

# Calidad del Aire

Madrid

2013

Dirección General de Sostenibilidad  
y Planificación de la Movilidad



## ÍNDICE

<b>1. RESUMEN .....</b>	<b>2</b>
<b>2. LA RED DE VIGILANCIA .....</b>	<b>3</b>
2.1 Mapa de la red.....	4
2.2 Control y garantía de calidad .....	6
<b>3. DIAGNOSTICO DE LA CALIDAD DEL AIRE .....</b>	<b>7</b>
3.1 Análisis de los datos.....	7
3.2 Legislación .....	8
3.3 Dióxido de azufre.....	9
3.4 Partículas en suspensión PM10.....	12
3.5 Partículas en suspensión PM2.5.....	16
3.6 Dióxido de Nitrógeno.....	19
3.7 Monóxido de carbono.....	31
3.8 Benceno.....	34
3.9 Ozono .....	37
3.10 Metales pesados.....	44
3.11 Benzo(a)pireno .....	47
<b>4. La red I.M.E.....</b>	<b>48</b>
<b>5. ÍNDICES DE CALIDAD DEL AIRE.....</b>	<b>50</b>
<b>6. RED PALINOCAM.....</b>	<b>54</b>
<b>7. CALIDAD Y GESTIÓN AMBIENTAL.....</b>	<b>55</b>
<b>8. EPISODIO OZONO.....</b>	<b>56</b>
<b>9. CAMPAÑAS .....</b>	<b>59</b>
<b>10. BALANCE METEOROLOGICO 2013 .....</b>	<b>63</b>

## 1. RESUMEN

La evaluación de la calidad del aire correspondiente al año 2013, pone de manifiesto que se mantiene la tendencia de mejora en todos los contaminantes, salvo en el caso del ozono troposférico que ha tenido unos niveles superiores a años anteriores.

El dióxido de nitrógeno ha experimentado una reducción tanto en el número de estaciones con superación del valor límite anual: de diez estaciones en 2012 ha disminuido a ocho en el 2013, como en los niveles de concentración. El valor límite horario ha sido superado por tres estaciones de tráfico, las mismas que en el pasado año.

En cuanto al ozono troposférico, se ha podido evaluar por segundo año el cumplimiento del valor objetivo de protección de la salud del ozono, dando como resultado que 5 estaciones de la red (3 de tipo suburbano y 2 de fondo) han excedido ese valor ( $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$  como la media octohoraria máxima en un día que no podrá excederse en más de 25 veces por año de promedio en los tres años). Asimismo, en el período estival se han registrado superaciones del umbral de información.

Los niveles del resto de contaminantes partículas en suspensión -PM10 y PM2,5-, dióxido de azufre, monóxido de carbono, benceno, metales y benzo(a)pireno han sido inferiores a los valores límite u objetivo fijados para ellos por la legislación.

Cabe destacar que en el año 2013 se han renovado las certificaciones **ISO-9001**, **ISO-14001** y la inscripción en el **Registro EMAS** del servicio de vigilancia mediante la red automática de medición y del servicio de información de la calidad del aire del Ayuntamiento de Madrid.

En cuanto a la meteorología, el año 2013 ha sido en términos generales favorable para la dispersión de contaminantes. Durante la primera mitad del año ha habido sobre la ciudad de Madrid un menor número de situaciones de estabilidad atmosférica (y de una intensidad sensiblemente inferior) que durante el mismo periodo de 2012. Del mismo modo, los meses de septiembre a diciembre de 2013 se han caracterizado por una inestabilidad atmosférica mayor que durante el mismo periodo de 2012 incluyendo también un aumento de precipitaciones, lo que ha favorecido una mejor ventilación de la atmósfera.

## 2. LA RED DE VIGILANCIA

Durante el año 2013 el Ayuntamiento de Madrid ha contado con una Red de Vigilancia de la Calidad del Aire formada por 24 estaciones automáticas, dos puntos adicionales para partículas en suspensión PM 2,5 , dos puntos de muestreo para metales pesados y uno para benzo(a)pireno, todos ellos integrados en el Sistema Integral de Vigilancia, Predicción e Información.

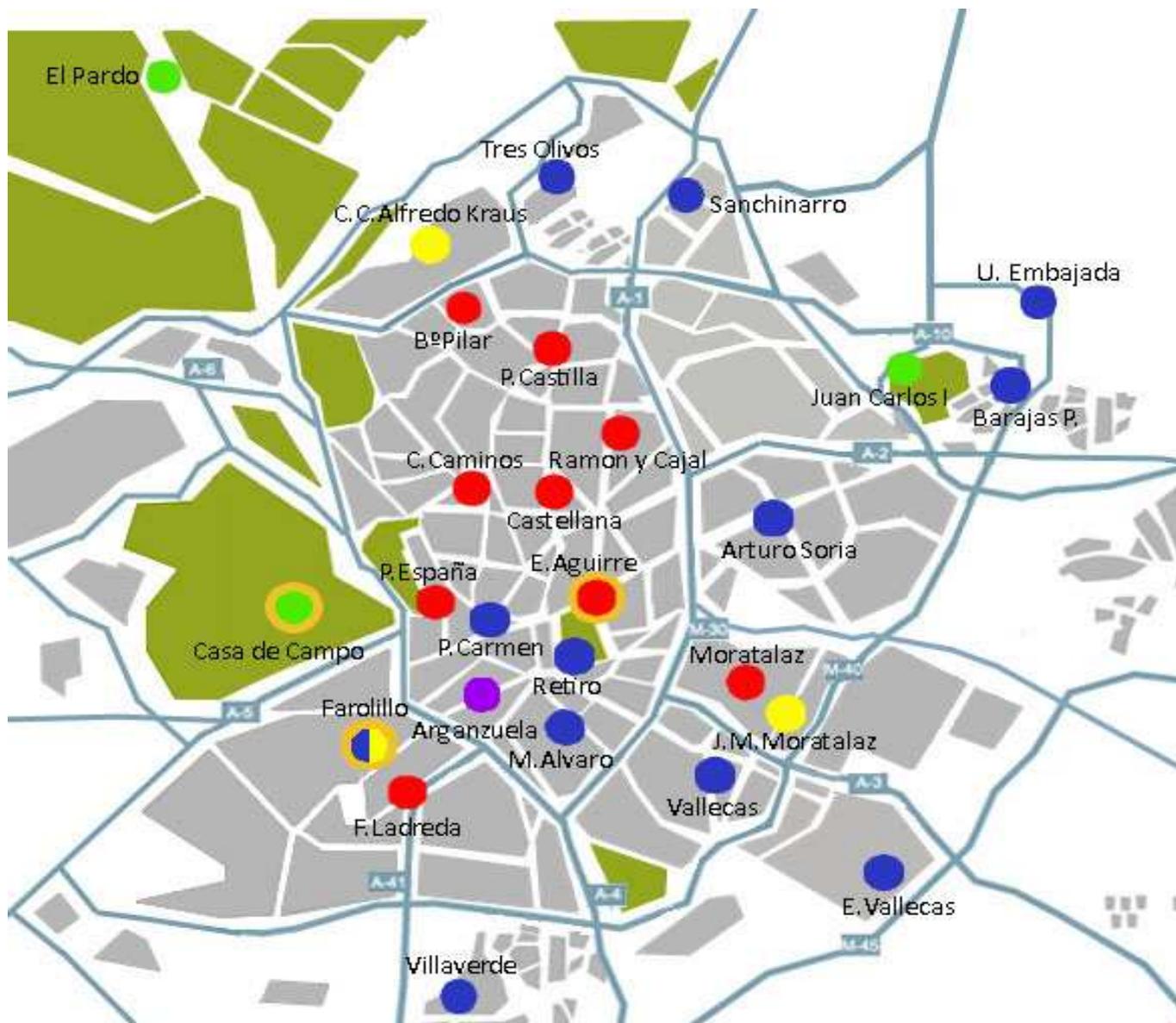
<http://www.mambiente.munimadrid.es/opencms/opencms/cal aire/SistIntegral/portadilla.html>.

Esta Red cuenta con los medios necesarios para aportar una alta fiabilidad a los valores registrados. En la tabla siguiente se muestra una relación del conjunto de las 24 estaciones y puntos de muestreo de la red.

### UBICACIÓN DE LAS ESTACIONES REMOTAS Y PUNTOS DE MUESTREO

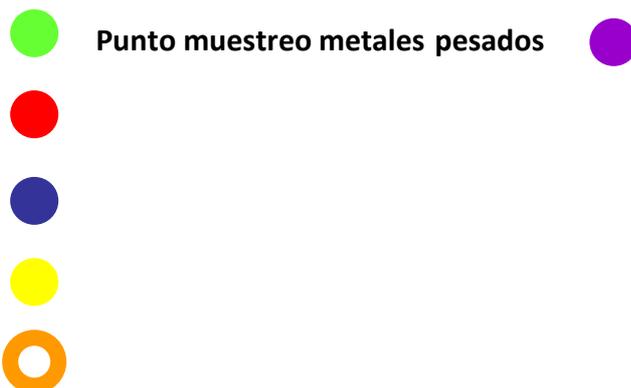
NOMBRE	DIRECCIÓN	DISTRITO MUNICIPAL
PZA. DEL CARMEN	Pza. del Carmen - Tres Cruces	CENTRO
PZA. DE ESPAÑA	Pza. España	MONCLOA
BARRIO DEL PILAR	Avda. Betanzos – Monforte de Lemos	FUENCARRAL
ESCUELAS AGUIRRE	C/Alcalá – O'Donnell	SALAMANCA
CUATRO CAMINOS	Avda. Pablo Iglesias – Marqués de Lema	CHAMBERÍ
AV. RAMÓN Y CAJAL	Avda. Ramón y Cajal – Ppe. De Vergara	CHAMARTÍN
VALLECAS	C/ Arroyo del Olivar – Río Grande	PUENTE VALLECAS
ARTURO SORIA	C/ Arturo Soria – Vizconde de los Asilos	CIUDAD LINEAL
VILLAVERDE	C/ Juan Peñalver	VILLAVERDE
FAROLILLO	C/ Farolillo - Ervigio	CARABANCHEL
MORATALAZ	Avda. Moratalaz – Camino Vinateros	MORATALAZ
CASA DE CAMPO	Casa de Campo (Terminal del Teleférico)	MONCLOA
BARAJAS PUEBLO	C/ Júpiter, 21	BARAJAS
MÉNDEZ ÁLVARO	Pza. Amanecer M.Álvaro	ARGANZUELA
CASTELLANA	C/ José Gutiérrez Abascal	CHAMARTÍN
PARQUE RETIRO	PºVenezuela – Casa de Vacas	RETIRO
PZA. CASTILLA	Pza. Castilla (Canal)	CHAMARTÍN
ENSANCHE VALLECAS	Avda.La Gavia –Avda.Las Suertes	VILLA DE VALLECAS
U. EMBAJADA	C/ Riaño, s/n	BARAJAS
PZA. FDEZ. LADREDA	P.Fdez.Ladreda – Avda. Oporto	CARABANCHEL
SANCHINARRO	C/Princesa Éboli - C/ María Tudor	HORTALEZA
EL PARDO	Avda. La Guardia	FUENCARRAL-ELPARDO
JUAN CARLOS I	Parque Juan Carlos I	BARAJAS
TRES OLIVOS	Pza. Tres Olivos	FUENCARRAL-ELPARDO
C.C.MORATALAZ	C/Fuente Carrantona, 8	MORATALAZ
C.C.ALFREDO KRAUS	Gta. Pradera de Vaquerizas, 9	FUENCARRAL-ELPARDO
C.I.ARGANZUELA	C/ Canarias, 17	ARGANZUELA

## 2.1 Mapa de la red



### Tipos de estación:

- Suburbana
- Tráfico
- Urbana de fondo
- Red IME (Indicador medio de exposición PM2,5)
- Estaciones completas (super-sites)



DISTRIBUCIÓN DE ANALIZADORES Y MUESTREADORES INSTALADOS EN LA RED

ESTACION- PUNTO DE MUESTREO										
	NO <sub>2</sub>	SO <sub>2</sub>	CO	PM10	PM2,5	O <sub>3</sub>	BTX	HC	Metales	B(a)P
Pza. del Carmen	X	X	X			X				
Pza. España	X	X	X							
Bº Pilar	X		X			X				
Esc. Aguirre	X	X	X	X	X	X	X		X	X
Cuatro Caminos	X	X		X	X		X			
Ramón y Cajal	X						X			
Vallecas	X	X		X						
Arturo Soria	X		X			X				
Villaverde	X	X				X				
Farolillo (Red IME)	X	X	X	X	X	X	X			
Moratalaz	X	X	X	X						
Casa de Campo	X	X	X	X	X	X	X	X		
Barajas Pueblo	X					X		X		
Méndez Álvaro	X			X	X					
Castellana	X			X	X					
Retiro	X					X				
Pza. Castilla	X			X	X					
Ensanche de Vallecas	X					X				
Urb. Embajada	X			X			X	X		
Pza. Fdez. Ladreda	X		X			X				
Sanchinarro	X	X	X	X						
El Pardo	X					X				
Juan Carlos I	X					X				
Tres Olivos	X			X		X				
C.C. Moratalaz (Red IME)					X					
C.C. Alfredo Kraus (Red IME)					X					
C.I.Arganzuela									X	

## 2.2 Control y garantía de calidad

Con el fin de asegurar la exactitud de las medidas y el cumplimiento de los objetivos de calidad de los datos que establece la legislación, además de las operaciones de

mantenimiento, verificación y calibración habituales, durante el año 2013 se han realizado diversas actividades de garantía de calidad.

A continuación se detalla el porcentaje de datos válidos por estación automática y analizador:

	Porcentaje de datos validos año 2013						
	SO <sub>2</sub>	CO	NO <sub>2</sub>	PM2.5	PM10	O <sub>3</sub>	BTX
Pza. España	99	99	99				
Esc. Aguirre	96	96	96	96	96	96	95
Ramón y Cajal			99				
Arturo Soria		99	99			99	
Villaverde	99		99			99	
Farolillo	99	99	99		99	99	98
Casa Campo	99	99	99	99	99	99	86
Barajas Pueblo			99			99	
Pza. del Carmen	99	99	99			99	
Moratalaz	99	99	99		99		
Cuatro Caminos	99		99	99	99		98
Bº. Pilar		99	99			99	
Vallecas	98		98		98		
Méndez Álvaro			99	99	99		
Castellana			99	99	99		
Retiro			99			99	
Pza. Castilla			99	99	99		
E. Vallecas			99			99	
Urb. Embajada			99		99		98
Fdez. Ladreda		99	99			99	
Sancharro	99	99	99		99		
El Pardo			99			99	
Juan Carlos I			99			99	
Tres Olivos			99		99	99	

### 3. DIAGNOSTICO DE LA CALIDAD DEL AIRE

#### 3.1 *Análisis de los datos*

Los analizadores de los contaminantes integrados en las estaciones de vigilancia automáticas funcionan en continuo y registran un valor medio cada 5 segundos.

Estos datos son procesados e integrados desde el Centro de Control del Servicio de Protección de la Atmósfera. Según el tipo de integración, se generan las diferentes clases de datos.

En función del período de análisis de estudio, o de la forma en que están establecidos los valores límites utilizaremos uno u otro.

**Diezminutales:** Valor medio de los registrados en un periodo de diez minutos (120 datos cada 10 minutos). En cada hora se registran por lo tanto 6 datos diezminutales.

**Horarios:** Valor medio de al menos cuatro datos diezminutales válidos y correspondientes a la misma hora. Cada día se pueden registrar por lo tanto 24 datos horarios válidos.

**Octohorarios:** Valor medio correspondiente a los 8 datos horarios precedentes. Se tiene dato octohorario si existen al menos 6 horarios válidos. Cada día se pueden registrar 24 datos octohorarios válidos.

**Diarios:** Calculados como promedio de, al menos, las tres cuartas partes de los datos horarios válidos incluidos en el día.

**Anuales:** Calculados como promedio de al menos las tres cuartas partes de los datos horarios válidos incluidos en el año.

Todos estos datos son registrados con la hora local:

Hora local = (Hora Centroeuropea, CET)

CET = UTC + (1 en invierno)

CET = UTC + (2 en verano)

UTC: Tiempo Universal Coordinado

A continuación se presenta un análisis detallado por contaminante, recogiendo la legislación aplicable, los valores obtenidos en el año 2013 y su comparación con los legislados.

Se incluyen los **indicadores de evolución**, estos valores que no tienen carácter normativo, pero se presentan con el objetivo de orientar sobre la evolución de las concentraciones de los diferentes contaminantes a lo largo de un periodo de tiempo. Para calcularlos se ha utilizado el valor medio de la red.

La evolución temporal se ha calculado utilizando únicamente las estaciones que han permanecido en la red, durante el periodo analizado, para asegurar la consistencia y homogeneidad de la serie histórica.

Los datos de los equipos manuales de metales, PM<sub>2,5</sub> (red IME) y benzo(a)pireno son datos diarios.

Se han incluido salidas del programa "R" y concretamente del paquete open-air. Este paquete es de código abierto y esta especialmente indicado para analizar datos de calidad del aire. Ha sido desarrollado por the King's College of London.

### 3.2 Legislación

El análisis que se realiza en este capítulo sobre los datos registrados en la red de vigilancia de la calidad del aire durante el año 2013, tiene en cuenta la legislación aplicable que se detalla a continuación:

**Real Decreto 102/2011, de 28 de enero,** relativo a la mejora de la calidad del aire.



### 3.3 Dióxido de azufre

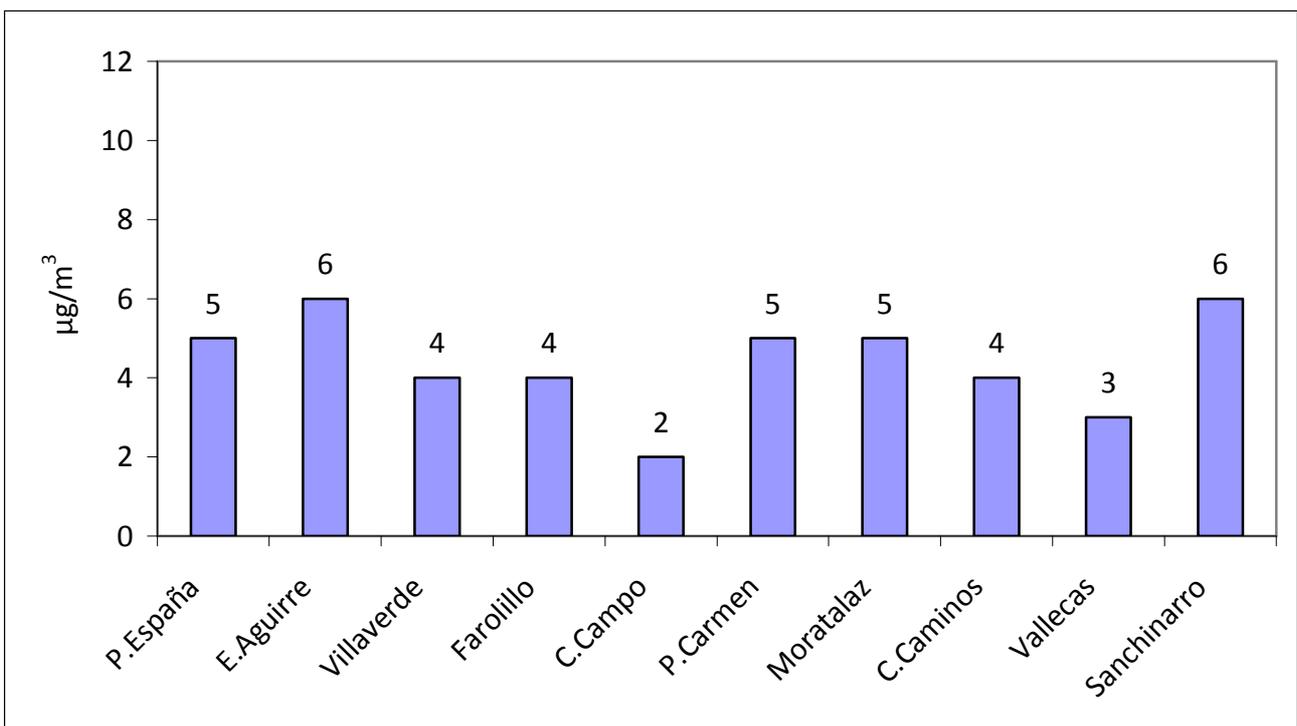
<p><b>VALOR LÍMITE HORARIO</b> para la protección de la salud humana <b>350 µg/m<sup>3</sup></b> que no podrá superarse en más de 24 ocasiones por año</p>	<p><b>VALOR LÍMITE DIARIO</b> para la protección de la salud humana <b>125 µg/m<sup>3</sup></b> que no podrá superarse en más de 3 ocasiones por año</p>	<p><b>UMBRAL DE ALERTA</b> <b>500 µg/m<sup>3</sup></b> durante tres horas consecutivas en un área &gt; <b>100 km<sup>2</sup></b></p>
--	--	--

El dióxido de azufre (SO<sub>2</sub>) es un gas incoloro, no inflamable. Posee un olor fuerte e irritante en altas concentraciones. Se origina por la combustión de carburantes con cierto contenido en azufre (carbón, fuel) y la fundición de minerales ricos en sulfatos. Se genera principalmente por la industria (incluyendo las termoeléctricas), seguido de los vehículos a motor.

Los valores de la tabla muestran que los niveles medios de SO<sub>2</sub> en todas las estaciones de medida son muy bajos, con respecto a los límites legales establecidos.

Tampoco existen picos de SO<sub>2</sub> relevantes, pues los niveles máximos que se han registrado a lo largo del año 2013 se sitúan lejos, entorno a un 10%, del valor límite horario.

Valores medios de SO<sub>2</sub> por estaciones



## DIAGNÓSTICO DE LA CALIDAD DEL AIRE

Los valores de SO<sub>2</sub> se sitúan por debajo del nivel crítico para la protección de la vegetación que, a pesar de que no son de aplicación para un área urbana como la

ciudad de Madrid, indican la buena calidad del aire de Madrid en cuanto a este contaminante.

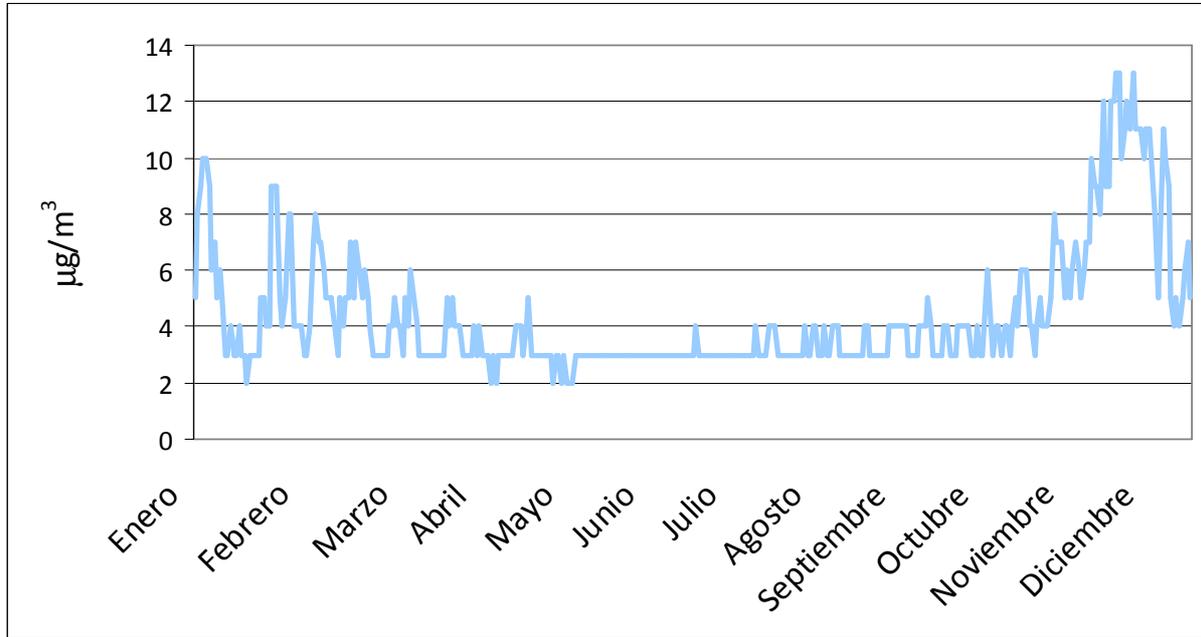
Se incluye a continuación un cuadro con los valores medios y máximos diarios de los últimos tres años, se puede apreciar que

todos ellos han continuado con la tendencia a mantenerse o a disminuir a lo largo de este tiempo.

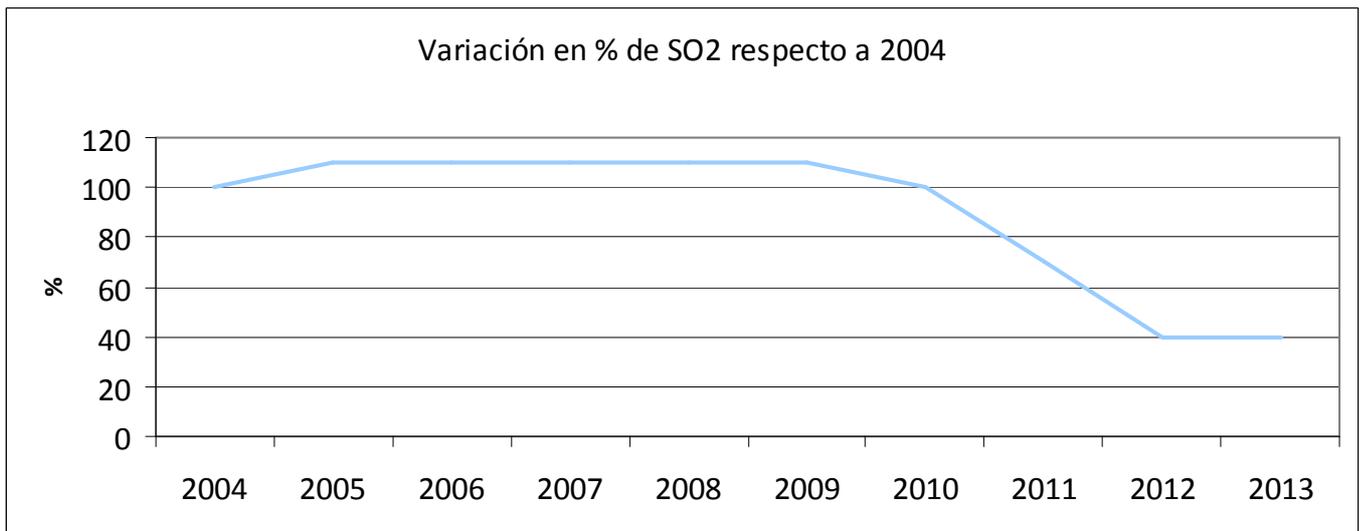
ESTACION	2011		2012		2013	
	Media µg/m <sup>3</sup>	Máximo µg/m <sup>3</sup>	Media µg/m <sup>3</sup>	Máximo µg/m <sup>3</sup>	Media µg/m <sup>3</sup>	Máximo µg/m <sup>3</sup>
PZA. ESPAÑA	7	18	4	14	5	14
ESCUELAS AGUIRRE	7	22	6	23	6	19
VILLVERDE	7	17	4	10	4	15
FAROLILLO	6	14	3	11	4	12
CASA DE CAMPO	5	15	2	6	2	7
PZA. DEL CARMEN	9	29	5	26	5	23
MORATALAZ	9	33	7	32	5	39
CUATRO CAMINOS	6	21	4	19	4	17
VALLECAS	6	17	3	12	3	10
SANCHINARRO	8	17	5	15	6	11

DIAGNÓSTICO DE LA CALIDAD DEL AIRE

Indicadores de evolución  
Evolución diaria del SO<sub>2</sub>. Año 2013



Evolución anual del SO<sub>2</sub> de los últimos diez años  
(estaciones que permanecen en la red de vigilancia a lo largo de todo el período)



### 3.4 *Partículas en suspensión PM10*

<p><b>VALOR LÍMITE DIARIO</b> para la protección de la salud humana: <b>50 µg/m<sup>3</sup></b> (Que no podrán superarse en más de 35 ocasiones al año)</p>	<p><b>VALOR LÍMITE ANUAL</b> para la protección de la salud humana: <b>40 µg/m<sup>3</sup></b></p>
---	--

El material particulado es una mezcla compleja de componentes con características químicas y físicas diversas. Sus posibles efectos sobre la salud varían en función del tamaño y la composición. Pueden ser primarias o secundarias, es decir, formadas a partir de otros contaminantes primarios.

La fuente más importante de material particulado se debe a las emisiones generadas por el tráfico rodado. La contribución del tráfico engloba tanto las emisiones directas de partículas primarias

desde el tubo de escape de los vehículos motorizados, como la resuspensión de materiales que se acumulan en el firme de rodadura (productos de abrasión mecánica de vehículos, frenos, ruedas, emisiones derivadas de obras de construcción o demolición, etc.)

A lo largo del año 2013 no se han producido episodios de intrusiones de aire africano relevantes por su carga de material particulado.

Atendiendo a lo establecido en el Real Decreto 102/2011, durante el año 2012 se realizaron con el Instituto de Salud Carlos III campañas para la intercomparación de los equipos automáticos de PM10 de la red con respecto al método de referencia, obteniéndose un factor de corrección de 0,85 para el invierno y de 1,29 para el verano. Estos factores han sido aplicados a los datos

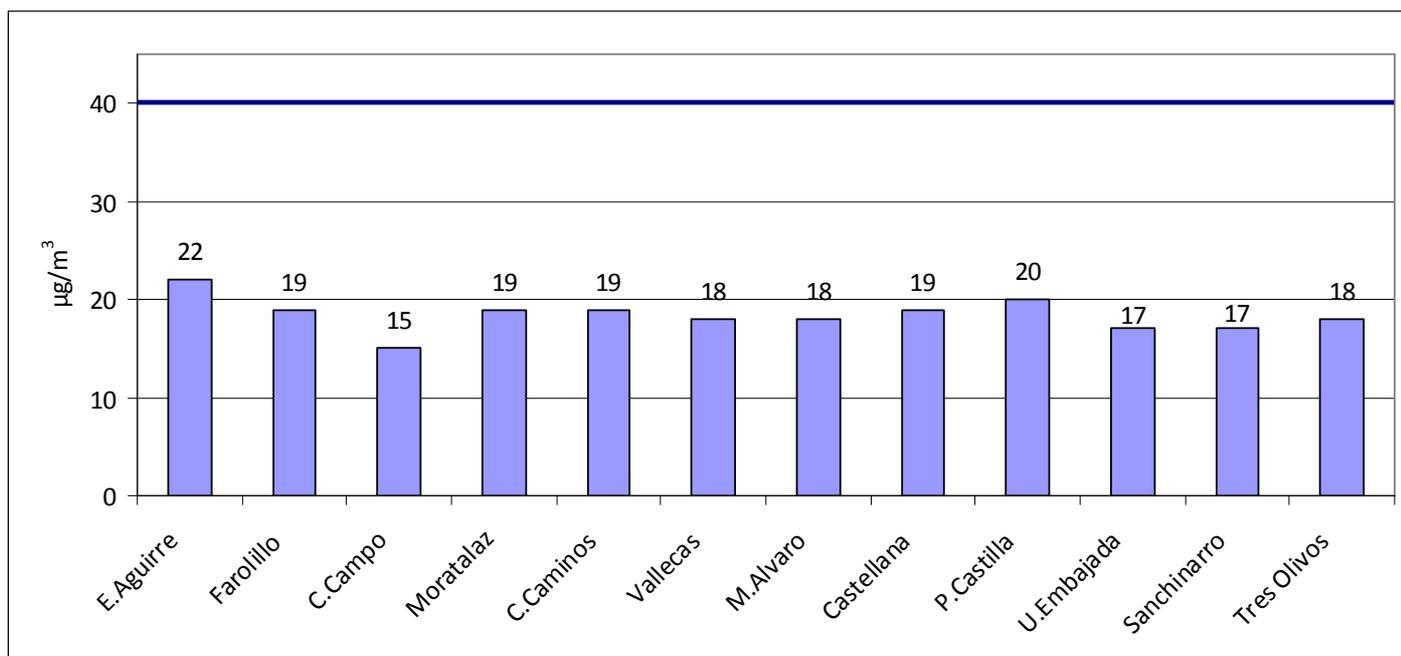
validados de la red para el año 2013 para obtener resultados equivalentes a los que se hubieran obtenido con el método de referencia. Para los periodos de primavera y otoño se aplicará la media aritmética de los factores invernal y estival.

## DIAGNÓSTICO DE LA CALIDAD DEL AIRE

En el diagrama de barras se puede observar que los valores medios de las estaciones para

este año están por debajo del límite establecido por la legislación.

## Valores medios anuales en el año 2013 por estación



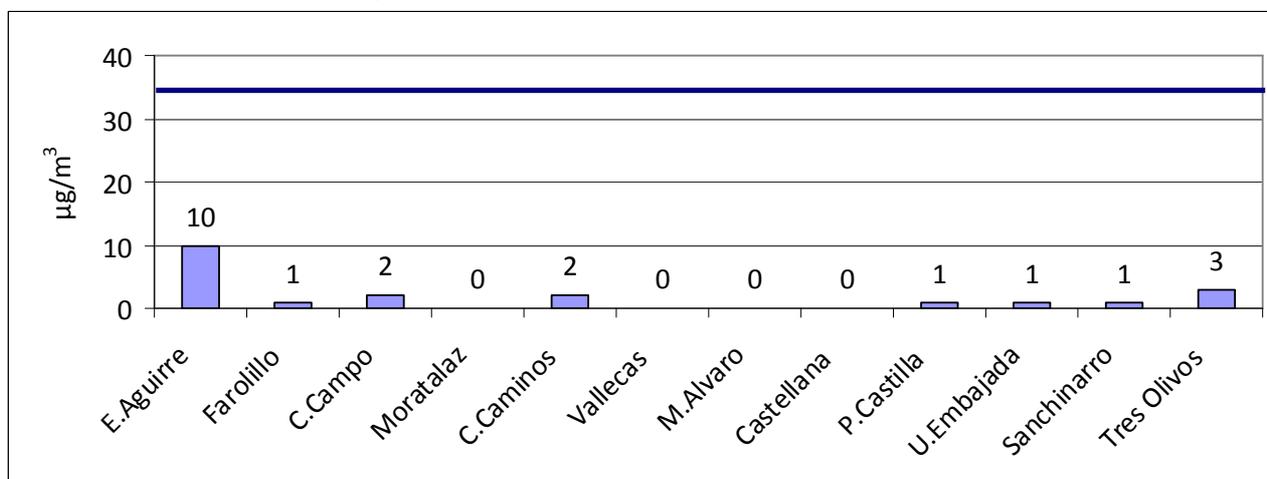
Los valores registrados en la red de vigilancia para 2013, son inferiores a los del año anterior.

Se presenta a continuación el número de días en los que el valor medio diario fue superior a 50 µg/m<sup>3</sup>. El número máximo permitido es

de 35 días en el año, y como se puede comprobar en el gráfico ninguna estación ha superado este límite, han quedado todas muy por debajo.

DIAGNÓSTICO DE LA CALIDAD DEL AIRE

Superaciones del valor límite diario en 2013

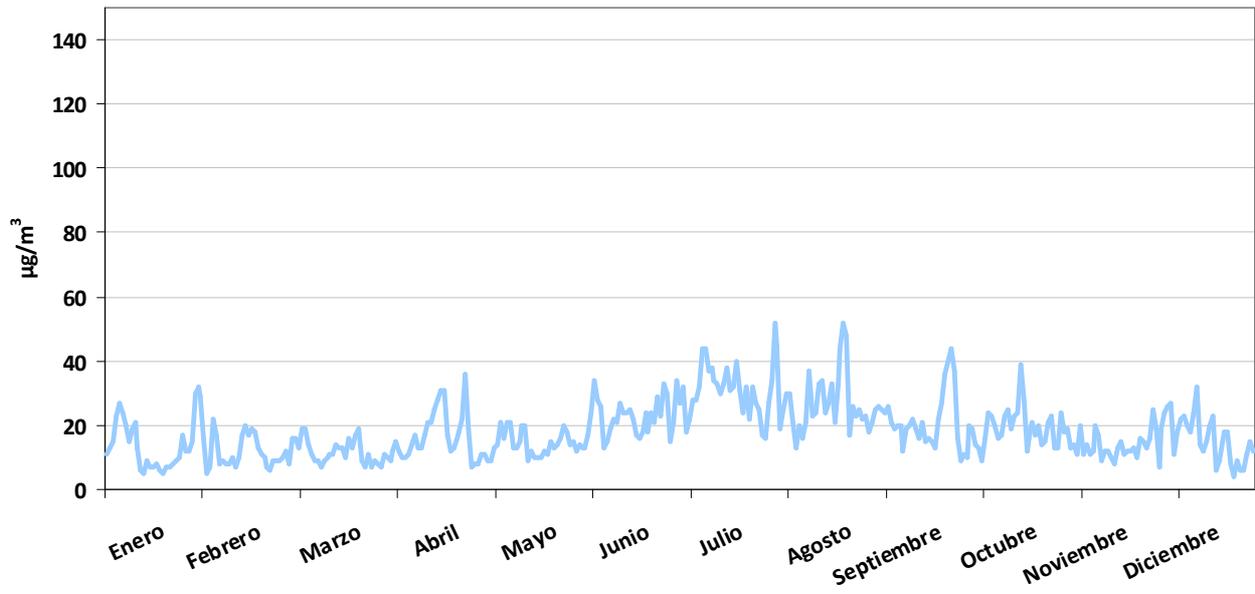


Se incluyen a continuación los valores medios y máximos diarios de los últimos tres años, se observa que los máximos del 2013 quedan sensiblemente por debajo de los del año anterior debido a la ausencia de aportes

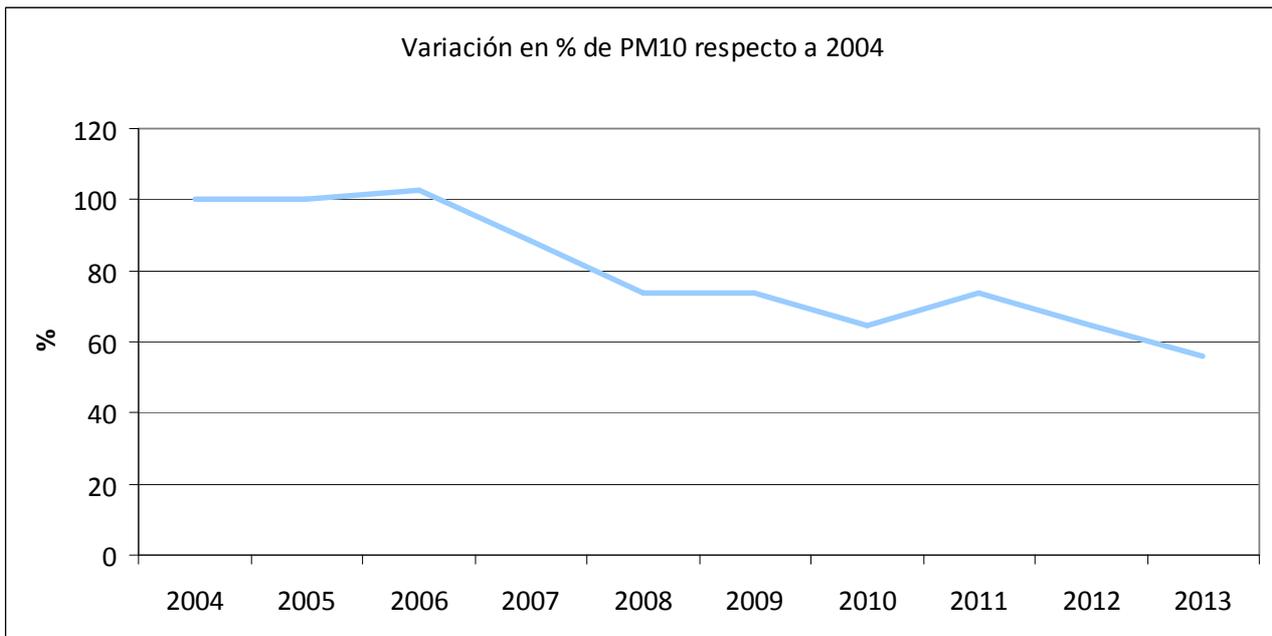
significativos de partículas por intrusiones saharianas; los valores medios se mantienen en valores similares tendiendo en general a la baja.

ESTACIÓN	2011		2012		2013	
	Media $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Máximo $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Media $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Máximo $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Media $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Máximo $\mu\text{g}/\text{m}^3$
ESCUELAS AGUIRRE	30	80	26	153	22	68
FAROLILLO	24	60	25	166	19	51
CASA DE CAMPO	20	61	20	156	15	56
MORATALAZ	23	71	24	165	19	50
CUATRO CAMINOS	28	80	25	155	19	59
VALLECAS	23	79	23	160	18	50
MÉNDEZ ÁLVARO	25	63	24	163	18	49
CASTELLANA	23	75	27	165	19	50
PZA. CASTILLA	23	70	24	155	20	54
URB. EMBAJADA	21	57	22	159	17	52
SANCHINARRO	19	62	25	162	17	54
TRES OLIVOS	20	64	19	140	18	55

**Indicadores de evolución**  
Evolución diaria de partículas PM10 en el año 2013



**Evolución anual de PM10 de los últimos diez años**  
(estaciones que permanecen en la red de vigilancia a lo largo de todo el período)



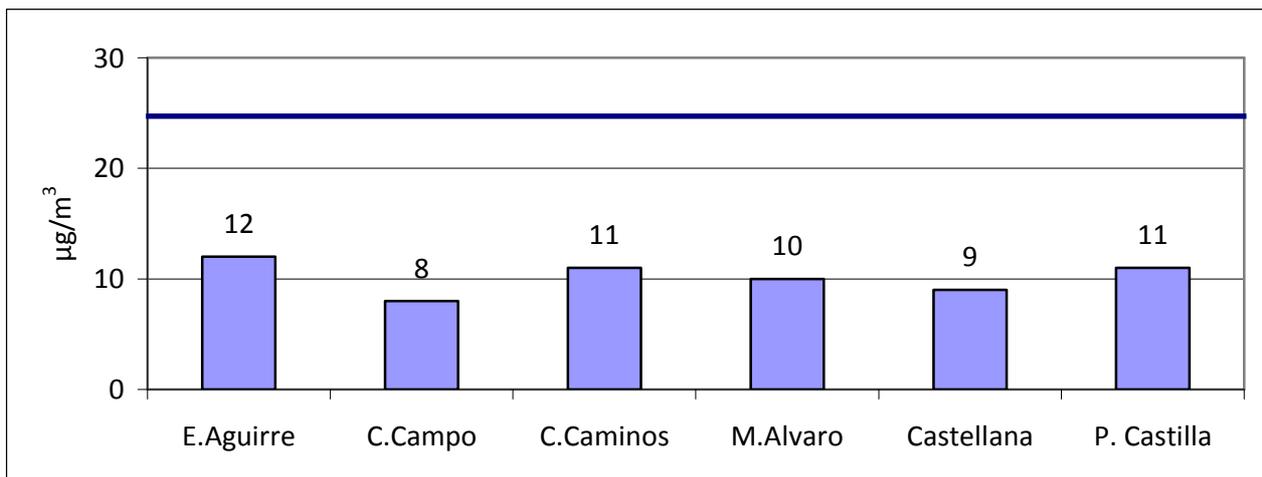
### 3.5 Partículas en suspensión PM<sub>2.5</sub>

VALOR OBJETIVO ANUAL 2010 Y VALOR  
LÍMITE ANUAL 2015:

25 µg/m<sup>3</sup>

El término PM<sub>2.5</sub> se refiere a partículas con un diámetro aerodinámico de hasta 2.5 micras

Valores medios anuales en el año 2013 por estación



Durante el año 2013 no se ha superado el valor objetivo, que será valor límite en el año 2015, según establece la legislación vigente.

## DIAGNÓSTICO DE LA CALIDAD DEL AIRE

Se incluyen a continuación los valores medios y máximos diarios de los últimos tres años. Se observa una tendencia a la baja, en general, así los máximos no han alcanzado

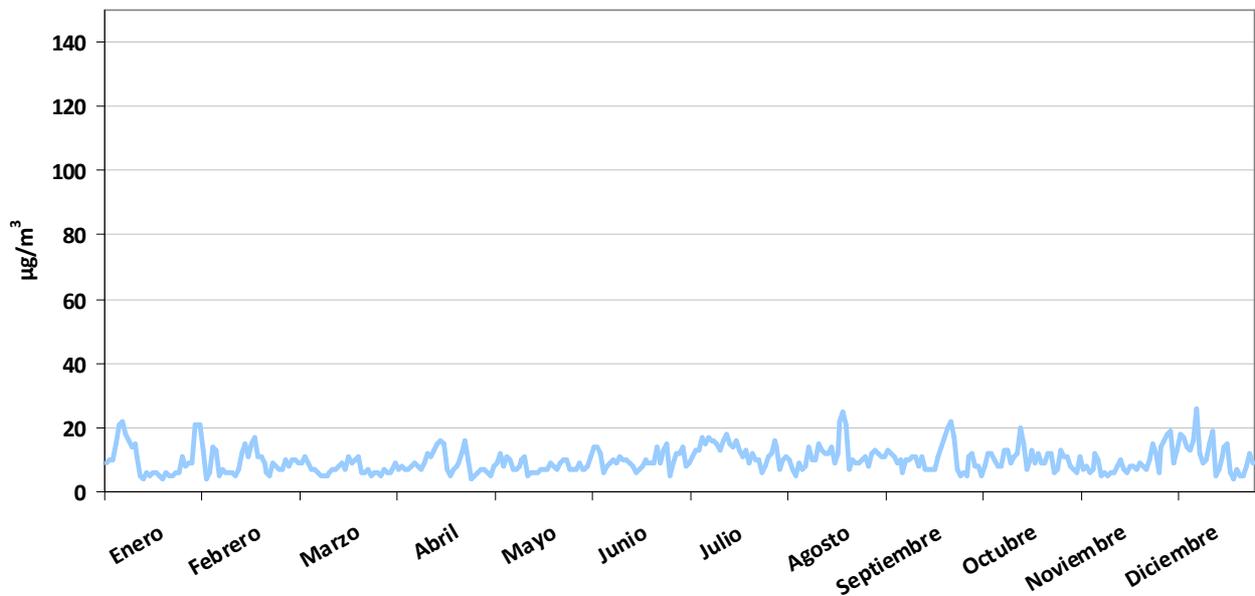
valores tan altos como los del pasado 2012 debido a que no se han producido episodios de intrusiones saharianas tan importantes.

ESTACIÓN	2011		2012		2013	
	Media µg/m <sup>3</sup>	Máximo µg/m <sup>3</sup>	Media µg/m <sup>3</sup>	Máximo µg/m <sup>3</sup>	Media µg/m <sup>3</sup>	Máximo µg/m <sup>3</sup>
E. AGUIRRE	15	37	14	61	12	30
CASA DE CAMPO	10	33	10	43	8	23
CUATRO CAMINOS	15	39	13	46	11	31
MÉNDEZ ÁLVARO	13	35	13	51	10	26
CASTELLANA	10	35	12	47	9	24
PZA. CASTILLA	11	35	10	58	11	25

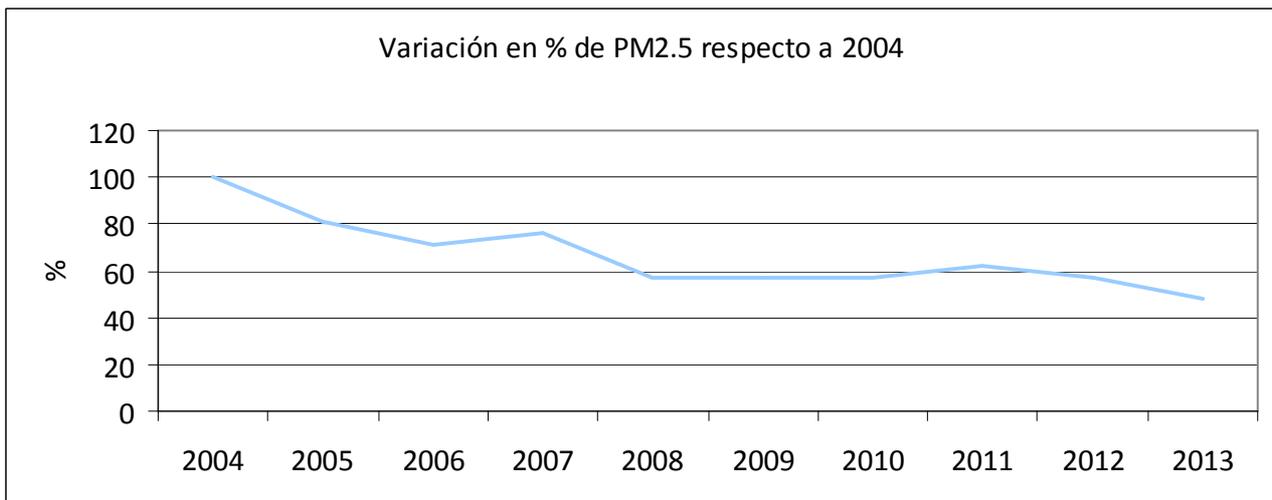
DIAGNÓSTICO DE LA CALIDAD DEL AIRE

Indicadores de evolución

Evolución diaria de partículas PM2.5 en el año 2013



**Evolución anual de PM2.5 de los últimos diez años**  
(estaciones que permanecen en la red de vigilancia a lo largo de todo el período)



## DIAGNÓSTICO DE LA CALIDAD DEL AIRE

## 3.6 Dióxido de Nitrógeno

**VALOR LÍMITE HORARIO**

para la protección de la salud humana

**200 µg/m<sup>3</sup>**que no podrán superarse  
en más de 18 ocasiones al año**VALOR LÍMITE ANUAL**

para la protección de la salud humana

**40 µg/m<sup>3</sup>****UMBRAL DE ALERTA****400 µg/m<sup>3</sup>**3 horas consecutivas  
en un área > 100 km<sup>2</sup>

ESTACION	Media µg/m <sup>3</sup>	Máximo µg/m <sup>3</sup>
PZA. DE ESPAÑA	46	232
ESCUELAS AGUIRRE	43	216
RAMÓN Y CAJAL	41	388
ARTURO SORIA	34	346
VILLAVERDE	37	238
FAROLILLO	33	188
CASA DE CAMPO	20	132
BARAJAS PUEBLO	31	208
PZA. DEL CARMEN	41	199
MORATALAZ	32	277
CUATRO CAMINOS	43	219
BARRIO DEL PILAR	41	371
VALLECAS	35	234
MÉNDEZ ÁLVARO	32	212
CASTELLANA	36	228
RETIRO	28	135
PZA. CASTILLA	42	199
ENSANCHE DE VALLECAS	26	184
URB. EMBAJADA	37	236
PZA. FDEZ. LADREDA	54	270
SANCHINARRO	32	279
EL PARDO	18	101
JUAN CARLOS I	19	174
TRES OLIVOS	29	144

Valores medios anuales y máximos horarios expresados en µg/m<sup>3</sup>

El dióxido de nitrógeno (NO<sub>2</sub>) es un contaminante indicador de actividades de transporte, especialmente el tráfico rodado. Lo emiten directamente los vehículos, especialmente los diesel (emisiones directas

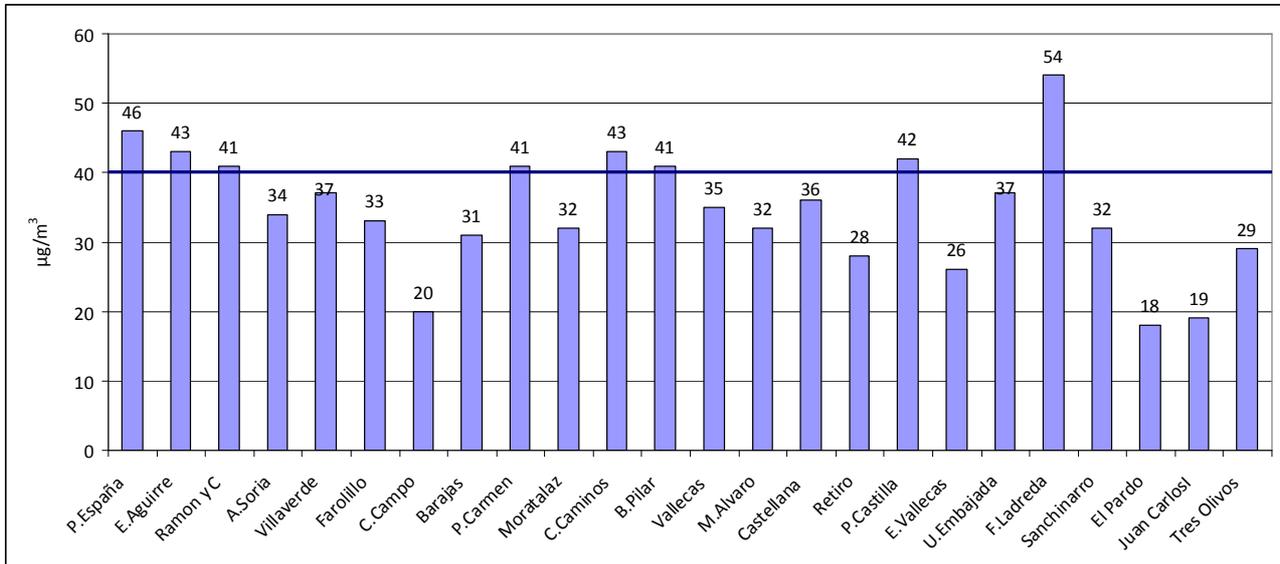
o "primarias"), pero se produce también en la atmósfera por un proceso químico como es la oxidación del monóxido de nitrógeno (NO) también emitido fundamentalmente por los vehículos; en este caso se trata de dióxido de nitrógeno secundario.

DIAGNÓSTICO DE LA CALIDAD DEL AIRE

A continuación se muestran los valores medios de cada estación y su situación

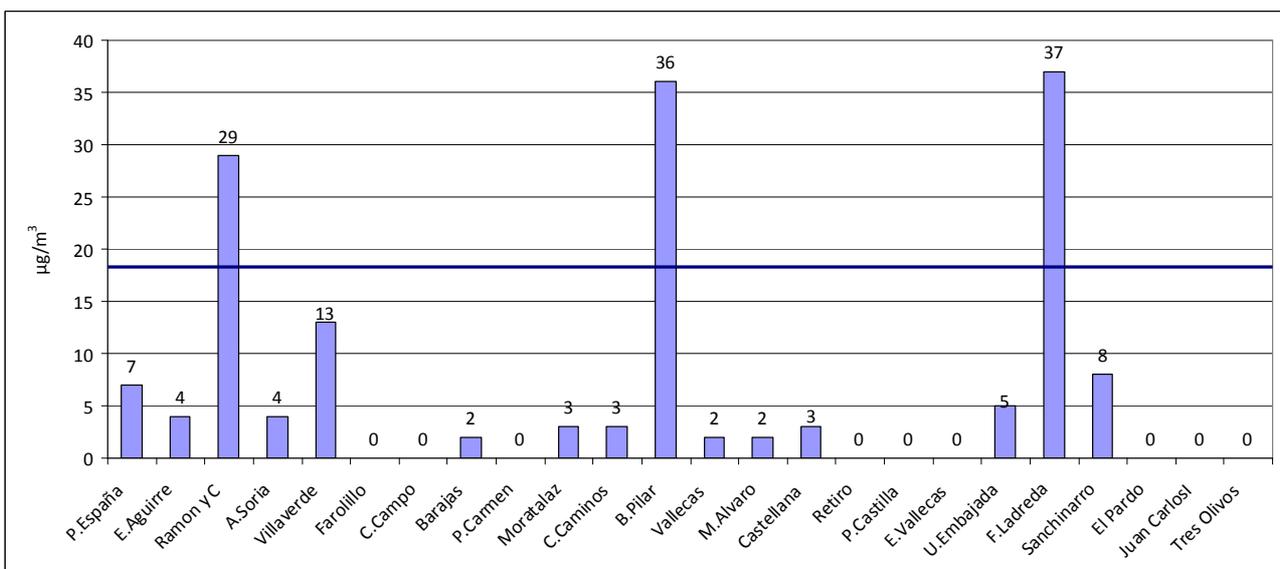
respecto al valor límite anual establecido de 40 µg/m<sup>3</sup>.

Valores medios anuales en el año 2013 por estación



En la siguiente gráfica se muestra el número de superaciones del valor límite horario de cada una de las estaciones de la red.

SUPERACIONES DEL VALOR LÍMITE HORARIO

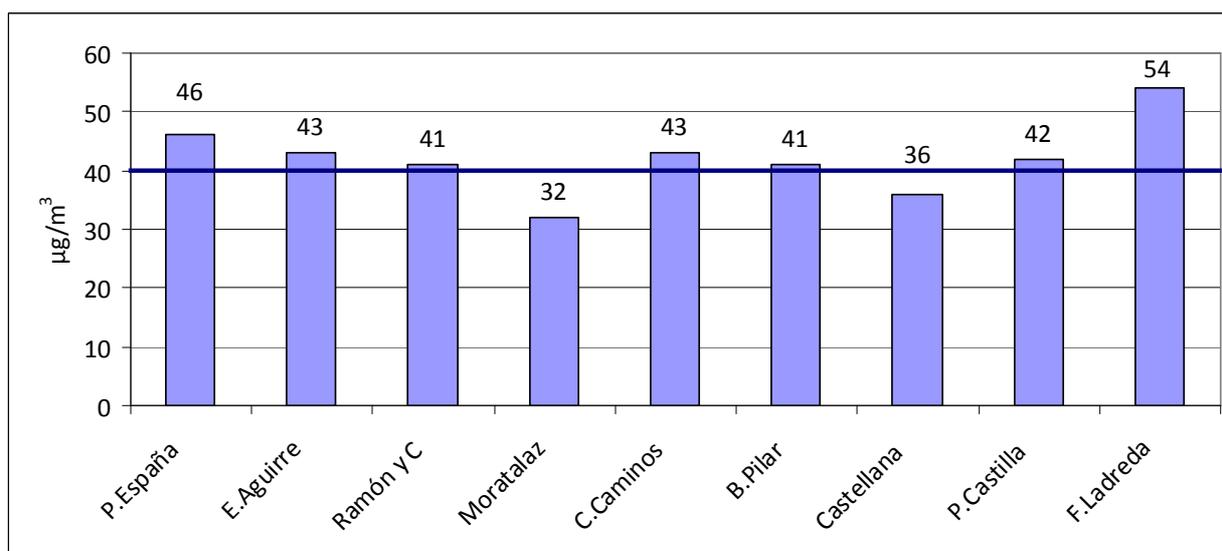


DIAGNÓSTICO DE LA CALIDAD DEL AIRE

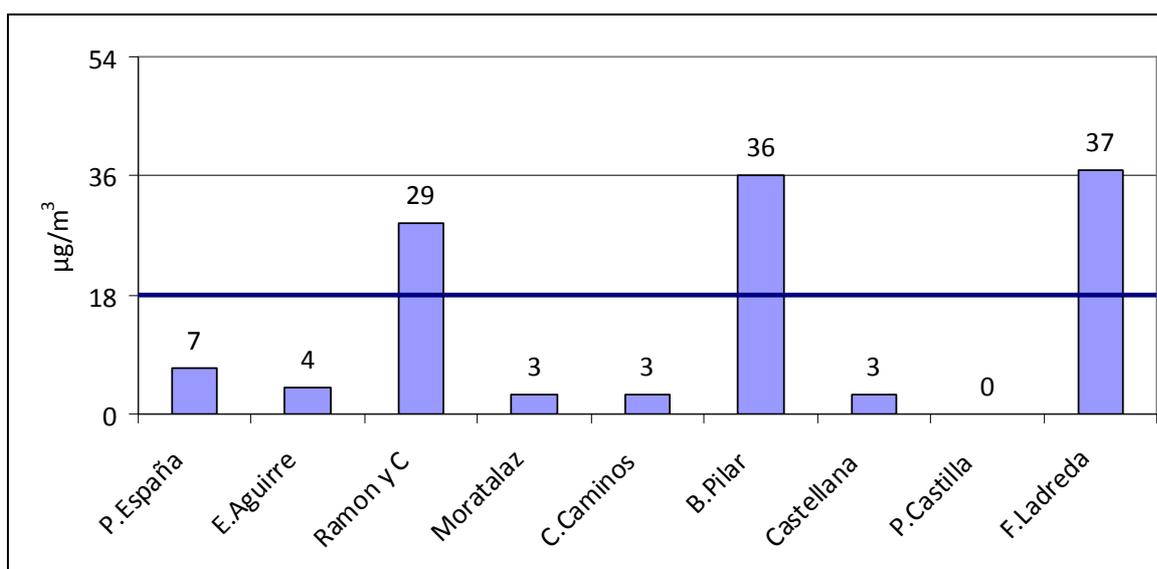
A continuación se presenta un análisis más completo sobre la distribución de las superaciones en función del tipo de estación

(tráfico, fondo o suburbana) y en función de su distribución temporal a lo largo del día, de la semana y del mes.

Media anual de las estaciones de tráfico



Número de superaciones del valor límite horario de las estaciones de tráfico



Se observa que siete de las nueve estaciones de tráfico superan la media anual de 40 µg/m<sup>3</sup> que es el valor marcado como valor

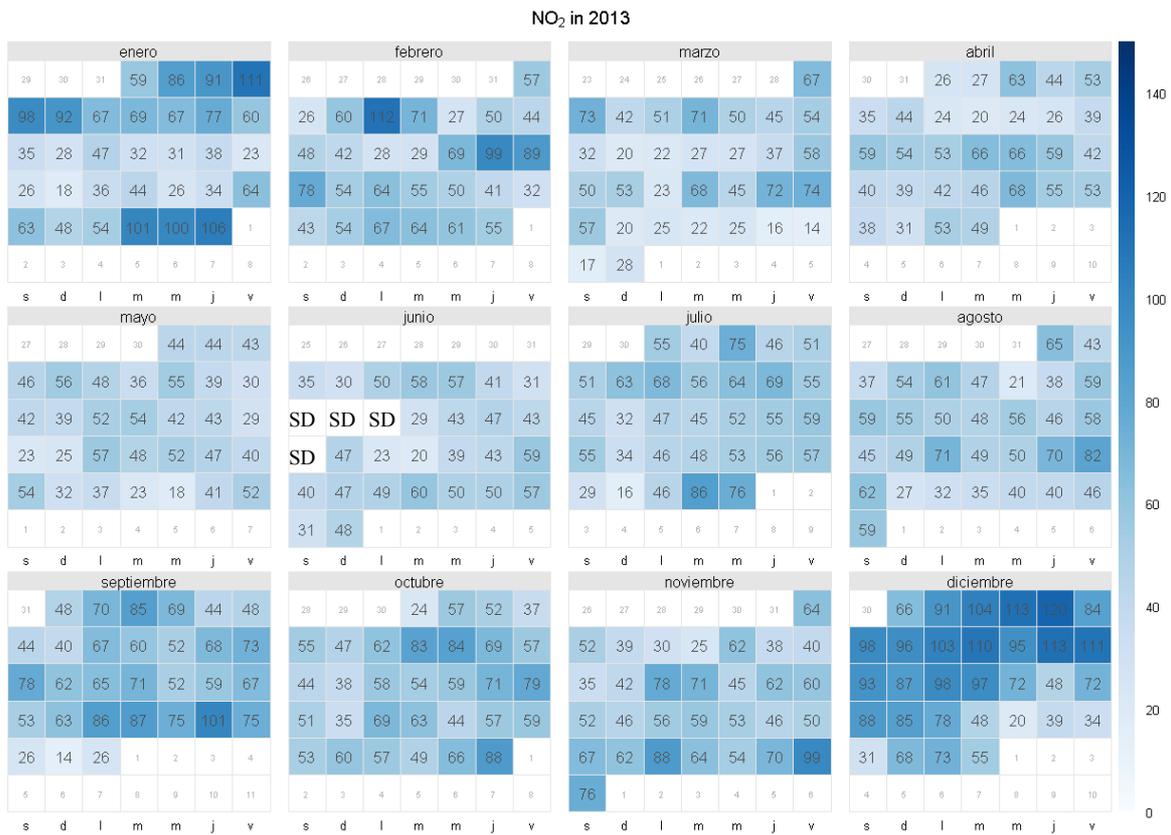
límite anual. Así mismo, 3 de ellas exceden el máximo de 18 horas de superación del valor límite horario establecido en 200 µg/m<sup>3</sup>.

DIAGNÓSTICO DE LA CALIDAD DEL AIRE

Se adjunta a continuación y a modo de ejemplo el calendario de los valores medios diarios de NO<sub>2</sub> en la estación de tráfico de Fernández Ladreda, generado con el

programa "R" (open-air). Se observa que los valores más altos se registraron a lo largo del mes de diciembre, mes que se caracterizó por una mayor estabilidad atmosférica.

Medias diarias en la estación de Fernández Ladreda



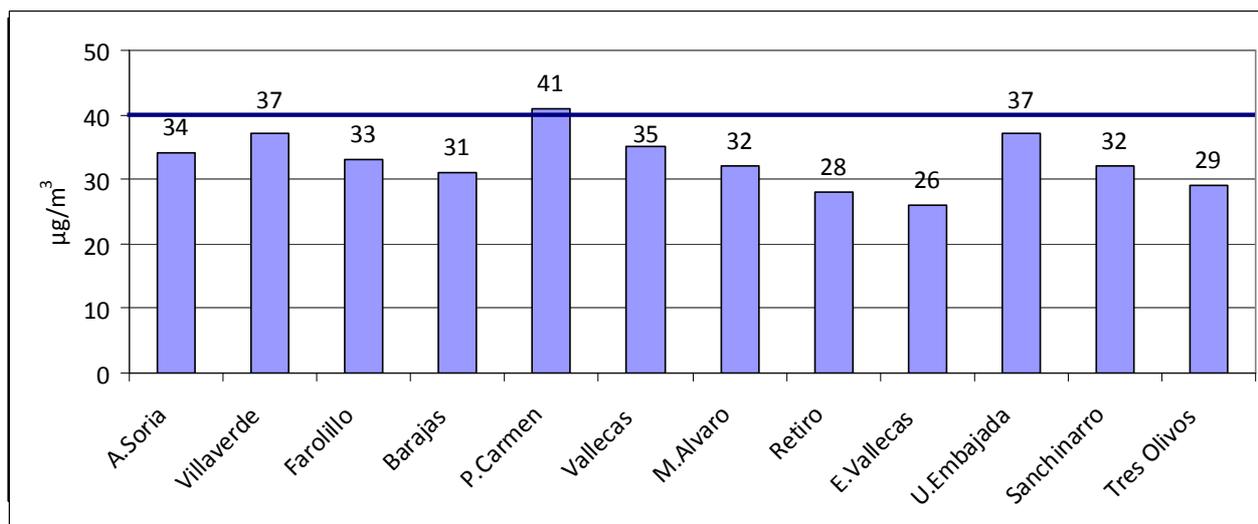
SD:Sin Datos

DIAGNÓSTICO DE LA CALIDAD DEL AIRE

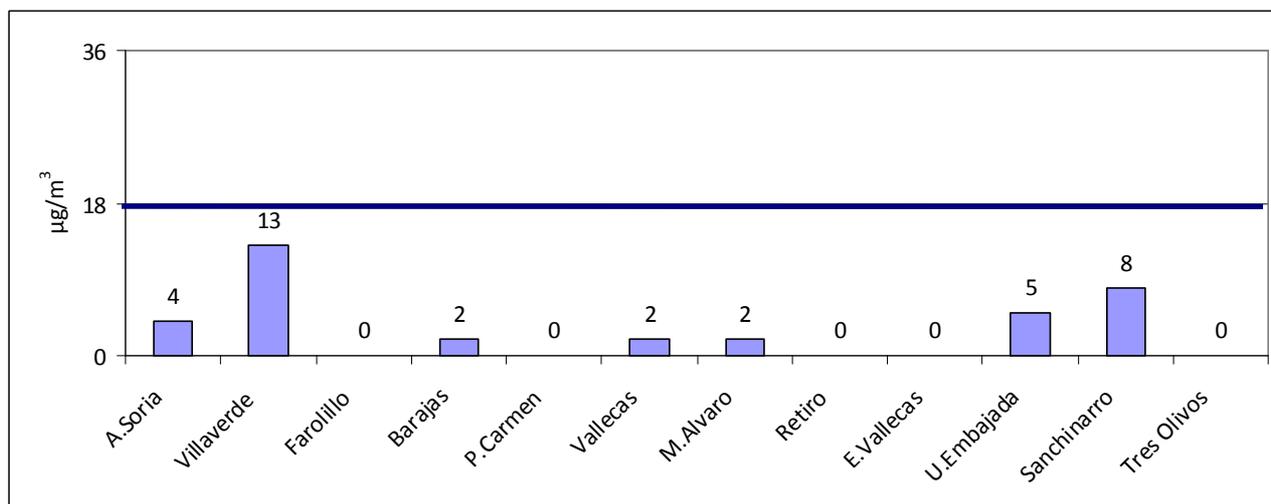
Media anual de las estaciones de fondo

Respecto a las estaciones urbanas de fondo hay una estación que ha superado el valor límite anual y ninguna ha superado el valor límite horario a lo largo del año 2013. Se

muestran a continuación las gráficas de los valores medios anuales y de las superaciones horarias.



Número de superaciones del valor límite horario de las estaciones de fondo

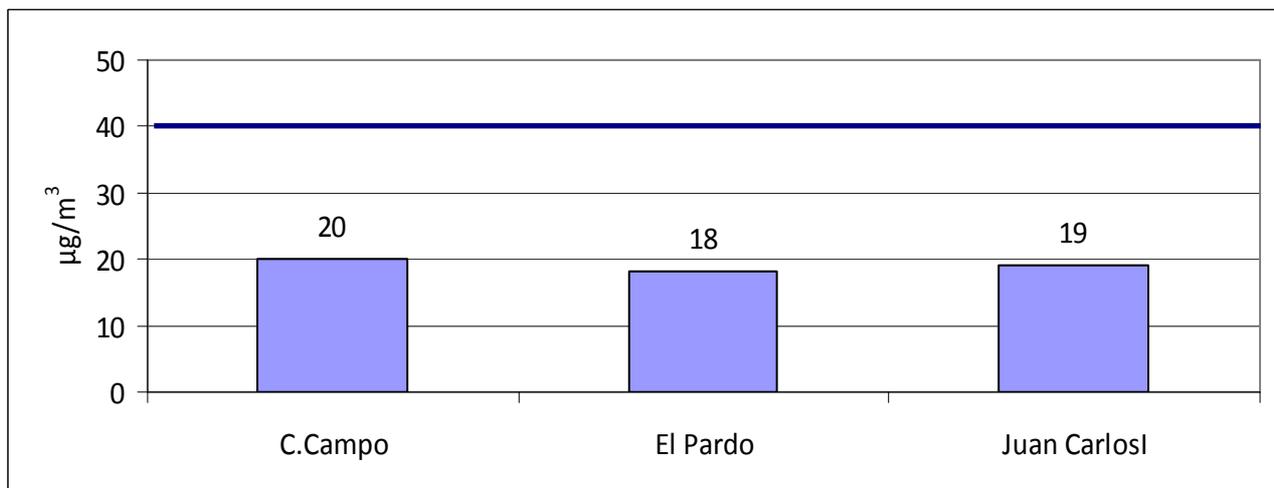


## DIAGNÓSTICO DE LA CALIDAD DEL AIRE

## Media anual de las estaciones suburbanas

En cuanto a las estaciones suburbanas, las tres se han mantenido en niveles de concentración inferiores al valor límite anual,

no produciéndose ninguna superación del valor límite horario.



## DIAGNÓSTICO DE LA CALIDAD DEL AIRE

En la siguiente tabla se comparan los valores para los años 2011, 2012 y 2013 en las estaciones de la red de vigilancia, se marcan

en amarillo las superaciones de los valores anuales y los casos en que se supera el límite horario permitido de 18 horas anuales.

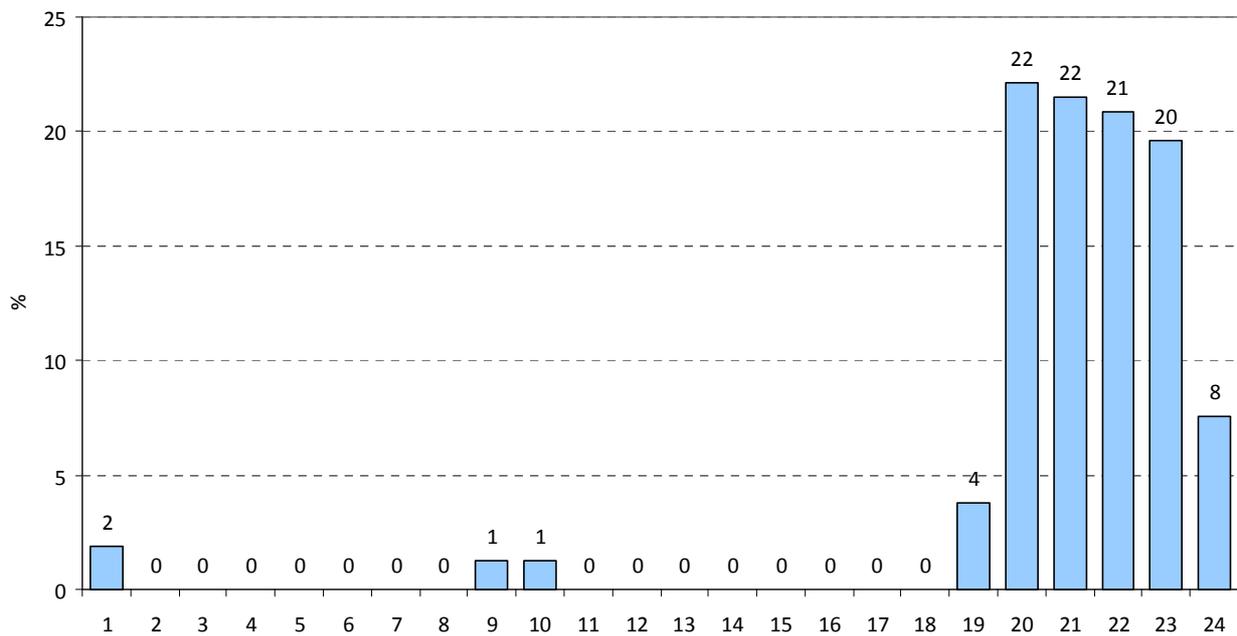
ESTACIÓN	2011		2012		2013	
	Valor anual (µg/m <sup>3</sup> )	Número de valores horarios > de 200 µg/m <sup>3</sup>	Valor anual (µg/m <sup>3</sup> )	Número de valores horarios > de 200 µg/m <sup>3</sup>	Valor anual (µg/m <sup>3</sup> )	Número de valores horarios > de 200 µg/m <sup>3</sup>
	Límite: 40 µg/m <sup>3</sup>	Límite: 18	Límite: 40 µg/m <sup>3</sup>	Límite: 18	Límite: 40 µg/m <sup>3</sup>	Límite: 18
Pza. España	51	5	46	2	46	7
Escuelas Aguirre	60	34	51	11	43	4
Ramón y Cajal	54	86	46	22	41	29
Arturo Soria	44	20	39	3	34	4
Villaverde	46	17	40	3	37	13
Farolillo	40	1	35	0	33	0
Casa de Campo	29	0	23	0	20	0
Barajas Pueblo	40	1	35	0	31	2
Pza. del Carmen	51	1	44	0	41	0
Mortalaz	48	0	41	5	32	3
Cuatro Caminos	55	22	44	0	43	3
Barrio del Pilar	49	98	45	52	41	36
Vallecas	45	3	38	0	35	2
Méndez Álvaro	48	20	39	2	32	2
Castellana	48	9	39	1	36	3
Retiro	37	0	32	0	28	0
Pza.Castilla	52	15	47	0	42	0
Ensanche de Vallecas	40	29	31	5	26	0
Urb. Embajada	49	8	42	6	37	5
Pza. Fdez. Ladreda	63	103	57	48	54	37
Sanchinarro	40	40	37	11	32	8
El Pardo	23	0	19	0	18	0
Juan Carlos I	28	1	22	0	19	0
Tres Olivos	39	0	32	0	29	0

DIAGNÓSTICO DE LA CALIDAD DEL AIRE

A continuación se muestra el gráfico de la distribución temporal de las horas en las que se han superado el valor límite horario a lo largo del día. En él se observa cómo la mayor concentración de horas de superación se obtiene a partir de las últimas horas de la tarde y primeras de la noche. Esto es debido

a que es precisamente al final de la tarde cuando, en condiciones de estabilidad atmosférica, baja de altitud la capa límite de la atmósfera coincidiendo con la segunda hora punta de circulación del tráfico del día, concentrando los contaminantes a nivel del suelo e impidiendo su dispersión.

Distribución porcentual a lo largo del día de las superaciones del límite horario

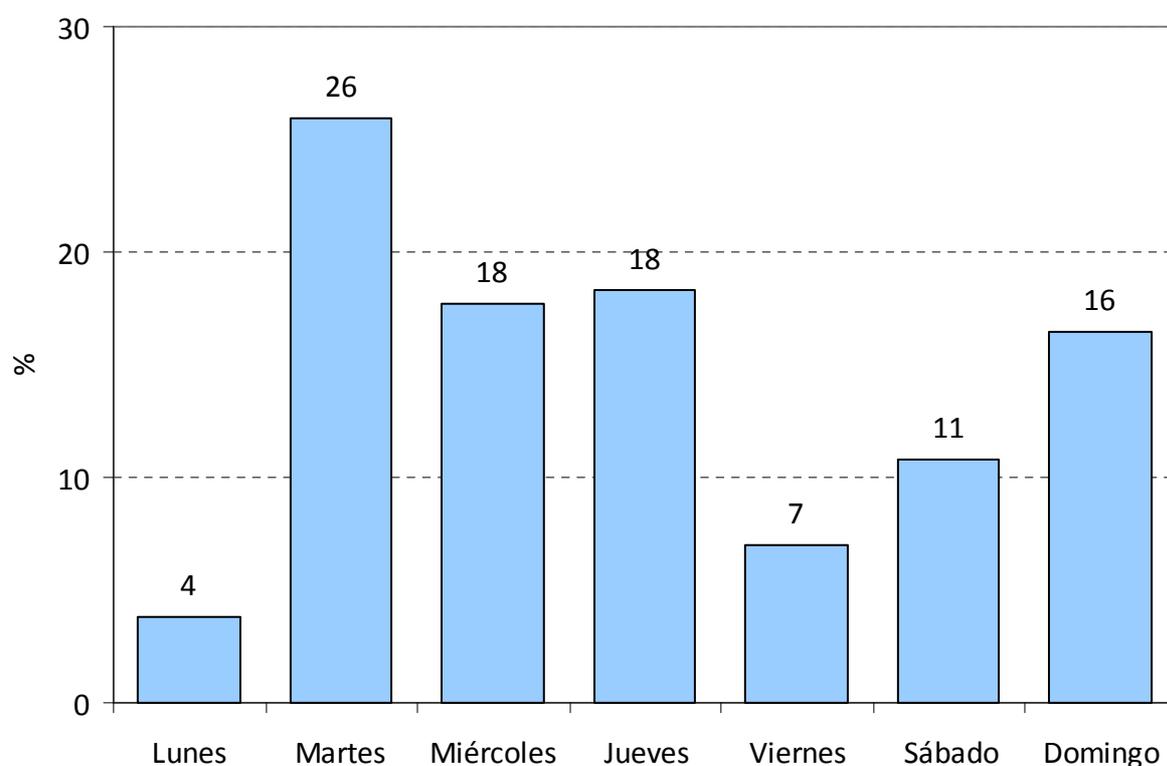


## DIAGNÓSTICO DE LA CALIDAD DEL AIRE

En el gráfico siguiente se presenta la distribución de las horas de superación del valor límite horario a lo largo de la semana. Se aprecia que en los días centrales de la semana se concentra el mayor número de horas de superación. Además de la posible coincidencia de situaciones de estabilidad atmosférica en esos días, hay que señalar

que los días laborables registran los mayores valores de intensidad de tráfico.

También se debe tener en cuenta que en ocasiones, las noches de los sábados y los domingos de verano se registran picos puntuales de intensidad de tráfico que pueden aumentar las concentraciones de NO<sub>2</sub>.

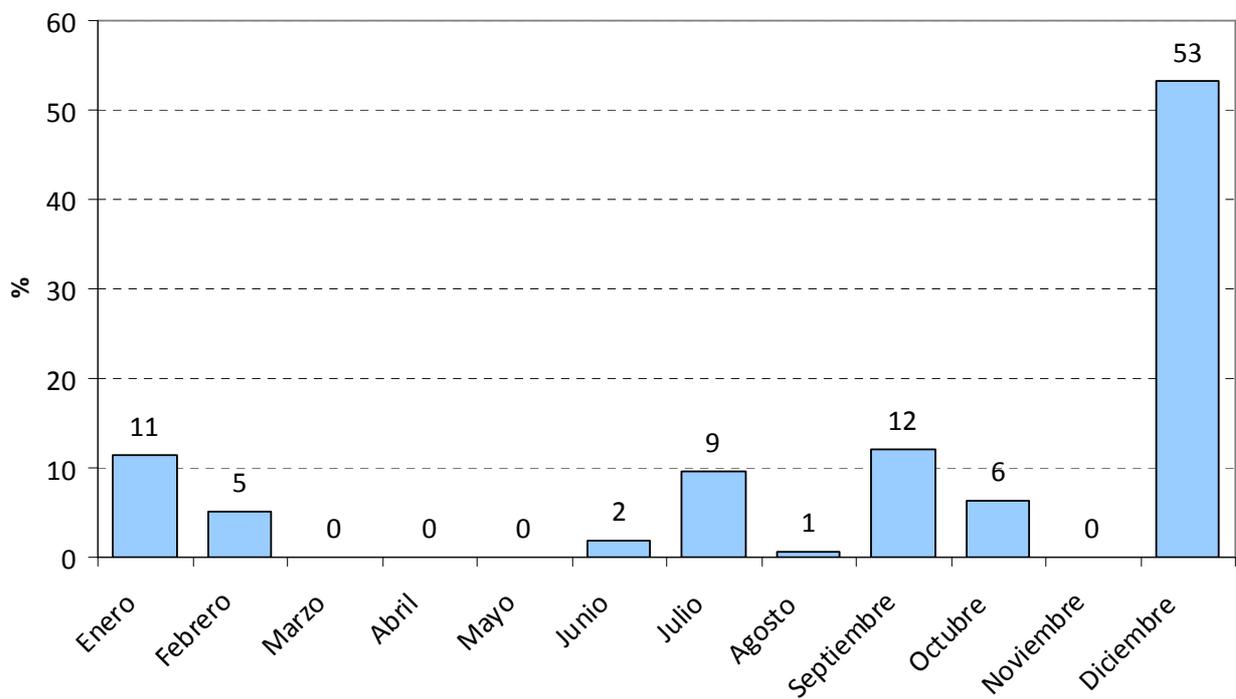
**Distribución porcentual a lo largo de los días de la semana de las superaciones del límite horario**

DIAGNÓSTICO DE LA CALIDAD DEL AIRE

Finalmente, a lo largo del año, se puede observar cómo la mayor concentración de horas de superación del valor límite horario durante el año 2013 se obtuvo durante el mes de diciembre. Durante este periodo, debido a la disminución de la insolación, los periodos de estabilidad son más acentuados que durante la primavera y el verano debido

a que no gozan, como estos últimos, de los movimientos convectivos propiciados por la insolación. Los meses de enero y febrero han estado marcados por la inestabilidad atmosférica motivo por el que los valores han sido significativamente más bajos que en años anteriores en esos meses.

Distribución porcentual a lo largo del año de las superaciones del límite horario



DIAGNÓSTICO DE LA CALIDAD DEL AIRE

Indicadores de evolución

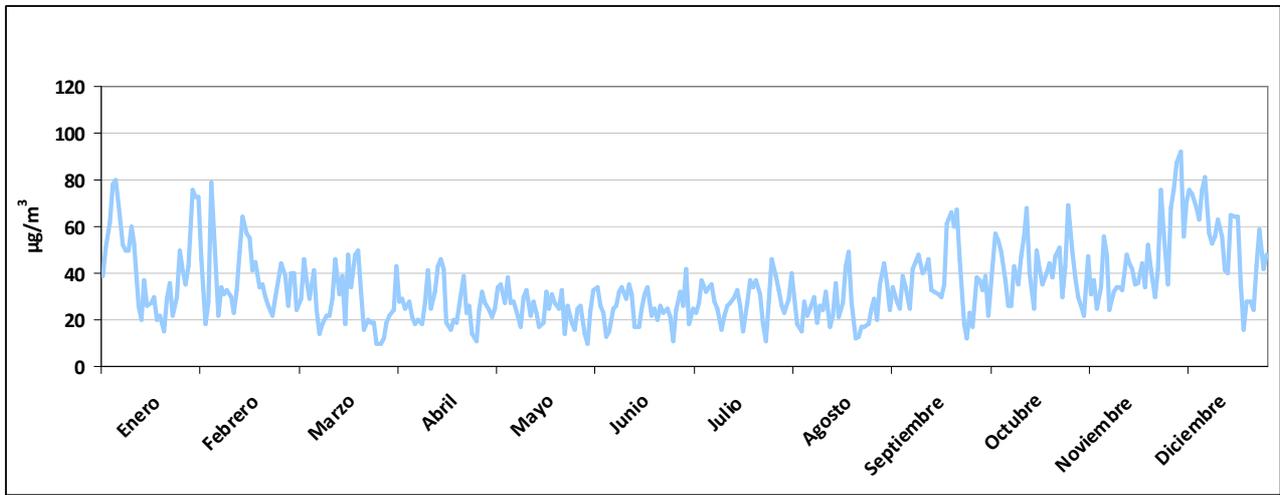
En las gráficas siguientes se representan la evolución del valor medio, a lo largo del año

2013, así como la evolución en la última década por tipo de estaciones.

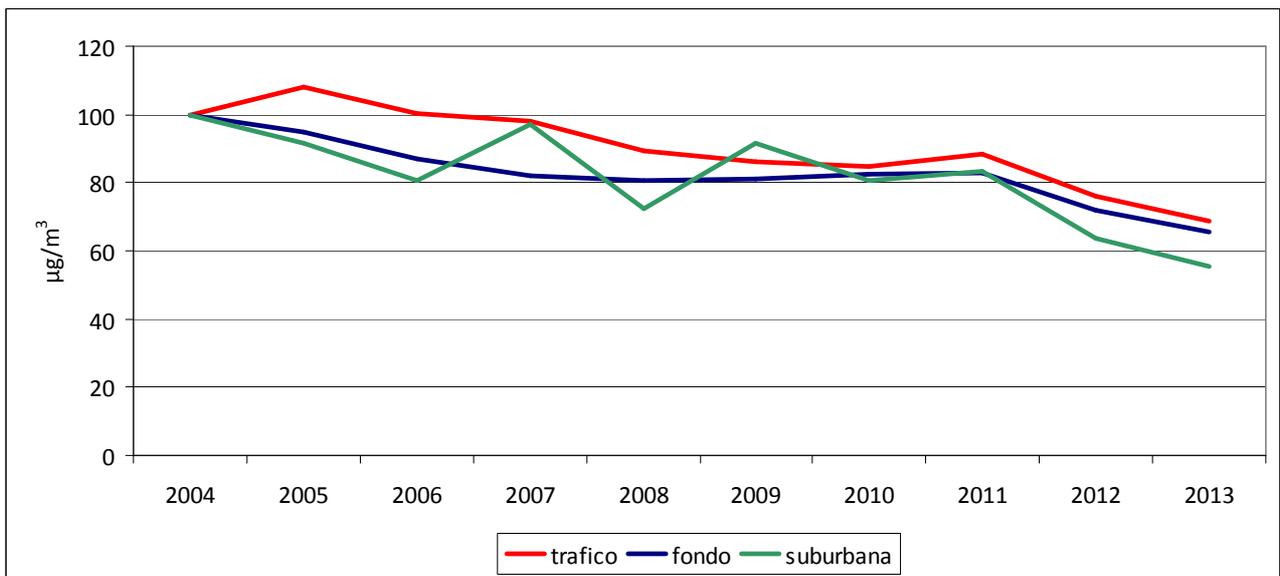
Evolución diaria del NO<sub>2</sub> en el año 2013

Los niveles de diciembre han registrado valores elevados debido a las condiciones meteorológicas en la ciudad de Madrid, que no favorecieron la dispersión de contaminantes. A lo largo del resto de los

meses (enero-noviembre) los valores que se registraron se sitúan globalmente por debajo de la media coincidiendo con la mayor inestabilidad atmosférica.



Evolución anual del NO<sub>2</sub> de los últimos 10 años por tipo de estación (estaciones que permanecen en la red de vigilancia a lo largo de todo el período)

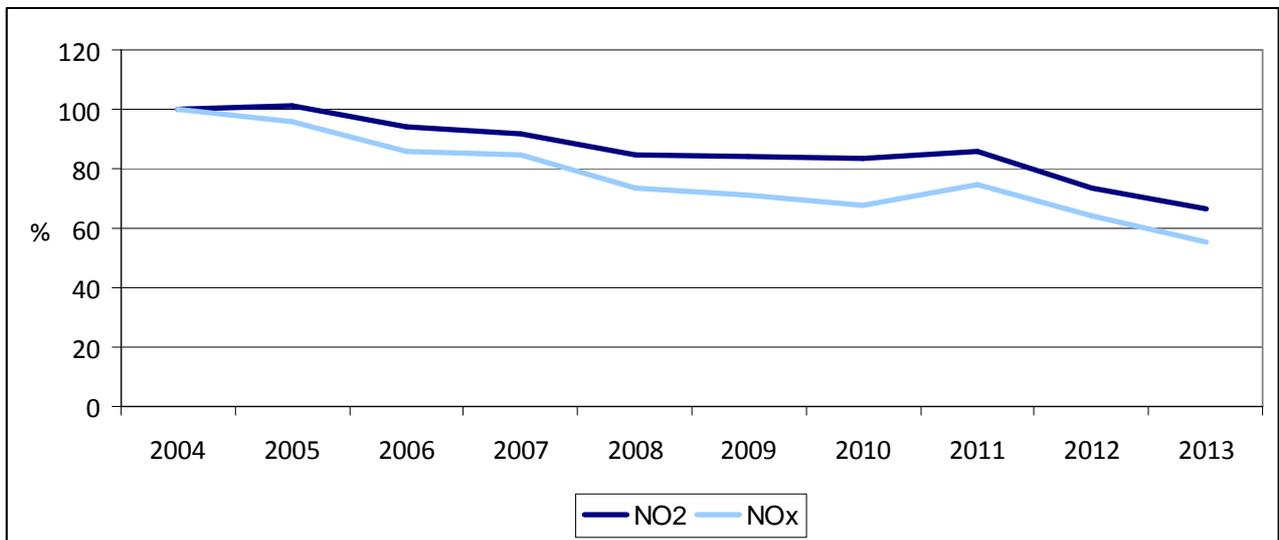


DIAGNÓSTICO DE LA CALIDAD DEL AIRE

En el gráfico siguiente se puede observar el descenso en los niveles de NO<sub>2</sub> y NOx en porcentaje desde el año 2004, la bajada del

NO<sub>2</sub> se puede cuantificar en algo más de un 25% y el NOx en algo más de un 40%.

**Evolución NO<sub>2</sub> y NOx de los últimos 10 años en las estaciones que permanecen en la red de vigilancia**

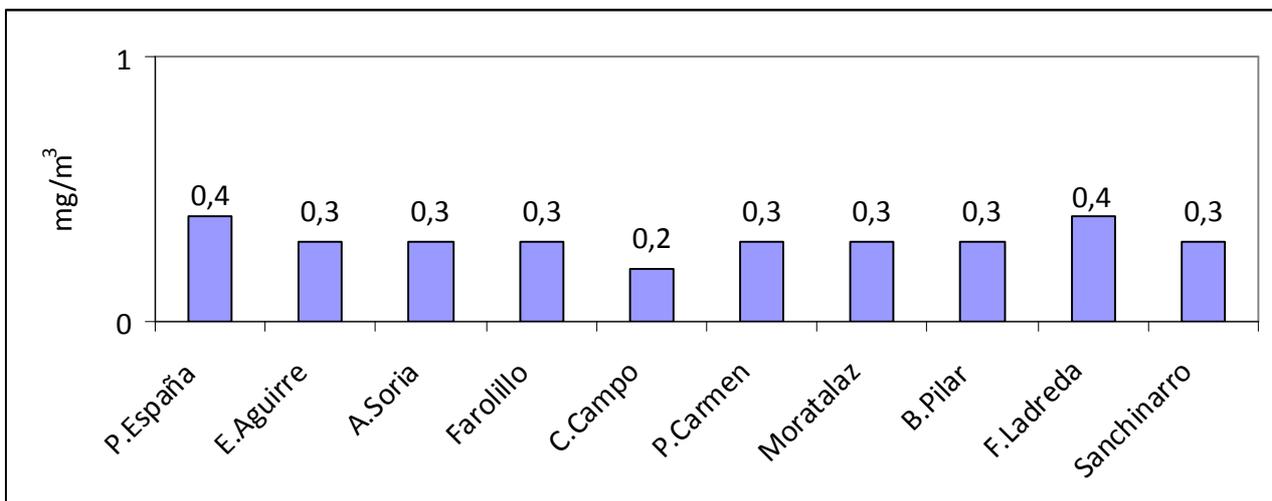


### 3.7 Monóxido de carbono

**VALOR LÍMITE OCTO HORARIO**  
 para la protección de la salud humana:  
**10 mg/m<sup>3</sup>**  
 media octohoraria máxima en un día

El monóxido de carbono es un contaminante primario indicador del tráfico rodado. Es un gas incoloro, inodoro e insípido. Su presencia se ha reducido de manera continua en los últimos años, debido fundamentalmente a los cambios tecnológicos en los vehículos de motor que son los principales emisores de este contaminante. La legislación establece como valor límite la máxima diaria de las medias móviles octohorarias. Se trata del

valor medio móvil de 8 horas consecutivas. A cada hora de las 24 le corresponde, por tanto, un valor octohorario que es calculado como la media de las 8 horas precedentes. En la siguiente gráfica están representados los valores octohorarios de las distintas estaciones de la red. Como se puede observar los niveles son muy inferiores al valor límite fijado por la legislación para la protección de la salud.



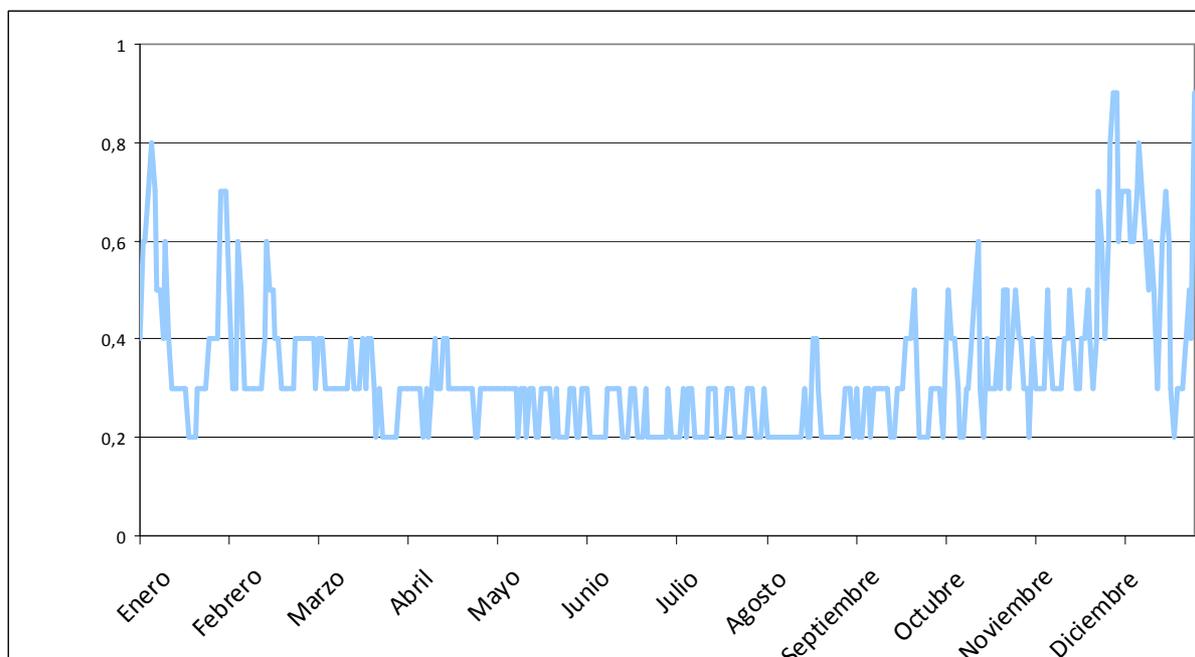
DIAGNÓSTICO DE LA CALIDAD DEL AIRE

ESTACION	2011		2012		2013	
	Media mg/m <sup>3</sup>	Máximo mg/m <sup>3</sup>	Media mg/m <sup>3</sup>	Máximo mg/m <sup>3</sup>	Media mg/m <sup>3</sup>	Máximo mg/m <sup>3</sup>
P. España	0,4	1,6	0,4	2,2	0,4	1,4
E. Aguirre	0,4	1,8	0,3	1,4	0,3	3,9
A. Soria	0,3	1,8	0,3	1,7	0,3	2
Farolillo	0,3	1,3	0,4	1,5	0,3	1,4
C. Campo	0,2	0,9	0,2	0,9	0,2	0,7
P. Carmen	0,4	1,5	0,3	1,5	0,3	1,5
Moratalaz	0,4	1,5	0,3	1,7	0,3	1,4
B. Pilar	0,4	2,3	0,3	2,2	0,3	2,5
F. Ladreda	0,4	1,7	0,5	2	0,4	1,6
Sanchinarro	0,3	1,1	0,3	1,8	0,3	1,4

En la siguiente gráfica se puede comprobar como los valores más bajos de CO se

registran en verano, cuando disminuye la intensidad del tráfico.

**Indicadores de evolución**  
**Evolución diaria del CO en el año 2013**

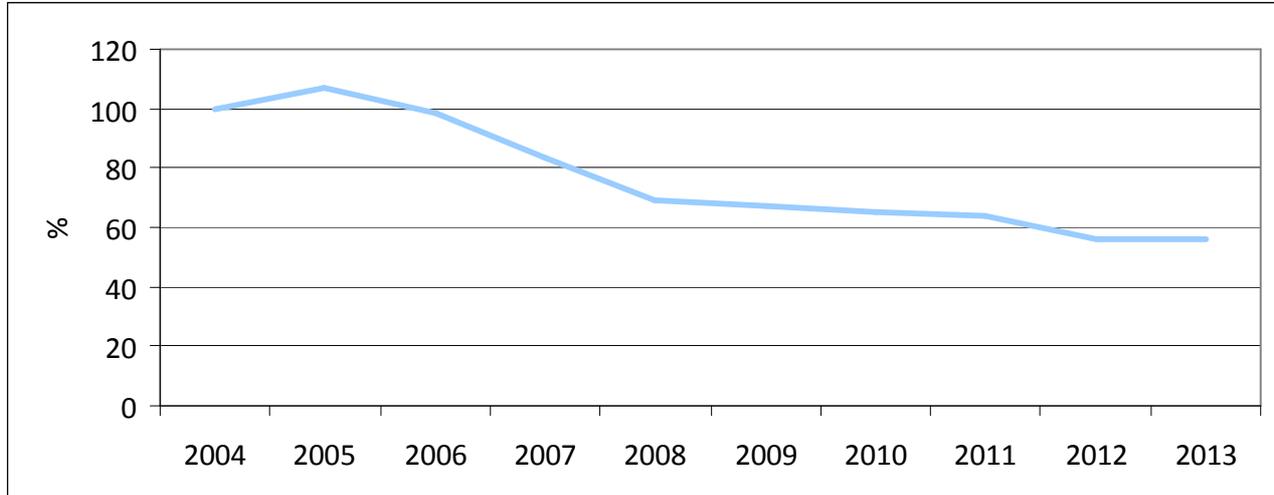


La evolución de este contaminante en la última década presenta una reducción de los niveles de concentración, debido fundamentalmente a los cambios en las

tecnologías de los motores de los vehículos, manteniéndose en unos niveles muy por debajo los valores límite establecidos en la normativa.

## DIAGNÓSTICO DE LA CALIDAD DEL AIRE

**Evolución anual del CO de los últimos diez años**  
(estaciones que permanecen en la red de vigilancia a lo largo de todo el período)



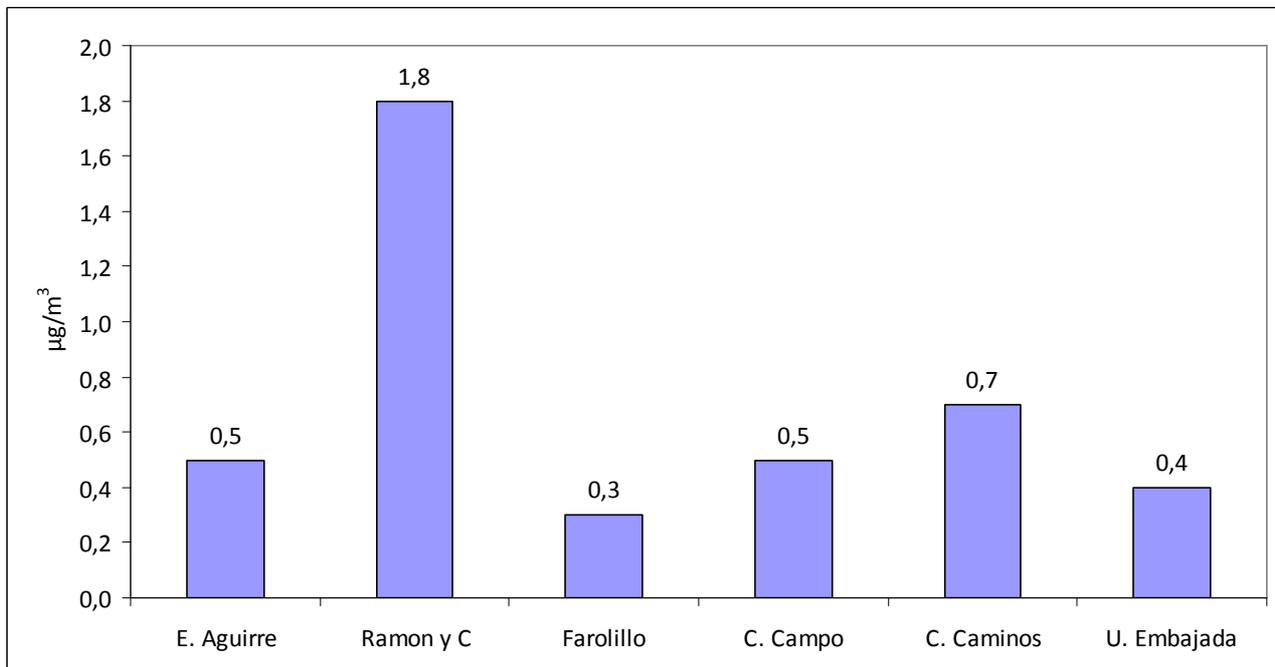
### 3.8 Benceno

**VALOR LÍMITE ANUAL** para la protección  
de la salud humana:  
**5  $\mu\text{g}/\text{m}^3$**

El benceno es un hidrocarburo aromático que está constituido por una estructura de seis átomos de carbono. Es un contaminante que proviene principalmente de las emisiones provocadas por el tráfico de vehículos en las ciudades. Es perjudicial para la salud debido a su carácter carcinógeno.

En la siguiente gráfica se muestran los valores medios anuales de las distintas estaciones de la red. Se puede comprobar que los valores están muy por debajo de límite anual para la protección de la salud humana.

Valores medios anuales en el año 2013 por estación

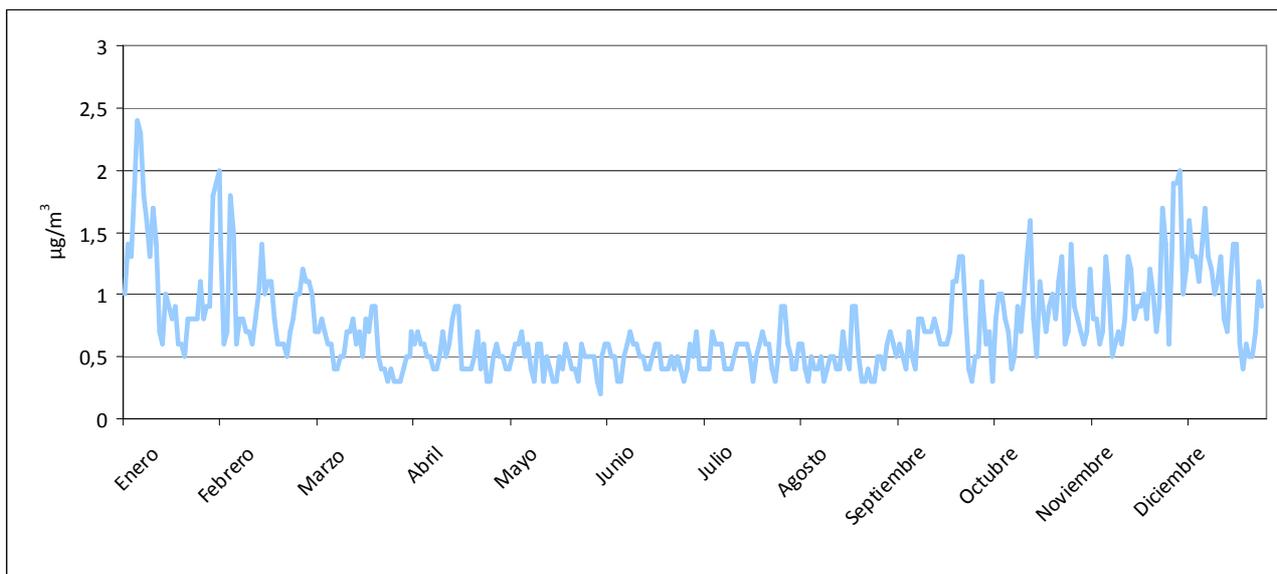


DIAGNÓSTICO DE LA CALIDAD DEL AIRE

Se muestra a continuación los valores de los últimos tres años:

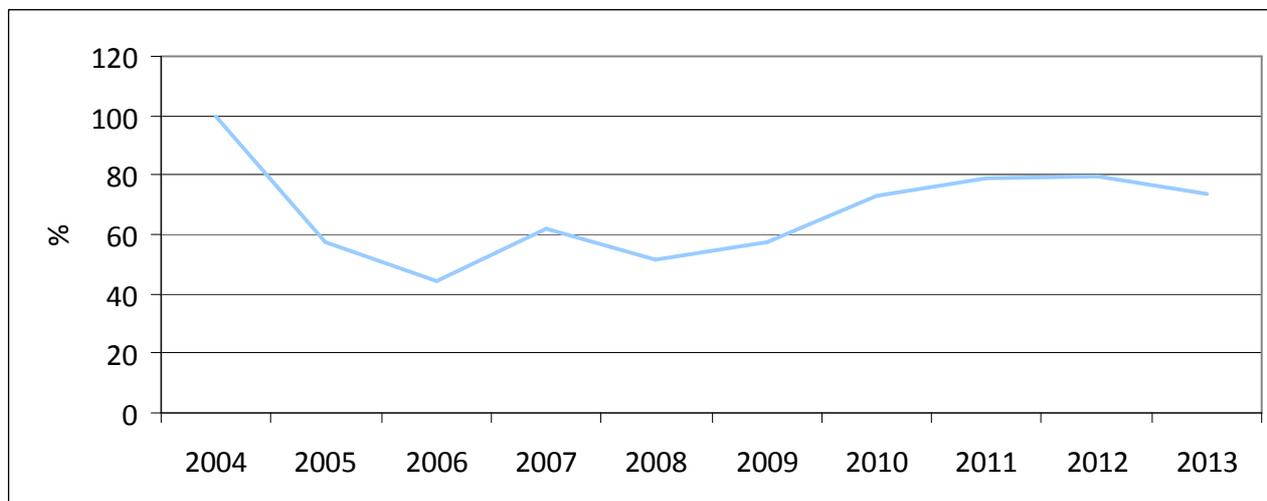
ESTACION	2011		2012		2013	
	Media µg/m <sup>3</sup>	Máximo µg/m <sup>3</sup>	Media µg/m <sup>3</sup>	Máximo µg/m <sup>3</sup>	Media µg/m <sup>3</sup>	Máximo µg/m <sup>3</sup>
Escuelas Aguirre	1,1	3,4	1,1	8,1	0,5	6,9
Ramón y Cajal	1,7	4,5	1,8	9,4	1,8	12,1
Farolillo	0,3	1,9	0,4	13,4	0,3	5,3
Casa de Campo	0,7	2,5	0,6	4	0,5	2,6
Cuatro Caminos	0,5	5	0,5	8,3	0,7	11,4
Urb. Embajada	0,4	2,5	0,5	7,8	0,4	9,2

**Indicadores de evolución**  
**Evolución diaria del benceno del año 2013**



## DIAGNÓSTICO DE LA CALIDAD DEL AIRE

**Evolución anual del BENCENO de los últimos diez años**  
(estaciones que permanecen en la red de vigilancia a lo largo de todo el período)



DIAGNÓSTICO DE LA CALIDAD DEL AIRE

3.9 Ozono

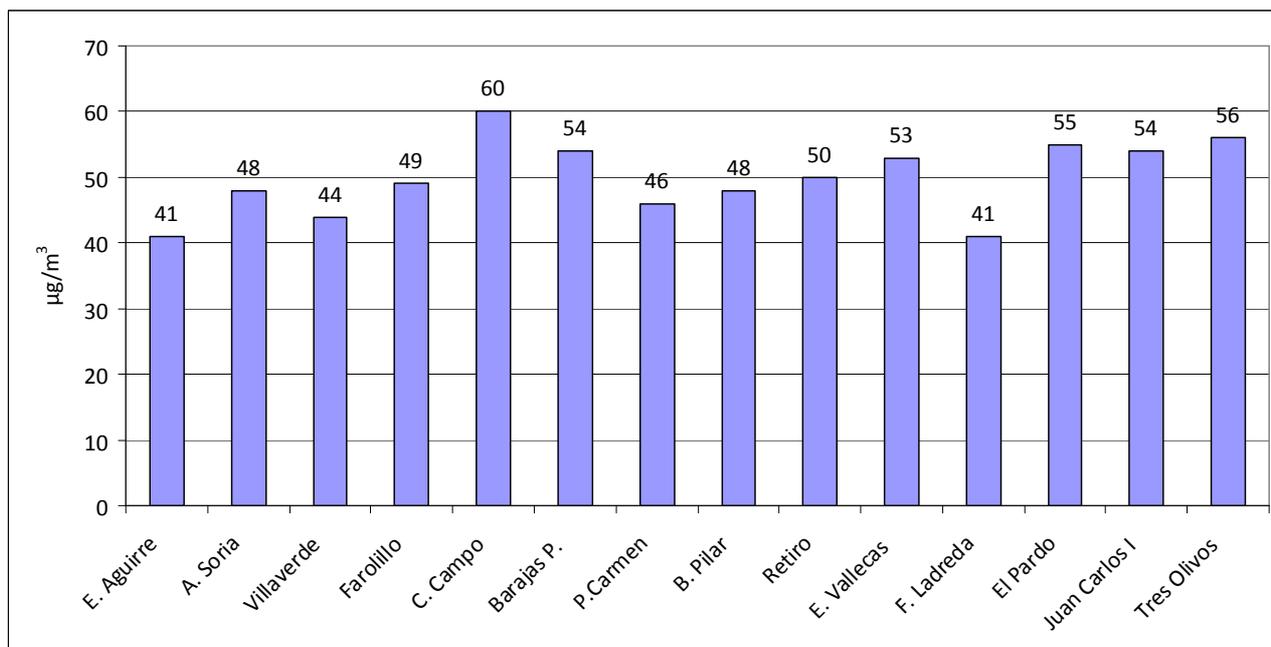
<p><b>UMBRAL DE INFORMACIÓN</b>  <b>180 µg/m<sup>3</sup></b>                  (Como valor medio de 1 hora)</p>	<p><b>UMBRAL DE ALERTA</b>  <b>240 µg/m<sup>3</sup></b>                  (Como valor medio de 1 hora)</p>	<p><b>VALOR OBJETIVO AÑO 2010-2012</b>                  para la protección de la salud humana:  <b>120 µg/m<sup>3</sup></b>                  (media octohoraria máxima en un día)                  Que no podrá superarse más de 25 días por año de promedio en un periodo de 3 años</p>
--	---	--

El ozono es un contaminante secundario que se forma a partir de una serie de contaminantes primarios llamados precursores, tales como los óxidos de nitrógeno y los compuestos orgánicos volátiles. Para que se forme el ozono deben presentarse condiciones de alta insolación y temperatura, por lo que los niveles más altos se dan en los meses de verano. El ozono –una vez producido-, reacciona de nuevo con otros compuestos primarios –caso

de existir en la atmósfera- y es consumido a gran velocidad. Sin embargo, el tiempo que estas reacciones requieren para la formación de cantidades apreciables de ozono retrasa la aparición de los niveles máximos hasta las horas de la tarde y sobre todo en las zonas periféricas de la ciudad.

El valor medio anual de ozono, no es un valor legislado, se muestra a título informativo.

Valores medios anuales por estación del año 2013



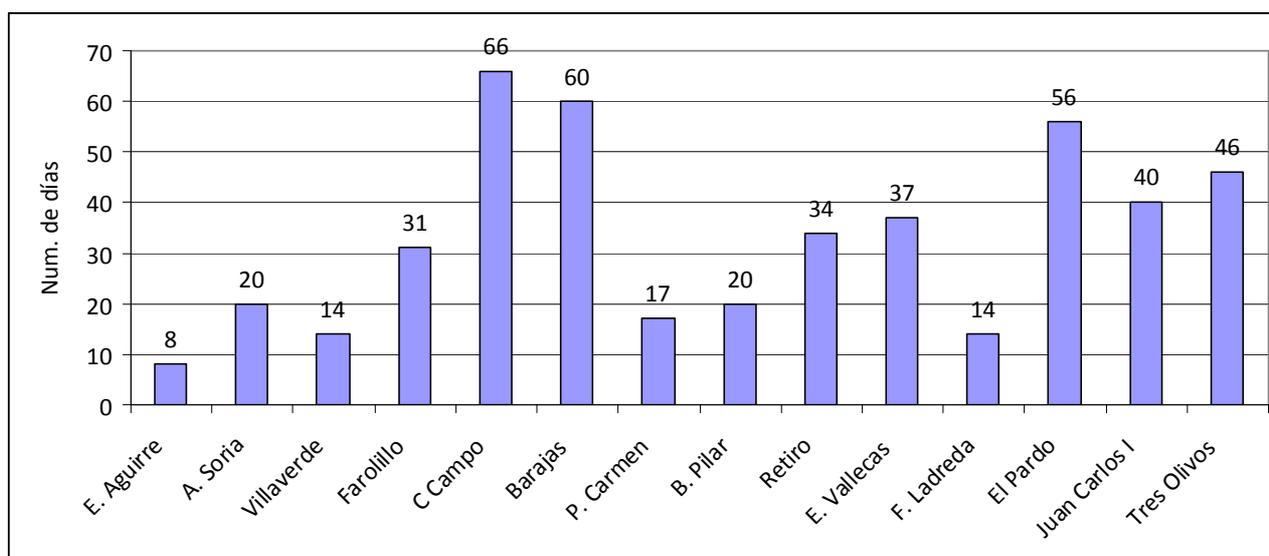
DIAGNÓSTICO DE LA CALIDAD DEL AIRE

La legislación establece el valor objetivo para la protección de la salud humana como el máximo de las medias octohorarias en 120 µg/m<sup>3</sup> que no deberá superarse en más de 25 ocasiones en un promedio de 3 años. Este valor entró en vigor el pasado año 2012 y para su cálculo se deben tomar los valores medios de los últimos tres años, 2011, 2012 y

2013. Se muestran a continuación, las superaciones del valor objetivo del periodo 2011 - 2013 de las estaciones de la red así como el número de superaciones a lo largo de 2013.

Estación	Días de superación del valor objetivo (promedio años 2011-2013)
Escuelas Aguirre	3
Arturo Soria	9
Villaverde	5
Farolillo	12
Casa de Campo	26
Barajas Pueblo	32
Plaza del Carmen	7
Barrio del Pilar	9
Retiro	13
Ensanche de Vallecas	23
Pza. de Fdez. Ladreda	5
El Pardo	30
Juan Carlos I	29
Tres Olivos	28

Número de días durante el año 2013 con valor octohorario mayor de 120 µg/m<sup>3</sup> por estación



## DIAGNÓSTICO DE LA CALIDAD DEL AIRE

En la siguiente tabla se presentan los valores para los años 2011, 2012 y 2013 en las estaciones de la red de vigilancia, queda

reflejado dentro de los valores máximos de 2013 que 13 de las 14 estaciones superaron el umbral de información de 180  $\mu\text{g}/\text{m}^3$

ESTACIÓN	2011		2012		2013	
	Media $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Máximo $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Media $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Máximo $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Media $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Máximo $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Escuelas Aguirre	36	154	36	145	41	178
Arturo Soria	44	177	37	126	48	191
Villaverde	32	127	39	152	44	200
Farolillo	43	164	38	146	49	210
Casa de Campo	47	152	48	157	60	215
Barajas Pueblo	50	181	45	162	54	204
Plaza del Carmen	43	164	37	142	46	182
Barrio del Pilar	44	167	39	145	48	201
Retiro	43	166	40	153	50	198
Ensanche de Vallecas	52	179	44	144	53	205
Pza. de Fdez. Ladreda	37	158	31	128	41	183
El Pardo	50	173	47	157	55	199
Juan Carlos I	57	194	49	155	54	226
Tres Olivos	53	184	46	156	56	200

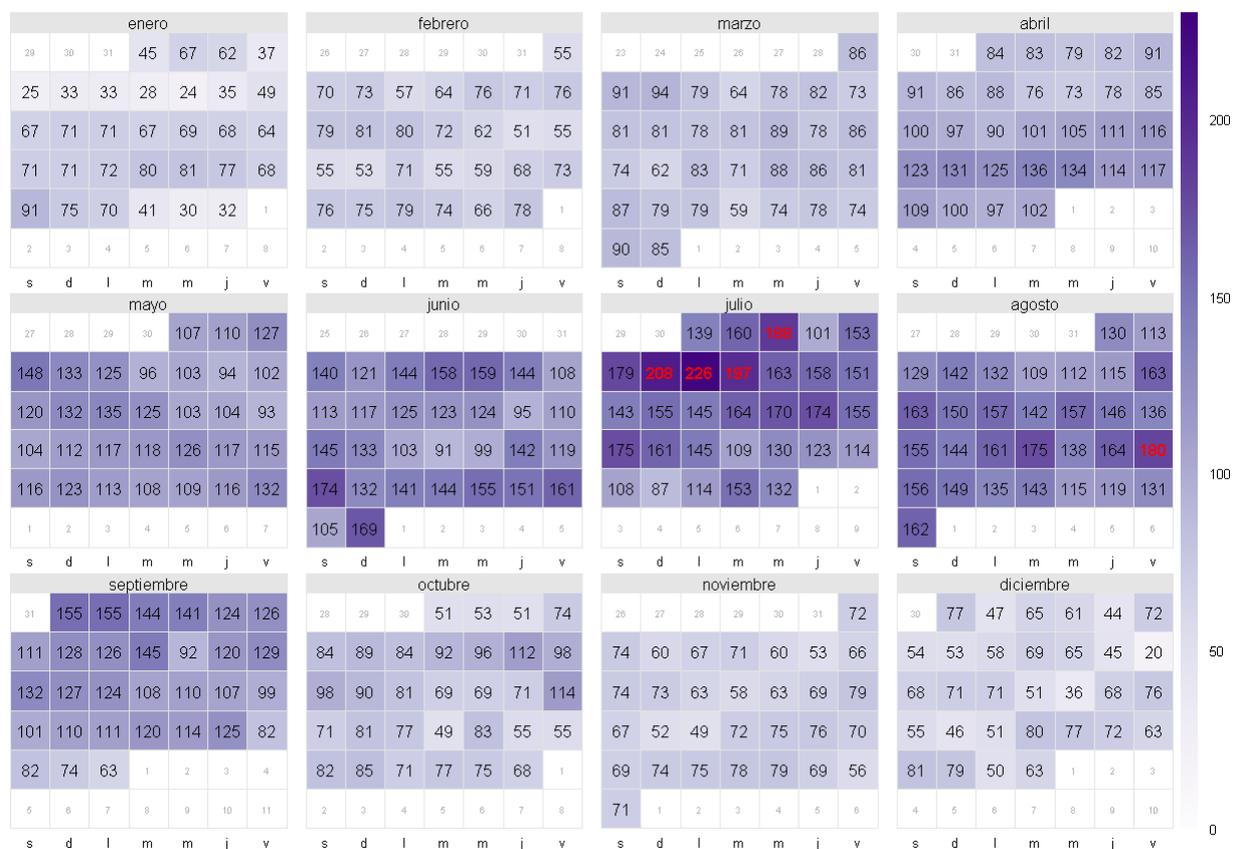
DIAGNÓSTICO DE LA CALIDAD DEL AIRE

Se adjunta a continuación un calendario donde se indican los valores máximos alcanzados por las estaciones de la red a lo largo de todo el año 2013, se puede apreciar que los meses de verano es cuando se registran los valores más altos para este contaminante, generado con el programa "R" (open-air). Cabe destacar que a lo largo del año 2013 se han registrado superaciones de

los umbrales de información en 13 de las 14 estaciones de la red que miden este contaminante. Esto sucedió los primeros días del mes julio y se explica en mayor detalle en el punto 7 de la presente memoria.

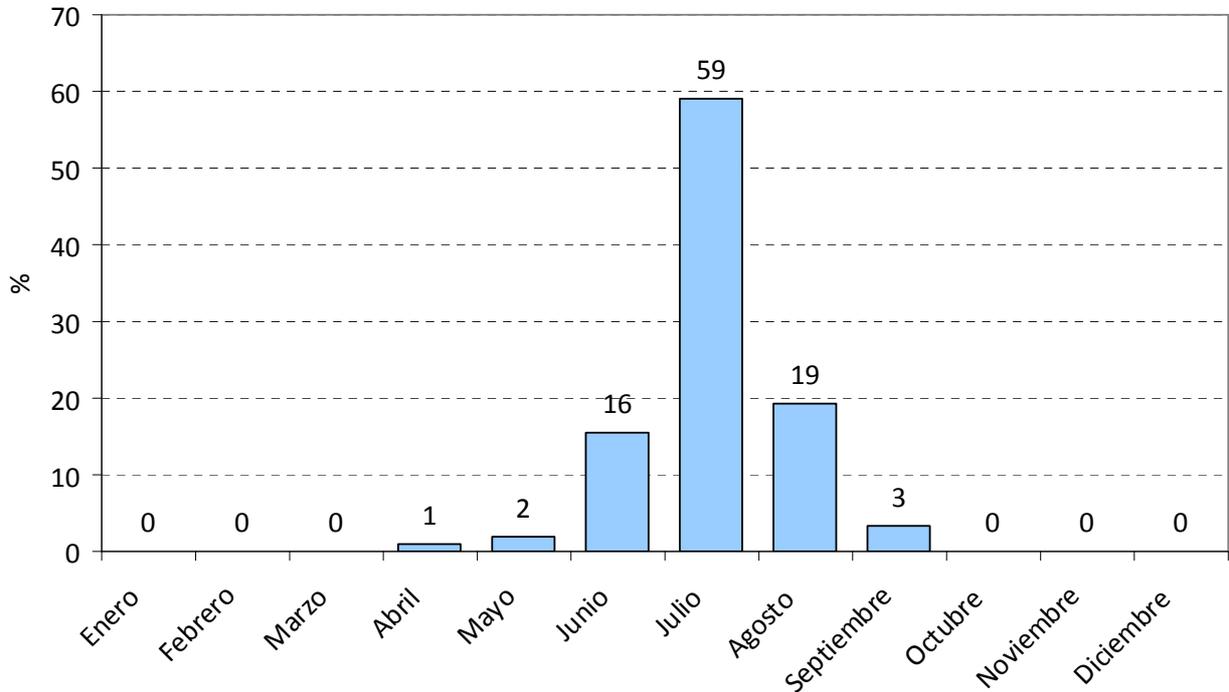
Nunca se ha producido una superación del umbral de alerta a la población en la ciudad de Madrid.

O<sub>3</sub> in 2013



## DIAGNÓSTICO DE LA CALIDAD DEL AIRE

Distribución porcentual a lo largo del año de las medias octohorarias superiores a 120  $\mu\text{g}/\text{m}^3$

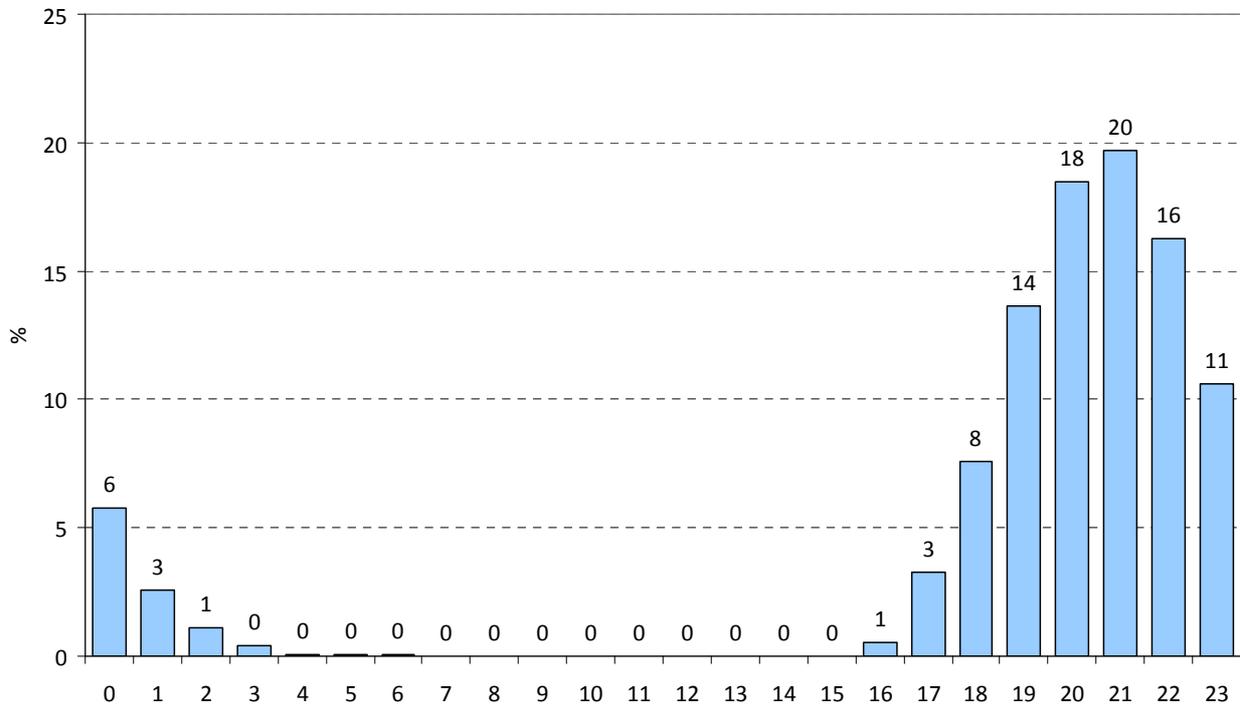


Se puede observar como el 59% de las medias octohorarias por encima de 120  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  se produjeron a lo largo del mes de

julio, mes en el que se produjeron las superaciones del umbral de información. El 35% se repartieron entre junio y agosto.

DIAGNÓSTICO DE LA CALIDAD DEL AIRE

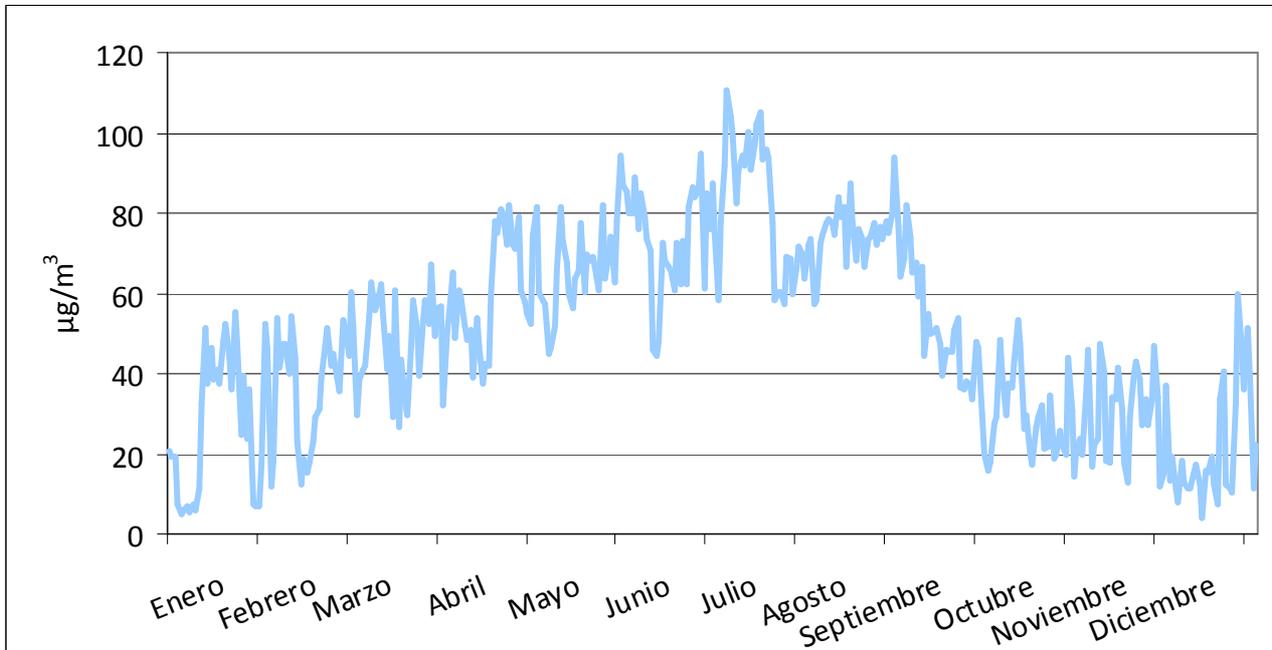
Distribución porcentual a lo largo del día de las medias octohorarias superiores a 120 µg/m<sup>3</sup>



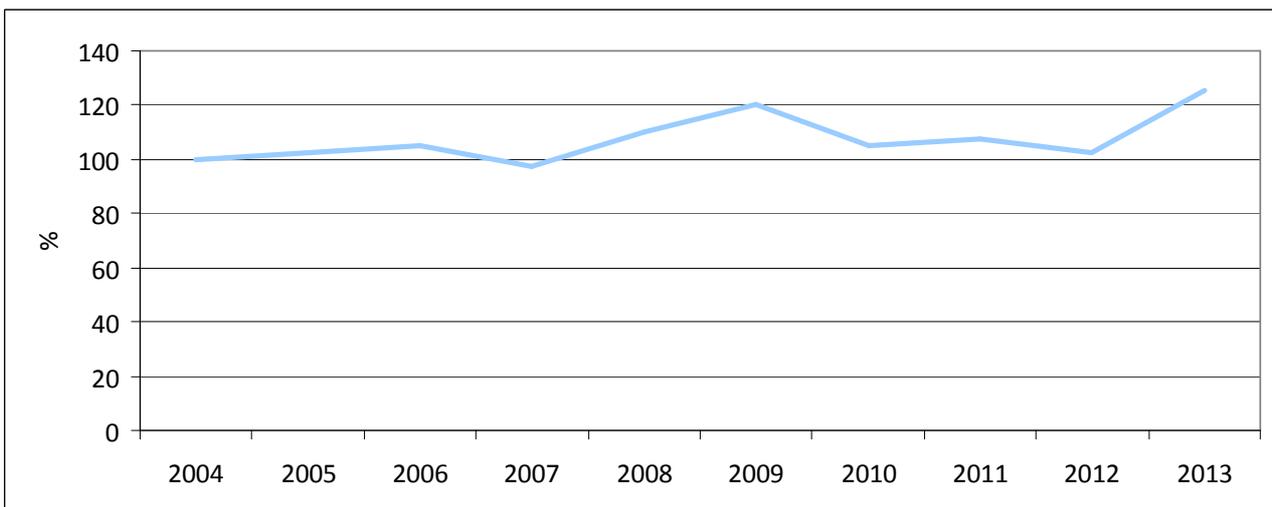
Las medias octohorarias más altas se han registrado a última hora de la tarde, debido a que los valores que se utilizan para realizar estas medias tienen en cuenta los 8 datos horarios anteriores, y a las 21 horas se

consideran las horas con los niveles más altos del día. Se puede observar que prácticamente el 80% de las superaciones se producen en la franja horaria que va desde las 19:00 hasta las 23:00.

**Indicadores de evolución**  
Evolución diaria del ozono del año 2013



**Evolución anual del OZONO de los últimos diez años**  
(estaciones que permanecen en la red de vigilancia a lo largo de todo el período)



## DIAGNÓSTICO DE LA CALIDAD DEL AIRE

## 3.10 Metales pesados

<b>VALOR LÍMITE ANUAL PLOMO (Pb)</b> para la protección de la salud humana <b>0,5 <math>\mu\text{g}/\text{m}^3</math><sup>(1)</sup></b>	<b>VALOR OBJETIVO ANUAL NÍQUEL (Ni)</b> para la protección de la salud humana <b>20 <math>\text{ng}/\text{m}^3</math><sup>(1)</sup></b>
<b>VALOR OBJETIVO ANUAL ARSÉNICO (As)</b> para la protección de la salud humana <b>6 <math>\text{ng}/\text{m}^3</math><sup>(1)</sup></b>	<b>VALOR OBJETIVO ANUAL CADMIO (Cd)</b> para la protección de la salud humana <b>5 <math>\text{ng}/\text{m}^3</math><sup>(1)</sup></b>

(1)Referido al contenido total en la fracción PM10 como promedio durante un año natural.

Se ha continuado la línea de colaboración en materia de calidad del aire, para el análisis de muestras y determinación de metales

pesados en aire ambiente, con el laboratorio municipal de Madrid Salud, habiéndose realizado todos los análisis correspondientes a 2013 en dicho laboratorio.

## ESCUELAS AGUIRRE

Metal	2011	2012	2013
Plomo ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	0,008	0,006	0,006
Níquel ( $\text{ng}/\text{m}^3$ )	4,1	3,2	3,2
Arsénico ( $\text{ng}/\text{m}^3$ )	1,4	1	1
Cadmio ( $\text{ng}/\text{m}^3$ )	0,4	0,2	0,2

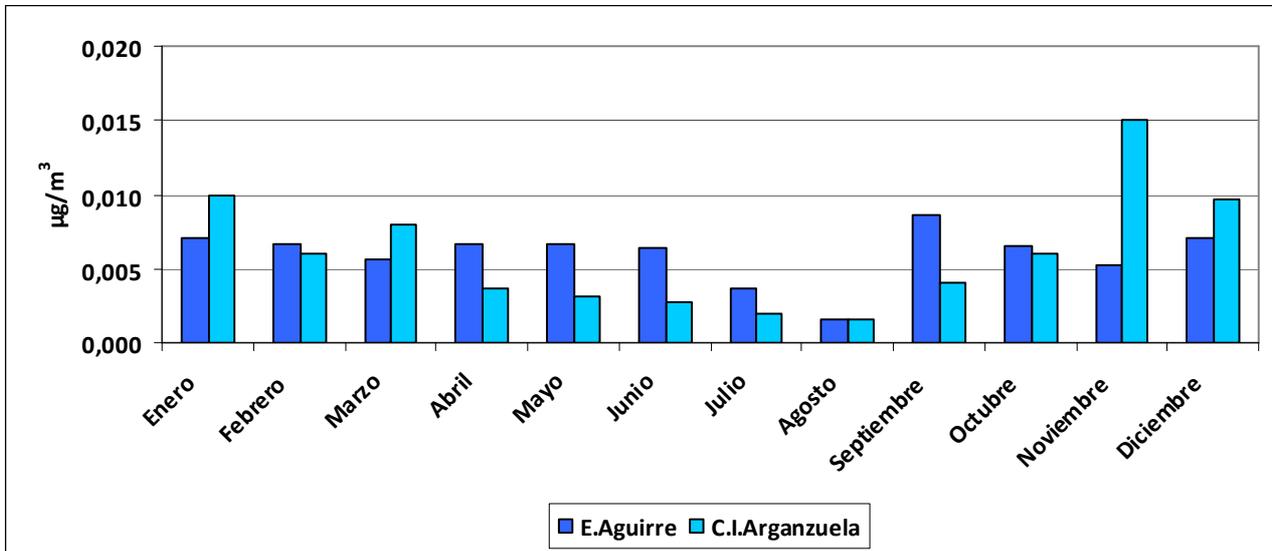
## CENTRO INTEGRADO ARGANZUELA

Metal	2011	2012	2013
Plomo ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	0,008	0,005	0,005
Níquel ( $\text{ng}/\text{m}^3$ )	3,9	2,8	2,8
Arsénico ( $\text{ng}/\text{m}^3$ )	1,3	0,9	1
Cadmio ( $\text{ng}/\text{m}^3$ )	0,4	0,3	0,3

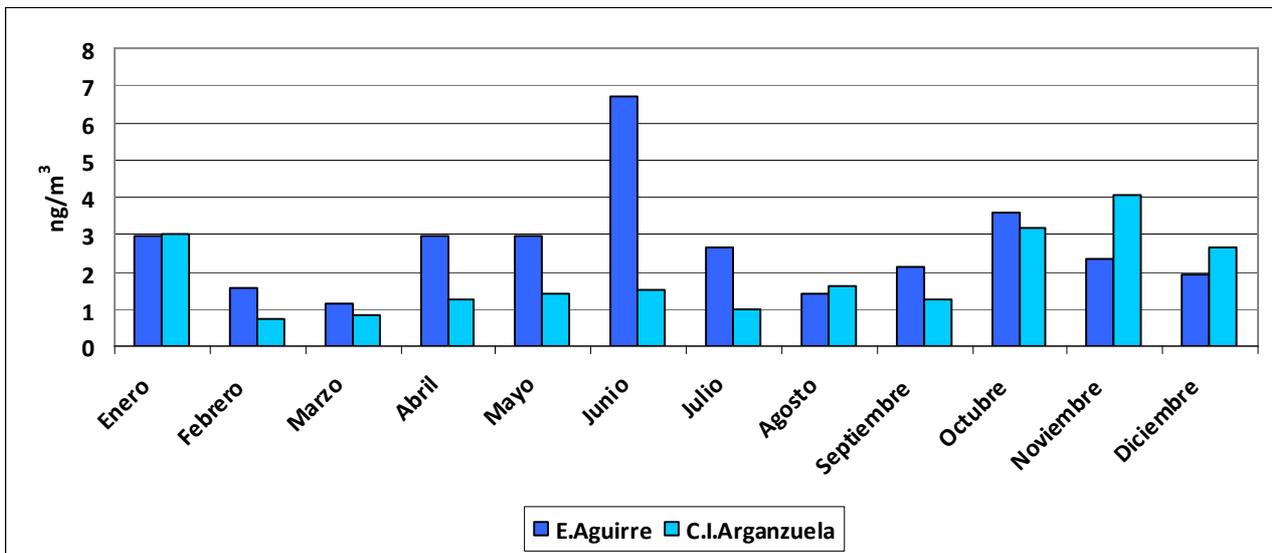
Todos los valores medios anuales son inferiores a los valores límite u objetivo fijados por la normativa para estos metales.

DIAGNÓSTICO DE LA CALIDAD DEL AIRE

Evolución anual del plomo durante el año 2013

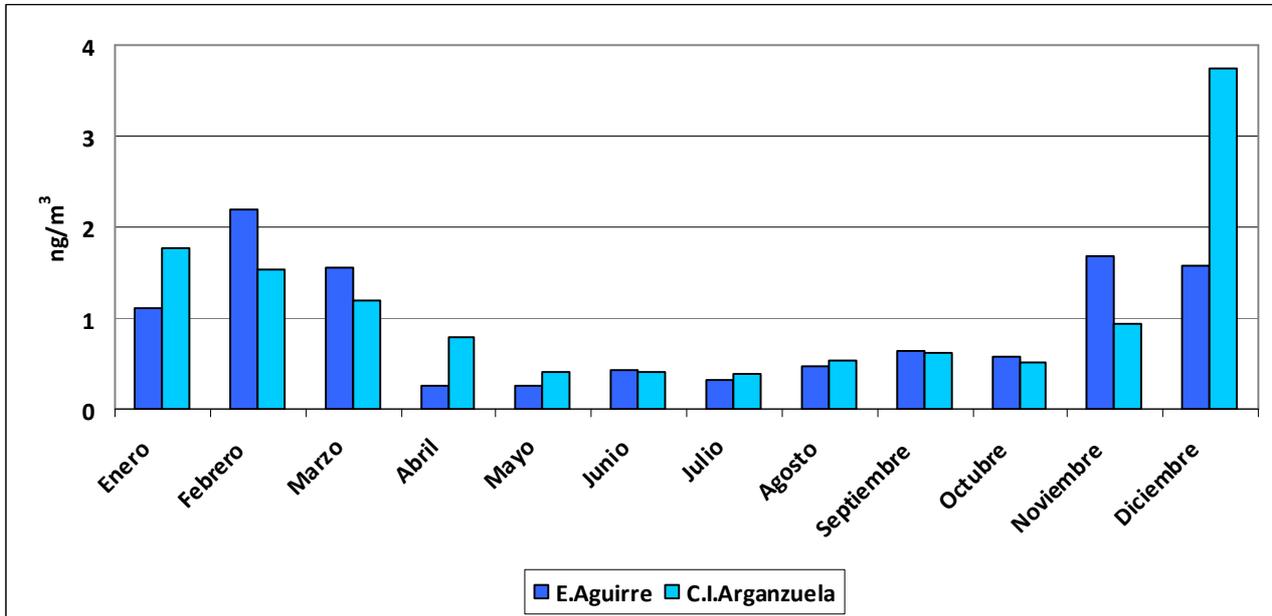


Evolución anual del níquel durante el año 2013

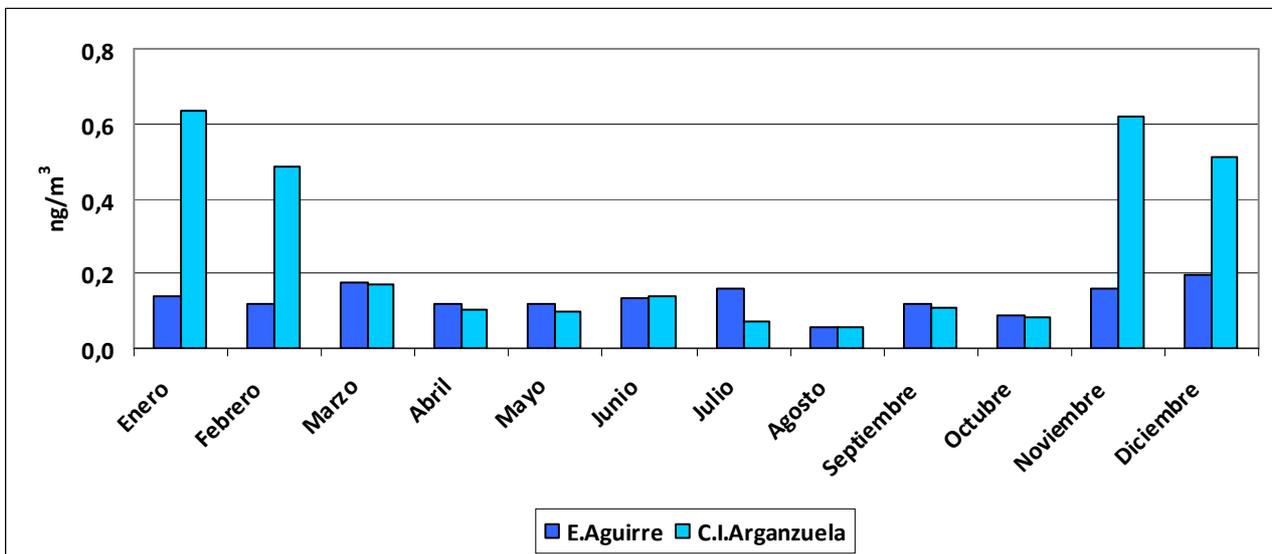


DIAGNÓSTICO DE LA CALIDAD DEL AIRE

Evolución anual del arsénico durante el año 2013



Evolución anual del cadmio durante el año 2013



3.11 Benzo(a)pireno

**VALOR OBJETIVO ANUAL Benzo(a)Pireno  
para la protección de la salud humana  
1 ng/m<sup>3</sup>(1)**

(1)Referido al contenido total en la fracción PM10 como promedio durante un año natural.

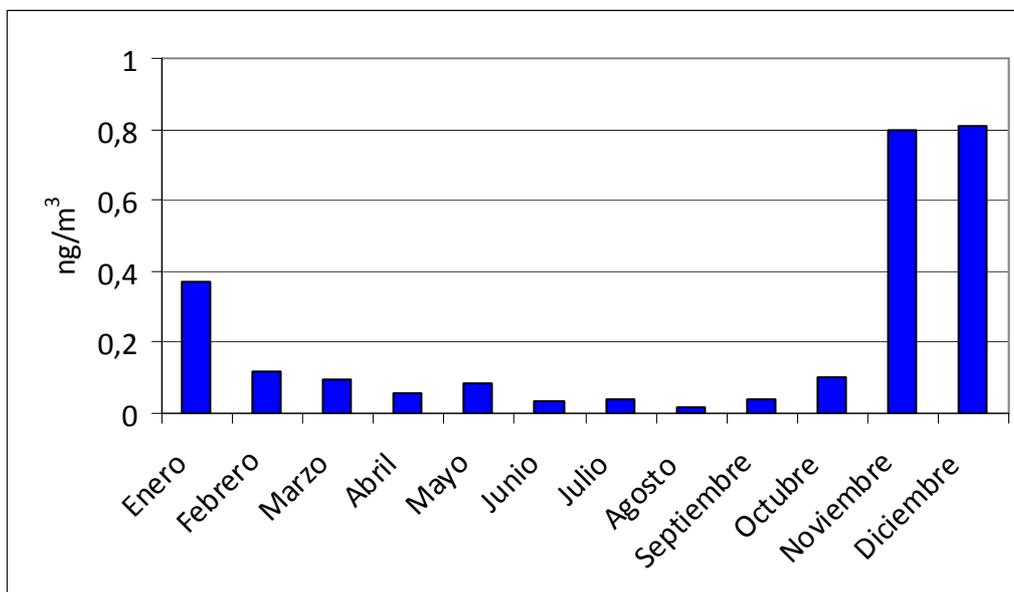


Equipo de Benzo(a)Pireno

Se continua la línea de colaboración para el análisis de muestras y determinación de Benzo(a)Pireno en aire ambiente, con el laboratorio municipal de Madrid Salud, habiéndose realizado todos los análisis correspondientes a 2013 en dicho laboratorio.

Estación	Media Anual B(a)P 2013 ng/m <sup>3</sup>
Escuelas Aguirre	0,21

EVOLUCIÓN ANUAL DEL BENZO(A)PIRENO DURANTE EL AÑO 2013



#### 4. La red I.M.E.

El IME (Indicador Medio de Exposición) se define como nivel medio determinado a partir de las mediciones efectuadas de partículas PM2.5 en ubicaciones de fondo urbano de distintas zonas y aglomeraciones de todo el territorio nacional, que refleja la exposición de la población y a partir del cual, se fijan las reducciones de los niveles para alcanzar la mayor protección de la salud.

Para la obtención de este indicador la ciudad de Madrid, contribuye, en función de su

población, con 3 puntos de muestreo en ubicaciones de fondo urbano: estación de Farolillo (Calle Farolillo esquina Calle Ervigio), Centro Cultural Alfredo Krauss (Glorieta Pradera de Vaquerizas, 9) y Centro Sociocultural de Moratalaz (Fuente Carrantona, 8)

El análisis de las muestras se realiza en el Instituto de Salud Carlos III (Laboratorio Nacional de Referencia)

PM2.5	2011	2012	2013
	Media Anual ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Media Anual ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Media Anual ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )
Farolillo	15	13	10
Alfredo Krauss	15	13	10
C.C. Moratalaz	12	11	8

PM2.5	IME 2009-2011	IME 2010-2012	IME Objetivo 2018 - 2020 (reducción 15%)
<b>MEDIA NACIONAL*</b>	14	14	12

\* Datos facilitados por el Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente



Equipo de captación de PM2.5



Detalle del mismo equipo

## 5. ÍNDICES DE CALIDAD DEL AIRE

El índice de calidad del aire es una herramienta usada por el Ayuntamiento de Madrid y otras organizaciones para facilitar al público información oportuna y fácil de comprender sobre la calidad del aire.

El índice de Madrid está basado en el criterio acordado en el IV Seminario Nacional de Calidad del Aire de Sitges (2000). Se obtiene a partir de los datos aportados por las estaciones de la Red de Vigilancia. Consiste en un valor adimensional calculado a partir de los valores registrados en las estaciones de medida, teniendo en cuenta los valores límites y los umbrales establecidos por la legislación.

El valor del índice está comprendido entre 0 y >150, de modo que cuanto mayor sea el índice, peor será la calidad del aire. El valor del índice 0 corresponderá a una concentración nula de contaminante, y el valor 100 estará asociado al valor límite fijado por la legislación.

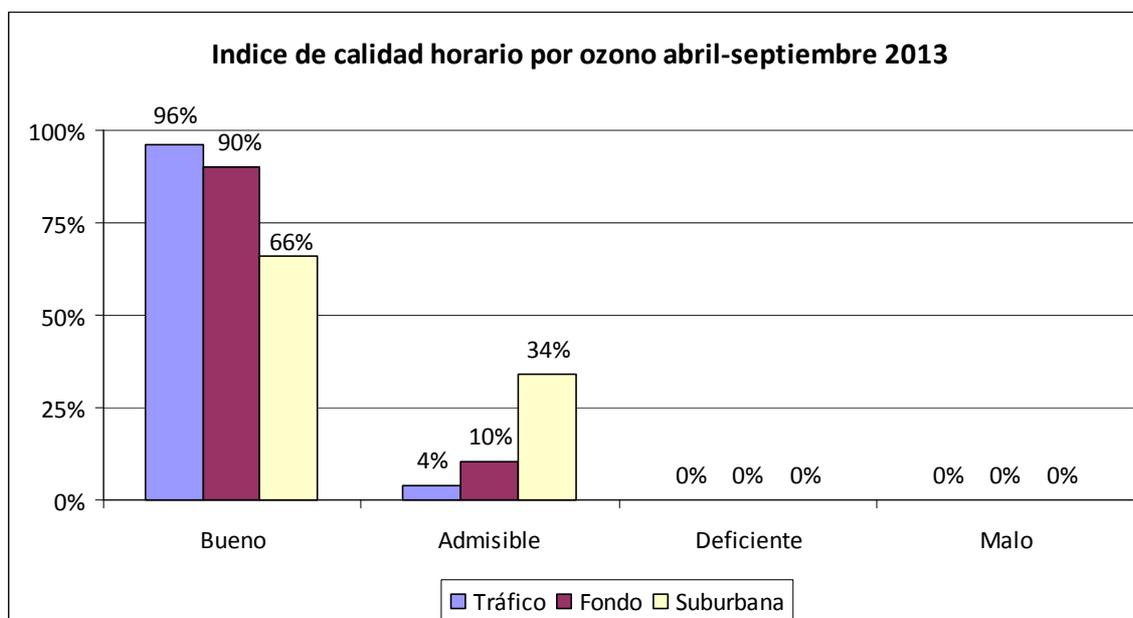
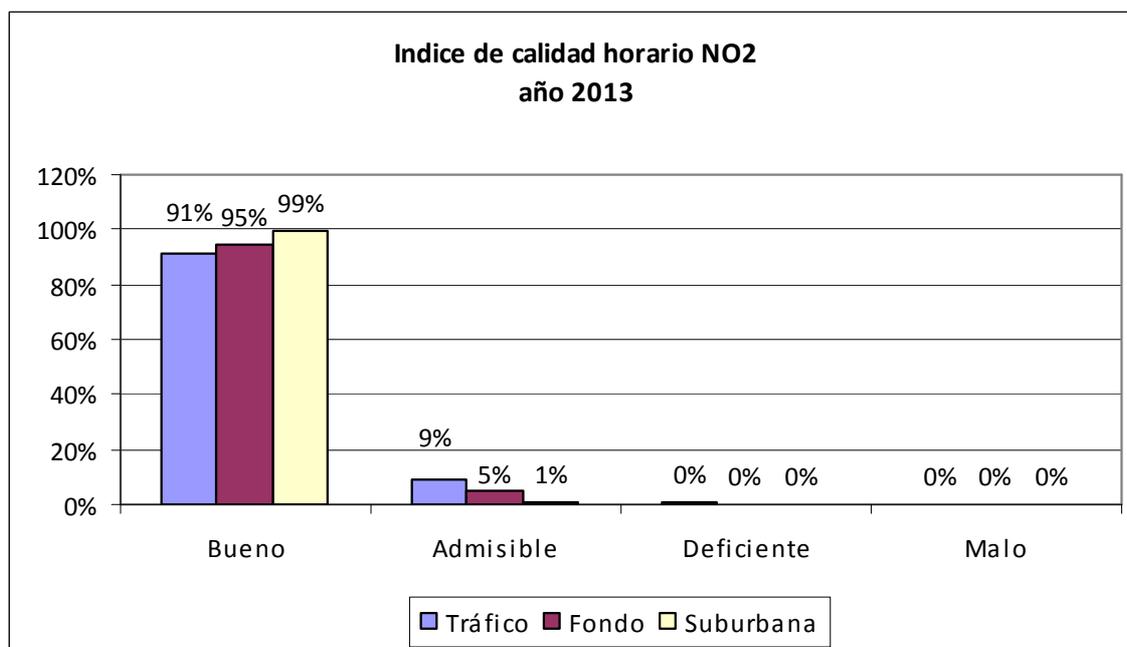
Los contaminantes que se emplean para calcular el índice de calidad son las partículas en suspensión (PM10), dióxido de azufre (SO<sub>2</sub>), dióxido de nitrógeno (NO<sub>2</sub>), monóxido de carbono (CO) y ozono (O<sub>3</sub>). Para cada uno de estos contaminantes se establece un índice parcial, de forma que el peor valor de los cinco definirá el índice global y, por lo tanto, la calidad del aire.

Índice Madrid

Calidad del Aire		HORARIO				OCTOHORARIO MÓVIL
		PM10 (µg/m <sup>3</sup> )	SO <sub>2</sub> (µg/m <sup>3</sup> )	NO <sub>2</sub> (µg/m <sup>3</sup> )	O <sub>3</sub> (µg/m <sup>3</sup> )	CO (mg/m <sup>3</sup> )
0 - 50	Buena	0 - 50	0 - 175	0 - 100	0 - 90	0 - 5
51 - 100	Admisible	51 - 90	176 - 350	101 - 200	90 - 180	06-10
101 - 150	Deficiente	91 - 150	351 - 525	201 - 300	180 - 240	11-15
> 150	Mala	> 150	> 525	> 301	> 240	> 15

A continuación se analiza, tomando toda la información del índice horario para NO<sub>2</sub> a lo largo de todo el año y para ozono en el periodo de máximas concentraciones (de

abril a septiembre) el porcentaje de horas por tipo de estación seleccionando la más desfavorable para los distintos niveles de calidad del aire definidos.



Índice CITEAIR

En la actualidad no existe un índice común en España, sí hay proyectos europeos como el CITEAIR, que han desarrollado índices que permiten comparar la calidad del aire. El

Ayuntamiento de Madrid participa junto con otras ciudades europeas en el servicio web [www.airqualitynow.eu](http://www.airqualitynow.eu) donde se emplea el índice CAQI (Common Air Quality Index).

Common air quality index calculation grid

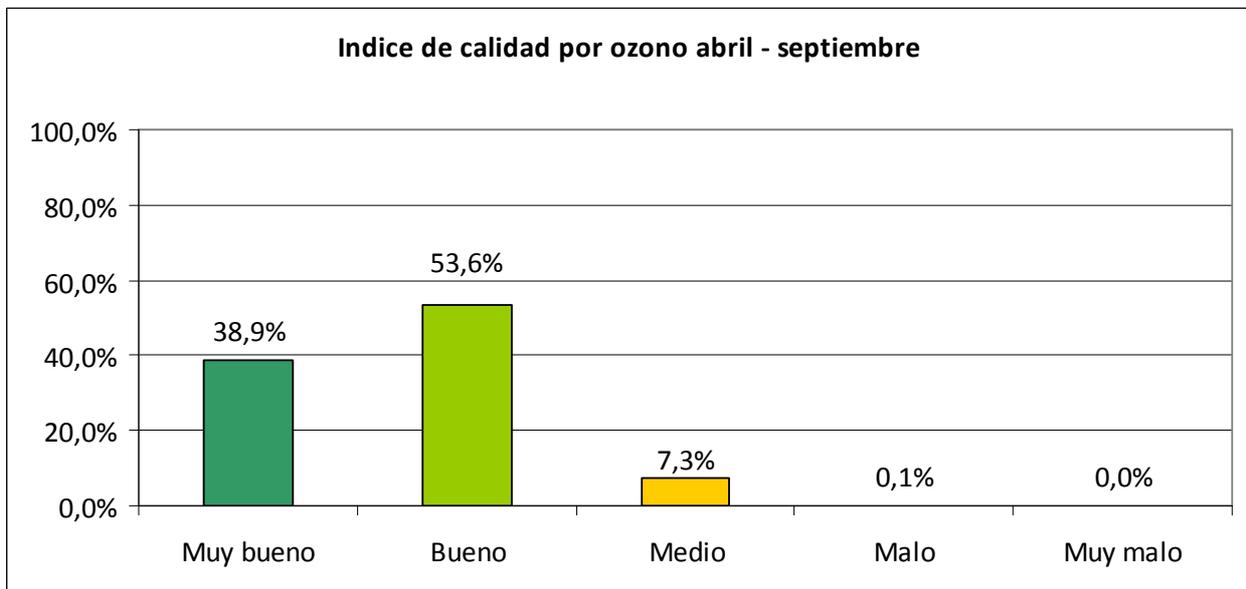
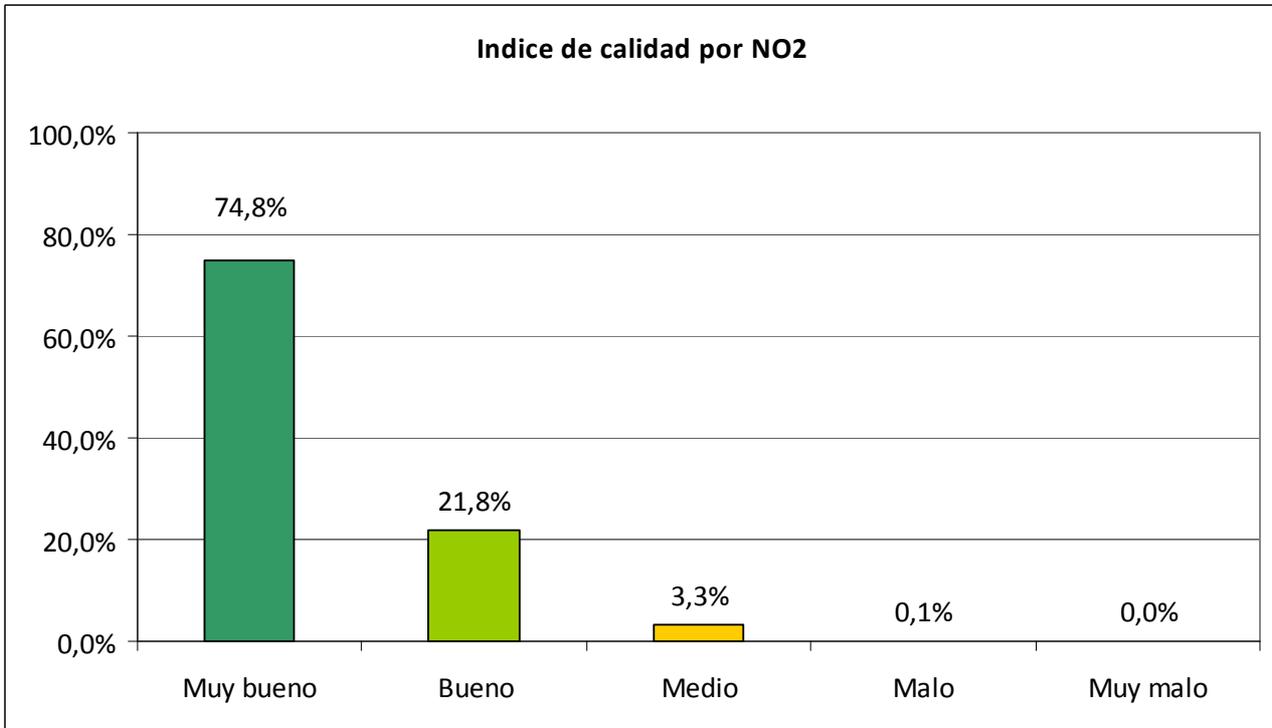
Index Class	Grid	ROADSIDE INDEX						BACKGROUND INDEX							
		Mandatory pollutant			Auxiliary pollutant			Mandatory pollutant				Auxiliary pollutant			
		PM10			PM2.5			PM10				PM2.5			
		NO2	1 hour	24 hours	1 hour	24 hours	CO	NO2	1 hour	24 hours	O3	1 hour	24 hours	CO	SO2
Very High	>100	>400	>180	>100	>110	>60	>20000	>400	>180	>100	>240	>110	>60	>20000	>500
High	100	400	180	100	110	60	20000	400	180	100	240	110	60	20000	500
	75	200	90	50	55	30	10000	200	90	50	180	55	30	10000	350
Medium	75	200	90	50	55	30	10000	200	90	50	180	55	30	10000	350
	50	100	50	30	30	20	7500	100	50	30	120	30	20	7500	100
Low	50	100	50	30	30	20	7500	100	50	30	120	30	20	7500	100
	25	50	25	15	15	10	5000	50	25	15	60	15	10	5000	50
Very Low	25	50	25	15	15	10	5000	50	25	15	60	15	10	5000	50
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

- NO2, O3, SO2: hourly value / maximum hourly value in µg/m3
- PM10, PM2.5: hourly value / maximum hourly value or adjusted daily average in µg/m3
- CO: 8 hours moving average / maximum 8 hours moving average in µg/m3

La principal diferencia entre los dos índices es el número de intervalos y que en el CITEAIR se definen dos índices, uno de tráfico y otro de fondo. El índice de tráfico no incluye información de las estaciones suburbanas y el índice de fondo que no incluye las estaciones de tráfico.

A continuación se incluyen los gráficos con la información de los índices de calidad de Madrid según los cálculos del índice CITEAIR:

En primer lugar el de NO<sub>2</sub> (tráfico), del valor horario y a continuación el de Ozono (fondo) del valor horario y del periodo de altas concentraciones (abril a septiembre).



## 6. RED PALINOCAM

La Red Palinológica de la Comunidad de Madrid proporciona información sobre las concentraciones de los tipos polínicos más alergénicos presentes en la atmósfera de la Comunidad de Madrid.

El Servicio de Protección de la Atmósfera del Ayuntamiento de Madrid colabora con esta Red y para ello dispone de un captador

instalado en el Centro integrado de Arganzuela.

Los datos se pueden consultar desde un enlace disponible en la web municipal <http://www.mambiente.munimadrid.es/> o directamente en la web de la red palinocam.



Detalle captador de polen

## 7. CALIDAD Y GESTIÓN AMBIENTAL

Con el objetivo de mejorar la calidad de los servicios prestados al ciudadano, en el año 2013, el Sistema de Vigilancia e Información de la Calidad del Aire del Servicio de Protección de la Atmósfera del Ayuntamiento de Madrid, **ha renovado** la certificación de su sistema de gestión de la calidad conforme a la Norma UNE-EN ISO 9001:2008 y la de su sistema de gestión medioambiental conforme a la Norma UNE-EN ISO 14001:2004, por la entidad acreditación AENOR, para las actividades de prestación de servicios de:

- Vigilancia de la calidad del aire del municipio de Madrid mediante la automática de medición.
- Información de la calidad del aire del municipio de Madrid.

Además, el Servicio de Protección de la Atmósfera ha **renovado su compromiso** en el Registro EMAS para estas mismas actividades, de acuerdo con lo establecido en el Reglamento (CE) Nº 1221/2009, del Parlamento Europeo y el Consejo, de 25 de noviembre de 2009, por el que se permite que las organizaciones se adhieran con carácter voluntario a un sistema comunitario de gestión y auditoría medioambientales (EMAS).

Estas actuaciones se unen a las ya implantadas en 2009 con la aprobación de la Carta de Servicios de Calidad del Aire con el objetivo de conseguir una mejora continua de los servicios prestados y el fortalecimiento de los compromisos adquiridos con los ciudadanos durante



todos estos años de:

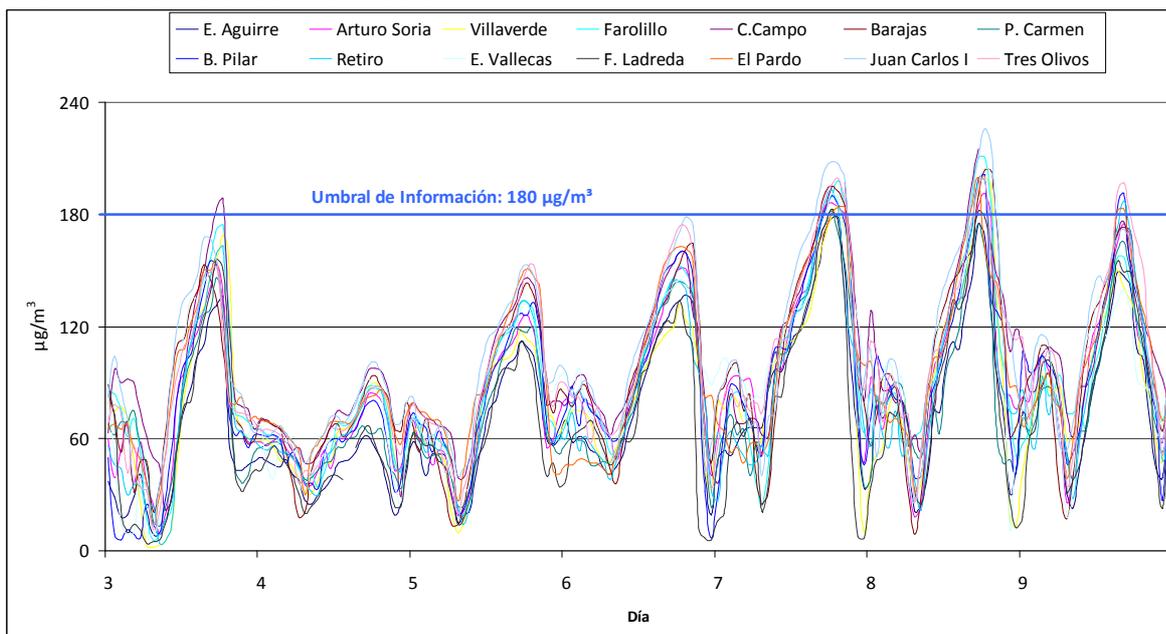
- Evaluar la calidad del aire de la Ciudad de Madrid mediante una red de estaciones de medición representativas, ubicadas de acuerdo con la normativa europea vigente.
- Garantizar la calidad de los datos registrados de los contaminantes legislados, así como su posterior difusión, ofreciendo transparencia en la gestión y prestación del servicio.
- Informar a la población en todos los casos de superación de umbrales de información o de alerta de los distintos contaminantes.
- Establecer la mejora continua medioambiental así como de los procesos, actuaciones y actividades desarrolladas a la Red de Vigilancia de Calidad del Aire.
- Garantizar el cumplimiento de todos los requisitos legales aplicables, así como otros requisitos suscritos.
- Atender las consultas, sugerencias y reclamaciones formuladas por los ciudadanos, en materia de calidad del aire, con el objetivo de aumentar el grado de satisfacción de los ciudadanos con los servicios recibidos.

Más información al respecto se puede obtener la página Web de Calidad del Aire del Ayuntamiento de Madrid, en concreto en la sección de “Calidad y gestión ambiental”.

## 8. EPISODIO OZONO

Durante la primera quincena del mes de julio la ciudad de Madrid experimentó un episodio de valores altos de ozono que elevaron las concentraciones de este contaminante por encima del umbral de información.

Se muestran el gráfico de los días del mes de julio en que se produjeron dichas superaciones.



En total, se pueden observar 78 superaciones del umbral de información repartidas entre 13 de las 14 estaciones de la red durante 4

días distintos con un total de 14 horas repartidas de la siguiente forma:

Día	Número de estaciones	Nº Horas
03/07/13	1	2
07/07/13	13	5
08/07/13	13	5
09/07/13	4	2

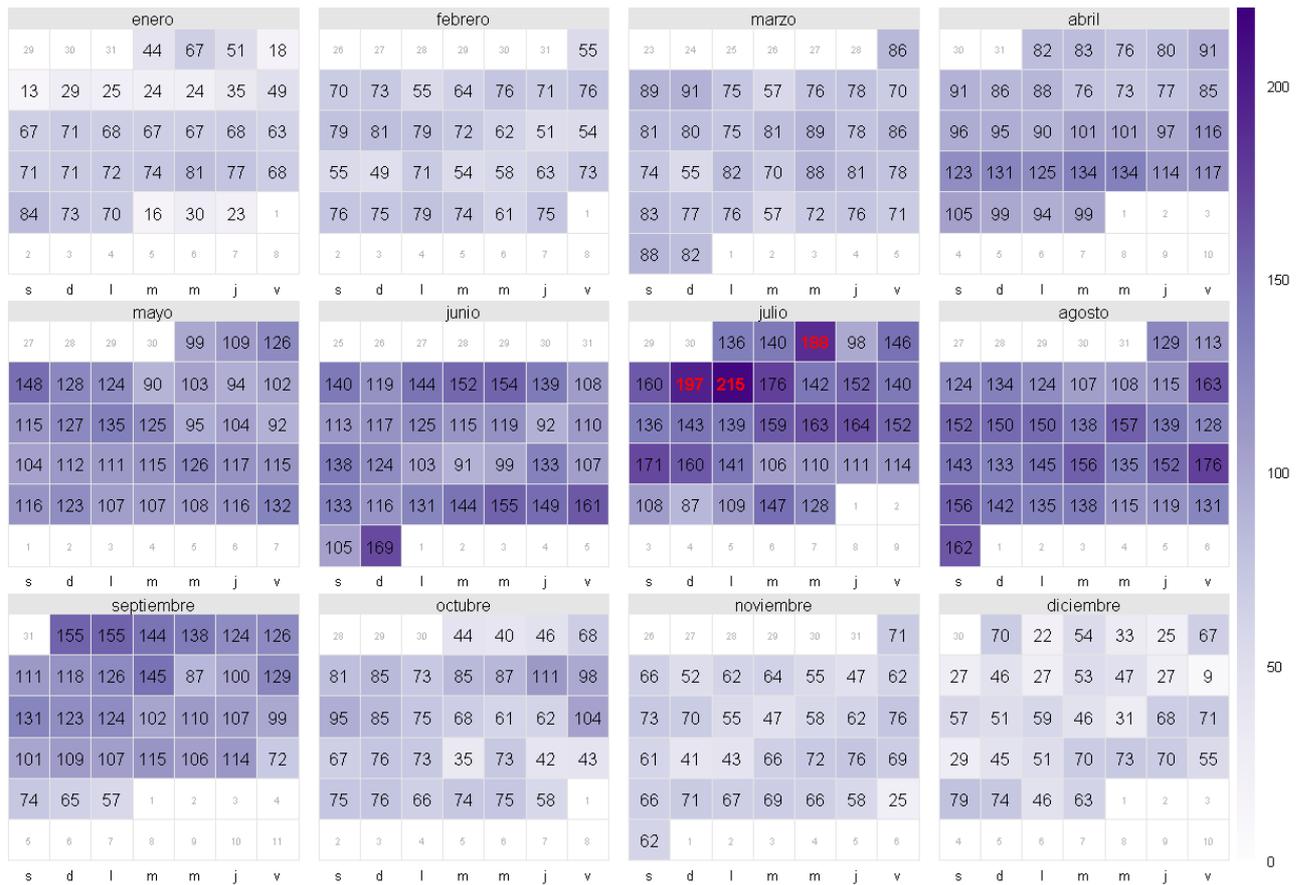
### Cuadro detalle de superaciones del umbral de información a la población

FECHA	HORA	Escuelas Aguirre	Arturo Soria	Villaverde	Farolillo	Casa Campo	Barajas	Plaza Carmen	Barrio Pilar	Retiro	Ensanche Vallecas	Fernandez Ladreda	El Pardo	Juan Carlos I	Tres Olivos
03/07/2013	18:00					183									
03/07/2013	19:00					188									
07/07/2013	17:00													191	
07/07/2013	18:00		185		183	184	192		182	187	181			205	190
07/07/2013	19:00		186		190	195	195	182	190	193	191	183	181	208	196
07/07/2013	20:00		184	184	198		192		185	183	188		184	207	199
07/07/2013	21:00				184	197	185						184	198	188
08/07/2013	17:00				191	197							185	188	
08/07/2013	18:00		185	195	210	215	190		199	198	196	182	199	211	194
08/07/2013	19:00		191	200	210		204		201	198	205			226	200
08/07/2013	20:00			194	185		203				202			215	
08/07/2013	21:00										192				
09/07/2013	16:00								184				182		192
09/07/2013	17:00								191	187			183		197
<b>TOTAL</b>		0	5	4	8	7	7	1	7	6	7	2	7	9	8

Se incluye a continuación un calendario con los valores máximos horarios diarios de la estación de Casa de Campo, se han señalado en rojo los días que se ha superado el umbral

de información fijado en  $180 \mu\text{g}/\text{m}^3$  generado con el programa "R" (open-air):

O<sub>3</sub> in 2013



## 9. CAMPAÑAS

Durante el año 2013 se han realizado tres campañas con la unidad móvil de medición del Servicio de Protección de la Atmósfera.

Estas campañas se realizan para poder obtener un mayor conocimiento de la calidad del aire en entornos en los que no se dispone de estaciones automáticas fijas.

La primera de ellas se ha realizado en Madrid Río y otra en Aravaca, esta como continuación a la campaña de invierno que se llevo a cabo a finales del año 2012 en la misma ubicación. Se ha iniciado una tercera en el Centro Integrado de Formación de Seguridad y Emergencias del Ayuntamiento de Madrid situado en el distrito de Latina, pero esta se dilató hasta el mes de enero con lo que se incluirán los resultados en la memoria del año 2014.

Para la elección de los puntos de muestreo se ha tomado como referencia el Anexo III del Real Decreto 102/2011 de 28/01/2011 *"...Ubicación de los puntos de muestreo para la medición de las concentraciones de dióxido de azufre, dióxido de nitrógeno y óxidos de nitrógeno, partículas, plomo, benceno y monóxido de carbono en el aire...."*,

A continuación se detallan los resultados de las tres campañas así como las características de los puntos de ubicación de la estación móvil.

Cabe destacar como conclusión de estas campañas lo siguiente:

Los contaminantes monóxido de carbono, dióxido de azufre y partículas PM10 no presentaron ninguna superación de los valores límite o umbrales en ninguno de los tres puntos.

**En el punto 1 (Madrid Río)** no se ha producido ninguna superación del valor límite horario de dióxido de nitrógeno (NO<sub>2</sub>).

La precipitación acumulada media recogida por la red durante este periodo ha sido de 53 mm., valor anormalmente alto para esta época del año.

En realidad, todo el periodo se ha caracterizado por una continua inestabilidad atmosférica (se registraron precipitaciones durante más de la mitad de los días estudiados). En el caso del ozono hay que tener en cuenta que es un contaminante típico del verano con lo que este periodo no resulta muy significativo.

**En el punto 2 (Aravaca)** hay valores muy diferentes en los dos periodos, en el periodo invernal los niveles de NO<sub>2</sub> se han situado entre los valores medios obtenidos por las estaciones de la red. En verano los registros de ozono han sido elevados, se han producidos superaciones del valor máximo octohorario.

A continuación se presentan los datos obtenidos en estas campañas.

**Punto 1: Madrid Río – Pº Yeserías**

Ubicación	Cercano a la boca de salida de ventilación
Fecha de realización	18/02/2013 a 14/03/2013
Altura de captación respecto al suelo	CO, NOx, NO <sub>2</sub> , SO <sub>2</sub> , O <sub>3</sub> : 4 m.
	Partículas PM10: 4 m.
Distancia a edificio más cercano	100 m.
Distancia a masas arboladas	35 m.
Distancia a pozo de ventilación	8 m.
Coordenadas	40°23'54"N 3°42'38"O
Altitud UNIDAD MÓVIL (s.n.m.)	575 m.
	

**Resultados**

Parámetro	Valor medio Unidad móvil	Valor medio estaciones fondo/tráfico/suburbanas	Valor máximo estaciones fondo/tráfico/suburbanas
NO <sub>2</sub> (µg/m <sup>3</sup> )	41	30 / 39	36 / 49
PM10 (µg/m <sup>3</sup> )	12	10 / 13	11 / 16
CO (mg/m <sup>3</sup> )	0.4	0.3 / 0.4	0.4 / 0.4
O <sub>3</sub> (µg/m <sup>3</sup> )	62	46 / 40 / 52	50 / 44 / 55
SO <sub>2</sub> (µg/m <sup>3</sup> )	5	4 / 6	5 / 8

Punto 2: Aravaca

Ubicación	Centro Cultural de Aravaca
Fecha de realización	Invierno: 22/11/2012 a 19/12/2012 Verano: 7/6/2013 a 4/7/2013
Altura de captación respecto al suelo	CO, NOx, NO <sub>2</sub> , SO <sub>2</sub> , O <sub>3</sub> : 4 m. Partículas PM10: 4 m.
Distancia a edificio más cercano	2 m.
Distancia a masas arboladas	5 m.
Coordenadas	40°27'29"N 3°47'10"O
Altitud UNIDAD MÓVIL (s.n.m.)	652 m.
	

Resultados

INVIERNO 2012

Parámetro	Valor medio Unidad móvil	Valor medio estaciones fondo/tráfico/suburbanas	Valor máximo estaciones fondo/tráfico/suburbanas
NO <sub>2</sub> (µg/m <sup>3</sup> )	56	49 / 59	55 / 67
PM10 (µg/m <sup>3</sup> )	19	19 / 20	22 / 25
CO (mg/m <sup>3</sup> )	0.4	0.5 / 0.5	0.5 / 0.5
O <sub>3</sub> (µg/m <sup>3</sup> )	33	20 / 16 / 29	22 / 18 / 36
SO <sub>2</sub> (µg/m <sup>3</sup> )	6	5 / 5	7 / 8

VERANO 2013

Parámetro	Valor medio Unidad móvil	Valor medio estaciones fondo/tráfico/suburbanas	Valor máximo estaciones fondo/tráfico/suburbanas
NO <sub>2</sub> (µg/m <sup>3</sup> )	17	24 / 32	33 / 44
PM10 (µg/m <sup>3</sup> )	17	22 / 24	24 / 30
CO (mg/m <sup>3</sup> )	0,2	0.2 / 0.2	0.3 / 0.3
O <sub>3</sub> (µg/m <sup>3</sup> )	80	72 / 60 / 83	79 / 69 / 86
SO <sub>2</sub> (µg/m <sup>3</sup> )	2	3 / 3	4 / 5

Se incluye a continuación una tabla con el detalles de las superaciones de los valores

octohorarios de ozono a lo largo de la campaña.

**Superaciones de valores octohorarios de 120 µg/m<sup>3</sup>**

Nº	Fecha	Hora	Valor
1	15/06/2013	20:00	131
2	22/06/2013	21:00	125
3	24/06/2013	21:00	125
4	25/06/2013	21:00	141
5	26/06/2013	21:00	132
6	27/06/2013	21:00	135
7	28/06/2013	20:00	131
8	30/06/2013	21:00	162
9	01/07/2013	21:00	127
10	02/07/2013	20:00	137
11	03/07/2013	20:00	145

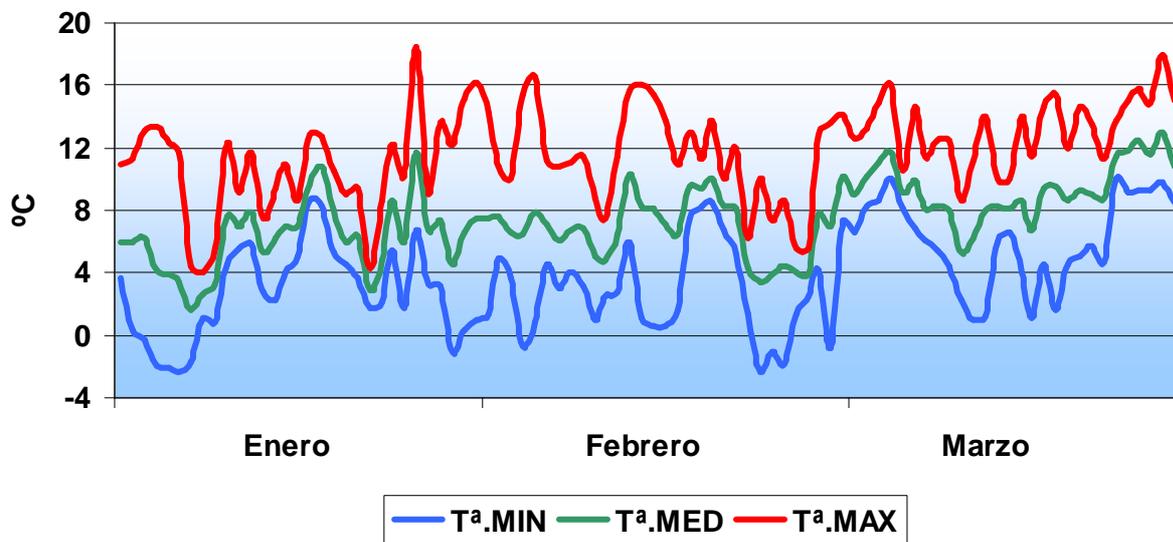
## 10. BALANCE METEOROLOGICO 2013

### Invierno 2013: Enero, febrero y marzo

En general, este primer trimestre resultó ligeramente más frío que la media. Si bien, el mes de enero estuvo muy cerca de lo normal,

fue durante los meses de febrero y marzo cuando se acentuó esta tendencia.

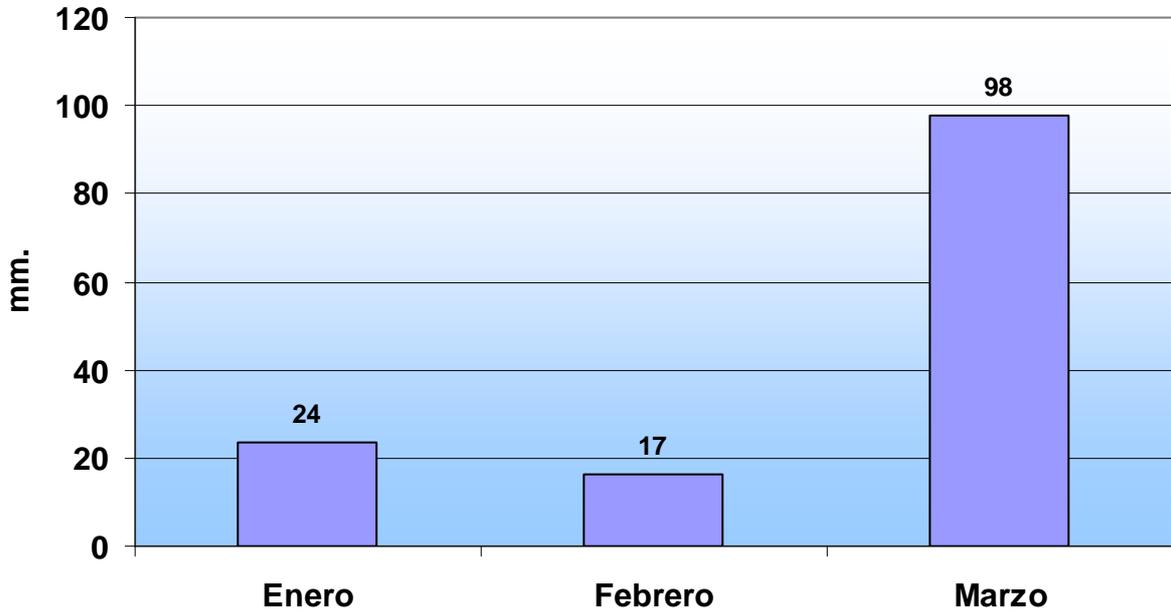
### Temperaturas primer trimestre



En cuanto a las precipitaciones, enero resultó seco y febrero muy seco. Sin embargo, el mes de marzo fue extremadamente húmedo,

dando como resultado un primer trimestre muy húmedo en su conjunto.

**Precipitación acumulada**



El carácter general del trimestre fue de inestabilidad. Tan sólo durante los meses de enero y febrero se registro algún periodo de estabilidad intercalado entre el paso de los sucesivos frentes y borrascas. Por su parte, en marzo no hubo ninguno debido a que este mes ha estado sometido a una

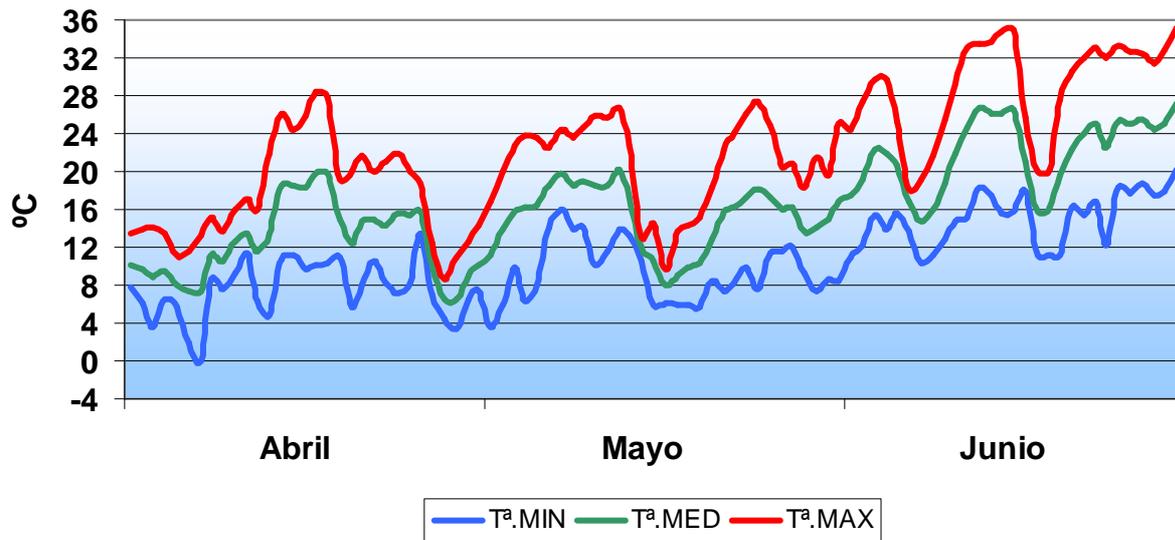
inestabilidad prácticamente ininterrumpida de principio a fin. Así pues, salvo un par de cortos periodos durante los meses de enero y febrero, la ventilación de la atmósfera de la ciudad se mantuvo aceptable durante todo el periodo.

**Primavera 2013: Abril, mayo y junio**

La primavera resulto en términos generales más fresca de lo normal, si bien, esto se debe a las temperaturas registradas durante el mes de mayo que son las que muestran una

clara tendencia por debajo de la media. Por su parte, tanto el mes de abril como el de junio mostraron unos registros más cercanos a sus respectivas medias.

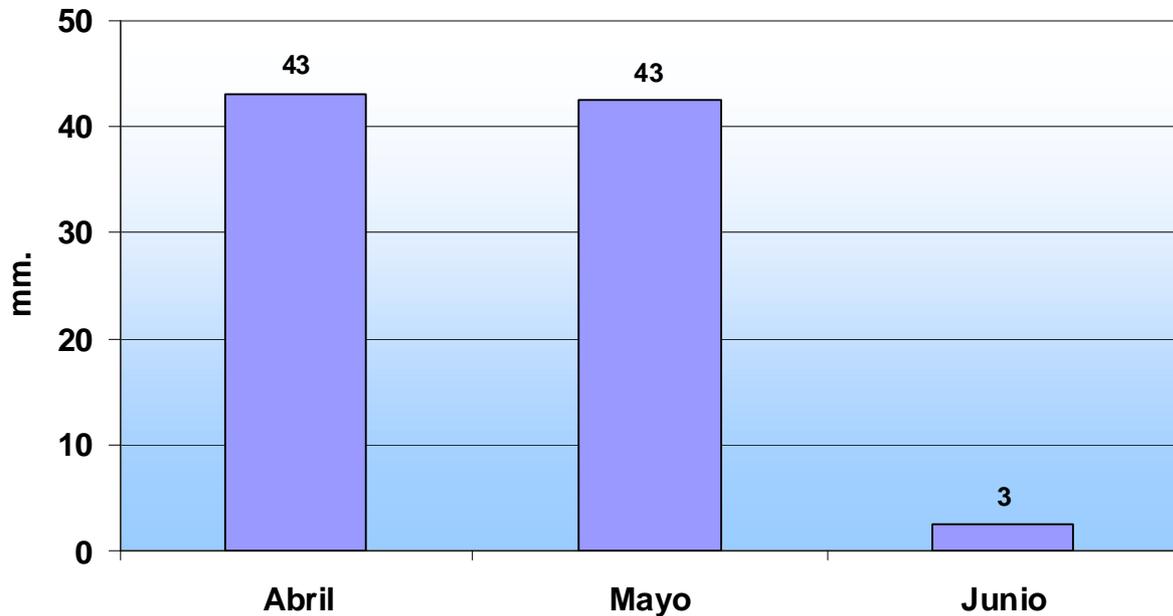
**Temperaturas segundo trimestre**



Al contrario que durante el anterior, este trimestre resulto seco, con sus dos primeros

meses en valores cercanos a los normales pero con un mes de junio muy seco.

## Precipitación acumulada



También este trimestre fue en general un periodo inestable con muy pocos días de estabilidad de entre los que destaca únicamente el día 30 de junio. No sólo juega en esto el movimiento general de la atmósfera, el aumento de la radiación solar recibida propio de esta época ayuda a inestabilizar la atmósfera durante las horas

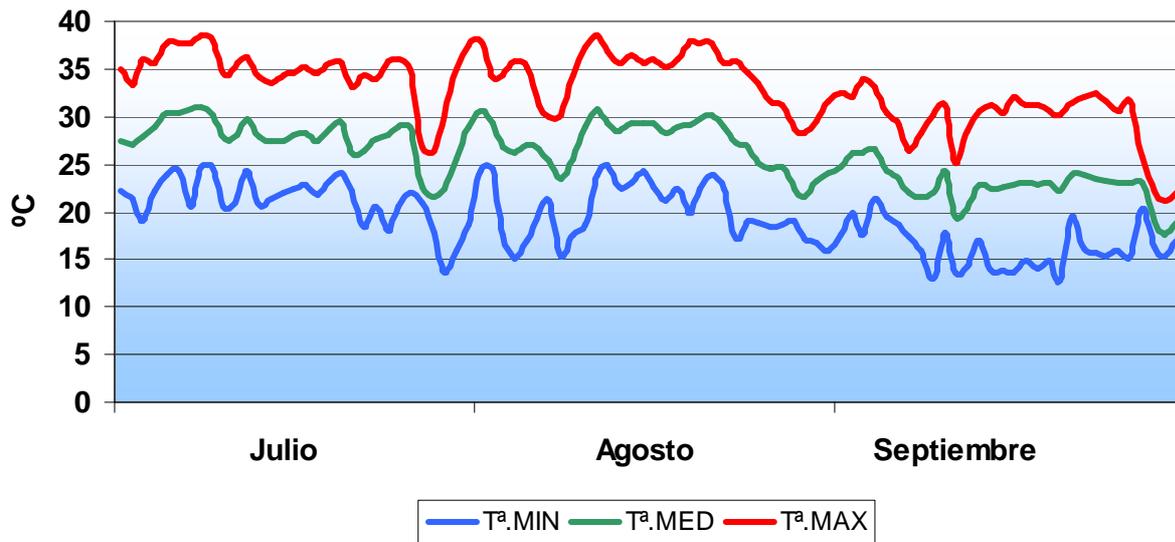
centrales de los días despejados lo que favorece la ventilación de la misma. Así mismo, este aumento de radiación, también favorece la formación de ozono troposférico. De este modo, fue a finales del mes de abril cuando se registraron ya las primeras superaciones octohorarias de  $120 \mu/m^3$  del año.

**Verano 2013: Julio, agosto y septiembre**

Tanto en su conjunto como tomando cada mes por separado, este trimestre resultó claramente más cálido de lo normal. Así, los tres meses muestran anomalías positivas

muy similares tanto en sus temperaturas medias como en sus medias de máximas y mínimas.

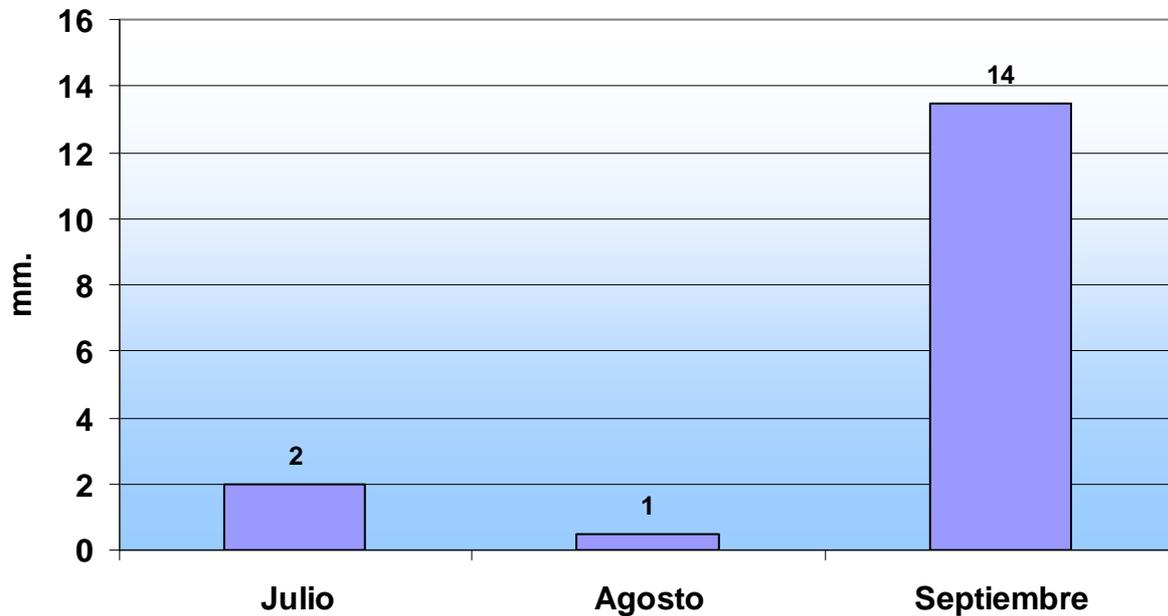
**Temperaturas tercer trimestre**



Si bien este trimestre es habitualmente escaso en cuanto a precipitaciones se refiere, en el caso del 2013 ha sido especialmente

seco, tanto tomándolo en su conjunto como tomando cada uno de sus meses por separado.

## Precipitación acumulada



En general, tanto julio como agosto mantuvieron las condiciones propias de estos meses veraniegos: cielos despejados y altas temperaturas lo que unido a la gran cantidad de horas de sol, trae como consecuencia la aparición de vientos convectivos durante las horas centrales del día que favorecen la ventilación atmosférica.

Sin embargo, cabe destacar como durante el periodo del 6 al 9 de julio una inusual estabilidad se apropió de la atmósfera de la ciudad reduciendo los registros de la velocidad del viento a valores muy bajos. Esta falta de ventilación probablemente favoreciera la concentración de precursores

del ozono pero el caso es que las concentraciones de este contaminante alcanzaron valores excepcionalmente altos durante este periodo que disminuyeron la misma tarde del día 9 coincidiendo con un notable aumento de la velocidad del viento observada.

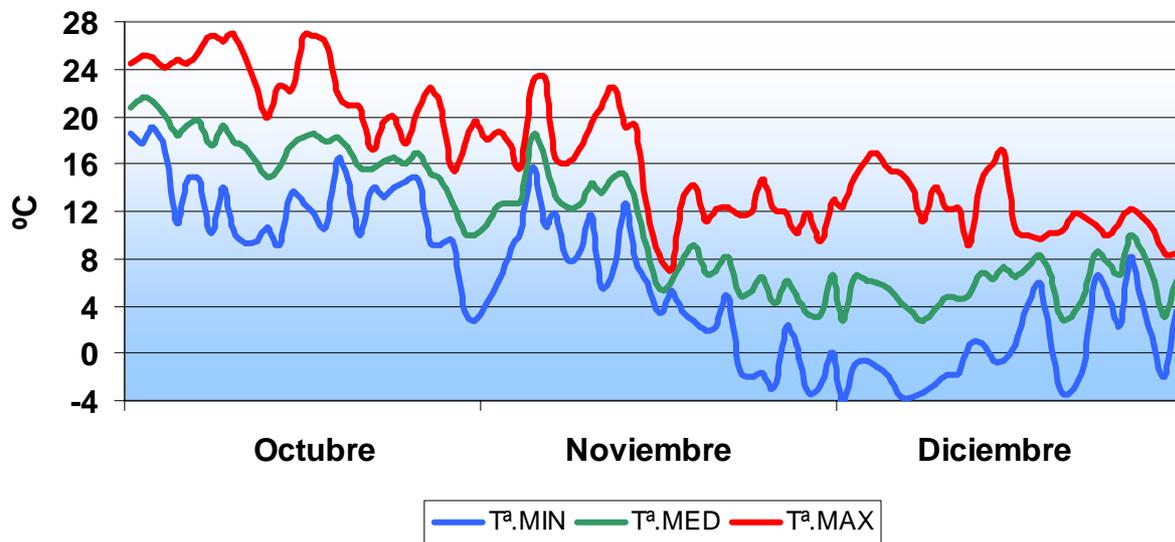
El mes de Septiembre sólo ha presentado dos periodos de estabilidad (del 12 al 15 y del 21 al 26). El resto combino las características propias del verano con las del incipiente otoño; días despejados y con alta insolación con días con las características propias del paso de algún frente.

**Otoño 2013: Octubre, noviembre y diciembre**

Aunque el trimestre en su conjunto se puede considerar como ligeramente más cálido que la media, fue el mes de octubre el que resultó claramente cálido, manteniéndose el mes de noviembre dentro de sus valores

medios y el mes de diciembre ligeramente frío. En ambos casos fruto de unas temperaturas mínimas más bajas de lo habitual.

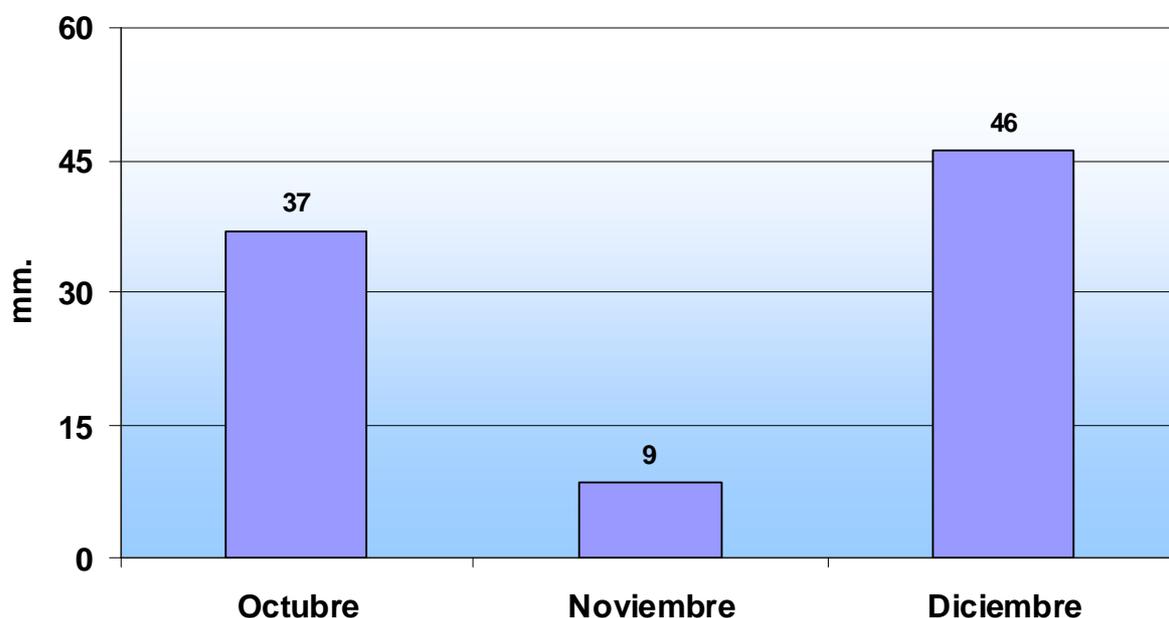
**Temperaturas cuarto trimestre**



Tanto el mes de octubre como el de diciembre fueron ligeramente secos, pero el mes de noviembre, con ser un mes tradicionalmente lluvioso, resultó

extremadamente seco con lo que el conjunto de este otoño se puede considerar como muy seco.

## Precipitación acumulada



Como suele ser habitual en este último trimestre del año, se sucedieron periodos de estabilidad interrumpidos por el paso de frentes y borrascas. Aún a pesar de la escasa precipitación registrada durante el mes de noviembre, ésta fue la tónica general de los dos primeros meses durante los cuales la ventilación de la atmósfera fue correcta.

Estas características pueden extenderse a la segunda mitad del mes de diciembre. Sin embargo, durante la primera mitad del mes se vivió una prolongada situación de intensa estabilidad que prácticamente anuló la capacidad de ventilación de la atmósfera. Sin lugar a dudas fue el periodo estable más destacable del año.

En resumen, el año 2013 puede calificarse como de normal a ligeramente cálido en la ciudad de Madrid al haber sido la temperatura media anual de 15.2º C. Por otra parte la precipitación acumulada media

registrada en la red durante todo el año ha sido de 334 mm., como cuatro quintas partes de lo normal. Habiendo sido el primer trimestre muy húmedo, el segundo y cuarto secos y el tercero muy seco.

# Calidad del Aire

## Madrid 2013

Subdirección General de Sostenibilidad

Dirección General de Sostenibilidad  
y Planificación de la Movilidad

