envases originales cerrados y en buen estado de conservación, agrupados según el tipo.

No se extraerán los envases de las cajas de envío hasta el momento de su empleo.

04.- Los materiales hidráulicos (si los hubiere) se acopiarán separados del terreno mediante listones de madera y protegidos de la lluvia y el rocío.

05.- Al final de la jornada se realizará un cómputo del material acopiado, a fin de comprobar los materiales consumidos durante la jornada. Se asegurará especialmente la concordancia entre el número de componentes I y II para los materiales bicomponentes.

5.- CONTROL DE CALIDAD

5.1.- Recepción de materiales

01.- Se solicitará a la empresa fabricante y/o suministradora de los diferentes componentes del sistema la siguiente documentación:

- Copia de la certificación según ISO 9000.
- Copia de los ensayos de control de calidad de las partidas suministradas en la obra de cada uno de los materiales.

02.- A la llegada del material a la obra se comprobarán y anotarán (aceptación o rechazo) los siguientes aspectos:

- Cómputo de las cantidades recibidas.
- Resinas:
 - Comprobación de la denominación de los mismos y de la correcta identificación de la totalidad de envases.
 - Comprobación de la fecha límite de uso de los materiales que deberá estar claramente indicada en cada uno de los envases.
 - Inspección visual del estado de los envases descartando aquellos que presenten roturas con pérdida de material.
- Hojas de fibra:
 - Comprobación de la identificación de la fibra (tipo, gramaje, etc.) y de las dimensiones de los rollos.
 - Inspección visual del estado comprobando que no existe daño ni desmadejamiento de la fibra.
- Laminado:
 - Inspección visual de la fibra comprobando que los laminados no sufren delaminaciones ni fisuras.
 - Comprobación de dimensiones.

5.2.- Preparación del soporte

01.- Antes del inicio de los trabajos, se personará en obra personal cualificado, a fin de determinar la idoneidad del estado de la superficie sobre la que se aplicará el refuerzo. Se evaluarán las siguientes características:

- Saneado del elemento a reparar: Se controlará la no existencia de manchas, restos de pinturas antiguas o lechadas antiguas y que la superficie está limpia, firme y rugosa. En caso de ser necesario se redondearán las aristas con un radio mínimo de 10 mm.
- Contenido de humedad: La humedad residual del soporte será inferior al 4%. En caso de existir dudas sobre este valor, se realizarán determinaciones del contenido de humedad.
- Temperatura del soporte: Se comprobará que, en el momento de la aplicación, la temperatura del soporte se encuentre por encima de +5°C.
- Resistencia a tracción mínima del soporte: Se comprobará que el soporte posee una resistencia mínima a tracción de 1,5 N/mm² para el caso de refuerzo con laminado y 1,0 N/mm² para el caso de refuerzo con hojas de fibra. Se realizará al menos una determinación de la resistencia a tracción del hormigón por cada 200 metros (lineales o cuadrados) de refuerzo a aplicar.

- Planimetría: Se verificará que se cumplen las siguientes condiciones de planimetría.

Tipo de FRB	Irregularidad (mm) permisible en 2 m	Irregularidad (mm) permisible 0,3 m
Laminado	10	4
Hoja de fibra	4	2

5.3.- Instalación del laminado

01.- Imprimación:

- Comprobación de la temperatura (superior a +5°C) y la humedad del soporte (inferior al 4%).
- Mezclado: se establecerá un tiempo mínimo de 3 minutos. Se realizará siempre con medios mecánicos.
- Utilización de útiles recomendados para el material.
- Se realizará el control de la cantidad de material aplicado. En ningún caso será inferior a 300 g/m² en superficies de hormigón y 180 g/m² en superficies metálicas.
- No se aceptará la realización de mezclas parciales.
- Caso de sobrepasarse los tiempos máximos de aplicación de los productos, se procederá a la aplicación de una nueva capa de material.

02.- Adhesivo:

- Comprobación de la temperatura (superior a +5°C) y la humedad del soporte (inferior al 4%)
- Establecimiento del tiempo de espera mínimo de 90 minutos y máximo de 48h desde la aplicación de la imprimación.
- Comprobación de la limpieza con disolvente libre de grasas (en la cara que no está marcada)
- Comprobación de cantidad de material aplicado sobre el laminado (siempre inferior a 2 mm)
- Comprobación de la cantidad de material aplicado sobre el soporte (1-2 mm)
- Comprobación del rebose del material por todo el perímetro del laminado.
- Comprobación de la utilización de los útiles recomendados.
- No se aceptará la realización de mezclas parciales.
- Caso de sobrepasarse los tiempos máximos de los productos, se procederá a la aplicación de una nueva capa de material.

5.4.- Control final. Ensayo de adherencia (tap-test)

01.- Se comprobará mediante golpeteo continuado la presencia de zonas huecas (sonido sordo al impacto). Se señalarán las zonas afectadas.

02.- En caso de apreciarse zonas con faltas de adherencia en laminados, deberán repararse por inyección o en caso necesario repetirse el proceso de instalación.

03.- En caso de apreciarse zonas con fallos de adherencia en la instalación de Hojas de fibra se aplicarán los siguientes criterios:

- Inferiores a 12 cm² serán permisibles y no se repararán si el área afectada es inferior al 5% del total y la distribución no supera las 10 por m².
- Hasta 160 cm² podrán repararse por inyección de resina.
- Más de 160 cm² deberán cortarse y repararse.

5.5.- Control final. Ensayo de adherencia (pull-out)

01.- Cuando los refuerzos se anclan en el interior del elemento a reforzar, será obligatorio realizar ensayos pull-out para corroborar la adherencia conseguida.

02.- Durante la ejecución se realizarán muestras de sacrificio en zonas contiguas a las del refuerzo aplicado con objeto de realizar ensayos representativos de adherencia sin dañar el refuerzo.

03.- Estas muestras consistirán en tiras de 20 cm de laminado o de Hoja de fibra instaladas sobre una zona de soporte contigua y con las mismas características y tratamiento que el destinado a recibir el refuerzo, empleando porciones de mezclas de resina preparadas para la instalación del refuerzo.

04.- En el Proyecto, o la Dirección de Obra en su defecto, establecerá el número de ensayos que se deben realizar.

Como mínimo, se deben realizar:

- Una determinación por cada 100 m de laminado.
- Una determinación por cada 100 m² de refuerzo con hoja de fibra.
- Una determinación por cada 100 m de barra.
- No menos de una determinación por obra y tipo de refuerzo.

Se aconseja que se realice un ensayo por cada sección o gramaje de refuerzo, lote de resina y rollo de refuerzo.

05.- Deberán obtenerse valores de rotura por lo menos de 1,5 N/mm² y puntos de rotura homogéneos y al menos 90% dentro del soporte.

5.6.- Control final. Ensayo de adherencia (pull-off)

01.- Cuando los refuerzos se adhieran en la superficie del elemento a reforzar, será obligatorio realizar ensayos pull-off para corroborar la adherencia conseguida.

02.- Durante la colocación se mayorará la superficie en, al menos, veinte centímetros (20 cm) para realizar los ensayos.

03.- Para no deteriorar el refuerzo, se realizarán cortes de diferenciación previos al ensayo.

04.- En el Proyecto, o la Dirección de Obra en su defecto, establecerá el número de ensayos que se deben realizar.

Como mínimo, se deben realizar:

- Una determinación por cada 100 m de laminado.
- Una determinación por cada 100 m² de refuerzo con hoja de fibra.
- No menos de una determinación por obra y tipo de refuerzo.

Se aconseja que se realice un ensayo por cada sección o gramaje de refuerzo, lote de resina y rollo de refuerzo.

5.7.- Control de envases vacíos

01.- Antes de la retirada de obra de los envases utilizados, se procederá a su inspección, en la que se observará:

- Concordancia en número de envases utilizados de materiales bicomponentes.

- Ausencia de restos significativos de material en los envases bicomponentes.
- Endurecimiento total del material mezclado restante en los envases.

6.- MEDICIÓN Y ABONO

01.- Los laminados de fibra se medirán por metros lineales (m) de refuerzo realmente ejecutados.

02.- Los tejidos y mallas de fibra se medirán por los metros cuadrados (m²) de refuerzo realmente ejecutados.

03.- Las barras insertadas se medirán por los metros lineales (m) de refuerzo realmente ejecutados.

04.- Las resinas se medirán por los metros cuadrados (m²) de refuerzo realmente ejecutados.

Sección 3.^a

CURA Y PROTECCIÓN

ARTÍCULO 38.31.- PROTECCIÓN DE HORMIGÓN MEDIANTE PINTURA ANTICARBONATACIÓN

1.- DEFINICIÓN

01.- La protección de hormigón mediante pintura anticarbonatación consiste en la protección y acabado superficial final de los hormigones y morteros, mejorando sus condiciones de durabilidad y anticarbonatación, tanto en elementos existentes como de nueva ejecución, dando uniformidad a la estructura a la vez que la impermeabiliza, una vez acometidas las distintas reparaciones.

02.- Comprende la aplicación de una pintura que, una vez curada, constituirá un revestimiento flexible que cumplirá las siguientes funciones:

- Protección contra la penetración, control de la humedad e impermeabilidad ante el agua de lluvia (pero permeable al vapor de agua permitiendo respirar al soporte) de los paramentos de hormigón, ya sean estos horizontales o verticales. En cuanto al coeficiente de difusión del vapor del agua ($\mu\text{H}_2\text{O}$), se requerirá que el espesor de aire equivalente sea inferior a 5 m.
- Anticarbonatación del hormigón (alta resistencia a la difusión del CO_2), reduciendo la velocidad de carbonatación y previniendo, por tanto, la corrosión de las armaduras por procesos de carbonatación. En cuanto al coeficiente de difusión de dióxido de carbono (μCO_2), se exigirá un espesor de capa de aire equivalente > 50 m.
- Puente de fisuras (con aberturas hasta el orden de 0.5 mm).
- Acabado estético, eliminando manchas e igualando tonalidades del hormigón. Será resistente a los rayos UV, asegurando así gran estabilidad del color.
- Alta resistencia a los álcalis y a la alcalinidad del cemento.

03.- Se define pasividad como el estado en el cual el acero en el hormigón no se corroe espontáneamente por la protección de la película de óxido.

04.- De forma natural, el hormigón es un medio alcalino y da lugar a una capa protectora de óxido sobre la superficie del acero. Esta capa reduce eficazmente el riesgo de corrosión de la armadura hasta un nivel despreciable, a pesar de la presencia simultánea de agua y oxígeno. La protección que ofrece la capa de protección de óxido se pierde cuando el hormigón se carbonata hasta la profundidad de la armadura o cuando están presentes sales agresivas en cantidades suficientes a la profundidad de la armadura. Esto origina una corrosión activa en presencia de humedad y de oxígeno, que puede introducir la fisuración y desconchado del recubrimiento.

05.- La carbonatación es el proceso químico por el que se transforma hidróxido de calcio del hormigón en carbono cálcico, en presencia de dióxido de carbono. Este fenómeno reduce el pH del hormigón, haciendo que las armaduras pierdan su protección. La zona carbonatada progresa desde la superficie hacia el interior de los elementos de hormigón.

06.- La misión de un tratamiento anticarbonatación es retrasar este proceso.

2.- CONDICIONES DE APLICACIÓN

01.- Solo tendrá efecto el tratamiento anticarbonatación cuando la profundidad carbonatada sea menor que el recubrimiento de las armaduras.

02.- Si las armaduras se encuentran en una zona carbonatada, el empleo de pinturas anticarbonatación no impedirá su corrosión, siendo necesario el empleo de técnicas de pasivación o inhibición, descritas en el Artículo 38.33.

3.- MATERIALES

01.- Se utilizarán pinturas impermeables a base de resinas acrílicas en dispersión acuosa.

02.- Cumplirán las condiciones reflejadas en el Artículo 27.43.

4.- EJECUCIÓN

01.- El soporte debe estar seco, sano, compacto, limpio y exento de materiales deleznable, polvo, aceites, grasas u otros productos contaminantes, debiendo humedecerse previamente la base de aplicación.

02.- Se prestará especial atención a que el soporte se encuentre seco, pues de otro modo el tratamiento no se adherirá convenientemente a hormigones o morteros.

03.- Para la preparación del producto se mezclarán los componentes suministrados por separado, amasándolos con un agitador eléctrico de bajas revoluciones hasta alcanzar la homogeneidad de la mezcla.

04.- Se aplicará una primera mano del producto con una dotación mínima de 200 gr por metro cuadrado utilizando brocha, llana dentada, rodillo de pelo corto o *air-less*.

05.- A continuación, una vez polimerizada la primera mano, esto es unas veinticuatro (24) horas, se aplicará la segunda con una dotación igual al de la primera, de modo que tras la aplicación del sistema de protección se obtenga una capa de espesor en torno a las 120 micras.

06.- Si se utiliza sistema *air-less*, el equipo deberá contar con 180 bar de presión, boquillas de 0,38-0,66 cm, aplicándola con ángulo de 50-60°.

07.- Se deberán proteger las distintas fases de aplicación para evitar un secado demasiado rápido en época calurosa o en lugares con fuertes vientos. Así mismo deberán protegerse las capas recién terminadas de la lluvia hasta su total endurecimiento.

08.- No deberá aplicarse esta protección por debajo del punto de rocío, sobre superficies húmedas, mientras esté lloviendo, a temperatura inferior a 8° C o con humedad relativa del aire superior al 80%.

5.- MEDICIÓN Y ABONO

01.- Se medirá por los metros cuadrados (m²) protegidos con pintura.

02.- El saneo o limpieza de las superficies tendrá medición y abono aparte.

ARTÍCULO 38.32.- PROTECCIÓN E IMPERMEABILIZACIÓN DE PARAMENTOS DE HORMIGÓN CON REVESTIMIENTO EN BASE CEMENTO

1.- DEFINICIÓN

01.- Consiste en la protección y acabado superficial final de los hormigones y morteros mejorando sus condiciones de durabilidad, tanto en elementos existentes como de nueva ejecución, dando uniformidad a la estructura una vez acometidas las distintas reparaciones.

2.- MATERIALES

01.- El mortero cumplirá las especificaciones recogidas en el Artículo 20.53.

3.- CONDICIONES DE APLICACIÓN

01.- No se aplicará con una temperatura fuera del rango establecido por el fabricante.

02.- No se añadirá cemento, áridos o agua.

03.- Se deberá asegurar la protección de la lluvia o de vías de agua accidentales, en las primeras 24 horas desde la aplicación.

04.- Cuando se use como membrana impermeabilizante sin recubrir, en terrazas o en cubiertas de grandes dimensiones, se aconseja prever respiraderos para el vapor, oportunamente colocados en función de la humedad presente en el soporte (indicativamente cada 20-25 m²). Esta precaución es indispensable cuando la colocación se realiza sobre soportes particularmente absorbentes que retengan humedad, como los recrecidos aligerados con poliestireno o con arcilla expandida.

05.- El consumo será aproximadamente de 5 kg/m² en dos manos. Este consumo es teórico y puede variar según las condiciones especiales de cada obra y las necesidades de protección.

06.- El consumo real deberá calcularse para cada obra en particular mediante ensayos representativos *in situ*, siendo responsabilidad de la Dirección de Obra establecer la dotación a disponer.

07.- Para la manipulación de este producto deberán observarse las medidas preventivas habituales en el manejo de productos químicos, por ejemplo, no comer, fumar ni beber durante el trabajo y lavarse las manos antes de una pausa y al finalizar el trabajo.

08.- En caso de protección de pilas y tableros de puentes, pasos ferroviarios subterráneos, fachadas de edificios, etc., el producto podrá pintarse con los productos a base de resinas acrílicas en dispersión acuosa.

09.- Si se utiliza para la protección de superficies en contacto constante y directo con agua, donde el acabado no prevea el revestimiento cerámico, como piscinas o superficies de hormigón horizontales no transitables, tales como cubiertas planas, el producto puede pintarse con pintura elástica a base de resinas acrílicas en dispersión acuosa (debe colocarse transcurridos, al menos, 20 días desde la aplicación).

4.- EJECUCIÓN

4.1.- Preparación de la superficie

01.- Para la protección e impermeabilización de estructuras y elementos de hormigón (por ejemplo, pilas y vigas de viaductos de carreteras y ferroviarios, torres de refrigeración, chimeneas, pasos subterráneos, muros de contención, depósitos, piscinas, canales, paramentos de diques, pilastras, frentes de balcones, zunchos en fachadas, etc.), la superficie a tratar debe estar perfectamente limpia y sólida.

02.- Se eliminará la lechada de cemento, las partes friables y las posibles trazas de polvo, grasas y aceites desencofrantes mediante chorro de arena o lavado con agua a presión, según el Artículo 38.13.

03.- Si las estructuras a impermeabilizar y proteger estuvieran degradadas, se procederá a la eliminación de las partes deterioradas mediante demolición manual o mecánica (según el Artículo 30.00), o con un sistema de hidrodemolición (según el Artículo 38.17) o hidroescarificación.

Estas dos últimas técnicas, que prevén la utilización de agua a fuerte presión, están particularmente aconsejadas cuando los hierros de la armadura no estén dañados y las estructuras no estén sometidas a vibraciones, que podrían inducir microfisuras en el hormigón adyacente.

04.- Tras haber eliminado por completo el óxido mediante chorreado, se procederá a la restauración con morteros prefabricados según se especifica en el Artículo 38.22.

05.- Las superficies absorbentes a tratar deben humedecerse previamente con agua.

06.- Se deberán proteger las distintas fases de aplicación para evitar un secado demasiado rápido en época calurosa o en lugares con fuertes vientos. Así mismo deberán protegerse las capas recién terminadas de la lluvia hasta su total endurecimiento.

07.- Se comprobará tras cada capa que el consumo medio aplicado coincide con el especificado por la Dirección de Obra.

4.2.- Aplicación del mortero manualmente

01.- Debe aplicarse a brocha o rodillo durante los 60 minutos sucesivos a la mezcla en dos capas, como mínimo, para obtener un espesor final no inferior a 2 mm.

02.- En la impermeabilización de terrazas, balcones, depósitos, piscinas y para la protección de soportes que presenten microfisuras, o de elementos que sean particularmente solicitados, se aconseja siempre inserir, en la primera capa fresca, una malla como armadura de refuerzo.

03.- Tras la colocación de la malla, aplicar una segunda capa de protección cuando la primera haya endurecido (transcurridas 4-5 horas).

04.- Para mejorar aún más, tanto el alargamiento a rotura como la capacidad de puenteo de fisuras sobre superficies horizontales, se aconseja la inserción de tejido-no tejido macroporoso de polipropileno. Sobre la primera capa aun fresca, de al menos 1 mm, colocar el tejido, comprimiéndola con una llana plana, para obtener una impregnación perfecta.

05.- Sucesivamente, aplicar la segunda capa de protección cubriendo completamente el tejido y acabar la superficie con la llana.

06.- Durante las operaciones de impermeabilización, prestar especial atención a las juntas de dilatación y a los encuentros entre superficies horizontales y verticales.

07.- Tras la aplicación esperar un mínimo de 5 días de curado (en buenas condiciones climáticas: aprox. 20°C) antes de colocar acabados posteriores. Este tiempo de espera puede alargarse si la aplicación se efectúa en condiciones climáticas frías.

4.3.- Aplicación del mortero por proyección

01.- Efectuar, tras la preparación de la superficie, la aplicación por proyección, con máquina provista de lanza, en dos capas con un espesor máximo por capa de 1 mm, hasta obtener un espesor final no inferior a 2 mm.

02.- La operación de sobreaplicación debe efectuarse cuando la capa precedente está seca (transcurridas 4 o 5 horas).

03.- En las zonas microfisuradas o particularmente solicitadas se aconseja la inserción, en la primera capa fresca, de malla como refuerzo. Inmediatamente después de la colocación de la malla, debe repasarse con una llana. Si fuera necesario mejorar la cobertura de la malla, es posible aplicar posteriormente una capa más de la protección por proyección.

04.- Para mejorar aún más, tanto el alargamiento a rotura como la capacidad de puenteo de fisuras, se aconseja la inserción de tejido-no tejido macroporoso de polipropileno. Sobre la primera capa aun fresca de la protección, de al menos 1 mm, colocar el tejido, comprimiéndolo con una llana hasta obtener una impregnación perfecta.

05.- Sucesivamente, aplicar la segunda capa de, de forma que cubra completamente el tejido y acabar la superficie con la misma llana plana.

06.- Durante las operaciones de impermeabilización, prestar especial atención a las juntas de dilatación y a los encuentros entre superficies horizontales y verticales, aconsejándose la puesta de una banda de fieltro resistente a los álcalis, o banda de polímeros termoplásticos y elastómeros sintéticos.

5.- MEDICIÓN Y ABONO

01.- Se medirá y abonará la superficie (m²) afectada.

02.- Se incluirán todas las operaciones y materiales para su total ejecución, incluso la preparación de superficie.

ARTÍCULO 38.33.- PASIVACIÓN E INHIBICIÓN DE ARMADURAS

1.- DEFINICIONES

01.- Se define pasivación e inhibición de armaduras a la disposición de productos o sistemas para controlar la corrosión de las armaduras.

02.- Se define pasividad como el estado en el cual el acero en el hormigón no se corroe espontáneamente por la protección de la película de óxido.

03.- De forma natural, el hormigón es un medio alcalino y da lugar a una capa protectora de óxido sobre la superficie del acero. Esta capa reduce eficazmente el riesgo de corrosión de la armadura hasta un nivel despreciable, a pesar de la presencia simultánea de agua y oxígeno. La protección que ofrece la capa de protección de óxido se pierde cuando el hormigón se carbonata hasta la profundidad de la armadura o cuando están presentes sales agresivas en cantidades suficientes a la profundidad de la armadura. Esto origina una corrosión activa en presencia de humedad y de oxígeno, que puede introducir la fisuración y desconchado del recubrimiento.

04.- Se define inhibición como la disminución de la velocidad de corrosión, mediante el empleo de un inhibidor agregado al medio.

05.- Se define protección catódica a la conversión del acero en el cátodo de una celda electroquímica, mediante la incorporación de un metal con un potencial más negativo.

06.- La Norma UNE-EN 1504-9 define los principios generales para la protección y reparación de estructuras de hormigón. Esta serie de actuaciones se corresponden con las incluidas en el principio 11: control de zonas anódicas.

07.- Existen distintas formas de impedir la corrosión de las armaduras:

- Mediante aplicación en los puntos de exposición de la armadura de productos activos que funcionan como inhibidores anódicos o por acción galvánica de sacrificio.
- Mediante la creación de barreras en la superficie de la armadura, que recubran totalmente las mismas. Este método solo es efectivo si se consigue encapsular las barras, con la consecuente variación de las condiciones de adherencia acero-hormigón.
- Empleando inhibidores de corrosión que modifiquen químicamente la superficie del acero o que formen en la superficie una película pasiva.

2.- MATERIALES

01.- Los materiales a emplear tendrán marcado CE, de acuerdo con la Norma EN 1504-7.

3.- EJECUCIÓN

01.- La aplicación de los productos de inhibición y pasivación, se pueden aplicar directamente en la barra de acero o en la superficie de hormigón penetrando por la red capilar.

3.1.- Aplicación de productos sobre el acero

01.- Se procederá a la homogeneización del material empleando medios mecánicos.

02.- Se empleará chorro abrasivo o chorro de agua sobre las superficies hasta alcanzar un grado Sa 2½ según la Norma ISO 8501-1. Este grado implica un arenado – granallado muy minucioso, eliminando capas de laminación, óxido y partículas extrañas de una manera tan perfecta que los restos solo aparezcan como ligeras manchas o rayas.

03.- El caso necesario se diluirá la primera capa con agua, según la ficha técnica del producto empleado.

04.- La aplicación se realizará con brocha o rodillo de pelo corto o de espuma o mediante pistola *air-less*. La aplicación de la segunda capa se realizará con el producto sin diluir cuando la primera esté seca al tacto, aunque nunca más tarde de 48 horas después.

05.- En cualquier caso, se seguirán específicamente las instrucciones del fabricante.

3.2.- Control de ejecución de productos aplicados sobre el acero

01.- Se comprobará que la aplicación es continua, no apreciándose zonas con falta de material.

02.- Se controlará el consumo de material (obtenido como cociente entre material empleado y superficie tratada), deberá aproximarse al especificado en ficha técnica, no siendo en ningún caso, inferior al mínimo establecido.

03.- Se medirá el espesor aplicado, mediante ensayo por corte angulado y medidor PIG. El espesor obtenido deberá ser igual o superior al establecido previamente.

3.3.- Aplicación de productos sobre el hormigón

01.- Se procederá a la homogeneización del material empleando medios mecánicos.

02.- La aplicación se realizará con brocha o rodillo de pelo corto o de espuma o mediante pistola *air-less*, siempre de arriba a abajo y asegurando que el soporte quede saturado de producto. Debe distribuirse homogéneamente para evitar dejar zonas brillantes por exceso de producto.

03.- En cualquier caso, se seguirán específicamente las instrucciones del fabricante.

3.4.- Control de ejecución de productos aplicados sobre el hormigón

01.- Se comprobará que la aplicación es continua, no apreciándose zonas con falta de material. Si el producto es incoloro, será aconsejable que contenga un trazador UV que permita comprobar que ha sido aplicado en toda la superficie.

02.- Se controlará el consumo de material (obtenido como cociente entre material empleado y superficie tratada), deberá aproximarse al especificado en ficha técnica, no siendo en ningún caso, inferior al mínimo establecido.

03.- Será recomendable extraer probetas para analizar la penetración del producto, de acuerdo con las indicaciones del fabricante.

4.- MEDICIÓN Y ABONO

01.- Se medirá por los metros cuadrados (m²) pasivados o inhibidos.