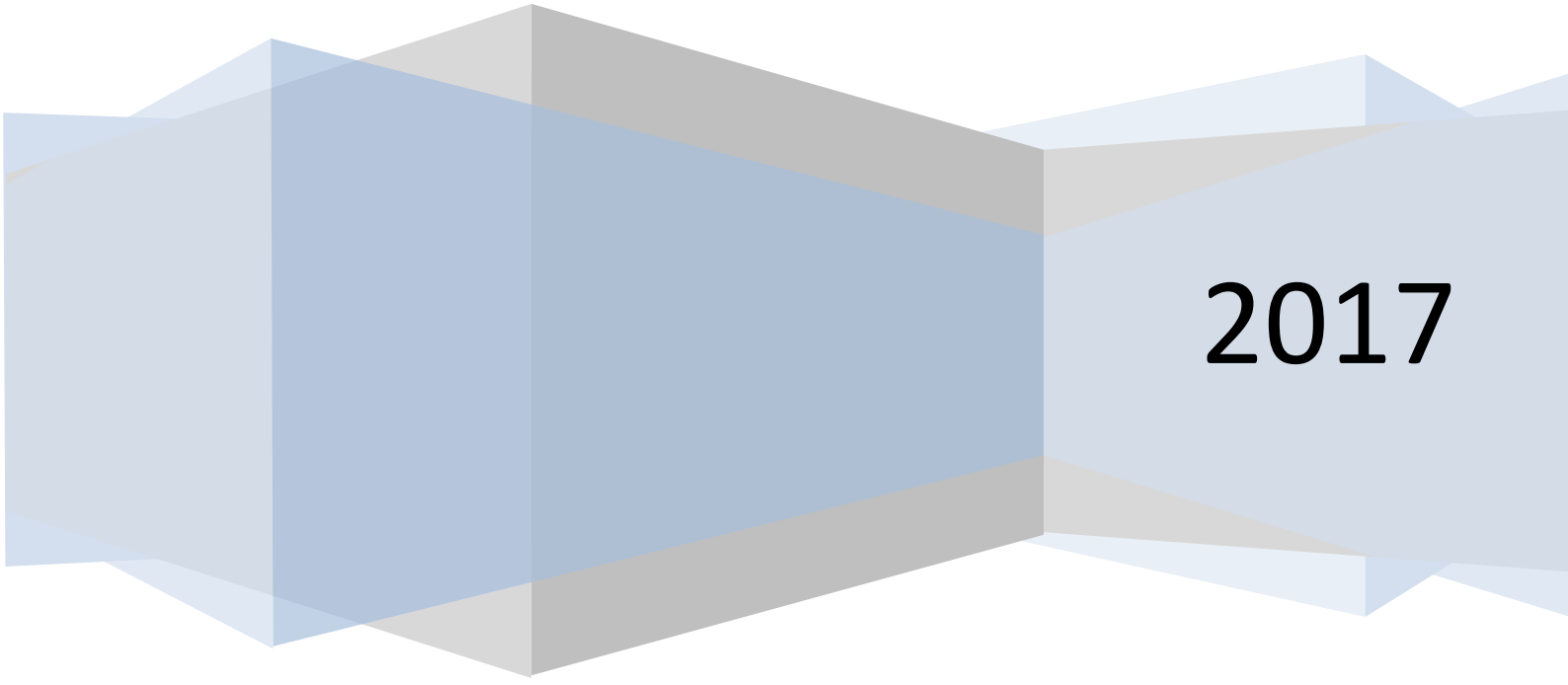
Plan de mejora de Calidad del Aire de Extremadura

Dirección General de Medio Ambiente



2017

Introducción ... 3
Objetivos de la Norma Europea ... 4
Contaminación Atmosférica ... 5
Contaminantes atmosféricos primarios y secundarios ... 5
Principales fuentes de emisión de contaminantes del aire ... 6
Parámetros de calidad del aire ... 10
Monóxido de Carbono (CO) ... 10
Dióxido de Azufre (SO_2) ... 11
Partículas en Suspensión (PM) ... 12
Óxidos de Nitrógeno (NOx) ... 13
Ozono Troposférico ... 14
Compuestos Orgánicos Volátiles ... 16
Hidrocarburos Aromáticos Policíclicos ... 19
Metales Pesados ... 19
Normativa ... 21
Normas específicas en vigor ... 21
Valores, niveles y umbrales establecidos en la normativa legal ... 24
Como determinar el sistema de evaluación de la calidad del aire ... 26
Red de Calidad del Aire de la Comunidad Autónoma de Extremadura (REPICA) ... 31
Objetivos Específicos de la Red ... 31
Niveles de concentración de los contaminantes regulados por la legislación ... 36
Valores de referencia ... 36
Métodos de referencia para la evaluación de las concentraciones ... 36
Valores límites y umbrales de alerta ... 37
Niveles de calidad de aire en las seis estaciones fijas. Datos del año 2015 ... 43
Badajoz ... 43
Cáceres ... 48
Mérida ... 54
Monfragüe ... 59
Plasencia ... 63
Zafra ... 69
Medidas para la mejora de la calidad del aire ... 74
Medidas Horizontales ... 74
Medidas Sectoriales ... 78
Protocolo de actuación en caso de superación de umbrales regulados ... 95
Inversiones y financiación ... 96

Introducción

La calidad del aire de la Comunidad Autónoma de Extremadura es, junto con su gran biodiversidad y la presencia de numerosos ecosistemas bien conservados, uno de los elementos más importantes que constituyen el Patrimonio Natural de la Región y que tiene una incidencia directa en la salud de los ciudadanos, la protección de la vegetación y de los ecosistemas.

El aire limpio es un requisito básico de la salud y el bienestar humanos, pero la contaminación atmosférica representa una amenaza importante para la salud en todo el mundo. Según la Organización Mundial de la Salud, los factores medioambientales podrían estar detrás de hasta un 20 % de las muertes que se producen en Europa.

Los logros obtenidos en la gestión de la calidad del aire subyacen a la mejora del bienestar económico y social en muchos países en desarrollo. Se ha comprobado que la gestión adecuada de la calidad del aire permite mejorar la salud pública, ya que la contaminación del aire está relacionada con el aumento de pacientes ambulatorios debido a enfermedades respiratorias y cardiovasculares y, con el incremento de admisiones hospitalarias y de la mortalidad diaria.

Al objeto de preservar, evaluar y controlar la Calidad del Aire la Junta de Extremadura se ha dotado de una importante Red de medición de diversos parámetros de calidad del aire, la cual se describirá más adelante.

El Séptimo Programa de Acción Comunitario en materia de Medio Ambiente, establece la necesidad proteger a los ciudadanos de la Unión frente a las presiones y riesgos medioambientales para la salud y el bienestar. Para ello es vital mejorar el control y la evaluación de la calidad del aire ambiente.

La Estrategia Española de Calidad del Aire indica que numerosos estudios realizados en Europa sobre contaminación atmosférica y salud muestran qué importantes sectores de la población se encuentran expuestos a contaminantes atmosféricos. Los resultados obtenidos hasta ahora indican que existe una asociación significativa entre los indicadores de contaminación atmosférica y salud. Los efectos que se han relacionado con la exposición a la contaminación atmosférica son diversos y de distinta severidad; entre ellos destacan los efectos sobre el sistema respiratorio y cardiovascular, y además son concluyentes en cuanto a que la contaminación atmosférica continúa siendo un riesgo para la salud de los ciudadanos de Europa.

La Agencia Europea del Medio Ambiente ha publicado diversos informes, en los cuales se indicaba que la contaminación atmosférica es el factor ambiental con mayor impacto sobre la salud en Europa y es la responsable de la mayor cantidad de enfermedades relacionadas con el medio ambiente, estimándose que alrededor de 20 millones de ciudadanos europeos sufren

de problemas respiratorios cada día.

La Directiva Comunitaria 2008/50, establece que con la finalidad de proteger la salud humana y el medio ambiente en general, es particularmente importante combatir las emisiones de contaminantes en la fuente, y determinar y aplicar medidas de reducción de emisiones más eficaces a nivel local, nacional y comunitario. En este sentido es preciso evitar, prevenir o reducir las emisiones de contaminantes nocivos a la atmósfera, y fijar los objetivos oportunos aplicables al aire ambiente, teniendo en cuenta las normas, las directrices y los programas correspondientes de la Organización Mundial de la Salud.

La evaluación de la calidad del aire ambiente debe efectuarse con un enfoque común basado en criterios de evaluación homogéneos. Esa evaluación debe tener en cuenta el tamaño de las poblaciones y los ecosistemas expuestos a la contaminación atmosférica. Procede por lo tanto clasificar el territorio de los Estados miembros por zonas o aglomeraciones que reflejen la densidad de población.

La calidad del aire debe mantenerse cuando ya sea buena, o en todo caso, mejorarse. Cuando los objetivos para la calidad del aire ambiente establecidos en la Directiva no se cumplan, los Estados miembros deben adoptar medidas para respetar los valores límite y los niveles críticos y, si fuera posible, para lograr los valores objetivo y los objetivos fijados a largo plazo.

Los riesgos que supone la contaminación atmosférica para la vegetación y los ecosistemas naturales son muy importantes en lugares alejados de las zonas urbanas. Por consiguiente, la evaluación de esos riesgos y el cumplimiento de los niveles críticos para la protección de la vegetación deben centrarse en los lugares alejados de las zonas edificadas.

Objetivos de la Norma Europea

La Directiva Europea 2008/50 establece medidas destinadas a:

1) Definir y establecer objetivos de calidad del aire ambiente para evitar, prevenir o reducir los efectos nocivos para la salud humana y el medio ambiente en su conjunto;
2) Evaluar la calidad del aire ambiente en los Estados miembros, basándose en métodos y criterios comunes;
3) Obtener información sobre la calidad del aire ambiente con el fin de ayudar a combatir la contaminación atmosférica y otros perjuicios, y controlar la evolución a largo plazo y las mejoras resultantes de las medidas nacionales y comunitarias;
4) Asegurar que esa información sobre calidad del aire ambiente se halla a disposición de los ciudadanos;
5) Mantener la calidad del aire, cuando sea buena, y mejorarla en los demás casos;
6) Fomentar el incremento de la cooperación entre los Estados miembros para reducir la contaminación atmosférica.

Contaminación Atmosférica

Se entiende por **contaminación atmosférica** la presencia en el aire de materias o formas de energía que impliquen riesgo, daño o molestia graves para las personas y bienes de cualquier naturaleza, así como que puedan atacar a distintos materiales, reducir la visibilidad o producir olores desagradables.

El término contaminación atmosférica se aplica por lo general a las alteraciones que tienen efectos perniciosos sobre los seres vivos y los elementos materiales, y no a otras alteraciones inocuas; puede tener carácter local, cuando los efectos ligados al foco suceden en las inmediaciones del mismo, o universal, cuando por las características del contaminante se ve afectado el equilibrio del planeta y zonas alejadas a las que contienen los focos emisores.

A los efectos de establecer la calidad del aire hay una estrecha relación entre los conceptos de Emisión e Inmisión, que es necesario diferenciar.

Por emisión se entiende la cantidad de contaminantes que se vierten a la atmósfera en un periodo de tiempo y por un foco determinado.

Inmisión es la concentración de contaminantes que hay a nivel del suelo, también se denomina calidad de aire ambiente.

Para reducir los niveles de inmisión es preciso reducir y controlar las emisiones a la atmósfera por los distintos focos emisores y, por otra parte, es necesario establecer sistemas de control y vigilancia de los contaminantes para conocer el estado de la calidad del aire ambiente.

Contaminantes atmosféricos primarios y secundarios

Los **contaminantes primarios** son los que se emiten directamente a la atmósfera como el dióxido de azufre (SO_2), óxidos de nitrógeno (NO_x), monóxido de carbono (CO), partículas (PM), compuestos orgánicos volátiles (COVs), etc.

Los **contaminantes secundarios** son aquellos originados por reacción entre dos o más contaminantes, mediante procesos químicos atmosféricos que actúan sobre los contaminantes primarios o sobre sustancias no contaminantes en la atmósfera. Son importantes contaminantes secundarios el ácido sulfúrico, H_2SO_4, que se forma por la oxidación del SO_2; el dióxido de nitrógeno NO_2, que se forma al oxidarse el contaminante primario NO; y el ozono, O_3, que se forma a partir del oxígeno O_2.

Ambos tipos de contaminantes, primarios y secundarios, pueden depositarse en la superficie de la tierra por deposición seca o húmeda e impactar en determinados receptores, como personas, animales, ecosistemas acuáticos, bosques, cultivos agrícolas y materiales. En

todos los países existen unos límites impuestos a determinados contaminantes que pueden incidir sobre la salud de la población y su bienestar.

En España están funcionando en la actualidad Redes de Vigilancia de la contaminación atmosférica instaladas en las diferentes Comunidades Autónomas y que efectúan medidas de una variada gama de contaminantes que abarcan desde los óxidos de azufre y nitrógeno, hasta hidrocarburos, con sistemas de captación de partículas, monóxido de carbono, ozono, metales pesados, etc.

Trabajando en paralelo el estado español dispone de la Red EMEP (European Monitoring and Evaluation Programme) que corresponde al Programa Concertado de Vigilancia y Evaluación del Transporte a Larga Distancia de los Contaminantes Atmosféricos en Europa. Deriva del convenio de Ginebra sobre contaminación transfronteriza de 1977. Su fin es proporcionar a los países miembros información sobre la concentración y depósito de contaminantes atmosféricos, así como del transporte de los mismos y de los flujos a través de las fronteras nacionales. Una de las estaciones de esta Red está situada en la localidad extremeña de Barcarrota, accediendo a sus datos desde la página web de la Agencia Estatal de Meteorología.

Principales fuentes de emisión de contaminantes del aire

Se producen emisiones a la atmósfera por fuentes de origen natural, biogénicas o geogénicas y de origen antropogénico, por las actividades que el hombre realiza.

A) De origen natural

- Polvo producido y transportado por el viento
- Humo
- Aerosoles marinos
- Gases sulfurosos de emanaciones volcánicas
- Polen de las múltiples y diversas floraciones
- Incendios forestales
- Gases nitrogenados emitidos por los suelos, principalmente en forma de óxido nítrico (NO), como resultado del procesamiento microbiano natural del nitrógeno.
- Compuestos orgánicos volátiles, por emisiones biogénicas de los bosques y cultivos agrícolas.

B) De origen antrópico

Las principales emisiones a la atmósfera tienen un origen antropogénico, es decir, por las actividades humanas, que podemos clasificar en:

Emisiones del transporte urbano y de carreteras:

Las emisiones debidas al transporte terrestre son la primera causa de contaminación atmosférica. Provienen de fuentes móviles, destinadas al tráfico de mercancías y personas, como turismos, camiones, furgonetas, autobuses y motocicletas.

Las emisiones se producen por la combustión de los combustibles utilizados (gasolina, y gasoil principalmente), por el desgaste de neumáticos, frenos y pavimento, que generan la resuspensión de partículas y por las corrientes de aire que produce la circulación de vehículos.

Los contaminantes que se emiten por el tránsito de vehículos son:

- Partículas (PM_{10}, $PM_{2,5}$, y PM_1)
- Precursores de ozono (CO, NO_x, COVs)
- Gases de efecto invernadero (CO_2, CH_4, N_2O)
- Compuestos acidificantes (NH_3, SO_2)
- Metales pesados

Las emisiones que produce el sector transporte, tienen una relación directa con el tipo de combustible – por ejemplo el gasoil genera más partículas finas ($PM_{2,5}$)–, la velocidad de circulación, la antigüedad y la cilindrada.

Emisiones Industriales

Las emisiones industriales se producen según el tipo de industria, que en Extremadura pueden agruparse en:

- Procesos de combustión industriales: monóxido de carbono (CO), óxidos de nitrógeno (NO_x), dióxido de azufre (SO_2), partículas y compuestos orgánicos.
- Producción de materiales de construcción: partículas (PM_{10} y $PM_{2,5}$) y gases de combustión (CO, CO_2, NO, SO_2, COVs).
- Siderurgia y metalurgia: partículas, gases de combustión, metales pesados y compuestos orgánicos.

Las emisiones del sector industrial dependen de las características del combustible utilizado, del diseño de las instalaciones, del producto fabricado y del cumplimiento de las medidas correctoras adoptadas para la obtención de la pertinente Autorización Ambiental.

Emisiones domésticas

Las emisiones directas a la atmósfera del sector doméstico provienen de la combustión de los diferentes combustibles empleados en calefacción, agua caliente, cocina y estufas.

Los contaminantes principales emitidos son dióxido de azufre (SO_2), óxidos de nitrógeno (NO_x), monóxido de carbono (CO), dióxido de carbono (CO_2), compuestos orgánicos volátiles

(COVs), partículas (PM), metales pesados, hidrocarburos aromáticos policíclicos (PAH), dioxinas y furanos (PCDD/PCDF).

Las emisiones están causadas por el tipo de combustible empleado y por las combustiones incompletas, generalmente ocasionadas por falta de limpieza de los quemadores o un mal estado de las calderas de calefacción o de otros equipos. Estas emisiones dependen del tipo de caldera, del consumo de combustible, del tipo de combustible, de la tecnología de combustión y de la eficiencia energética de los equipos.

El sector doméstico también es causante de emisiones difusas por el uso y consumo de la energía eléctrica (en la refrigeración, calefacción, uso de electrodomésticos e iluminación) ya que en la producción de energía eléctrica se producen emisiones, tanto de gases de efecto invernadero como gases contaminantes si el origen de la energía no es renovable.

Actividades extra

El contaminante principal que se emite por estas actividades son las partículas gruesas y finas, en los procesos de:

- Extracción del mineral por la maquinaria
- Procesado del material en las plantas de tratamiento
- Manipulación de productos pulverulentos en acopios
- Tráfico de vehículos en viales y superficies pavimentadas o no, causa de la resuspensión de partículas del suelo y por desgaste de neumáticos, frenos y pavimento.

Las emisiones dependen del volumen de material extraído y/o procesado, del tipo de material, de la longitud de los viales de circulación y transporte de material, del tipo de vehículos que circulan y de su frecuencia, entre otros.

Residuos sólidos urbanos

Como consecuencia de la fermentación de la materia orgánica en los vertederos, se producen principalmente metano (CH_4), dióxido de carbono (CO_2), amoniaco (NH_3) y otros gases que generan malos olores, como son los mercaptanos y el ácido sulfhídrico (H_2S).

Además si se producen quemas incontroladas de los residuos urbanos e industriales, se emiten compuestos muy peligrosos como son las dioxinas (PCDD) y furanos (PCDF), PCBs, hidrocarburos aromáticos policíclicos (HAPs), metales pesados y partículas.

Emisiones por el sector agrario

Se producen emisiones de óxidos de nitrógeno (NO_x) y amoniaco (NH_3) en las actividades agrícolas; la mayoría de las emisiones biogénicas de NO_x están asociadas al uso de fertilizantes y a la transformación de la materia orgánica en el ciclo del nitrógeno en el suelo.

Los tratamientos fitosanitarios con el uso de pesticidas, producen aerosoles contaminantes de esos pesticidas, sobre todo cuando se realizan aplicaciones aéreas.

Incendios forestales y quema de rastrojos

Se producen, principalmente, emisiones de partículas (PM), óxidos de nitrógeno (NO_x), dióxido de carbono (CO_2) y compuestos orgánicos volátiles (COVs).

Con la quema de rastrojos, se pierde uno de los elementos fertilizantes más caros para el agricultor, como es el nitrógeno, además de disminuir la fertilidad del suelo por destrucción de la materia orgánica y adicionalmente es una causa directa de la erosión del suelo.

Parámetros de calidad del aire

Los parámetros de calidad del aire que se monitorizan en la mayoría de las redes de España, por aplicación de la Normativa, son los siguientes:

- Monóxido de carbono (CO)
- Dióxido de azufre (SO_2)
- Partículas en suspensión (PM)
- Monóxido de nitrógeno (NO)
- Dióxido de nitrógeno (NO_2)
- Ozono troposférico (O_3)
- Compuestos orgánicos volátiles (COVs)
- Hidrocarburos aromáticos policíclicos (PAHs)
- Metales pesados

Monóxido de Carbono (CO)

¿Qué es?

El monóxido de carbono es un gas incoloro e inodoro, más ligero que el aire, formado por un átomo de carbono y uno de oxígeno, que se produce por la combustión incompleta del carbono en ambientes pobres en oxígeno, tales como un motor de explosión, un brasero de carbón, una habitación cerrada, garajes o el centro de una gran ciudad.

Fuentes de emisión

La principal fuente de emisión antropogénica de CO a la atmósfera la constituyen los motores de explosión. De hecho, la normativa de inspección técnica de vehículos contempla el control de la emisión de este gas por el escape. Son también habituales los envenenamientos de CO producidos por un mal funcionamiento de hornos y calentadores domésticos. El CO se produce en todo proceso que implique una combustión incompleta, por eso hay que tener un especial cuidado con el empleo de estufas poco eficientes en lugares mal ventilados.

Principales efectos

En la sangre existe una sustancia llamada hemoglobina encargada de transportar el oxígeno. El CO se une de forma irreversible a esta sustancia, desplazando al oxígeno, por lo que un aumento de la concentración de CO en el aire provoca asfixia. Los primeros síntomas son los dolores de cabeza y problemas respiratorios, hasta llegar a la pérdida de conciencia y la muerte por asfixia dependiendo del nivel de concentración y del tiempo de exposición.

¿Cómo se mide?

La concentración de CO en el aire ambiente se mide mediante la técnica de absorción de

radiaciones infrarroja, utilizando el método descrito en la norma EN 14626:2013 “Calidad del aire ambiente. Método normalizado para la medición de la concentración de monóxido de carbono por espectroscopía infrarroja no dispersiva”.

Dióxido de Azufre (SO_2)

¿Qué es?

El dióxido de azufre es un gas incoloro, de olor picante muy característico, más pesado que el aire, formado por un átomo de azufre y dos de oxígeno. Se produce por la combustión del azufre.

Fuentes de emisión

Una de las principales fuentes de emisión de SO_2 a la atmósfera de origen humano, es la combustión del carbón y de otros combustibles fósiles como la gasolina o el fuel oil, ya que éstos (especialmente el carbón) llevan siempre un cierto contenido de azufre. Esta combustión se produce principalmente en centrales térmicas, en motores de explosión y en sistemas de calefacción. Se producen también cantidades notables de SO_2 en la metalurgia. Existen también fuentes naturales de generación de SO_2 como las erupciones volcánicas.

Principales efectos

El SO_2 es un irritante pulmonar que resulta muy perjudicial para la salud humana, especialmente en los colectivos más vulnerables como los niños, los ancianos o las personas con problemas respiratorios. Por otra parte, el SO_2 emitido se oxida en la atmósfera hasta trióxido de azufre, SO_3, y éste se combina con agua para generar ácido sulfúrico, H_2SO_4, que es uno de los componentes principales de la lluvia ácida. Los aerosoles de ácido sulfúrico provocan un efecto tóxico directo sobre los seres vivos. La lluvia ácida, que consiste en la caída de lluvia con un pH significativamente inferior al pH natural, tiene efectos ambientales devastadores, como la deforestación y los desequilibrios químicos en el suelo y en las aguas (ríos y lagos) a causa de la acidificación. Provoca también el deterioro de los materiales, como la destrucción de obras de arte de mármol que se encuentran al aire libre, ya que el ácido sulfúrico disuelve el carbonato cálcico con el que están construidas.

¿Cómo se mide?

La concentración de SO_2 se mide mediante la técnica de emisión de radiación fluorescente a través del método normalizado que se describe en la norma EN 14212:2013 “Aire ambiente. Método normalizado de medida de la concentración de dióxido de azufre por fluorescencia de ultravioleta”.

Partículas en Suspensión (PM)

¿Qué son?

Se trata del material sólido suspendido en la atmósfera en forma de polvo o de humos. Es la forma más llamativa de contaminación atmosférica porque se observa a simple vista. Tienen un origen, tamaño y composición muy variables. Los componentes inorgánicos más comunes de los humos son sales como los sulfatos, nitratos, silicatos etc., de elementos químicos diversos, como los alcalinos, alcalinotérreos, metales moderadamente tóxicos como hierro, aluminio, cobre, cinc, y metales pesados de carácter tóxico como plomo , níquel, mercurio, cadmio, etc. Entre los componentes orgánicos los más peligrosos son los hidrocarburos policíclicos aromáticos (PAHs), y otros hidrocarburos como los alquitranes (humo del tabaco).

Según su tamaño las partículas se clasifican, a efectos normativos, en PM_{10} y $PM_{2,5}$.

- PM_{10}, partículas que pasan a través del cabezal del tamaño selectivo definido en el método de referencia para el muestreo y medición, para un diámetro aerodinámico de 10 micras.
- $PM_{2,5}$, partículas que pasan a través del cabezal de tamaño selectivo, definido en el método de referencia para el muestreo y medición, para un diámetro aerodinámico de 2,5 micras.

También son susceptibles de medición las partículas inferiores a una micra (PM_1) y las partículas en suspensión totales (PST), que aunque afectan a la salud, no están reguladas por la legislación.

Fuentes de emisión

El material sólido suspendido en la atmósfera tiene origen natural y humano. La contribución relativa de ambas fuentes es muy variable en función de las condiciones del entorno. Como fuentes humanas más importantes pueden citarse los procesos de combustión en motores de explosión, incineradoras, centrales térmicas, fábricas que implican el empleo de hornos, y también muchos otros procesos industriales, como los relacionados con la minería, la metalurgia, la fabricación de cemento, etc.

En la naturaleza existen importantes fuentes de material en suspensión atmosférico como los incendios forestales, las erupciones volcánicas, el aerosol marino, o los vientos que arrastran material desde el suelo, especialmente en zonas desérticas, que en el caso de la región de Extremadura, producen episodios de contaminación por partículas procedentes del continente africano.

Principales efectos

El material en suspensión es un vehículo de entrada en los pulmones de numerosas

sustancias tóxicas, provocando diversas enfermedades pulmonares que van desde el asma hasta el cáncer de pulmón. Por otra parte, las partículas sólidas en el aire actúan también adsorbiendo otros contaminantes sobre ellas, que de esta forma son inspirados y quedan atrapados en los pulmones provocando intoxicaciones crónicas. Las partículas sólidas con carga tóxica tienen también efectos negativos sobre las plantas. La peligrosidad de las partículas en suspensión es mayor cuanto menor es su tamaño, porque atraviesan más fácilmente las mucosas que actúan como filtros del sistema respiratorio.

¿Cómo se miden?

Para la medición de la fracción másica PM_{10} y $PM_{2,5}$, la técnica utilizada es la gravimetría según la norma EN 12341:2015 "Aire ambiente. Método de medición gravimétrico normalizado para la determinación de la concentración másica PM_{10} o $PM_{2,5}$ de la materia particulada en suspensión".

Óxidos de Nitrógeno (NOx)

¿Qué son?

El nitrógeno puede reaccionar con el oxígeno para formar diversos óxidos pero los más importantes a efectos ambientales de calidad del aire son el monóxido, de fórmula NO, y el dióxido, de fórmula NO_2, que se forman por oxidación del nitrógeno molecular (N_2). El NO es un gas incoloro, fuertemente irritante por inhalación. Se oxida rápidamente en el aire para formar NO_2. El NO_2 es un gas rojo pardo, de olor penetrante y tóxico por inhalación.

Fuentes de emisión

Las principales fuentes humanas de generación de óxidos de nitrógeno se deben a la combustión de carbón, fuel oil, gasoil, gasolinas y otros combustibles fósiles en motores y calderas, debido a la reacción del nitrógeno del aire que alimenta la combustión y del nitrógeno orgánico presente en el combustible. Aunque el nitrógeno es un gas inerte las elevadas temperaturas que se alcanzan en la combustión hacen que una pequeña parte reaccione con el oxígeno para formar los óxidos, principalmente el monóxido, que se oxida rápidamente a dióxido.

Los vehículos y las industrias que utilizan procesos térmicos son la principal fuente de emisión. En el caso de los vehículos, los de gasoil emiten más óxidos de nitrógeno que los de gasolina.

Las fuentes naturales de NO y NO_2 son los procesos biológicos en los suelos y las tormentas eléctricas.

Principales efectos

Los óxidos de nitrógeno provocan o agravan las enfermedades respiratorias, siendo el NO_2

unas cuatro veces más tóxico que el NO. Son precursores de la lluvia ácida porque se oxidan en la atmósfera hasta ácido nítrico, HNO_3. Por otra parte participan junto con las partículas en suspensión y los compuestos orgánicos volátiles en la generación de episodios de contaminación urbana (smog).

¿Cómo se miden?

Las concentraciones de NO y de NO_2 se miden mediante la técnica de quimio-luminiscencia, por el método descrito en la norma UNE-EN 14211: 2013 "Aire ambiente. Método normalizado de medida de la concentración de dióxido de nitrógeno y monóxido de nitrógeno por quimioluminiscencia".

Ozono Troposférico

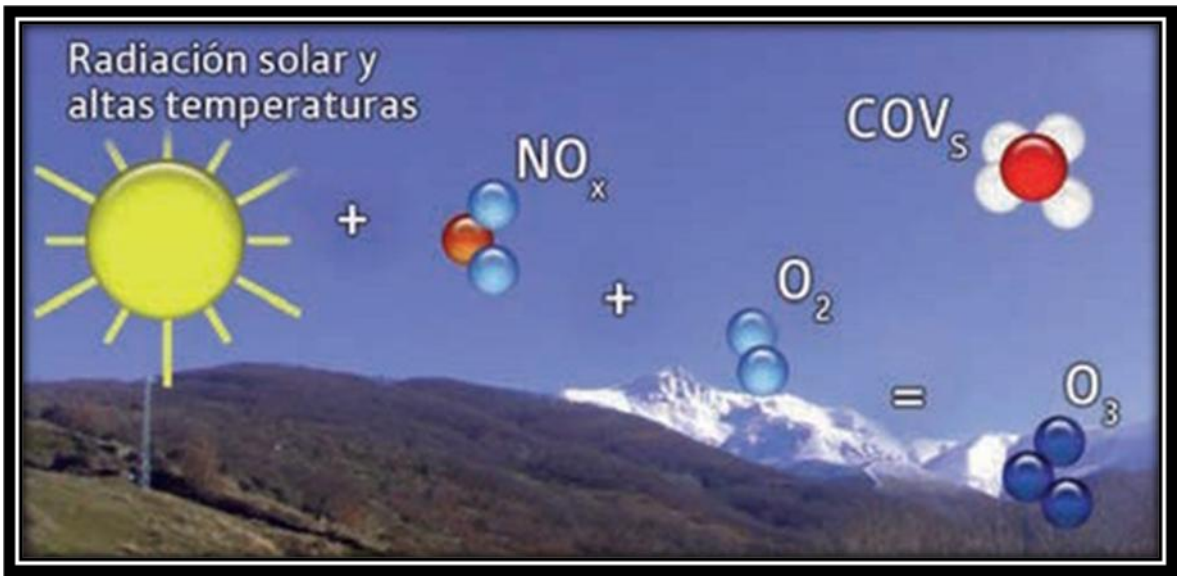
¿Qué es?

El ozono es un gas de color azul y olor picante formado por tres átomos de oxígeno, de fórmula química O_3. Químicamente es un gas muy reactivo, con fuerte carácter oxidante. Desde el punto de vista ambiental es importante distinguir entre el ozono estratosférico y el ozono troposférico. En la estratosfera (capa alta de la atmósfera, situada entre los 10 y los 50 km de altitud) se forma la llamada capa de ozono, que protege a la superficie terrestre de la radiación ultravioleta del sol.

En la troposfera (capa baja de la atmósfera, en contacto con la superficie de la Tierra) se forma como resultado de las reacciones químicas de sus precursores, catalizadas por la radiación solar y la temperatura, y constituye un factor potencial de contaminación en el medio urbano. Cabe así hablar del "ozono bueno" (estratosférico) y del "ozono malo" (troposférico). En adelante nos referimos a este último, que es el que se evalúa como parámetro de calidad del aire.

El ozono se forma en la troposfera y en la capa limítrofe contaminada, que se extiende desde el suelo hasta una altura comprendida entre los 100 y 3.000 metros. El contaminante se forma por oxidación de COVs y CO, en presencia de NO_x y luz solar. En la capa limítrofe contaminada los COV más reactivos actúan como principal "combustible" en este proceso, mientras que en áreas remotas el proceso predominante es la oxidación de CH_4 y CO. La formación de ozono suele verse limitada por la disponibilidad del catalizador NO_x.

La contaminación atmosférica es motivo de inquietud creciente no solo en las zonas urbanas e industriales, sino también en zonas más alejadas, donde resultan importantes las concentraciones de contaminantes secundarios, que se forman durante el transporte de la masa aérea contaminada desde zonas industriales



En esta reacción se observa que la presencia de concentraciones importantes de dióxido de nitrógeno en la atmósfera, junto con radiación solar y temperaturas elevadas, facilita la formación de ozono. En presencia de concentraciones importantes de monóxido de nitrógeno, la concentración de ozono disminuye.

Esto explica el perfil diario típico del ozono en una zona urbana que presenta un máximo centrado en las horas del mediodía y disminuye durante la noche.

Las mayores concentraciones de NO se observan durante las horas de tráfico más intenso, que suelen ser las primeras horas de la mañana y al final de la tarde.

Los niveles de NO suelen ser bajos, excepto en episodios de carácter local o en zonas de tráfico intenso.

La contaminación atmosférica se origina principalmente en áreas urbanas e industriales, pero los procesos de transporte de la atmósfera pueden dar lugar a un aumento de la concentración de los contaminantes en zonas alejadas de las áreas de emisión. Por este motivo en una zona rural el perfil diario de ozono es generalmente muy distinto al perfil típico de las zonas urbanas.

Los perfiles de ozono observados tienen además un carácter claramente estacional, permaneciendo en niveles más altos en los meses de verano, cuando las elevadas temperaturas e irradiación solar favorecen su formación. Las concentraciones de ozono troposférico dependen, además de la hora del día y de la estación, de la localización geográfica y de las condiciones meteorológicas. Por tanto, la relación exacta entre los niveles de sus precursores y las concentraciones de ozono es altamente compleja.

Fuentes de emisión

El ozono es un contaminante secundario que se forma en la atmósfera urbana durante los

episodios de contaminación (smog) a partir de contaminantes primarios como las partículas en suspensión, los óxidos de nitrógeno NO_x o los compuestos orgánicos volátiles COVs.

Estos contaminantes, que actúan como precursores del ozono, se producen en áreas urbanas e industriales, aunque son las zonas suburbanas y rurales las que más sufren los efectos de la contaminación por ozono. Las principales fuentes naturales de ozono en la troposfera son las intrusiones de aire estratosférico y las tormentas con aparato eléctrico.

También, en zonas rurales, se generan de forma natural precursores como los compuestos orgánicos volátiles emitidos por la vegetación, de los bosques y de los cultivos agrícolas.

Otros contaminantes primarios que se producen en las zonas rurales son los óxidos de nitrógeno, como consecuencia del uso de fertilizantes nitrogenados en la Agricultura y de forma natural en el ciclo del nitrógeno en el suelo.

Principales efectos

El ozono troposférico es, como se ha indicado más arriba, un agente químico muy reactivo que causa en los seres humanos problemas respiratorios, irritación ocular, dolor de cabeza y sequedad en la garganta, síntomas típicos que se producen en situaciones de smog intenso.

Por otra parte, interfiere en la fotosíntesis de las plantas, alterando la productividad agrícola y la vegetación natural. También tiene efectos destructivos sobre materiales como el caucho (neumáticos) y elementos de construcción y ornamento.

El ozono troposférico contribuye significativamente a la intensificación del efecto invernadero que favorece una elevación de la temperatura del planeta debido a la absorción de radiación por parte de determinados gases presentes en la atmósfera.

¿Cómo se mide?

La concentración de O_3 se mide mediante la técnica de absorción de radiación ultravioleta.

El método de referencia para la medición de ozono es el que se describe en la norma UNE-EN 14625:2013 «Calidad del aire ambiente-método normalizado de medida de la concentración de ozono por fotometría ultravioleta».

Compuestos Orgánicos Volátiles

¿Qué son?

Los compuestos orgánicos volátiles (COVs) son todos aquellos hidrocarburos que se presentan en estado gaseoso a la temperatura ambiente normal o que son muy volátiles a dicha temperatura.

Suelen presentar una cadena con un número de carbonos inferior a doce y contienen otros

elementos como oxígeno, flúor, cloro, bromo, azufre o nitrógeno. Su número supera el millar, pero los más abundantes en el aire son metano, tolueno, xileno, n-butano, i-pentano, etano, benceno, n-pentano, propano y etileno.

Tienen un origen tanto natural (COVs biogénicos) como antropogénico (derivado de la evaporación de disolventes orgánicos, de la quema de combustibles, del transporte, etc.).

Participan activamente en numerosas reacciones en la troposfera y en la estratosfera, contribuyendo a la formación del smog fotoquímico y al efecto invernadero. Además, son importantes precursores del ozono troposférico.

En su mayoría son derivados del petróleo y del carbón, pero también se generan en la combustión y degradación de la materia orgánica natural como la madera. Como compuestos orgánicos volátiles representativos Red de Calidad del Aire de la Comunidad Autónoma de Extremadura (REPICA) vigila las concentraciones del benceno, tolueno, xileno, metano y otros hidrocarburos ligeros.

El benceno es un hidrocarburo cíclico derivado del petróleo, que está constituido por una estructura cíclica de seis átomos de carbono. Cada átomo de carbono se encuentra enlazado a un átomo de hidrógeno. Su fórmula química es C_6H_6.

El tolueno se obtiene al sustituir un átomo de hidrógeno del benceno por un grupo metilo ($-CH_3$), por lo que su fórmula química es C_6H_5-CH_3.

El xileno se obtiene al sustituir un segundo átomo de hidrógeno del benceno. Su fórmula química es por tanto C_6H_4-$(CH_3)_2$.

El metano tiene fórmula CH_4. Es más ligero que el aire, incoloro, inodoro, no tóxico (asfixiante simple) e inflamable.

De estos compuestos, el benceno es el único regulado por la normativa, si bien en los equipos de la Red se miden los tres compuestos aromáticos y el metano.

Fuentes de emisión

Los hidrocarburos se emplean como combustibles y como materias primas de síntesis de numerosísimos productos industriales, entre ellos los plásticos.

El benceno y el tolueno presentes en la atmósfera proceden principalmente de emisiones provocadas por la actividad humana en las ciudades. La fuente más común es el uso del automóvil en las ciudades, la evaporación de gasolinas y gasóleos, la producción de diferentes compuestos químicos, las emisiones procedentes de la combustión incompleta del carbón y de productos derivados del petróleo, además de la manufactura de pinturas o su uso por cualquier tipo de industria. También se detectan emisiones de estos compuestos en vertederos de residuos sólidos de media y alta densidad.

El xileno es un disolvente químico con un gran número de aplicaciones. La industria química produce xileno a partir del petróleo y en muy pequeñas cantidades a partir de destilados del carbón. Es un producto que está presente de forma natural en los crudos petrolíficos y en el alquitrán de carbón siendo emitido en los incendios forestales. Normalmente se utiliza como disolvente de pinturas y barnices, siendo ésta una de las principales fuentes de emisión a la atmósfera. También forma parte de los combustibles de automoción y aviación debido a su fácil evaporación y combustión, siendo la evaporación del combustible otra fuente importante de emisión.

Principales efectos

El benceno es un compuesto clasificado por la Agencia Internacional de Investigación sobre el Cáncer como carcinógeno del Grupo 1, lo que significa que existe suficiente evidencia científica para probar una relación positiva entre la exposición al tóxico y el desarrollo de cáncer.

Más específicamente, se ha encontrado que los trabajadores expuestos al benceno tienen una mayor probabilidad de desarrollar leucemia aguda que la población en general. Asimismo, se sabe que el benceno tiene efectos hematológicos, inmunológicos y sobre el sistema nervioso central.

Las exposiciones a tolueno, ya sean exposiciones agudas en un corto periodo de tiempo o algo más prolongadas, afectan directamente al sistema nervioso central. Algunos síntomas que pueden aparecer son fatiga, somnolencia, jaquecas y náuseas. Cuando la exposición al tolueno es prolongada, debido por ejemplo a motivos laborales por el uso del tolueno como disolvente primario, se puede producir una irritación crónica del tracto respiratorio superior, irritación ocular, nauseas, jaquecas y dificultad para conciliar el sueño.

La exposición al xileno suele ocurrir normalmente sobre personas que están expuestas a él por motivos laborales ya que su presencia en la atmósfera no es elevada. La exposición de personas a concentraciones elevadas de xileno da lugar a la aparición de irritación ocular, enrojecimiento de la piel, y dificultad respiratoria. Además en el caso de mujeres embarazadas puede ocasionar efectos negativos sobre el feto.

El metano es un asfixiante simple. Todos ellos son precursores del smog. El metano contribuye significativamente al efecto invernadero.

¿Cómo se miden?

La concentración de benceno, tolueno, xileno, metano y otros hidrocarburos volátiles en el aire se miden mediante cromatografía de gases.

El método de referencia para la medición de benceno es el que se describe en la norma UNE-EN 14662:2016 “Calidad del aire ambiente-método normalizado de medida de las

concentraciones de benceno".

Hidrocarburos Aromáticos Policíclicos

¿Qué son?

Son compuestos químicos semivolátiles constituidos por anillos bencénicos fusionados. En su mayoría son derivados del petróleo y del carbón, pero también se generan en la combustión y degradación de la materia orgánica como la madera. REPICA vigila las concentraciones de benzo(a)pireno depositados en la fracción de Partículas PM_{10}.

Se está prestando mayor atención a estos compuestos en las grandes ciudades debido a su toxicidad. El compuesto mejor regulado por la normativa y mas estudiado es el benzo(a)pireno, por su carácter cancerígeno.

Fuentes de emisión

Las fuentes de emisión de los hidrocarburos aromáticos policíclicos son similares a las descritas para los compuestos orgánicos volátiles, es decir combustiones incompletas en calefacciones, industrias y vehículos.

Principales efectos

Según los resultados de numerosas investigaciones científicas los hidrocarburos aromáticos policíclicos, como ya se ha apuntado, son agentes cancerígenos, muy especialmente el benzo(a)pireno.

¿Cómo se miden?

La concentración de hidrocarburos aromáticos policíclicos se evalúa sobre la fracción de las partículas en suspensión mediante cromatografía de gases.

El método de referencia para la medición de las concentraciones de benzo(a)pireno en el aire ambiente es el que se describe en la norma UNE- EN 15549:2008 «Calidad del aire-método normalizado para la medición de la concentración de benzo(a)pireno en el aire ambiente».

Metales Pesados

¿Qué son?

Bajo la denominación de metales pesados se engloban diversos elementos químicos potencialmente tóxicos. En las muestras de material particulado atmosférico, concretamente de la fracción PM_{10}, se analizan el plomo, el cadmio, el arsénico y el níquel, que son los metales regulados por la normativa europea y española en relación a la calidad del aire.

Fuentes de emisión

Los metales pesados se encuentran de forma natural en la corteza terrestre, desde la cual se pueden emitir al aire por causas naturales o antropogénicas, principalmente por las actividades mineras y en procesos industriales para la fabricación de multitud de productos.

Principales efectos

La exposición a los metales pesados provoca una gama de efectos sobre la salud que van desde los trastornos leves hasta graves enfermedades. Por ejemplo, la exposición al plomo es especialmente peligrosa en niños y en fetos en desarrollo, provocando nacimientos prematuros, enanismo, deficiencias mentales, dificultad de aprendizaje y talla reducida en niños y adolescentes.

Los metales pesados no se degradan en el medio ambiente, por lo que las emisiones continuadas se traducen en una elevación paulatina de sus niveles en las muestras ambientales.

¿Cómo se miden?

La concentración de metales pesados en el aire ambiente se evalúa a partir de las muestras de partículas en suspensión recogidas en las unidades de la red a través de un captador de alto volumen. Para realizar el análisis de las muestras se procede a su digestión ácida en microondas, que es el método más eficaz para preparar muestras difíciles. El análisis de los metales pesados contenidos en las partículas, una vez digeridos, se realiza por espectroscopia de plasma acoplado por inducción con detección de masa (ICP-MS). Para ello la Red de calidad del aire de Extremadura dispone de una cabina gravimétrica, un digestor microondas y un espectrofotómetro ICP-MS.

El método de referencia para la medición es el que se describe en la norma UNE- EN 14902:2005 “Calidad del aire ambiente. Método normalizado para la medida de Pb, Cd, As y Ni en la fracción PM_{10} de la materia particulada en suspensión”.

Normativa

La necesidad de proteger la salud humana y el medio ambiente frente a los fenómenos de contaminación ha dado lugar a un extenso cuerpo normativo sobre calidad del aire. A continuación se refieren las principales disposiciones legales vigentes en la Unión Europea, en España y en la Comunidad Autónoma de Extremadura.

Normas específicas en vigor

Directiva 2008/50/CE del Parlamento Europeo y del Consejo de 21 de mayo de 2008 relativa a la calidad del aire ambiente y a una atmósfera más limpia en Europa, modifica el anterior marco regulatorio comunitario, sustituyendo la Directiva Marco, (Directiva 96/62/CE del Consejo, de 27 de septiembre de1996, sobre evaluación y gestión de la calidad del aire ambiente) y las tres primeras Directivas Hijas (la Directiva 1999/30/CE del Consejo, de22 de abril de 1999, relativa a los valores límite de dióxido de azufre, dióxido de nitrógeno y óxidos de nitrógeno, partículas y plomo en el aire ambiente, la Directiva 2000/69/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de16 de noviembre de 2000, sobre los valores límite para el benceno y el monóxido de carbono en el air e ambiente y la Directiva 2002/3/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 12 de febrero de 2002, relativa al ozono en el aire ambiente).

Introduce regulaciones para nuevos contaminantes, como las partículas de tamaño inferior a 2,5 micrómetros, y nuevos requisitos en cuanto a la evaluación y la gestión de la calidad del aire ambiente.

Con fecha de 12 diciembre de 2011 se aprobó la Decisión 2011/850/UE, relativa al intercambio recíproco de información y la notificación sobre la calidad del aire ambiente a la Comisión europea. Esta establece que los Estados miembros facilitarán la información sobre el sistema de evaluación que debe aplicarse en el año civil siguiente respecto a cada contaminante en zonas y aglomeraciones.

Y finalmente se aprobó la Directiva 2015/1480/CE, de la Comisión, de 28 de agosto de 2015 por la que se modifican varios anexos de las Directivas 2004/107/CE y 2008/50/CE del Parlamento Europeo y del Consejo en los que se establecen las normas relativas a los métodos de referencia, la validación de datos y la ubicación de los puntos de muestreo para la evaluación de la calidad del aire ambiente.

A nivel nacional es la Ley 34 / 2007, de 15 de noviembre, de calidad del aire y protección de la atmósfera, la que aporta la nueva base legal para los desarrollos relacionados con la evaluación y la gestión de la calidad del aire en España, sustituyendo a la antigua Ley 38/1972, de 22 de diciembre, de Protección del Ambiente Atmosférico.

Esta Ley, cuyo fin último es alcanzar unos niveles óptimos de calidad del aire para evitar, prevenir o reducir riesgos o efectos negativos sobre la salud humana, el medio ambiente y

demás bienes de cualquier naturaleza, habilita al gobierno a definir y establecer los objetivos de calidad del aire y los requisitos mínimos de los sistemas de evaluación de la calidad del aire. Igualmente, sirve de marco regulador para la elaboración de los planes nacionales, autonómicos y locales para la mejora de la calidad del aire.

Posteriormente se aprobó el Real Decreto 102/2011, de 28 de enero, relativo a la mejora de la calidad del aire, que incorpora al ordenamiento jurídico español la Directiva Comunitaria 2008/50/CE y desarrolla la Ley 34/2007. Este Real Decreto tiene por objeto:

a) Definir y establecer objetivos de calidad del aire, de acuerdo con el anexo III de la Ley 34/2007, con respecto a las concentraciones de dióxido de azufre, dióxido de nitrógeno y óxidos de nitrógeno, partículas, plomo, benceno, monóxido de carbono, ozono, arsénico, cadmio, níquel y benzo(a)pireno en el aire ambiente.

b) Regular la evaluación, el mantenimiento y la mejora de la calidad del aire en relación con las sustancias enumeradas en el apartado anterior y los hidrocarburos aromáticos policíclicos (HAP) distintos al benzo(a)pireno.

c) Establecer métodos y criterios comunes de evaluación de las concentraciones de las sustancias reguladas en el apartado 1, el mercurio y los HAP y de los depósitos de arsénico, cadmio, mercurio, níquel y HAP.

d) Determinar la información a la población y a la Comisión europea sobre las concentraciones y los depósitos de las sustancias mencionadas en los apartados anteriores, el cumplimiento de sus objetivos de calidad del aire, los planes de mejora y demás aspectos regulados en la presente norma.

e) Establecer, para el amoniaco (NH_3), de acuerdo con el anexo III de la Ley 34/2007, métodos y criterios de evaluación y establecer la información a facilitar a la población y a intercambiar entre las administraciones. Todo ello con la finalidad de evitar, prevenir y reducir los efectos nocivos de las sustancias mencionadas sobre la salud humana, el medio ambiente en su conjunto y demás bienes de cualquier naturaleza.

Este Real Decreto fue reformado posteriormente por el Real Decreto 678/2014 para modificar los objetivos de calidad del sulfuro de carbono establecidos en la disposición transitoria única, y por el Real Decreto 39/2017, para transponer a nuestro ordenamiento jurídico la Directiva 2015/1480, que establece normas relativas a los métodos de referencia, validación de datos y ubicación de los puntos de medición para la evaluación de la calidad del aire ambiente, e incorporar los nuevos requisitos de intercambio de información establecidos en la Decisión 2011/850/UE. Además, este último Real Decreto prevé la aprobación de un Índice Nacional de Calidad del Aire que permita informar a la ciudadanía, de una manera clara y homogénea en todo el país, sobre la calidad del aire que se respira en cada momento.

Finalmente a nivel Autonómico Extremadura dispone de la Ley 16/2015, de 23 de abril, de protección ambiental de la Comunidad Autónoma de Extremadura.

La Ley regula en su Título II la protección de la atmósfera, estructurándose en cuatro capítulos. El capítulo primero establece las disposiciones aplicables en materia de calidad del aire en la Comunidad Autónoma de Extremadura, adaptando sus previsiones a lo dispuesto en la Ley 34/2007, de 15 de noviembre, de Calidad del Aire y Protección de la Atmósfera.

Valores, niveles y umbrales establecidos en la normativa legal

La legislación vigente establece unos niveles en relación con los valores de inmisión para los distintos contaminantes que no pueden ser superados. Los valores legislativos han sido fijados tomando como base el conocimiento científico con el fin de evitar, prevenir o reducir los efectos nocivos para la salud humana y para el medio ambiente en su conjunto. Según sea el contaminante, se utilizan unos criterios u otros, como veremos más adelante en esta publicación.

Para comprender la terminología empleada, en materia de calidad del aire, se incluyen a continuación las definiciones recogidas en el Real Decreto 102/2011 y en la Directiva 2008/50/CE.

- Aire ambiente: el aire exterior de la baja troposfera, excluidos los lugares de trabajo.
- Contaminante: cualquier sustancia presente en el aire ambiente que pueda tener efectos nocivos sobre la salud humana, el medio ambiente en su conjunto y demás bienes de cualquier naturaleza.
- Nivel: la concentración de un contaminante en el aire ambiente o su depósito en superficies en un momento determinado.
- Evaluación: cualquier método utilizado para medir, calcular, predecir o estimar el nivel de un contaminante en el aire ambiente o sus efectos.
- Valor límite: un nivel fijado basándose en conocimientos científicos, con el fin de evitar, prevenir o reducir los efectos nocivos para la salud humana, para el medio ambiente en su conjunto y demás bienes de cualquier naturaleza que debe alcanzarse en un período determinado y no superarse una vez alcanzado.
- Margen de tolerancia: porcentaje del valor límite o cantidad en que éste puede sobrepasarse con arreglo a las condiciones establecidas.
- Nivel crítico: nivel fijado con arreglo a conocimientos científicos por encima del cual pueden producirse efectos nocivos para algunos receptores como las plantas, árboles o ecosistemas naturales pero no para el hombre.
- Valor objetivo: nivel de un contaminante que deberá alcanzarse, en la medida de lo posible, en un momento determinado para evitar, prevenir o reducir los efectos nocivos sobre la salud humana, el medio ambiente en su conjunto y demás bienes de cualquier naturaleza.
- Objetivo a largo plazo: nivel de un contaminante que debe alcanzarse a largo plazo, salvo cuando ello no sea posible con el uso de medidas proporcionadas, con el objetivo de proteger eficazmente la salud humana, el medio ambiente en su conjunto y demás bienes de cualquier naturaleza.
- Umbral de información: nivel de un contaminante a partir del cual una exposición

de breve duración supone un riesgo para la salud humana de los grupos de población especialmente vulnerables y las Administraciones competentes deben suministrar una información inmediata y apropiada.

- Umbral de alerta: un nivel a partir del cual una exposición de breve duración supone un riesgo para la salud humana que afecta al conjunto de la población y requiere la adopción de medidas inmediatas por parte de las Administraciones competentes.
- Aglomeración: conurbación de población superior a 250.000 habitantes o bien, cuando la población sea igual o inferior a 250.000 habitantes, con una densidad de población por km^2 que determine la Administración competente y justifique que se evalúe y controle la calidad del aire ambiente.

En función de los niveles de los contaminantes, la población expuesta, los criterios que la normativa regula, se determinará como evaluar la calidad del aire.

Como determinar el sistema de evaluación de la calidad del aire

La normativa establece que la evaluación de la calidad del aire ambiente se realizará, dependiendo del nivel de los contaminantes con respecto a los umbrales a los que se refiere el anexo II, del Real Decreto 102/2011, y sus subsiguientes modificaciones, con alguna de las siguientes metodologías:

- Mediciones fijas
- Técnicas de modelización
- Campañas de mediciones representativas
- Mediciones indicativas o investigaciones
- Una combinación de todos o algunos de estos métodos.

Será obligatorio efectuar mediciones de la calidad del aire en lugares fijos en las zonas y aglomeraciones donde los niveles superen los umbrales superiores de evaluación establecidos en el anexo II. Dichas mediciones fijas podrán complementarse con modelizaciones o mediciones indicativas para obtener información adecuada sobre la distribución espacial de la calidad del aire ambiente.

Si los niveles detectados para el dióxido de azufre, el dióxido de nitrógeno y los óxidos de nitrógeno, las partículas, el plomo, el benceno y el monóxido de carbono, están comprendidos entre los umbrales inferior y superior de evaluación del anexo II podrá utilizarse una combinación de mediciones fijas y técnicas de modelización y/o mediciones indicativas.

Si los niveles detectados para el arsénico, el cadmio, el níquel y el benzo(a)pireno están comprendidos entre los umbrales inferior y superior de evaluación del anexo II podrá utilizarse una combinación de mediciones, incluidas las indicativas a que se refiere la sección I del anexo VI, y técnicas de modelización.

En todas las zonas y aglomeraciones donde el nivel de contaminantes se halle por debajo del umbral inferior de evaluación establecido para esos contaminantes será suficiente con utilizar técnicas de modelización para la evaluación de la calidad del aire ambiente.

Umbral superior de evaluación: el nivel por debajo del cual puede utilizarse una combinación de mediciones fijas y técnicas de modelización y/o mediciones indicativas para evaluar la calidad del aire ambiente.

Umbral inferior de evaluación: el nivel por debajo del cual es posible limitarse al empleo de técnicas de modelización para evaluar la calidad del aire ambiente.

Mediciones fijas: las mediciones de contaminantes realizadas en lugares fijos, ya sea de forma continua o aleatoria, siendo el número de mediciones suficiente para determinar los niveles observados de conformidad con los objetivos de calidad de los datos.

Mediciones indicativas: mediciones cuyos objetivos de calidad de los datos en cuanto a cobertura temporal mínima son menos estrictos que los exigidos para las mediciones fijas.

Estos umbrales a los que hacemos referencia se utilizan exclusivamente para establecer el modelo de evaluación de la calidad del aire, no son una medida de contaminantes. Las medidas de contaminantes se establecen, para cada uno de ellos, por criterios de valores límites, valores objetivos, umbrales de información y umbrales de alerta.

Los umbrales superior e inferior, que se aplican para la evaluación de las concentraciones de dióxido de azufre (SO_2), dióxido de nitrógeno (NO_2) y óxidos de nitrógeno (NO_x), partículas (PM_{10} y $PM_{2,5}$), plomo (Pb), benceno, monóxido de carbono (CO), arsénico (As), cadmio (Cd), níquel (Ni) y benzo(a)pireno, en el aire ambiente dentro de una zona o aglomeración regulados tanto por la norma comunitaria como por la legislación estatal son:

Dióxido de azufre (SO_2):

La unidad de medida es el microgramo por metro cúbico ($\mu g/m^3$).

	Protección de la salud	Protección de la vegetación
Umbral superior de evaluación	60% del valor límite diario (75 $\mu g/m^3$ que no podrá superarse en más de 3 ocasiones por año civil)	60% del nivel crítico de invierno (12 $\mu g/m^3$)
Umbral Inferior de evaluación	40% del valor límite diario (50 $\mu g/m^3$ que no podrá superarse en más de 3 ocasiones por año civil)	40% del nivel crítico de invierno (8 $\mu g/m^3$)

Dióxido de nitrógeno y óxidos de nitrógeno (NO_2) y (NO_x):

Se miden en microgramo por metro cúbico ($\mu g/m^3$).

	Valor límite horario para la protección de la salud humana (NO_2)	Valor límite anual para la protección de la salud humana (NO_2)	Nivel crítico anual para la protección de la vegetación y los ecosistemas (NO_x)
Umbral superior de evaluación	70% del valor límite (140 $\mu g/m^3$ que no podrá superarse en más de 18 ocasiones por año civil)	80% del valor límite (32 $\mu g/m^3$)	80% del nivel crítico (24 $\mu g/m^3$), expresado como NO_2
Umbral inferior de evaluación	50% del valor límite (100 µg/m3 que no podrá superarse en más de 18 ocasiones por año civil)	65% del valor límite (26 $\mu g/m^3$)	65% del nivel crítico (19,5 $\mu g/m^3$), expresado como NO_2

Partículas (PM_{10}) y ($PM_{2,5}$):

La unidad de medida es el microgramo por metro cúbico (µg/m^3).

	Media diaria PM_{10}	Media anual PM_{10}	Media anual $PM_{2,5}$
Umbral superior de evaluación	70% del valor límite (35 µg/m^3) que no podrá superarse en más de 35 ocasiones por año civil	70% del valor límite (28 µg/m^3)	70% del valor límite (17 µg/m^3)
Umbral inferior de evaluación	70% del valor límite (25 µg/m3) que no podrá superarse en más de 35 ocasiones por año civil	50% del valor límite (20 µg/m^3)	50% del valor límite (12 µg/m^3)

Monóxido de carbono (CO):

La unidad de medida es el miligramo por metro cúbico (mg/m^3).

Promedio de periodos de ocho horas	
Umbral superior de evaluación	70% del valor límite (7 mg/m^3)
Umbral inferior de evaluación	50% del valor límite (5 mg/m^3)

Plomo (Pb):

La unidad se expresa en microgramo por metro cúbico (µg/m^3).

Media anual	
Umbral superior de evaluación	70% del valor límite (0,35 µg/m^3)
Umbral inferior de evaluación	50% del valor límite (0,25 µg/m^3)

Benceno (C6H6):

La unidad se mide en microgramo por metro cúbico (µg/m^3).

Media anual	
Umbral superior de evaluación	70% del valor límite (3,5 µg/m^3)
Umbral inferior de evaluación	50% del valor límite (3,5 µg/m^3)

La concentración de los metales pesados que se indican a continuación y el benzo(a)pireno,

se mide en nanogramos por metro cúbico (ng/m^3).

Arsénico (As):

Media anual	
Umbral superior de evaluación	70% del valor límite (3,6 ng/m^3)
Umbral inferior de evaluación	50% del valor límite (2,4 ng/m^3)

Cadmio (Cd):

Media anual	
Umbral superior de evaluación	70% del valor límite (3 ng/m^3)
Umbral inferior de evaluación	50% del valor límite (2 ng/m^3)

Níquel (Ni):

Media anual	
Umbral superior de evaluación	70% del valor límite (14 ng/m3)
Umbral inferior de evaluación	50% del valor límite (10 ng/m3)

Benzo(a)pireno:

Media anual	
Umbral superior de evaluación	60% del valor límite (0,6 ng/m^3)
Umbral inferior de evaluación	40% del valor límite (0,4 ng/m^3)

De acuerdo con estos umbrales, la Comunidad Autónoma de Extremadura no necesitaría disponer de mediciones fijas para la mayoría de los contaminantes, ya que en algunos casos nos encontramos entre ambos umbrales y respecto a otros contaminantes, se está por debajo del umbral inferior de evaluación como es el caso de dióxido de azufre, monóxido de carbono, benceno y en metales pesados depositados en partículas, plomo, arsénico, cadmio y níquel.

Sin embargo, se considera vital la revisión, supervisión y mantenimiento de la Red de calidad del aire disponible. Se pretende mantener la calidad del aire mediante el control en todo momento de los niveles de contaminantes de la atmósfera con el objeto de proteger a la población. La propia legislación extremeña lo recoge en la Ley 16/2015, de 23 de abril, de protección ambiental de la Comunidad Autónoma de Extremadura.

Además, es una fuente de información para la población y para la gestión ambiental de un importante recurso natural, como es una atmósfera limpia, de la que Extremadura disfruta y que junto con la calidad de sus aguas y suelos, constituyen un patrimonio natural único que debemos preservar.

Red de Calidad del Aire de la Comunidad Autónoma de Extremadura (REPICA)

La calidad del aire hace referencia a la concentración de los contaminantes en el aire ambiente, denominada inmisión. Por tanto se trata de la exposición a la contaminación atmosférica de los seres vivos, el entorno ambiental y los materiales.

La concentración de los contaminantes en inmisión es el resultado de una compleja interacción entre las emisiones de contaminantes de las diferentes fuentes, que unido a las condiciones meteorológicas y topográficas, dan lugar a fenómenos de mezclas, reacciones, transporte o deposición.

Dada la importancia de controlar los niveles de concentración de los contaminantes atmosféricos se establecen por las Administraciones redes de control y vigilancia de la calidad del aire para proporcionar datos fiables de forma que se asegure el cumplimiento de la legislación o, en caso de que se aprecien desviaciones, detectarlas y diseñar las medidas a tomar para lograr la adecuación del aire que respiramos a las condiciones establecidas.

Extremadura dispone de una red para la vigilancia de la calidad del aire, diseñada y gestionada por la Junta de Extremadura (Consejería de Medio Ambiente y Rural, Políticas Agrarias y Territorio), y que se encuentra operativa desde el año 2002. Se trata de un instrumento para la protección de la población y el entorno natural ante posibles fenómenos de contaminación atmosférica que pudieran amenazar la calidad del aire que respiramos.

Se puede acceder a los datos de la Red mediante la página web http://xtr.gobex.es/repica/, donde se ofrece la información de todas las estaciones y la medición de todos los contaminantes y parámetros meteorológicos que se controlan, tanto de las estaciones fijas como móviles.

Objetivos Específicos de la Red

- Evaluar la calidad del aire a partir de la medida de parámetros meteorológicos y físico-químicos
- Informar a la población sobre el estado de calidad del aire
- Mantener un sistema de alerta y reacción ante potenciales episodios de contaminación atmosférica
- Prevenir evoluciones negativas del estado de calidad del aire.

Zonificación

La legislación de la Unión Europea, regulada en la *Directiva 2008/50, de 21 de mayo de 2008, relativa a la calidad del aire ambiente y a una atmósfera más limpia en Europa* y la Legislación de España regulada en el Real *Decreto 102/2011 de 28 de enero, relativo a la*

mejora de la calidad del aire, establecen como aglomeración, aquella conurbación con una población superior a 250.000 habitantes. En Extremadura no hay ninguna población de este tamaño. No obstante se ha considerado conveniente crear una Red para la medición y el control de la calidad del aire.

Es necesaria una distribución adecuada de las estaciones de muestreo para que los datos tomados por ellas sean representativos de la zona en la que se encuentran. Esta distribución está determinada por la legislación, siendo esta una forma de homogeneizar, en lo posible, los datos de las distintas redes.

La zonificación de Extremadura se ha realizado teniendo en cuenta los criterios de población expuesta, por ello se determinó la ubicación de estaciones en las tres ciudades más importantes y que son mayores de 50.000 habitantes (Badajoz, Cáceres y Mérida); otro tramo en ciudades medias, que son consideradas rurales (Zafra y Plasencia) y una más de fondo rural (Parque Nacional de Monfragüe). Todo ello complementado con dos unidades móviles, una en la provincia de Cáceres (Unidad móvil 1) y otra en la provincia de Badajoz (Unidad móvil 2), que analizan los mismos contaminantes que las estaciones fijas.

Con estas premisas y con los criterios que establece la Unión Europea, la zonificación en Extremadura corresponde a:

- **Áreas Urbanas** (Badajoz y Cáceres, aunque son muy inferiores a los 250.000 habitantes que marca la Normativa).
- **Núcleos de población** con más de 20,000 habitantes (Mérida y Plasencia)
- **Extremadura Rural** (Zafra, Monfrague y Barcarrota de la Red EMEP).

Con las unidades móviles se realizan campañas de medición de unos dos meses de duración en diversas las comarcas de la Región.

Estructura de la Red

La red dispone de una infraestructura muy amplia que permite tener evaluada en cada momento la calidad del aire que los ciudadanos respiran en Extremadura. La Junta de Extremadura considera que es fundamental la importancia que tiene la calidad del aire en la salud de la población y el compromiso de mantener esa calidad.

Está compuesta por:

- Seis estaciones fijas para la monitorización continua de la calidad del aire. Cinco están ubicadas en entornos urbanos (Badajoz, Cáceres, Mérida, Zafra y Plasencia) y una en entorno rural (Parque Nacional de Monfragüe).
- Dos unidades de campo móviles con las mismas características técnicas que las unidades fijas para permitir la monitorización del aire en otras localidades o entornos rurales de la región mediante campañas periódicas.

- Un centro de proceso de datos situado en la Dirección General de Medio Ambiente de la Consejería de Medio Ambiente y Rural, Políticas Agrarias y Territorio de la Junta de Extremadura (Mérida).
- Dos laboratorios analíticos:
    - Laboratorio de Calidad Ambiental de la Dirección General de Medio Ambiente.
    - Laboratorio del Departamento de Química Analítica de la Universidad de Extremadura, mediante un Convenio de colaboración entre la Universidad y la Junta de Extremadura.

El funcionamiento normal de la red sigue las siguientes pautas:

i. Las unidades de vigilancia atmosférica de campo monitorizan los parámetros físico-químicos indicadores de calidad del aire.
ii. Las muestras de material en suspensión (partículas) se trasladan a la Universidad de Extremadura para su análisis.
iii. Los datos analíticos se almacenan en el ordenador de las unidades y son enviados por vía telefónica al Centro de Proceso de Datos.

Cada estación dispone de un sistema de adquisición de los datos que generan los analizadores (SCADA). Mediante dicho sistema se registran, almacenan y envían los resultados al Centro de Proceso de Datos, situado en las dependencias de la Dirección General de Medio Ambiente. En el Centro de Proceso de Datos, se recibe toda la información generada en la ocho estaciones y los dos equipos compactos, donde se procesan estos datos y se valida la información recibida.

Posteriormente una vez que se han validado los datos se efectúa la interpretación de los mismos.

Unidades Fijas

Todas las estaciones están equipadas con analizadores, sistemas de adquisición y transmisión de datos, sistema de calibración completo y estación meteorológica.

Estos equipos son:

- Dióxido de azufre (SO_2)
- Óxidos de nitrógeno (NO_x)
- Ozono (O_3)
- Monóxido de carbono (CO)
- Partículas en suspensión online (PM_{10} y $PM_{2,5}$)
- Benceno, tolueno y xileno
- Compuestos orgánicos volátiles (COVs)

- Captador de partículas PM_{10}
- Captador de partículas $PM_{2,5}$ (no en todas las estaciones)
- Sistema de calibración completo
- Sistema de adquisición de datos
- Ordenador
- Estación meteorológica

La estación de Badajoz se encuentra situada dentro del Campus Universitario de Badajoz en la Avenida de Elvas s/n. Está considerada como estación urbana de fondo y además está dotada de captador de partículas $PM_{2,5}$, ya que ha sido la estación designada para la determinación del Índice Medio de Exposición (IME) de la población respecto a la fracción de material particulado $PM_{2,5}$.

La estación de Cáceres se encuentra situada en el Campus Universitario (carretera de Trujillo) junto a las instalaciones de la Facultad de Ciencias del Deporte. Está considerada como estación urbana de fondo.

La estación de Mérida está considerada como estación suburbana de fondo y se encuentra ubicada dentro de las instalaciones del Centro Universitario, C/ Sta Teresa de Jornet, 38. Esta cabina no dispone de analizador compuestos orgánicos volátiles.

La estación de Plasencia, calificada como estación suburbana de fondo, se encuentra situada dentro de las instalaciones del Instituto de Enseñanza Secundaria Virgen del Puerto, en C/ Francisco Paniagua Loaisa, s/n.

La estación de Zafra situada en el Polígono Industrial "Los Caños" está considerada como estación suburbana de fondo. Igual que la de Mérida tampoco dispone de analizador de COVs.

La estación de Monfragüe se encuentra situada en la Finca "Las Cansinas" en el Parque Nacional de Monfragüe. Está considerada como estación de fondo rural y es utilizada como referencia nacional para partículas, participando en el programa que sobre material particulado lleva a cabo el Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC). En el año 2011 se instaló un captador de alto volumen para partículas $PM_{2,5}$ para conocer los datos de fondo de este contaminante a nivel nacional.

Unidades móviles

La red tiene dos unidades móviles de vigilancia atmosférica con las mismas características técnicas que las unidades fijas, de modo que permite la monitorización de aire en otras localidades o entornos rurales de la región. Disponen igualmente de sistema de adquisición y transmisión de datos que se reciben en el Centro de Proceso de Datos en tiempo real. Para mantener una temperatura homogénea en el interior, y así asegurar un modo eficaz la protección de los equipos y analizadores, cada unidad móvil tiene instalado un sistema de aire

acondicionado.

Con las dos unidades se realizan campañas periódicas de medición de la calidad del aire, en la provincia de Cáceres y en la provincia de Badajoz.

Niveles de concentración de los contaminantes regulados por la legislación

En este apartado se analizan los datos obtenidos en las estaciones de medida de la Red de Calidad del Aire de Extremadura, en relación con los límites que establece la Normativa.

Valores de referencia

Con objeto de llevar a cabo una comparación de la información recopilada frente a lo establecido por nuestra actual normativa en materia de calidad del aire, se muestran a continuación, y para cada uno de los parámetros evaluados, los valores límite de inmisión que se establecen en la normativa de referencia, concretamente, en la *Directiva 2008/50/CE del Parlamento Europeo y del Consejo de 21 de mayo de 2008 relativa a la calidad del aire y a una atmósfera más limpia en Europa*.

Asimismo, también se ha tomado en consideración, a la hora de establecer determinados valores límite, el *Real Decreto 1073/2002, de 18 de octubre, sobre evaluación y gestión de la calidad del aire ambiente en relación con el dióxido de azufre, dióxido de nitrógeno, óxidos de nitrógeno, partículas, plomo, benceno y monóxido de carbono*.

Métodos de referencia para la evaluación de las concentraciones

Contaminante evaluado	Metodología de referencia	Principio del método	Equipamiento empleado
Partículas en suspensión PM_{10} y $PM_{2,5}$	Norma UNE-EN 12341:2015 indicada en el Real Decreto 39/2017	Método de medición gravimétrica para la determinación de la fracción másica PM_{10} y $PM_{2,5}$ de la materia particulada en suspensión	Captador de alto volumen
Dióxido de azufre	Norma EN-14212:2013 indicada en el Real Decreto 39/2017	Determinación en continuo del SO_2 con un analizador por fluorescencia ultravioleta	Analizador automático en continuo
Óxidos de nitrógeno	Norma EN-14211:2013 indicada en el Real Decreto 39/2017	Determinación en continuo de NO, NO_2 y NO_x con un analizador por quimioluminiscencia	Analizador automático en continuo

Contaminante evaluado	Metodología de referencia	Principio del método	Equipamiento empleado
Ozono	Norma EN-14625:2013 indicada en el Real Decreto 39/2017	Determinación por fotometría ultravioleta	Analizador automático en continuo
Monóxido de carbono	Norma EN-14626:2013 indicada en el Real Decreto 39/2017	Espectrometría infrarroja no dispersiva (IRND)	Analizador automático en continuo
Benceno	Norma EN-14662:2016 parte 3, indicada en el Real Decreto 39/2017	Cromatografía de gases	Analizador automático en continuo

Valores límites y umbrales de alerta

Se define el **valor límite**, tanto en la *Directiva 2008/50* como en el *R.D. 102/2011*, como el nivel fijado basándose en conocimientos científicos con el fin de evitar, prevenir o reducir los efectos nocivos para la salud humana, para el medio ambiente en su conjunto y demás bienes de cualquier naturaleza que debe alcanzarse en un período determinado y no superarse una vez alcanzado.

1. Niveles de inmisión de dióxido de azufre

Según lo establecido en el *Anexo XI de la Directiva 2008/50/CE y Anexo I del Real Decreto 102/2011, los valores límites para la protección de la salud en el caso del dióxido de azufre*, los valores límite y el nivel crítico se expresarán en $\mu g/m^3$ y son los siguientes:

Dióxido de azufre SO_2			
	Periodo medio	**Valor límite**	**Fecha en la que debe alcanzarse**
1. Valor límite horario	1 hora	350 µg/m^3 no podrá superarse en más de 24 ocasiones por año civil	En vigor desde 1 de enero de 2005
2. Valor límite diario	1 día	125 µg/m^3 no podrá superarse en más de 3 ocasiones por año civil	En vigor desde 1 de enero de 2005
3. Nivel crítico	Año civil de invierno (del 10 de octubre al 31 de marzo)	20 µg/m^3	En vigor desde 11 de junio de 2008

Umbral de alerta del dióxido de azufre

El valor correspondiente al umbral de alerta del dióxido de azufre se sitúa en 500 µg/m^3. Se considerará superado cuando durante tres horas consecutivas se exceda dicho valor.

2. Valores límites en los niveles de inmisión de óxidos de nitrógeno

Los valores límite para la protección de la salud para el dióxido de nitrógeno (NO_2), definidos en el *Anexo XI de la Directiva 2008/50/CE* y actualizados en el *Anexo I del R.D. 102/2011*,son los siguientes:

Dióxido de nitrógeno NO_2			
	Periodo medio	**Valor límite**	**Fecha en la que debe alcanzarse**
1. Valor límite horario	1 hora	350 µg/m^3 no podrá superarse en más de 24 ocasiones por año civil	En vigor desde 1 de enero de 2005
2. Valor límite diario	1 año civil	40 µg/m^3	1 de enero de 2010
3. Nivel crítico	1 año civil	30 ug/m^3 de NO_x (expresado como NO_2)	En vigor desde 11 de junio de 2008

Umbral de alerta del dióxido de nitrógeno

El valor correspondiente al umbral de alerta del dióxido de nitrógeno se sitúa en 400 µg/m^3. Se considerará superado cuando durante tres horas consecutivas se exceda dicho valor.

3. Valores límite de las partículas

En los niveles de inmisión de la fracción PM_{10} en condiciones ambientales para la protección de la salud, según establece la *Directiva 2008/50 y en el Real Decreto 102/2011*:

Partículas en suspensión inferiores a 10 micras. PM_{10}		
Periodo medio	**Valor límite**	**Fecha en la que debe alcanzarse**
24 horas	50 µg/m^3 que no podrán superarse en más de 35 ocasiones por año.	En vigor desde 1 de enero de 2005
Año civil	40 µg/m^3	En vigor desde 1 de enero de 2005

4. Valores objetivo y límite de las partículas $PM_{2,5}$ en condiciones ambientales para la protección de la salud

La Directiva marca dos fases para el cumplimiento de la normativa.

Partículas en suspensión inferiores a 2,5 micras. $PM_{2,5}$				
	Periodo medio	**Valor medio**	**Margen de tolerancia**	**Fecha en la que debe alcanzarse**
Valor objetivo anual	1 año civil	25 µg/m^3		En vigor desde 1 de enero de 2010
Valor límite anual (fase I)	1 año civil	25 µg/m^3	20% el 11 de junio de 2008, que se reducirá el 1 de enero siguiente y, en lo sucesivo, cada 12 meses, en porcentajes idénticos anuales hasta alcanzar un 0% el 1 de enero de 2015	1 de enero de 2015

Partículas en suspensión inferiores a 2,5 micras. $PM_{2,5}$			
Valor límite anual (fase II)	1 año civil	20 µg/m^3	1 de enero de 2020

5. Valore límite en los niveles de inmisión de monóxido de carbono

Los valores límite para el monóxido de carbono vienen establecidos igualmente en el *Anexo XI de la Directiva 2008/50 y Anexo I del Real Decreto 102/2011*, donde se indica:

Monóxido de carbono CO			
	Periodo medio	**Valor medio**	**Fecha en la que debe alcanzarse**
Valor límite	Máxima diaria de las medias móviles octohorarias*	10 mg/m^3	En vigor desde 1 enero de 2010

* La concentración máxima diaria de las medias móviles octohorarias se determinará examinando las medias octohorarias móviles, calculadas a parir de los datos horarios y actualizados cada hora. Cada media octohoraria calculada de ese modo se asignará al día en que concluya; dicho de otro modo, el primer período utilizado para el cálculo en cualquier día será el comprendido entre las 17:00 horas de la víspera y la 1:00 hora de ese día, y el último periodo utilizado para cualquier día será el comprendido entre las 16:00 y las 24:00 horas de ese día. (*Anexo XI Directiva 2008/50*).

6. Valor límite del benceno para la protección de la salud, en los niveles de inmisión de benceno

Los valores límite para el benceno vienen establecidos igualmente en el *Anexo XI de la Directiva y Anexo I del Real Decreto*

Benceno C_6H_6			
	Periodo medio	**Valor límite**	**Fecha en la que debe alcanzarse**
Valor límite	Año civil	5 µg/m^3	En vigor desde 1 enero de 2010

7. Valor límite para la protección de la salud establecido para el Plomo

Plomo Pb			
	Periodo medio	**Valor medio**	**Fecha en la que debe alcanzarse**
Valor límite anual	1 año civil	0,5 µg/m^3	En vigor desde 1 enero de 2005

8. Ozono (O_3): Valores objetivo, objetivos a largo plazo y umbrales de información y alerta relativos al ozono troposférico

La normativa establece otros criterios para evaluar este contaminante, no utiliza los conceptos de valores límite, aplica el concepto de valor objetivo.

I. Valores objetivo y objetivos a largo plazo para el ozono

Ozono. O_3			
	Periodo medio	**Valor medio**	**Fecha en la que debe alcanzarse**
1. Valor objetivo para la protección de la salud humana	Máxima diaria de las medias móviles octohorarias (1)	120 µg/m^3 que no deberá superarse más de 25 días por cada año civil de promedio en un período de 3 años (2)	1 de enero de 2010 (3)
2. Valor objetivo para la protección de la vegetación	AOT40, calculado a partir de valores horarios de mayo a julio	18.000 µg/m^3 × h de promedio en un período de 5 años(2)	1 de enero de 2010 (3)
3. Objetivo a largo plazo para la protección de la salud humana	Máxima diaria de las medias móviles octohorarias en un año civil	120 µg/m^3	No definida
4. Objetivo a largo plazo para la protección de la vegetación	AOT40, calculado a partir de valores horarios de mayo a julio	6.000 µg/m^3 × h	No definida

Real Decreto 102/2011 Anexo I:

(1) El máximo de las medias móviles octohorarias del día deberá seleccionarse examinando

promedios móviles de ocho horas, calculados a partir de datos horarios y actualizados cada hora. Cada promedio octohorario así calculado se asignará al día en que dicho promedio termina, es decir, el primer período de cálculo para un día cualquiera será el período a partir de las 17:00 h del día anterior hasta la 1:00 h de dicho día; el último período de cálculo para un día cualquiera será el período a partir de las 16:00 h hasta las 24:00 h de dicho día.

(2) Si las medias de tres o cinco años no pueden determinarse a partir de una serie completa y consecutiva de datos anuales, los datos anuales mínimos necesarios para verificar el cumplimiento de los valores objetivo serán los siguientes:

- Para el valor objetivo relativo a la protección de la salud humana: datos válidos correspondientes a un año.

- Para el valor objetivo relativo a la protección de la vegetación: datos válidos correspondientes a tres años.

(3) El cumplimiento de los valores objetivo se verificará a partir de esta fecha. Es decir, los datos correspondientes al año 2010 serán los primeros que se utilizarán para verificar el cumplimiento en los tres o cinco años siguientes, según el caso.

El parámetro AOT40 (se expresa en [µg/m^3] × h) es la suma de la diferencia entre las concentraciones horarias superiores a los 80 µg/m^3, equivalente a 40 nmol/mol o 40 partes por mil millones en volumen, y 80 µg/m^3 a lo largo de un período dado utilizando únicamente los valores horarios medidos entre las 8:00 y las 20:00 horas, Hora Central Europea, cada día.

II. Umbrales de información y de alerta para el ozono

	Parámetro	Umbral
Umbral de información	Promedio horario	180 µg/m^3
Umbral de alerta	Promedio horario*	240 µg/m^3

*A efectos de la aplicación del artículo 25, la superación del umbral se debe medir o prever durante tres horas consecutivas.

Niveles de calidad de aire en las seis estaciones fijas. Datos del año 2015

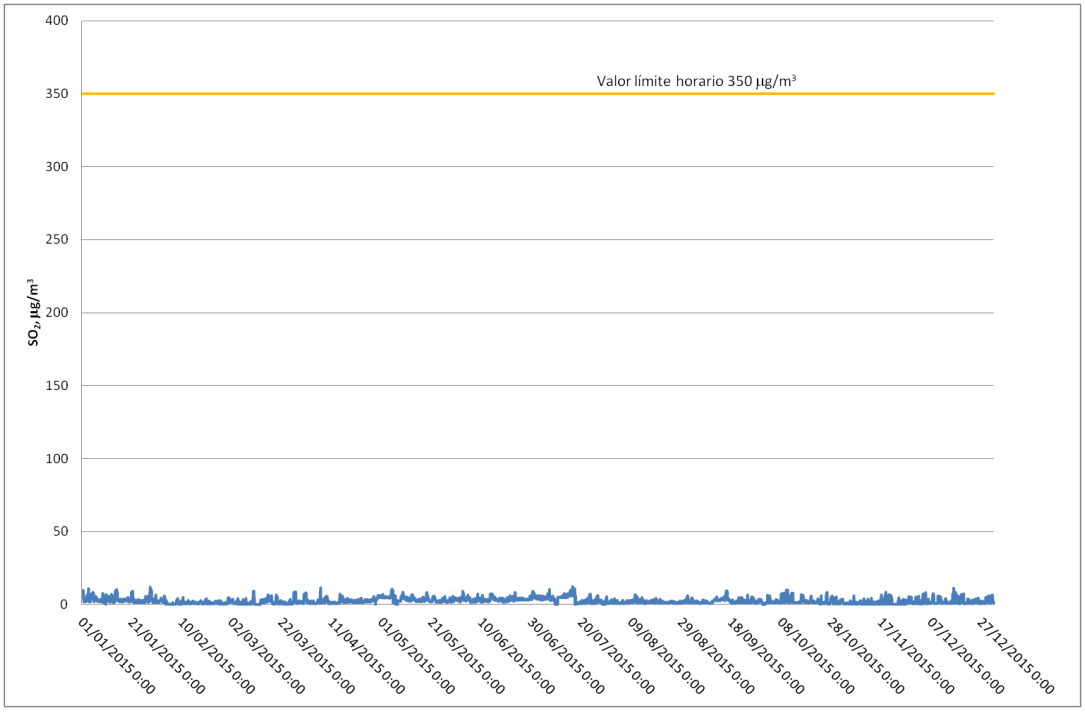
Badajoz

DIÓXIDO DE AZUFRE (SO_2)

Promedio mensuales sobre medias diarias

	En.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.	Año
SO_2, µg/m^3	3,48	1,08	1,85	2,20	3,65	3,64	3,78	1,66	2,24	2,39	1,17	2,03	2,43

Gráfico evolución medidas horarias concentración SO_2, µg/m^3 año 2015

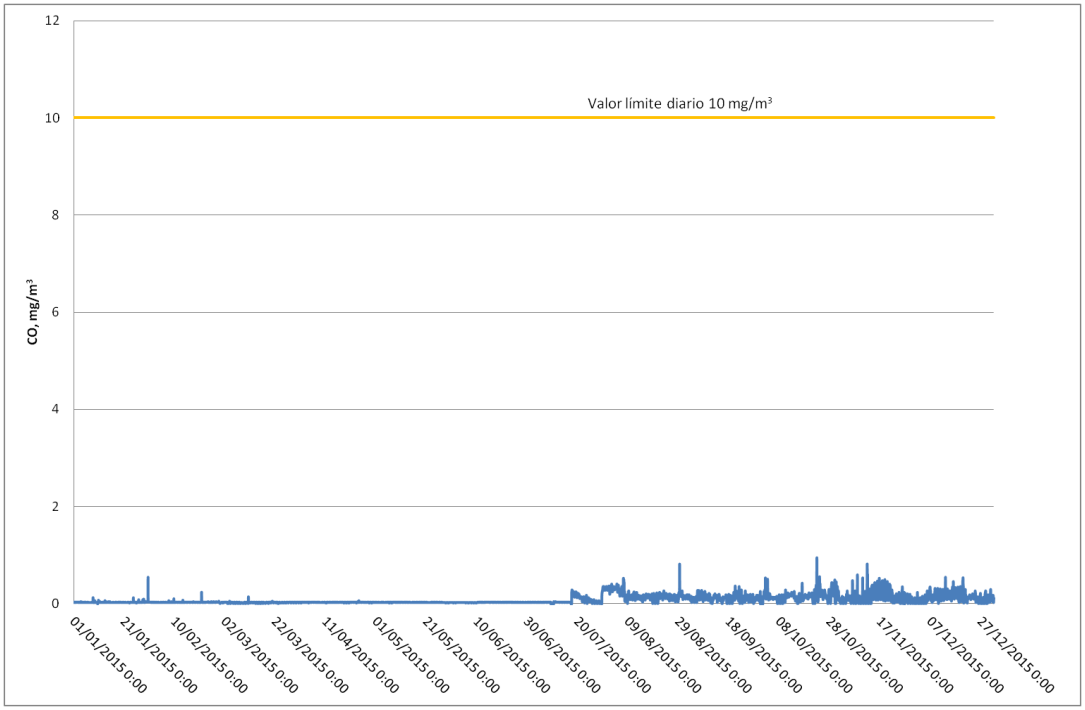


MONÓXIDO DE CARBONO (CO)

Promedio mensuales sobre medias diarias

	En.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.	Año
CO, mg/m^3	0,037	0,038	0,031	0,035	0,032	0,034	0,091	0,183	0,130	0,168	0,131	0,132	0,087

Gráfico evolución medidas horarias concentración CO, mg/m^3 año 2015

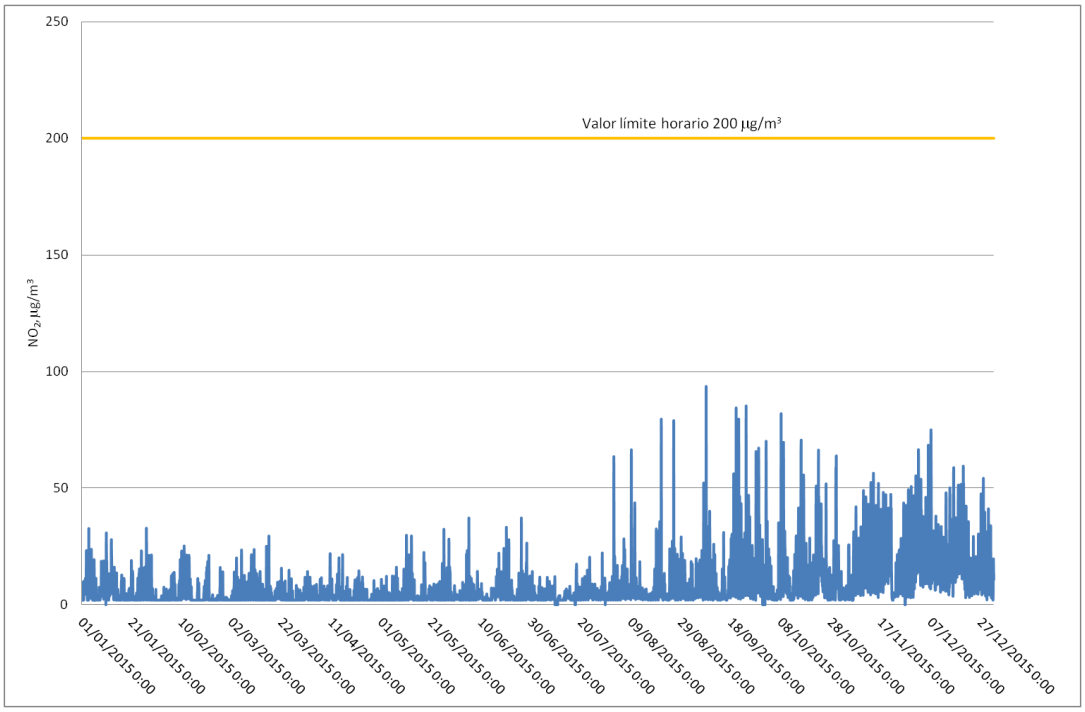


DIÓXIDO DE NITRÓGENO (NO_2)

Promedio mensuales sobre medias diarias

	En.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.	Año
NO_2, µg/m^3	5,91	4,10	4,42	3,79	4,34	4,69	4,06	7,20	11,77	11,19	14,64	17,08	7,77

Gráfico evolución medidas horarias concentración NO_2, mg/m^3 año 2015

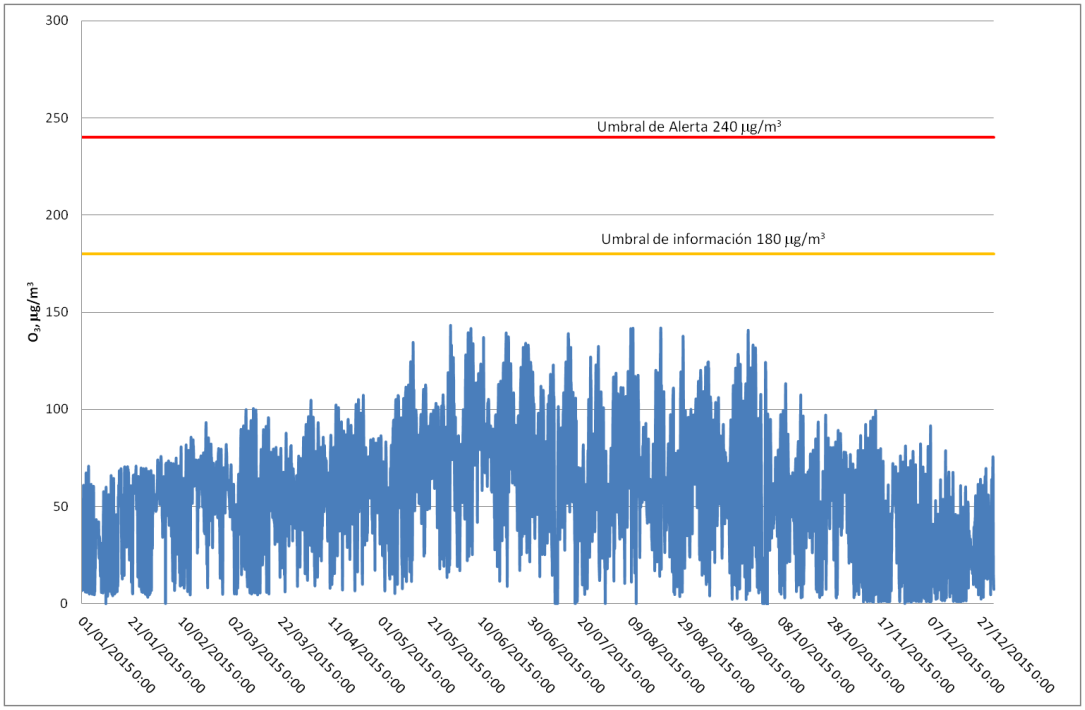


OZONO (O_3)

Promedio mensuales sobre medias diarias

	En.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.	Año
O_3, µg/m^3	32,5	54,0	49,7	61,3	69,8	83,6	65,8	70,4	67,2	49,7	34,0	25,3	55,3

Gráfico evolución medidas horarias concentración O_3, µg/m^3 año 2015

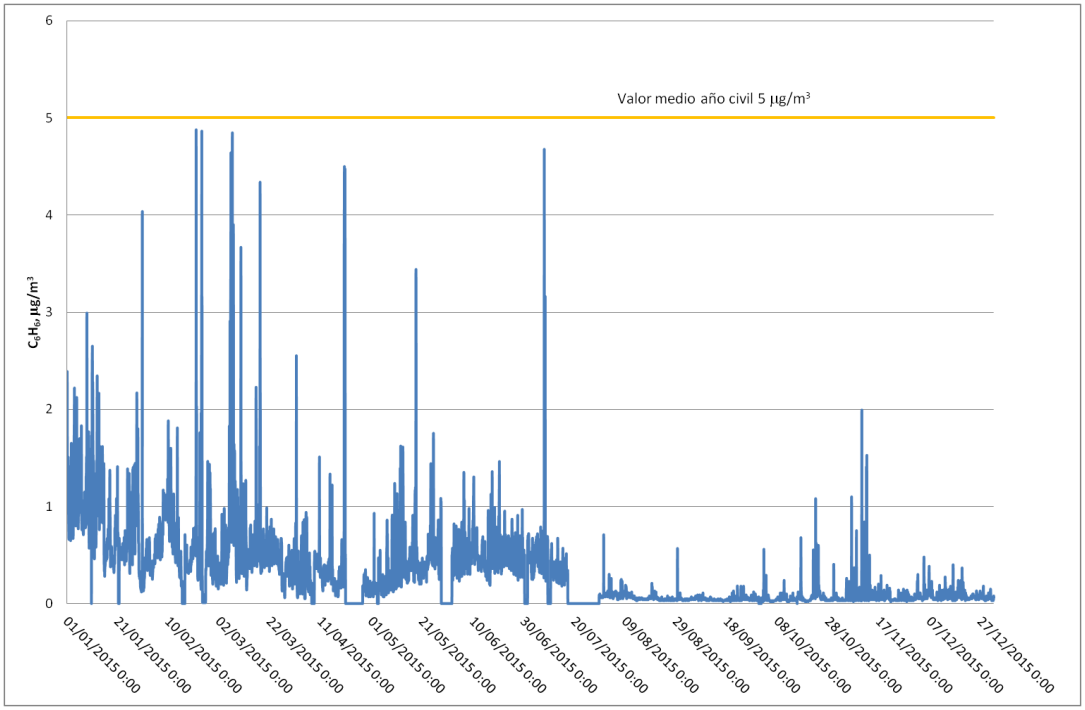


BENCENO (C_6H_6)

Promedio mensuales sobre medias diarias

	En.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.	Año
C_6H_6, µg/m^3	0,877	0,605	0,615	0,308	0,430	0,505	0,425	0,068	0,047	0,063	0,075	0,078	0,341

Gráfico evolución medidas horarias concentración C_6H_6, µg/m^3 año 2015

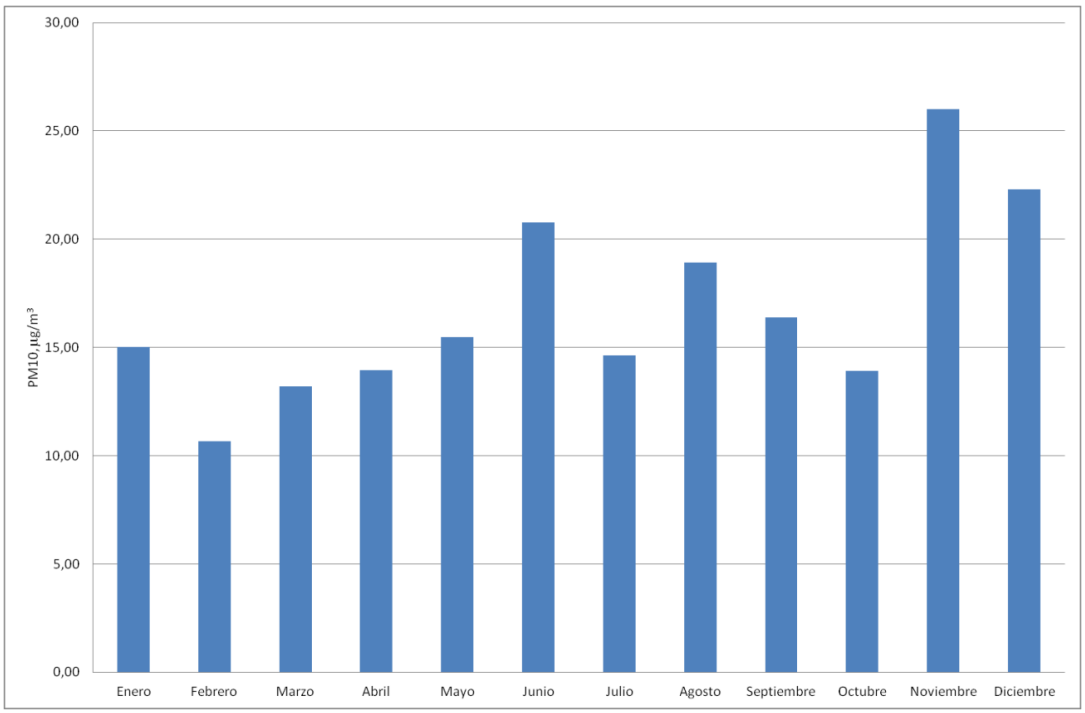


PARTÍCULAS PM_{10}

Promedio mensuales sobre medias diarias

	En.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.	Año
PM_{10}, µg/m³	15,01	10,67	13,19	13,96	15,49	20,77	14,62	18,93	16,38	13,93	26,00	22,31	16,77

Gráfico evolución medidas mensuales en base a la media diaria, concentración PM_{10}, µg/m³ año 2015

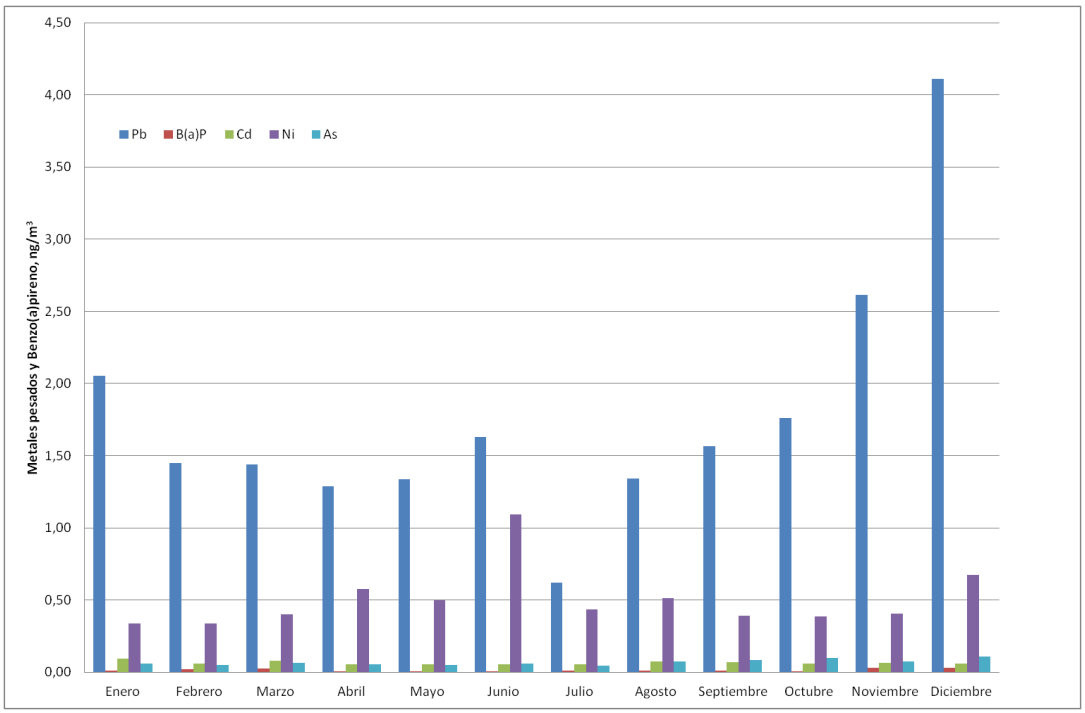


METALES PESADOS y BENZO(A)PIRENO

Promedio mensuales sobre medias diarias

	En.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.	Año
Pb, ng/m^3	2,06	1,45	1,44	1,29	1,34	1,63	0,62	1,34	1,57	1,76	2,62	4,11	1,77
Cd, ng/m^3	0,094	0,058	0,078	0,054	0,057	0,053	0,054	0,075	0,069	0,060	0,065	0,058	0,064
Ni, ng/m^3	0,340	0,340	0,399	0,576	0,500	1,095	0,438	0,513	0,390	0,387	0,405	0,674	0,505
As, ng/m^3	0,062	0,049	0,067	0,055	0,052	0,062	0,048	0,074	0,083	0,097	0,073	0,111	0,069
B(a)P, ng/m^3	0,010	0,022	0,025	0,005	0,007	0,004	0,014	0,009	0,009	0,007	0,033	0,029	0,014

Gráfico evolución medidas mensuales en base a la media diaria, concentración metales pesados y Benzo(a)pireno en ng/m^3 año 2015



Valor límite para el Pb: 500 ng/m^3 media anual

Valores objetivo en media anual: Cd: 5ng/m^3, Ni: 20 ng/m^3, As: 6 ng/m^3.

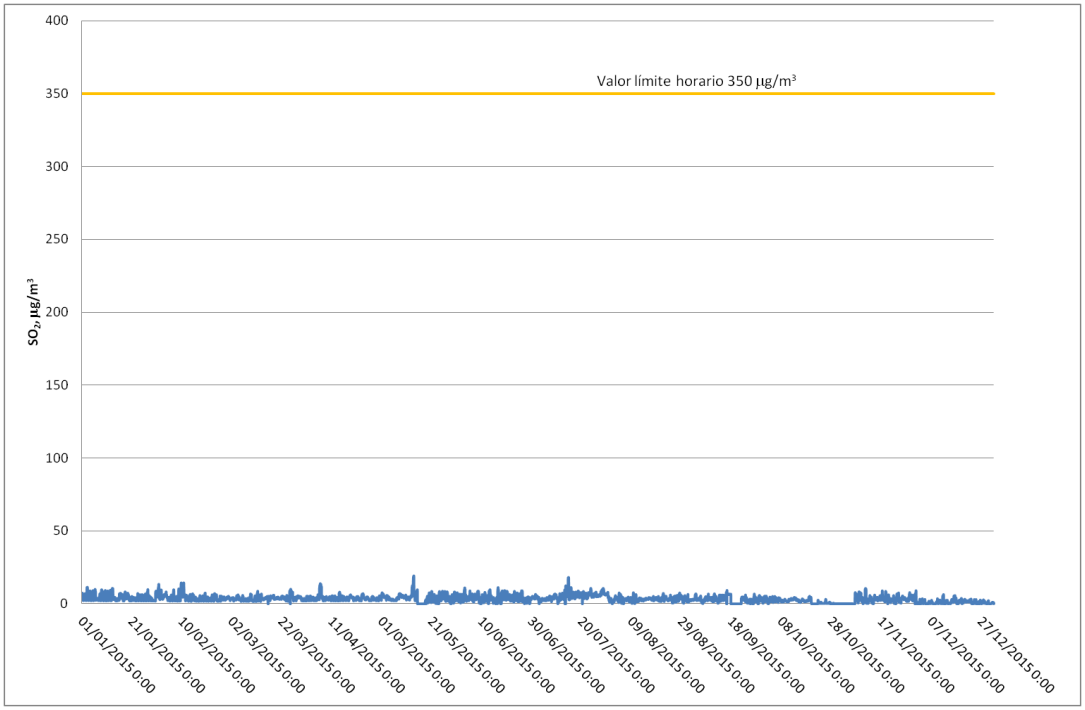
Cáceres

DIÓXIDO DE AZUFRE (SO_2)

Promedio mensuales sobre medias diarias

	En.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.	Año
SO_2, µg/m^3	3,48	1,08	1,85	2,20	3,65	3,64	3,78	1,66	2,24	2,39	1,17	2,03	2,43

Gráfico evolución medidas horarias concentración SO_2, µg/m^3 año 2015

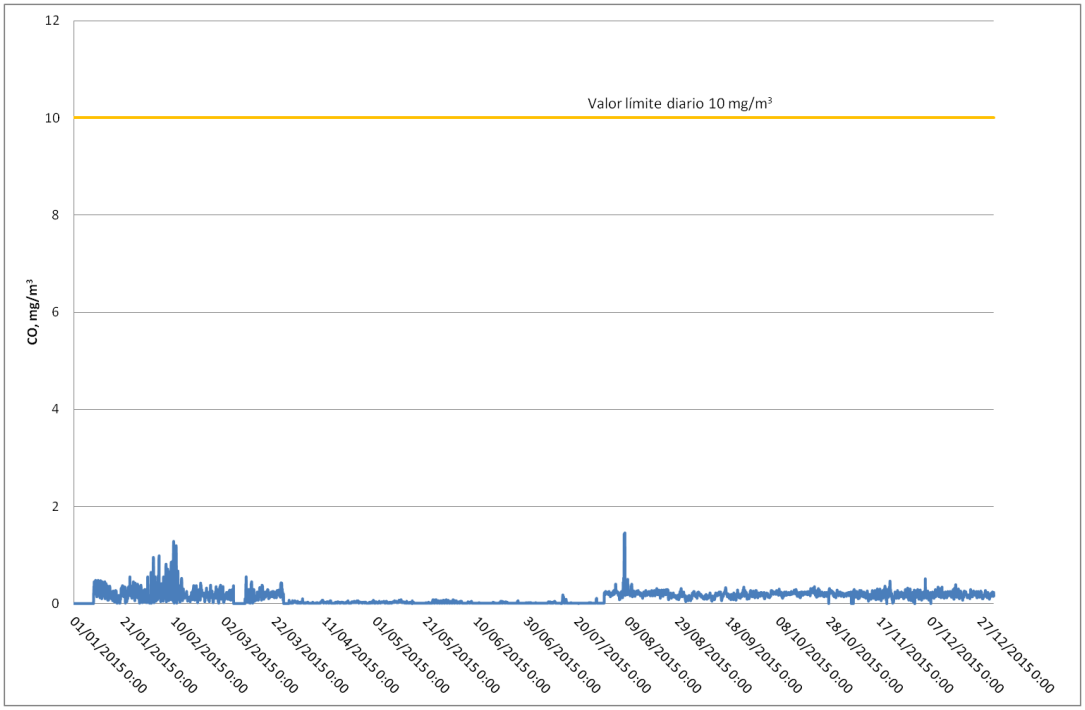


MONÓXIDO DE CARBONO (CO)

Promedio mensuales sobre medias diarias

	En.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.	Año
CO, mg/m^3	0,037	0,038	0,031	0,035	0,032	0,034	0,091	0,183	0,130	0,168	0,131	0,132	0,087

Gráfico evolución medidas horarias concentración CO, mg/m^3 año 2015

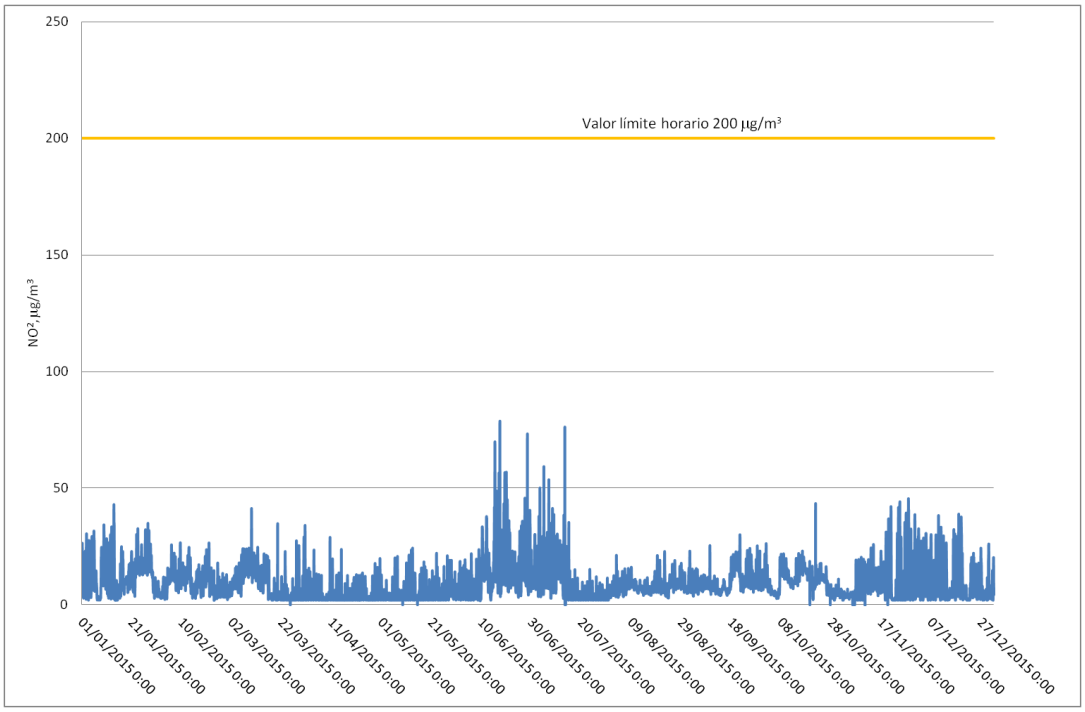


DIÓXIDO DE NITRÓGENO (NO_2)

Promedio mensuales sobre medias diarias

	En.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.	Año
NO_2, µg/m³	5,91	4,10	4,42	3,79	4,34	4,69	4,06	7,20	11,77	11,19	14,64	17,08	7,77

Gráfico evolución medidas horarias concentración NO_2, mg/m³ año 2015

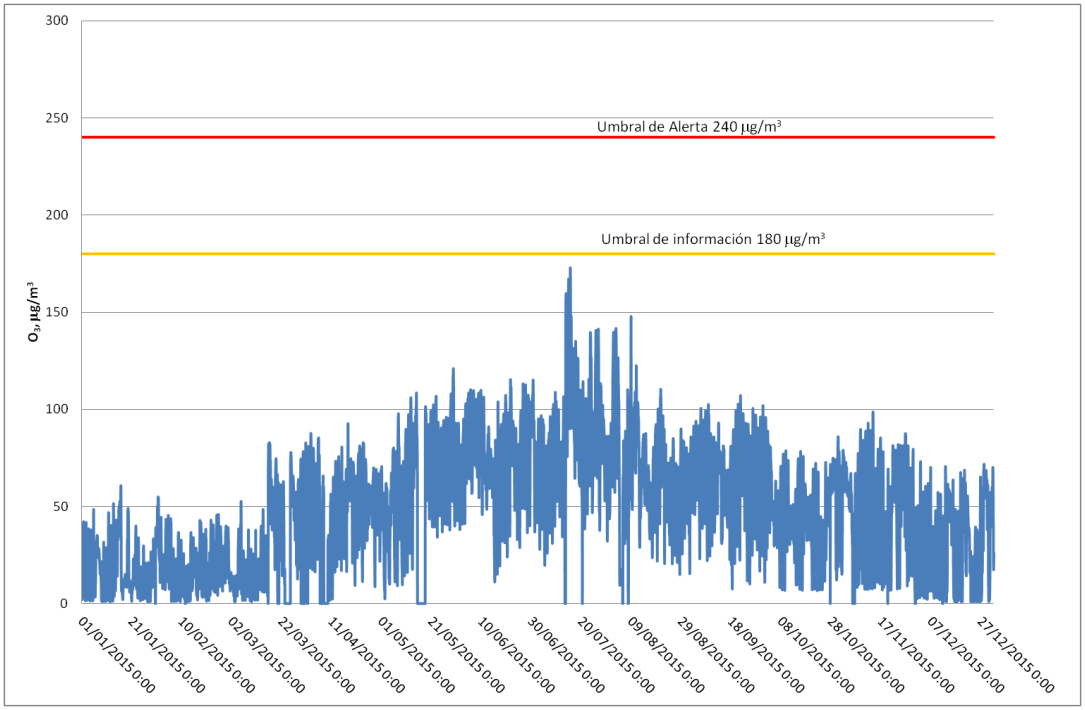


OZONO (O_3)

Promedio mensuales sobre medias diarias

	En.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.	Año
O_3, µg/m^3	32,5	54,0	49,7	61,3	69,8	83,6	65,8	70,4	67,2	49,7	34,0	25,3	55,3

Gráfico evolución medidas horarias concentración O_3, µg/m^3 año 2015

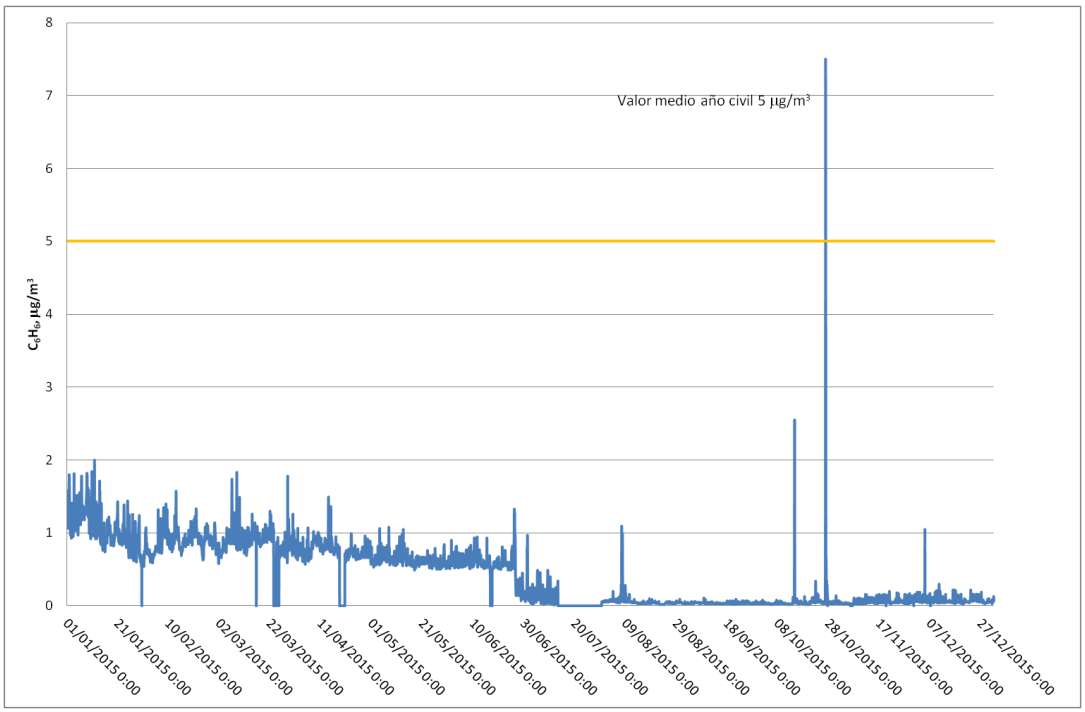


BENCENO (C_6H_6)

Promedio mensuales sobre medias diarias

	En.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.	Año
C_6H_6, µg/m^3	0,88	0,61	0,61	0,31	0,43	0,50	0,42	0,07	0,05	0,06	0,08	0,08	0,34

Gráfico evolución medidas horarias concentración C_6H_6, µg/m^3 año 2015



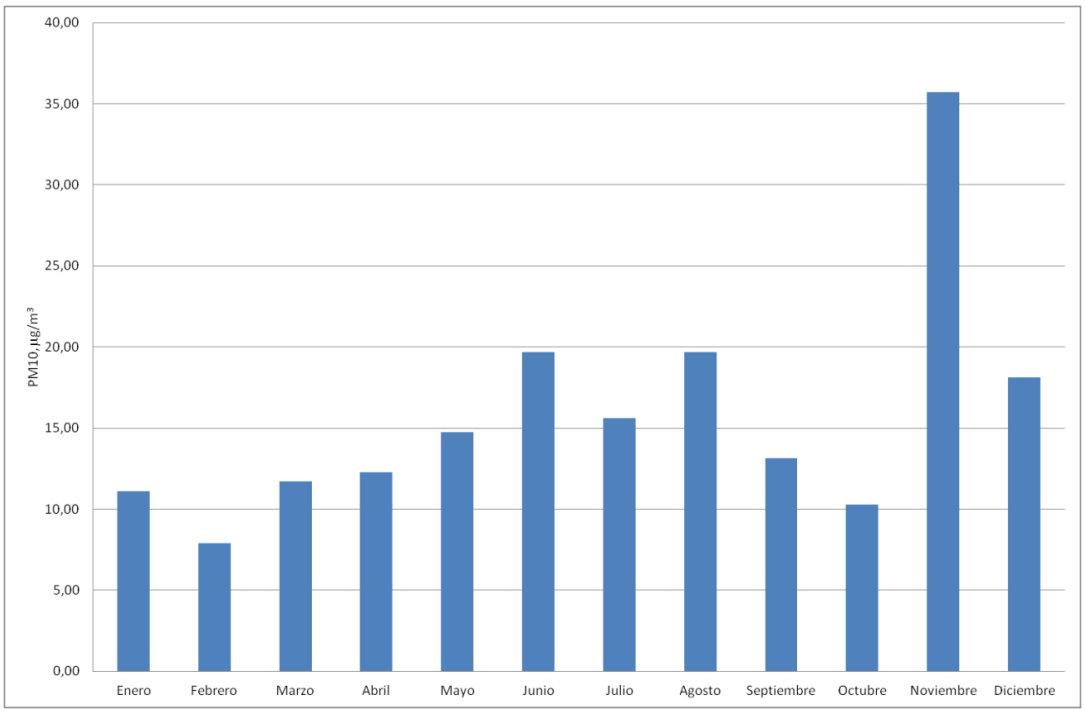
Nota: Véase que el valor límite para la protección de la salud para el benceno es de 5µg/m^3 en media anual, por lo que la superación puntual de este valor no supone en ningún caso incumplimiento de la normativa.

PARTÍCULAS PM_{10}

Promedio mensuales sobre medias diarias

	En.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.	Año
PM_{10}, µg/m^3	11,10	7,91	11,71	12,28	14,73	19,69	15,60	19,69	13,12	10,26	35,73	18,14	11,10

Gráfico evolución medidas mensuales en base a la media diaria, concentración PM_{10}, µg/m^3 año 2015

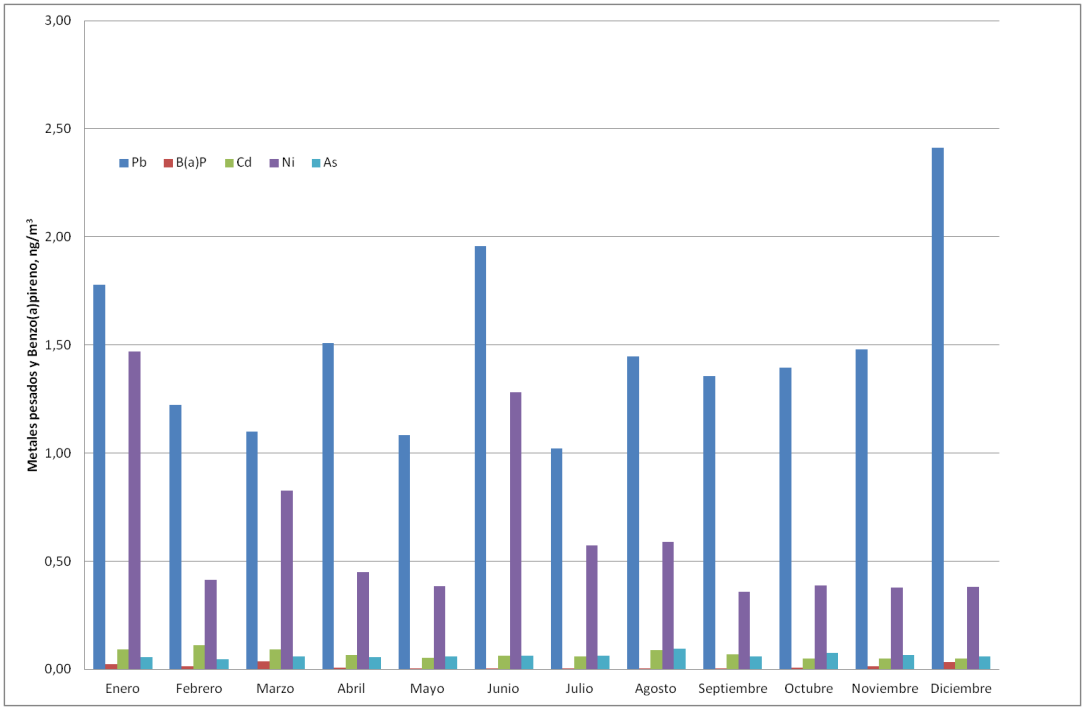


METALES PESADOS y BENZO(A)PIRENO

Promedio mensuales sobre medias diarias

	En.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.	Año
Pb, ng/m^3	1,78	1,22	1,10	1,51	1,08	1,96	1,02	1,45	1,36	1,40	1,48	2,41	1,78
Cd, ng/m^3	0,093	0,111	0,090	0,065	0,053	0,063	0,060	0,089	0,068	0,050	0,050	0,050	0,093
Ni, ng/m^3	1,468	0,414	0,826	0,448	0,385	1,280	0,572	0,590	0,358	0,389	0,378	0,380	1,468
As, ng/m^3	0,057	0,047	0,060	0,055	0,059	0,063	0,061	0,096	0,060	0,074	0,067	0,061	0,057
B(a)P, ng/m^3	0,025	0,016	0,036	0,008	0,006	0,001	0,005	0,001	0,005	0,007	0,015	0,032	0,025

Gráfico evolución medidas mensuales en base a la media diaria, concentración metales pesados y Benzo(a)pireno en ng/m^3 año 2015



Valor límite para el Pb: 500 ng/m^3 media anual

Valores objetivo en media anual: Cd: 5ng/m^3, Ni: 20 ng/m^3, As: 6 ng/m^3.

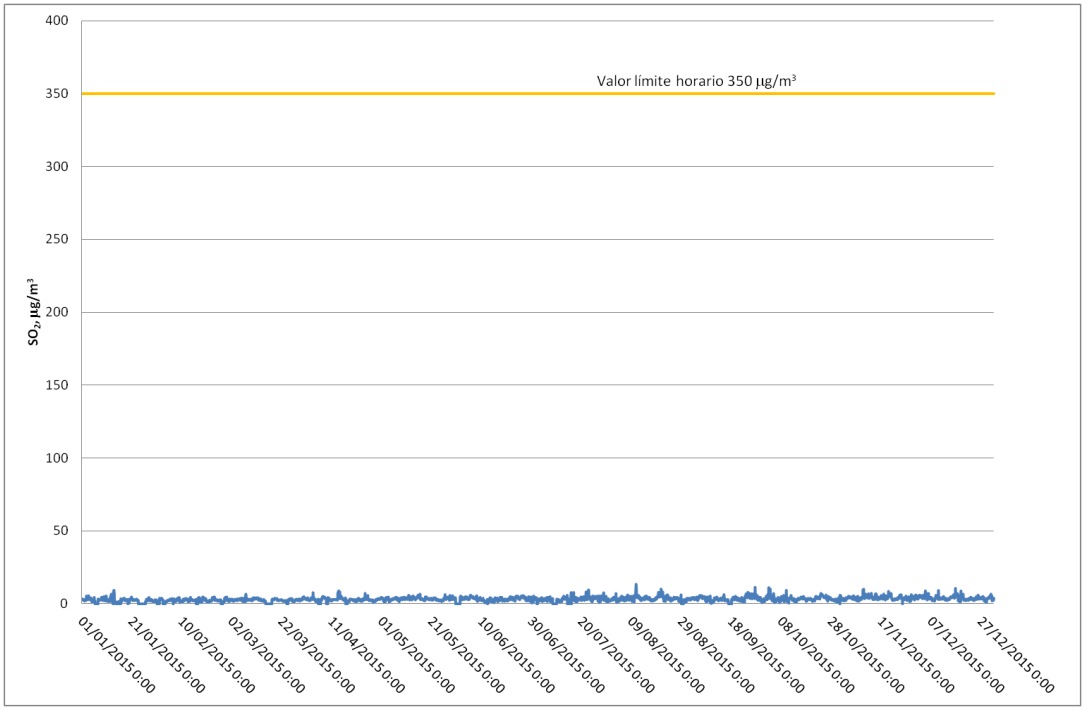
Mérida

DIÓXIDO DE AZUFRE (SO_2)

Promedio mensuales sobre medias diarias

	En.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.	Año
SO_2, µg/m^3	3,00	2,69	2,88	3,14	3,44	3,29	3,34	3,61	3,56	3,39	4,06	3,92	3,36

Gráfico evolución medidas horarias concentración SO_2, µg/m^3 año 2015

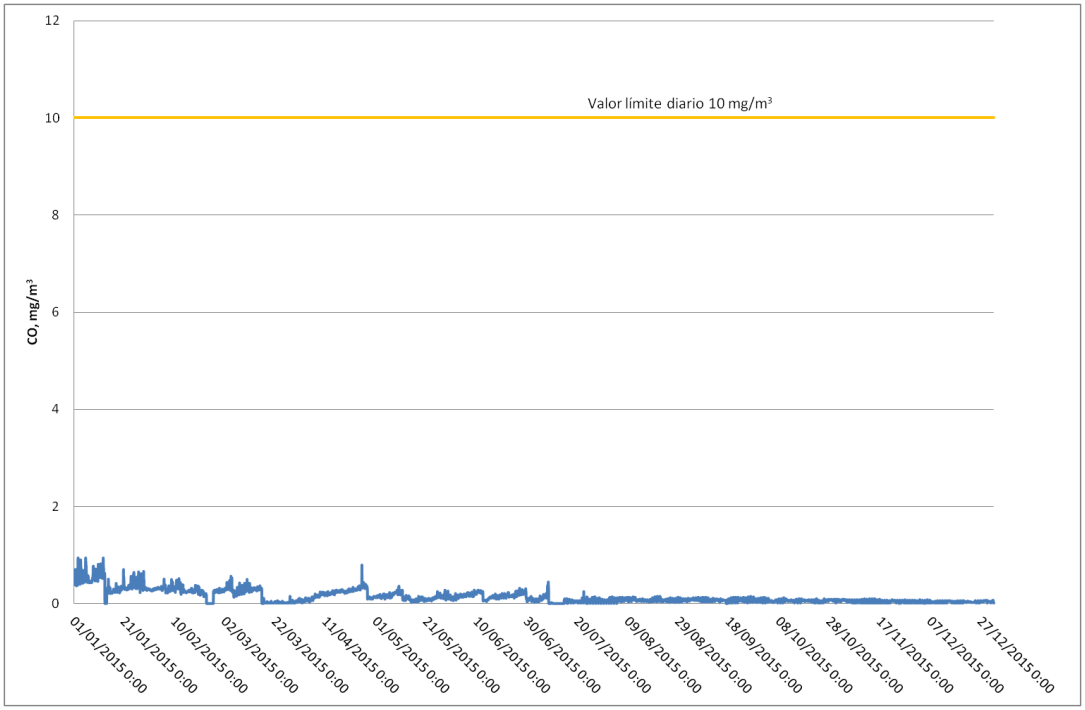


MONÓXIDO DE CARBONO (CO)

Promedio mensuales sobre medias diarias

	En.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.	Año
CO, mg/m^3	0,417	0,281	0,159	0,202	0,129	0,163	0,071	0,077	0,073	0,055	0,038	0,030	0,141

Gráfico evolución medidas horarias concentración CO, mg/m^3 año 2015

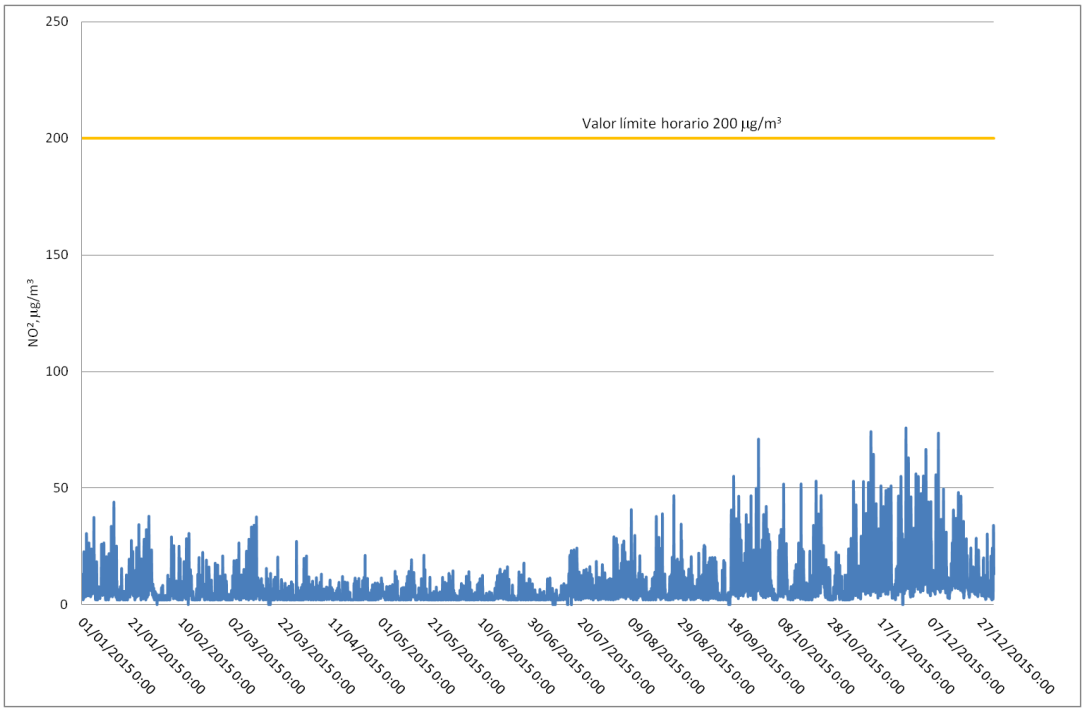


DIÓXIDO DE NITRÓGENO (NO_2)

Promedio mensuales sobre medias diarias

	En.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.	Año
NO_2, µg/m^3	7,81	5,27	5,40	4,04	3,84	4,28	5,77	8,11	10,45	9,26	13,01	12,76	7,50

Gráfico evolución medidas horarias concentración NO_2, mg/m^3 año 2015

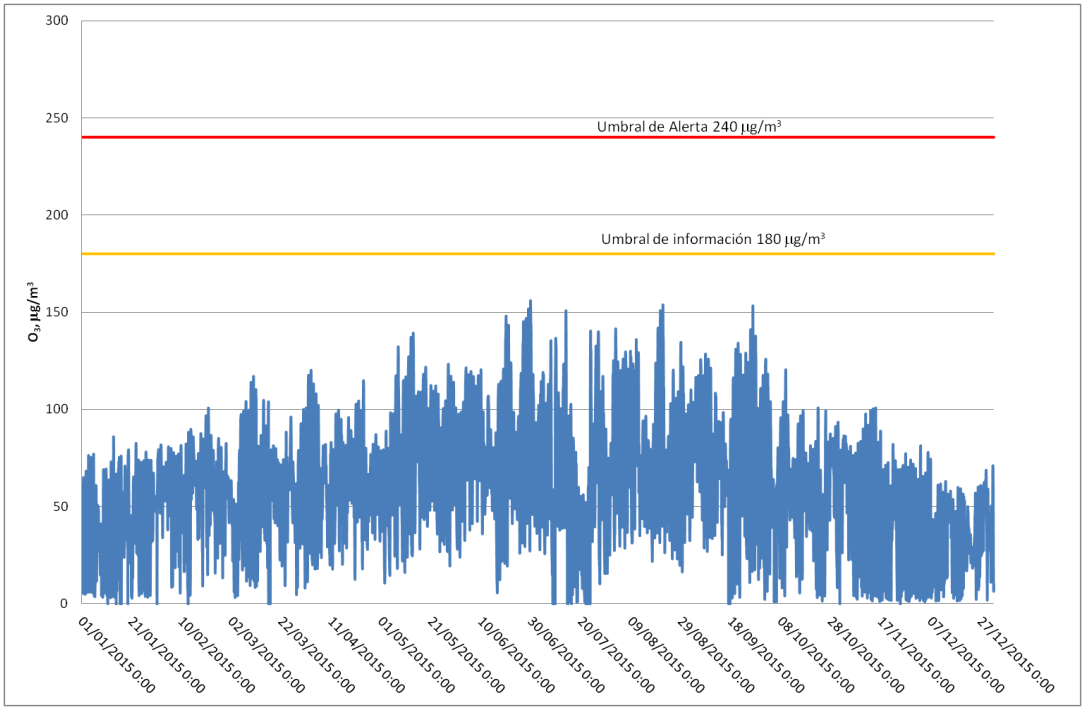


OZONO (O_3)

Promedio mensuales sobre medias diarias

	En.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.	Año
O_3, µg/m^3	34,2	55,1	51,8	61,6	73,1	80,0	63,0	76,6	73,1	52,7	35,6	28,8	57,1

Gráfico evolución medidas horarias concentración O_3, µg/m^3 año 2015

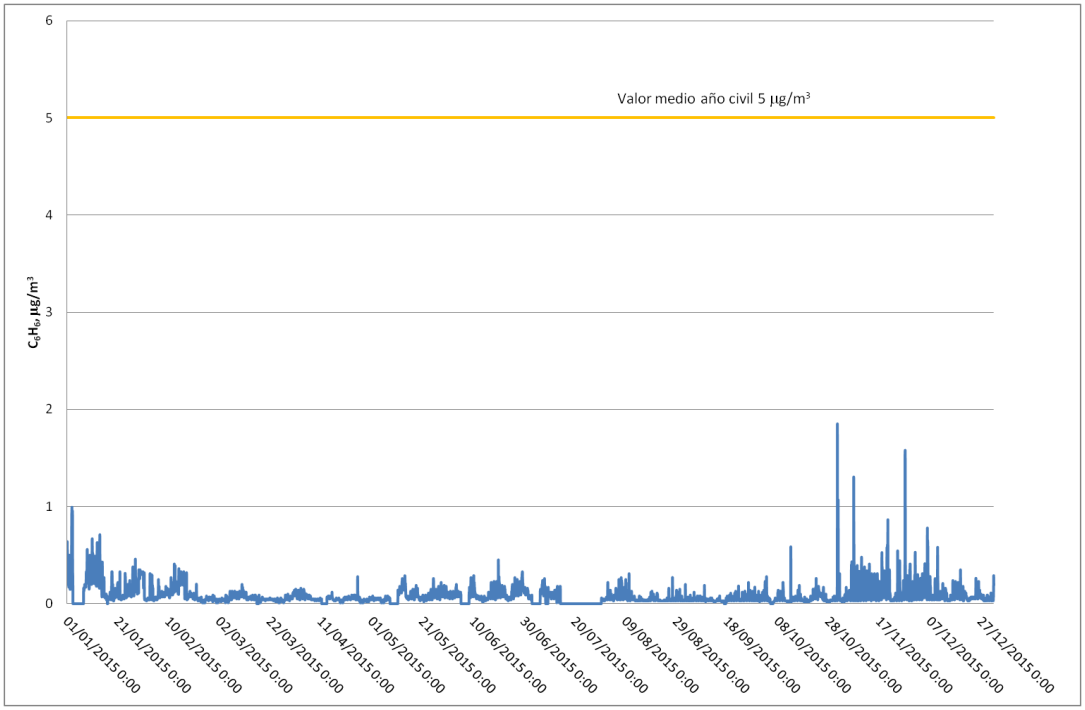


BENCENO (C_6H_6)

Promedio mensuales sobre medias diarias

	En.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.	Año
C_6H_6, µg/m^3	0,197	0,101	0,059	0,053	0,083	0,106	0,089	0,056	0,045	0,061	0,120	0,089	0,088

Gráfico evolución medidas horarias concentración C_6H_6, µg/m^3 año 2015

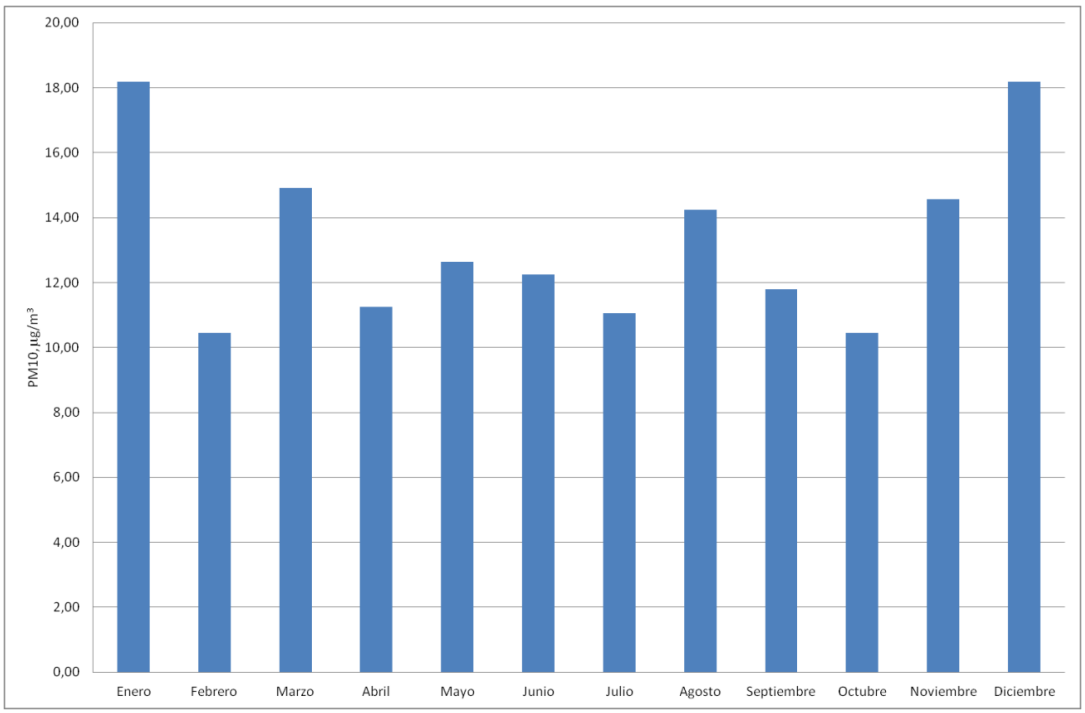


PARTÍCULAS PM_{10}

Promedio mensuales sobre medias diarias

	En.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.	Año
PM_{10}, µg/m^3	18,18	10,46	14,91	11,24	12,65	12,24	11,05	14,25	11,78	10,45	14,56	18,19	15,83

Gráfico evolución medidas mensuales en base a la media diaria, concentración PM_{10}, µg/m^3 año 2015

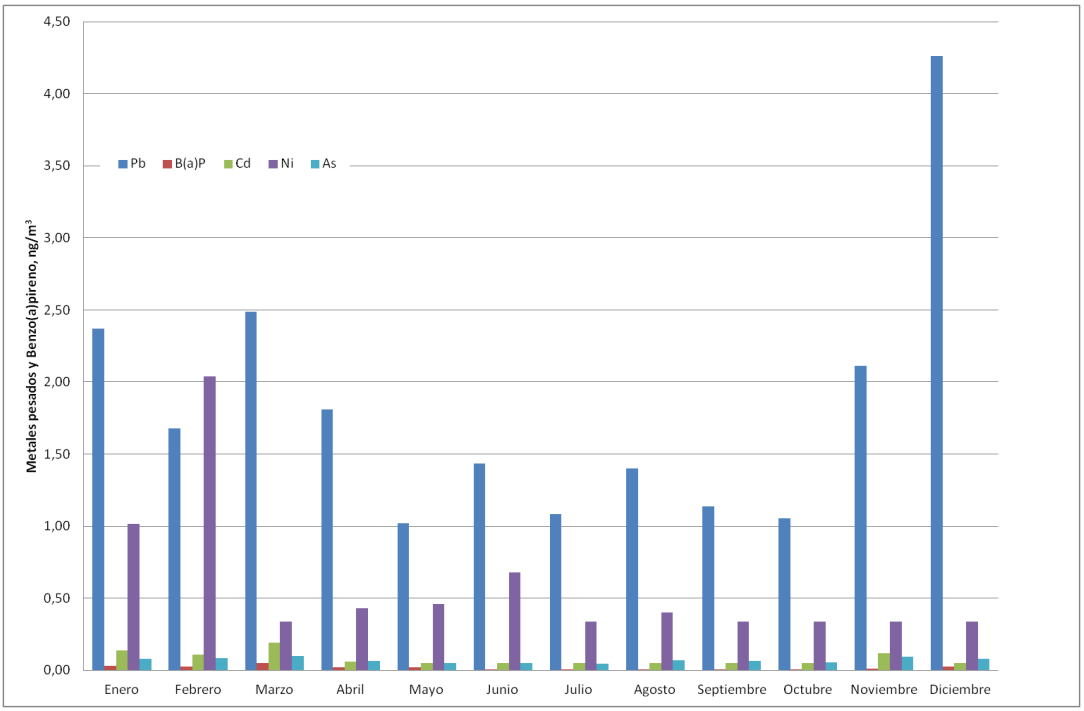


METALES PESADOS y BENZO(A)PIRENO

Promedio mensuales sobre medias diarias

	En.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.	Año
Pb, ng/m^3	2,37	1,68	2,49	1,81	1,02	1,44	1,08	1,40	1,14	1,06	2,11	4,26	1,48
Cd, ng/m^3	0,140	0,110	0,190	0,060	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,118	0,050	0,070
Ni, ng/m^3	1,013	2,038	0,340	0,430	0,460	0,677	0,340	0,402	0,340	0,340	0,340	0,340	0,624
As, ng/m^3	0,080	0,086	0,098	0,065	0,050	0,052	0,045	0,070	0,065	0,055	0,095	0,080	0,063
B(a)P, ng/m^3	0,032	0,024	0,053	0,023	0,021	0,008	0,007	0,007	0,006	0,004	0,013	0,024	0,013

Gráfico evolución medidas mensuales en base a la media diaria, concentración metales pesados y Benzo(a)pireno en ng/m^3 año 2015



Valor límite para el Pb: 500 ng/m^3 media anual

Valores objetivo en media anual: Cd: 5ng/m^3, Ni: 20 ng/m^3, As: 6 ng/m^3.

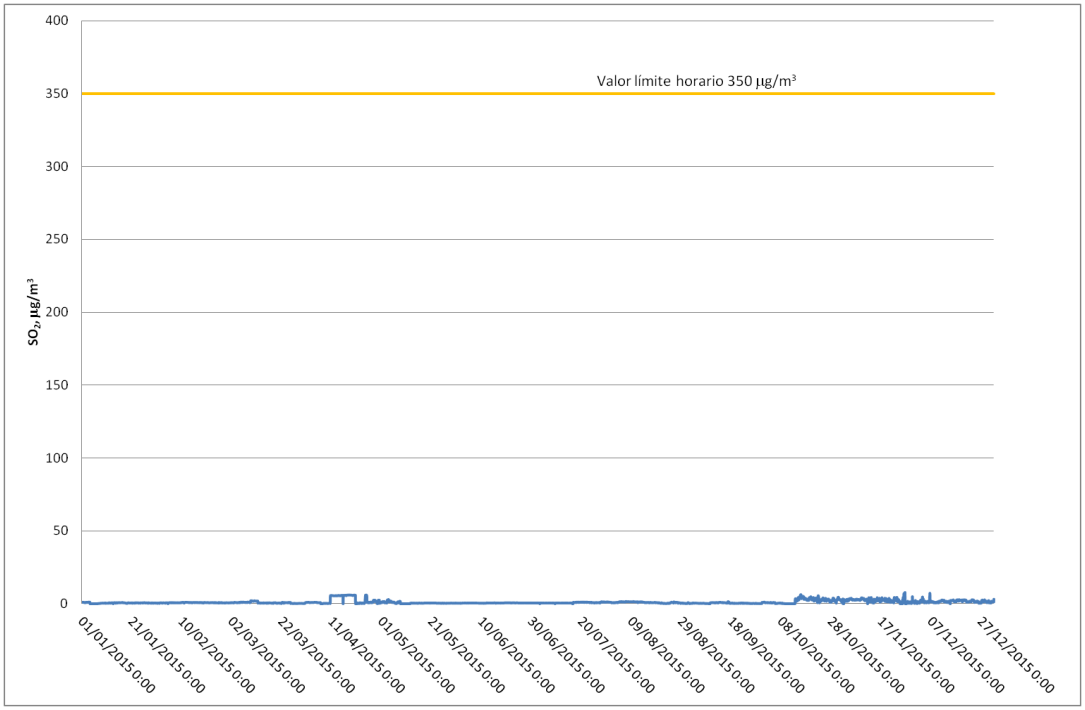
Monfragüe

DIÓXIDO DE AZUFRE (SO_2)

Promedio mensuales sobre medias diarias

	En.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.	Año
SO_2, µg/m^3	0,61	0,75	0,75	2,74	0,65	0,52	0,75	0,88	0,45	2,35	2,32	1,60	1,20

Gráfico evolución medidas horarias concentración SO_2, µg/m^3 año 2015

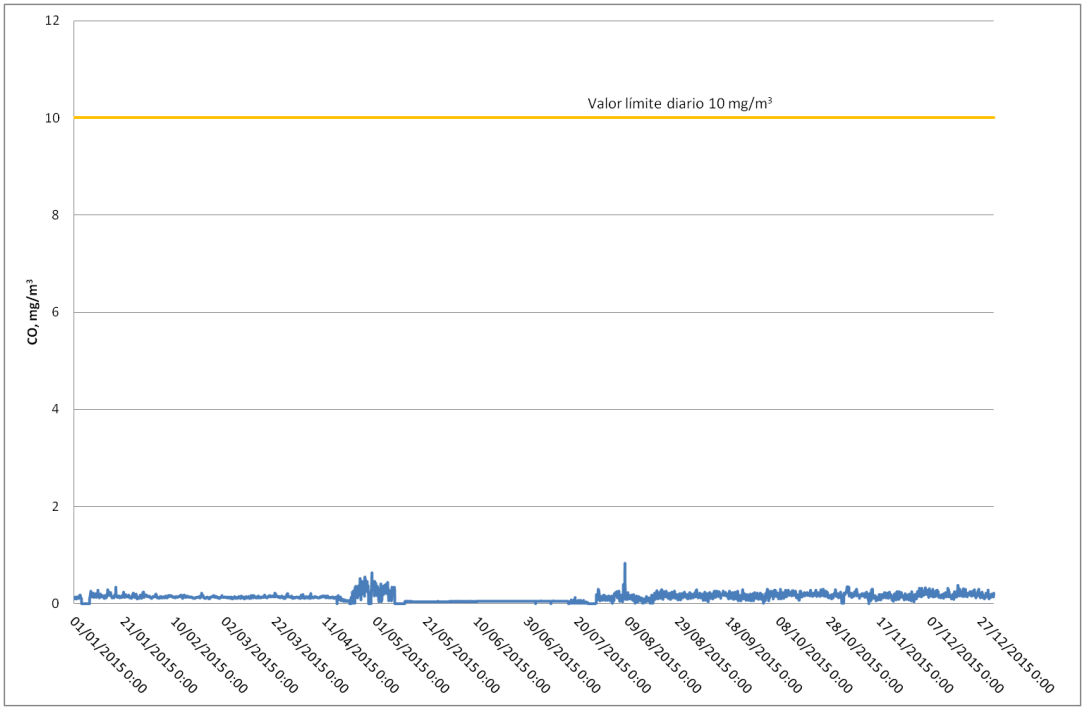


MONÓXIDO DE CARBONO (CO)

Promedio mensuales sobre medias diarias

	En.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.	Año
CO, mg/m^3	0,153	0,139	0,134	0,171	0,098	0,050	0,059	0,144	0,164	0,191	0,164	0,196	0,139

Gráfico evolución medidas horarias concentración CO, mg/m^3 año 2015

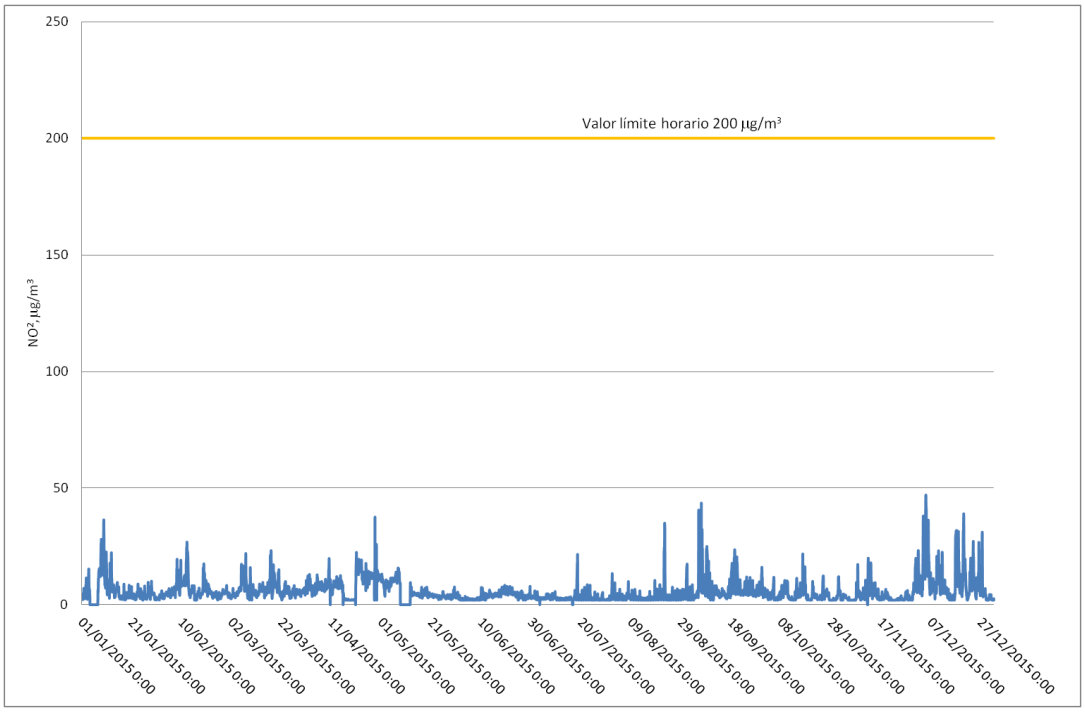


DIÓXIDO DE NITRÓGENO (NO_2)

Promedio mensuales sobre medias diarias

	En.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.	Año
NO_2, µg/m^3	6,39	6,17	6,41	8,59	5,65	3,71	2,98	3,61	7,08	4,23	4,02	10,00	5,74

Gráfico evolución medidas horarias concentración NO_2, mg/m^3 año 2015

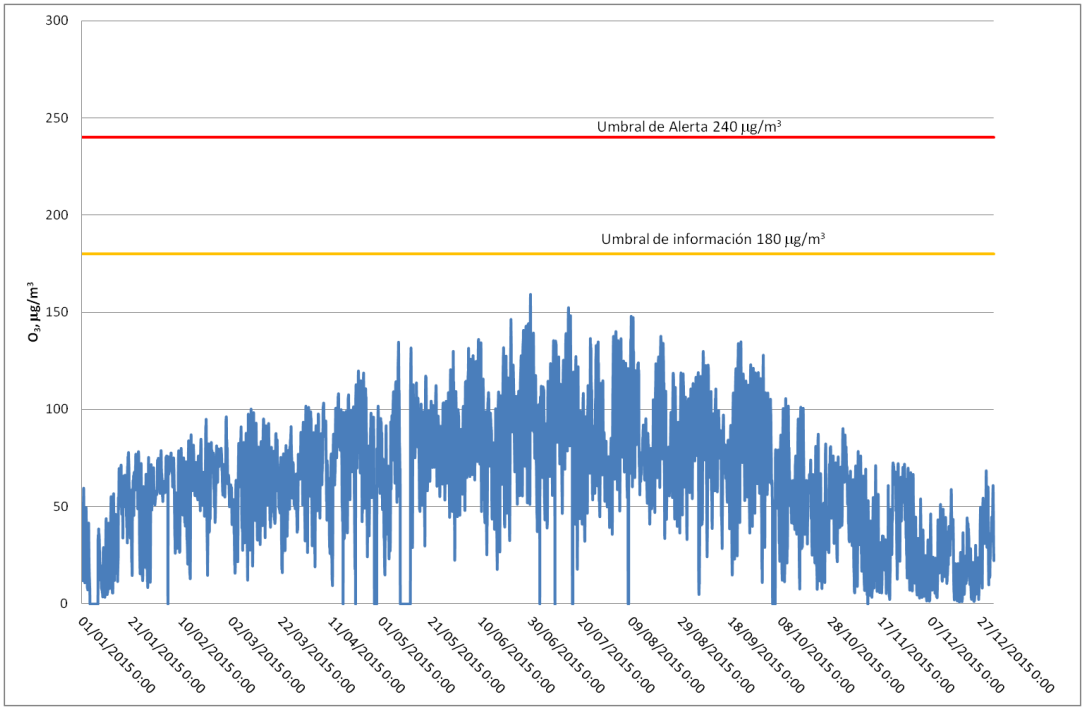


OZONO (O_3)

Promedio mensuales sobre medias diarias

	En.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.	Año
O_3, µg/m^3	40,4	62,6	61,4	74,0	79,2	90,1	87,3	86,4	81,3	54,4	38,3	21,6	64,7

Gráfico evolución medidas horarias concentración O_3, µg/m^3 año 2015

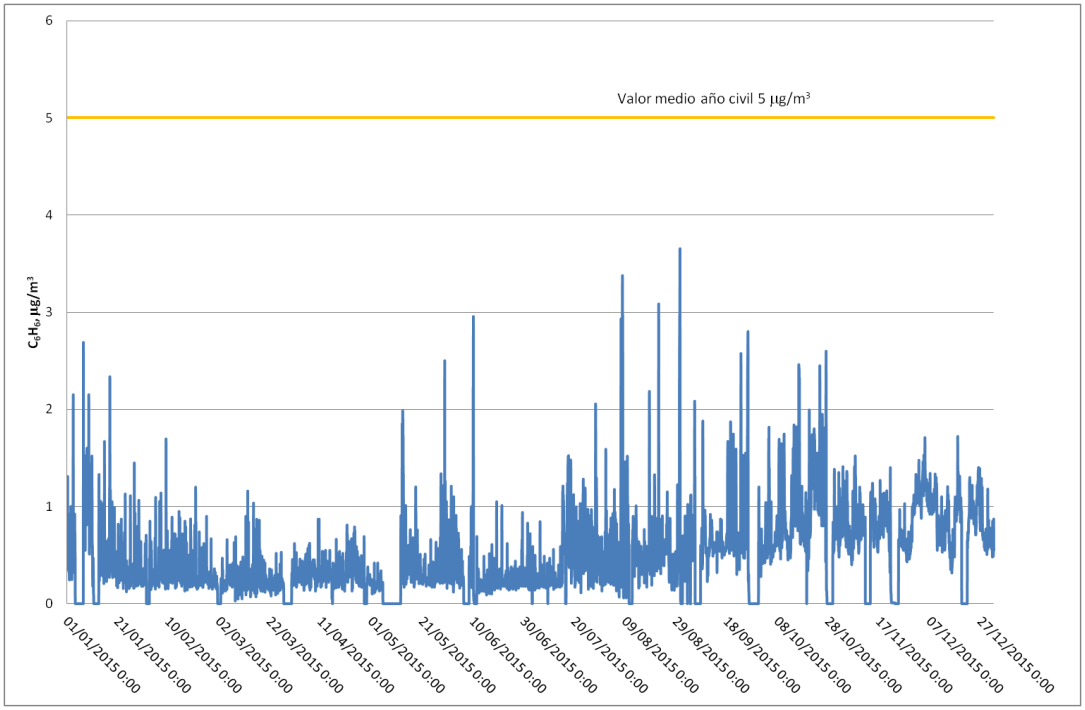


BENCENO (C_6H_6)

Promedio mensuales sobre medias diarias

	En.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.	Año
C_6H_6, µg/m^3	0,512	0,325	0,244	0,317	0,360	0,266	0,470	0,580	0,705	0,890	0,744	0,917	0,528

Gráfico evolución medidas horarias concentración C_6H_6, µg/m^3 año 2015

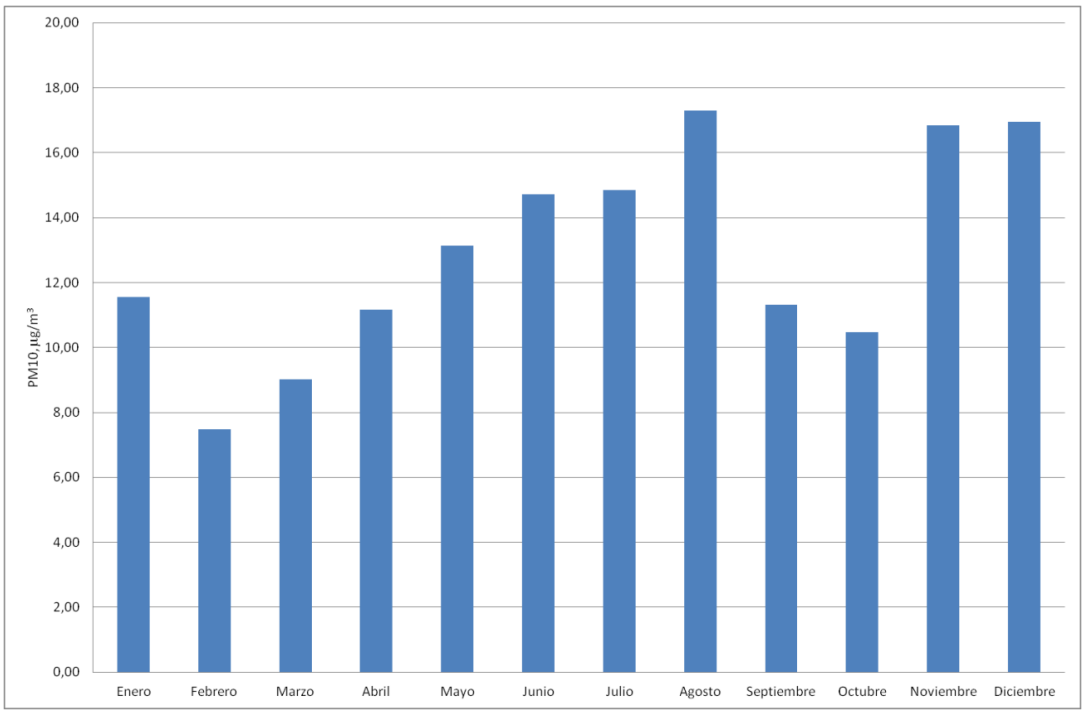


PARTÍCULAS PM_{10}

Promedio mensuales sobre medias diarias

	En.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.	Año
PM_{10}, µg/m^3	11,55	7,49	9,03	11,16	13,13	14,72	14,85	17,30	11,32	10,46	16,84	16,94	12,90

Gráfico evolución medidas mensuales en base a la media diaria, concentración PM_{10}, µg/m^3 año 2015



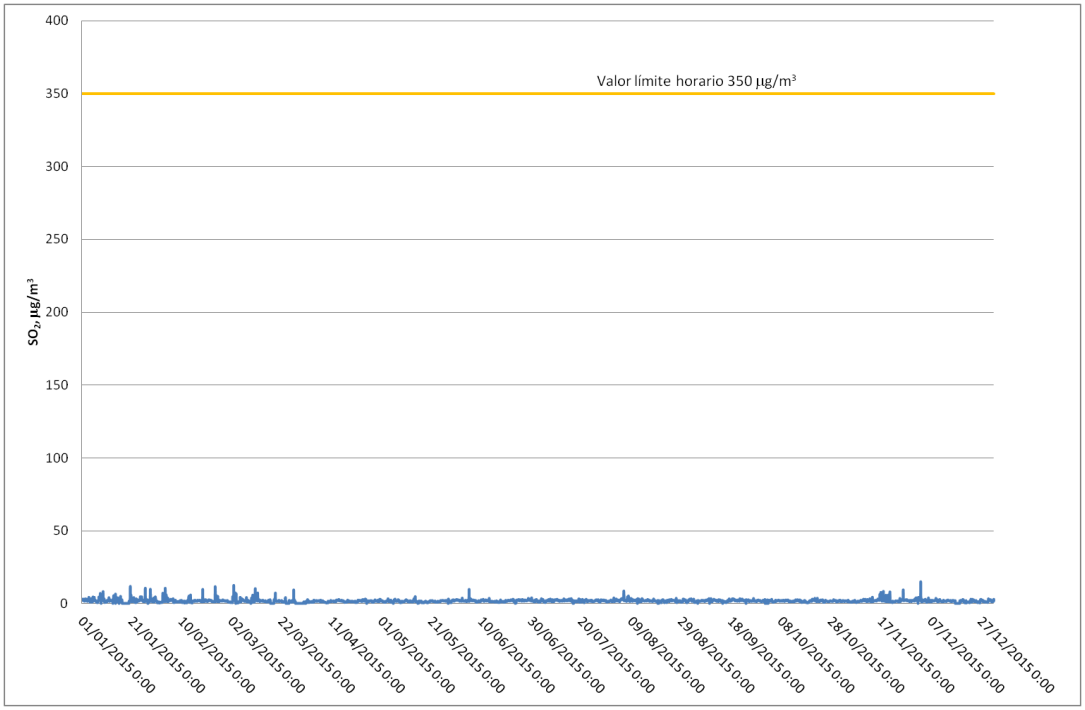
Plasencia

DIÓXIDO DE AZUFRE (SO_2)

Promedio mensuales sobre medias diarias

	En.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.	Año
SO_2, µg/m^3	2,11	1,73	1,67	1,46	1,49	1,80	1,79	1,93	1,92	1,65	1,86	1,71	1,76

Gráfico evolución medidas horarias concentración SO_2, µg/m^3 año 2015

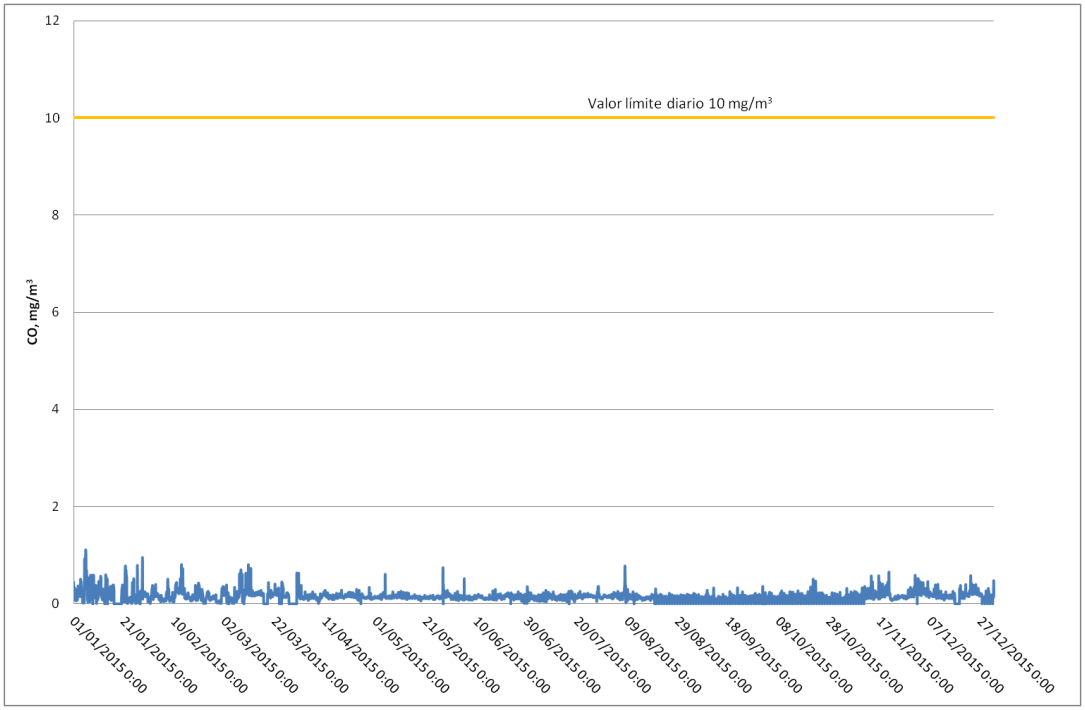


MONÓXIDO DE CARBONO (CO)

Promedio mensuales sobre medias diarias

	En.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.	Año
CO, mg/m^3	0,230	0,163	0,212	0,144	0,149	0,135	0,148	0,134	0,131	0,146	0,178	0,205	0,165

Gráfico evolución medidas horarias concentración CO, mg/m^3 año 2015

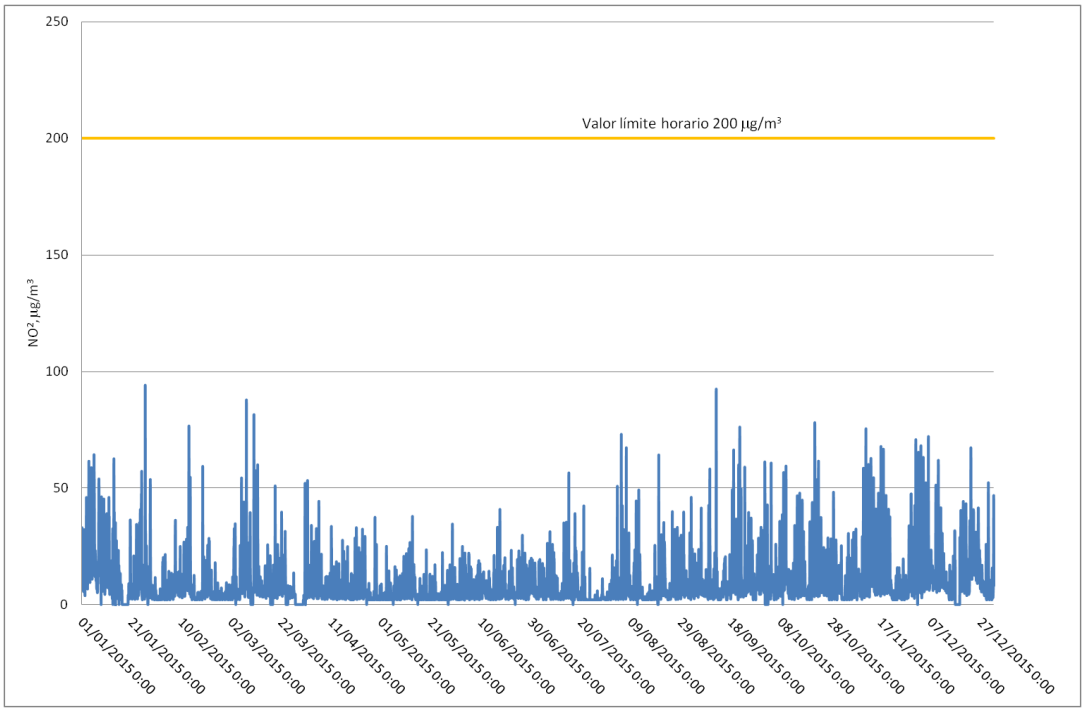


DIÓXIDO DE NITRÓGENO (NO_2)

Promedio mensuales sobre medias diarias

	En.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.	Año
NO_2, µg/m^3	14,27	6,66	9,22	6,34	4,94	6,65	5,65	7,25	9,65	10,42	12,07	15,51	9,05

Gráfico evolución medidas horarias concentración NO_2, mg/m^3 año 2015

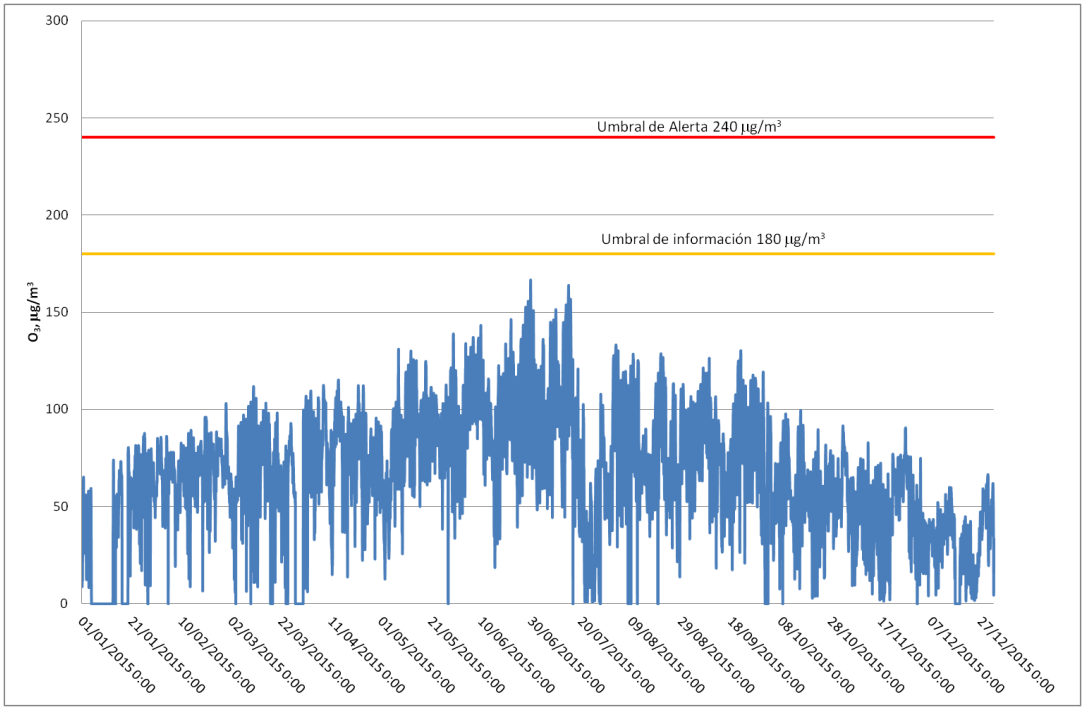


OZONO (O_3)

Promedio mensuales sobre medias diarias

	En.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.	Año
O_3, µg/m^3	55,3	68,0	67,7	76,8	84,6	100,1	77,8	81,7	79,3	55,3	48,1	34,5	69,10

Gráfico evolución medidas horarias concentración O_3, µg/m^3 año 2015

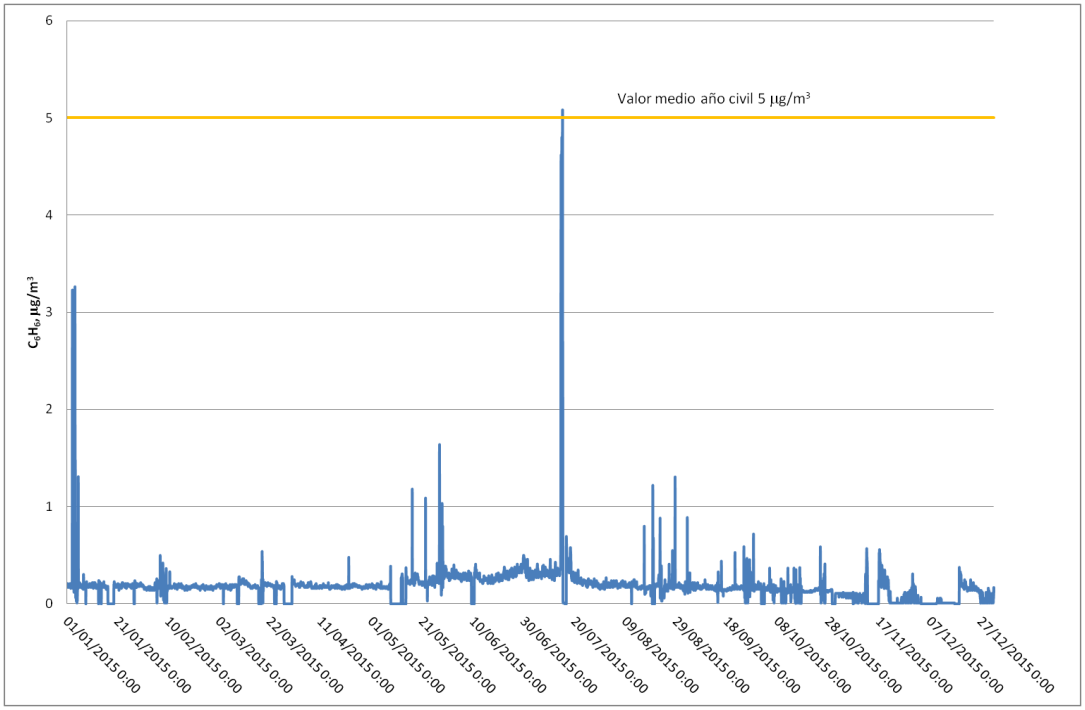


BENCENO (C_6H_6)

Promedio mensuales sobre medias diarias

	En.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.	Año
C_6H_6, µg/m^3	0,228	0,171	0,190	0,182	0,238	0,291	0,371	0,193	0,168	0,129	0,100	0,079	0,195

Gráfico evolución medidas horarias concentración C_6H_6, µg/m^3 año 2015



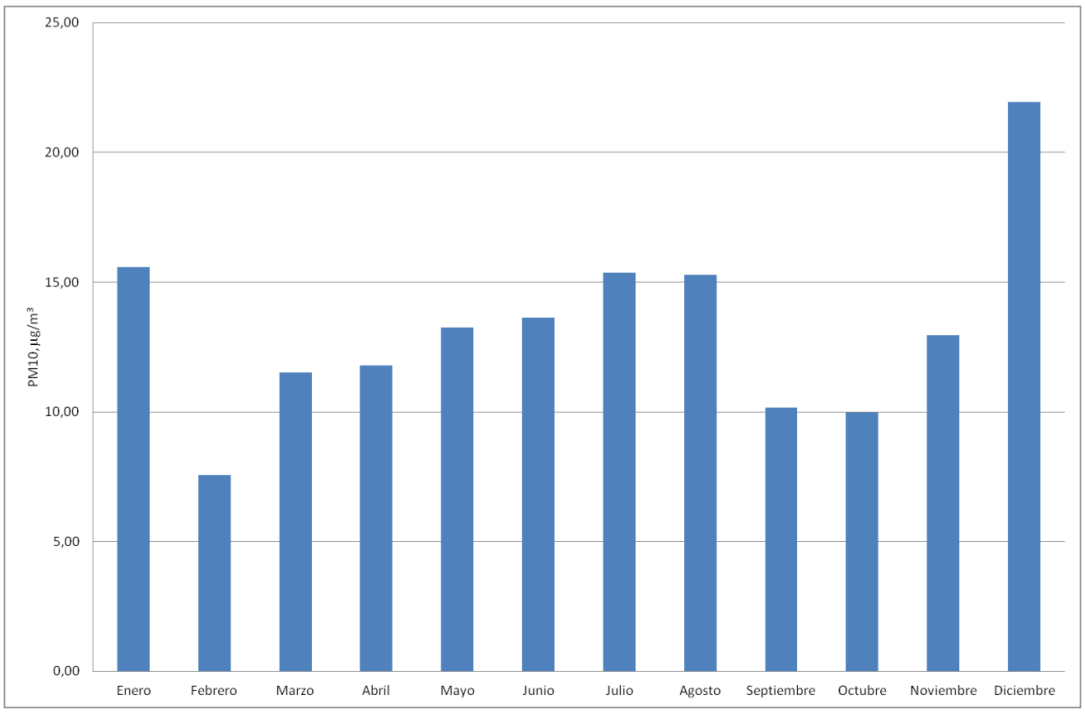
Nota: Véase que el valor límite para la protección de la salud para el benceno es de 5 µg/m^3 en media anual, por lo que la superación puntual de este valor no supone en ningún caso incumplimiento de la normativa.

PARTÍCULAS PM_{10}

Promedio mensuales sobre medias diarias

	En.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.	Año
PM_{10}, µg/m^3	15,58	7,55	11,50	11,80	13,25	13,62	15,35	15,28	10,16	9,96	12,95	21,93	13,24

Gráfico evolución medidas mensuales en base a la media diaria, concentración PM_{10}, µg/m^3 año 2015

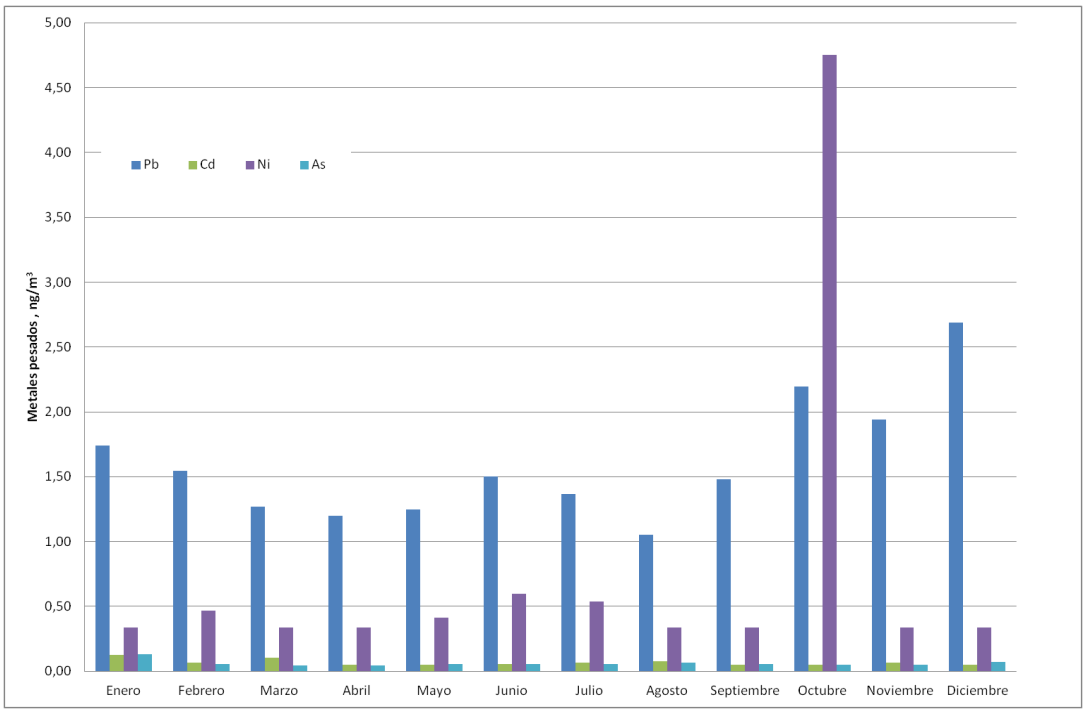


METALES PESADOS

Promedio mensuales sobre medias diarias

	En.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.	Año
Pb, ng/m^3	1,74	1,55	1,27	1,20	1,25	1,50	1,36	1,05	1,48	2,20	1,94	2,69	1,60
Cd, ng/m^3	0,126	0,064	0,107	0,050	0,050	0,058	0,064	0,075	0,050	0,050	0,064	0,050	0,067
Ni, ng/m^3	0,340	0,466	0,340	0,340	0,412	0,598	0,536	0,340	0,340	4,753	0,340	0,340	0,762
As, ng/m^3	0,134	0,056	0,045	0,047	0,058	0,053	0,056	0,068	0,055	0,048	0,050	0,072	0,062
B(a)P, ng/m^3	1,74	1,55	1,27	1,20	1,25	1,50	1,36	1,05	1,48	2,20	1,94	2,69	1,60

Gráfico evolución medidas mensuales en base a la media diaria, concentración metales pesados en ng/m^3 año 2015



Valor límite para el Pb: 500 ng/m^3 media anual

Valores objetivo en media anual: Cd: 5ng/m^3, Ni: 20 ng/m^3, As: 6 ng/m^3.

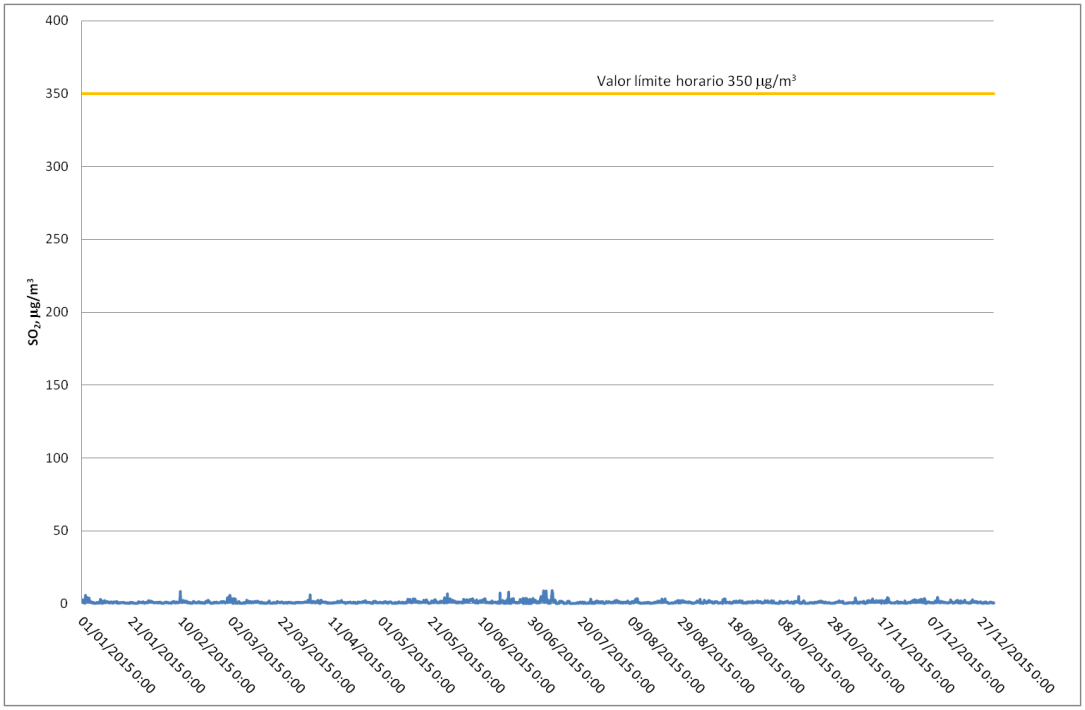
Zafra

DIÓXIDO DE AZUFRE (SO_2)

Promedio mensuales sobre medias diarias

	En.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.	Año
SO_2, µg/m^3	0,74	0,83	0,77	0,75	0,96	1,16	1,10	0,79	0,81	0,69	0,82	0,85	0,85

Gráfico evolución medidas horarias concentración SO_2, µg/m^3 año 2015

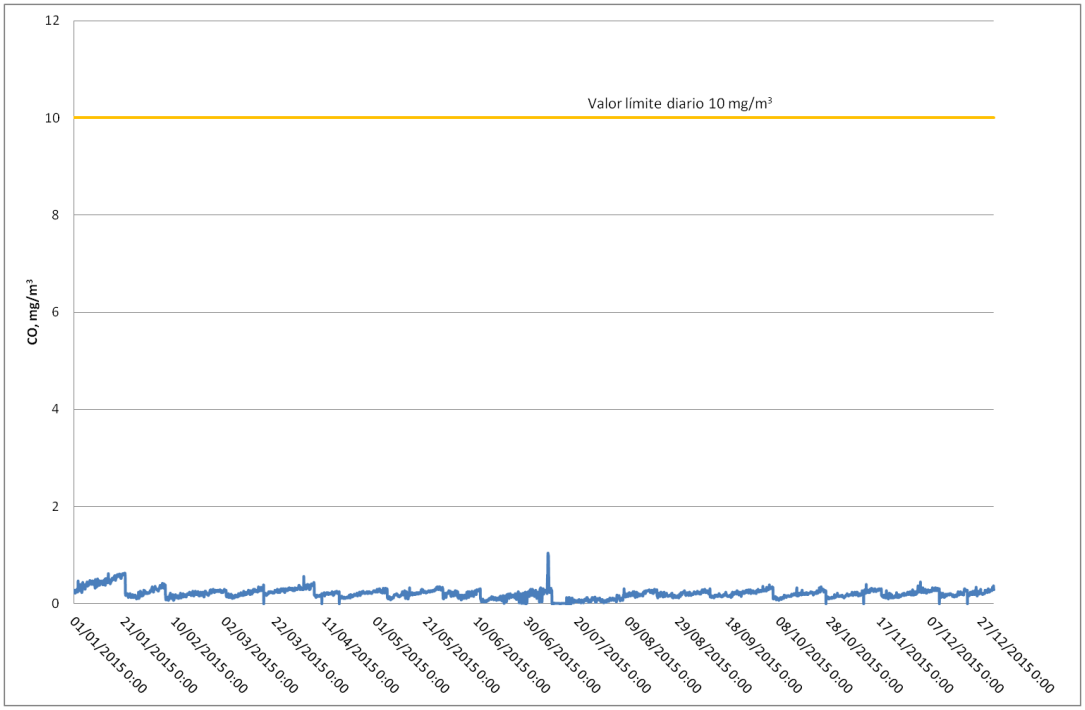


MONÓXIDO DE CARBONO (CO)

Promedio mensuales sobre medias diarias

	En.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.	Año
CO, mg/m^3	0,351	0,220	0,242	0,221	0,223	0,147	0,129	0,180	0,214	0,197	0,200	0,229	0,213

Gráfico evolución medidas horarias concentración CO, mg/m^3 año 2015

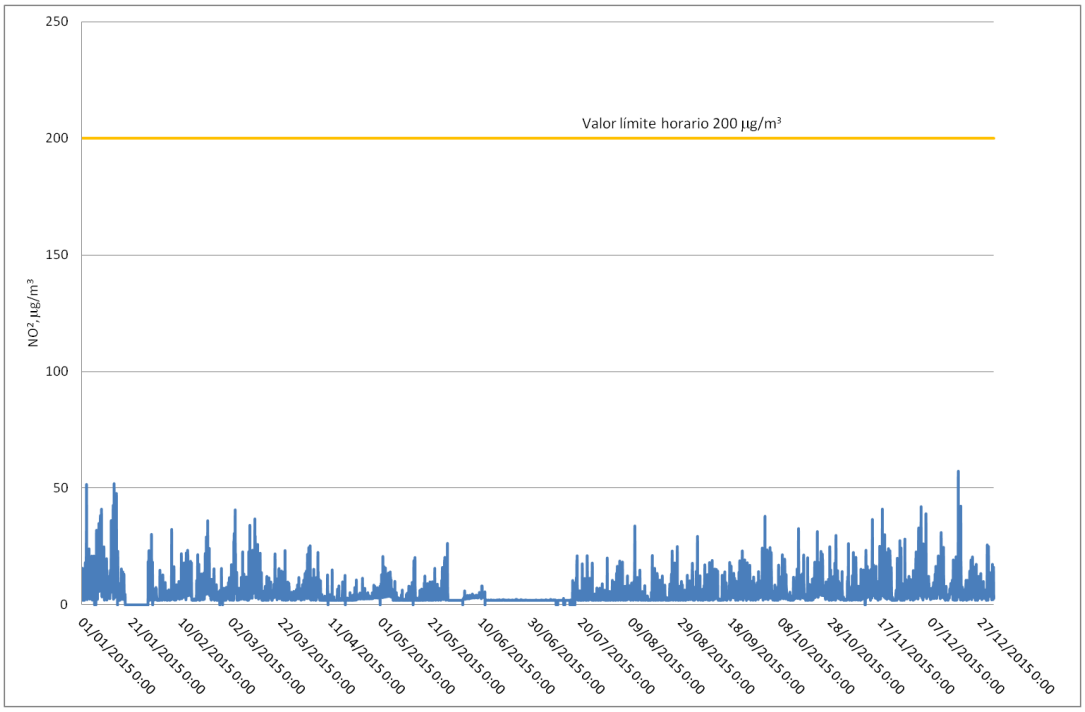


DIÓXIDO DE NITRÓGENO (NO_2)

Promedio mensuales sobre medias diarias

	En.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.	Año
NO_2, µg/m^3	9,20	5,53	6,10	3,68	3,70	2,48	2,96	4,31	5,73	6,26	6,32	6,93	5,27

Gráfico evolución medidas horarias concentración NO_2, mg/m^3 año 2015

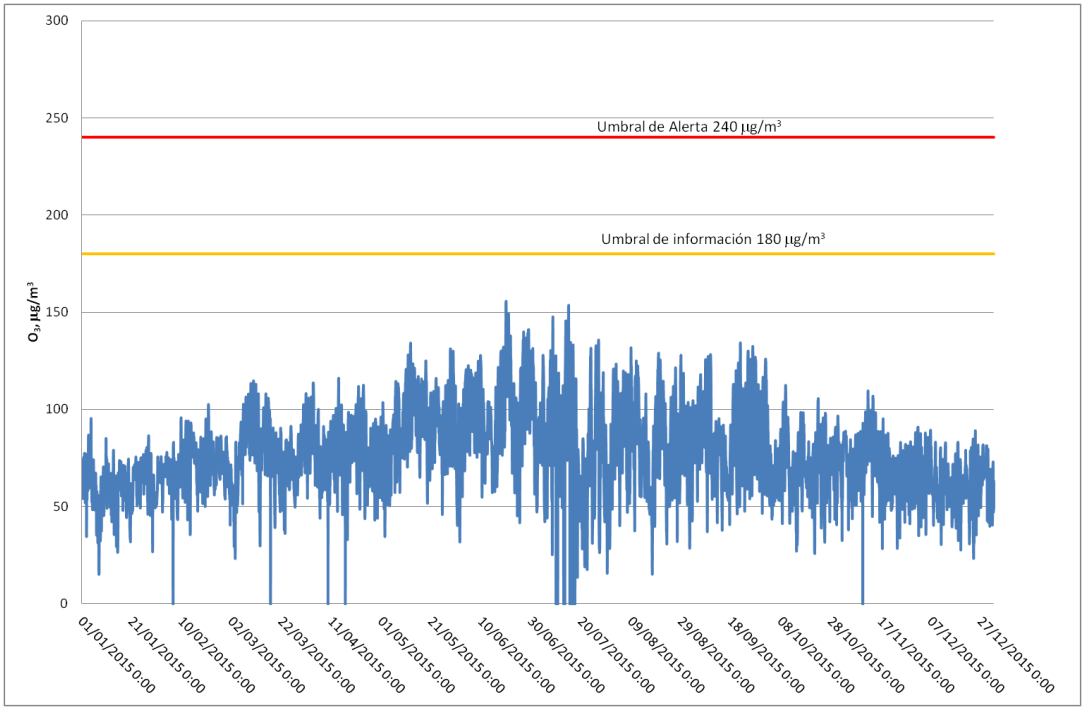


OZONO (O_3)

Promedio mensuales sobre medias diarias

	En.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.	Año
O_3, µg/m^3	60,0	70,6	76,0	78,9	91,9	101,3	78,5	84,0	86,3	71,0	70,0	61,8	77,5

Gráfico evolución medidas horarias concentración O_3, µg/m^3 año 2015

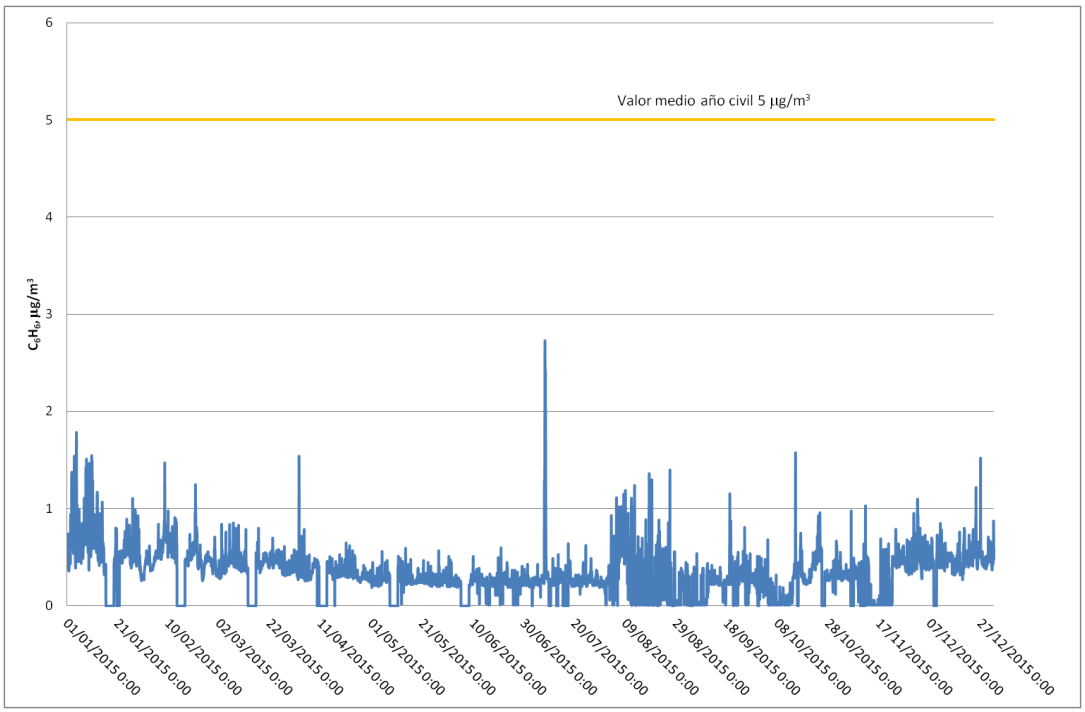


BENCENO (C_6H_6)

Promedio mensuales sobre medias diarias

	En.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.	Año
C_6H_6, µg/m^3	0,658	0,533	0,449	0,352	0,279	0,250	0,300	0,305	0,230	0,261	0,301	0,496	0,368

Gráfico evolución medidas horarias concentración C_6H_6, µg/m^3 año 2015

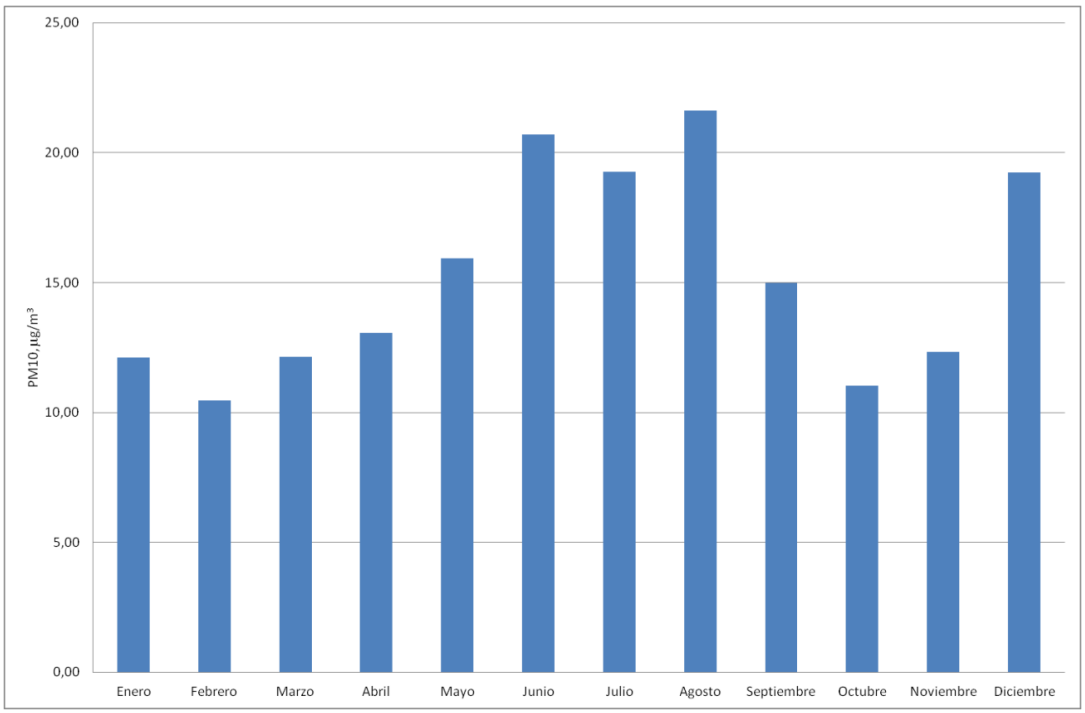


PARTÍCULAS PM_{10}

Promedio mensuales sobre medias diarias

	En.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.	Año
PM_{10}, µg/m³	12,10	10,47	12,13	13,06	15,93	20,69	19,27	21,61	15,00	11,04	12,32	19,22	15,24

Gráfico evolución medidas mensuales en base a la media diaria, concentración PM_{10}, µg/m³ año 2015

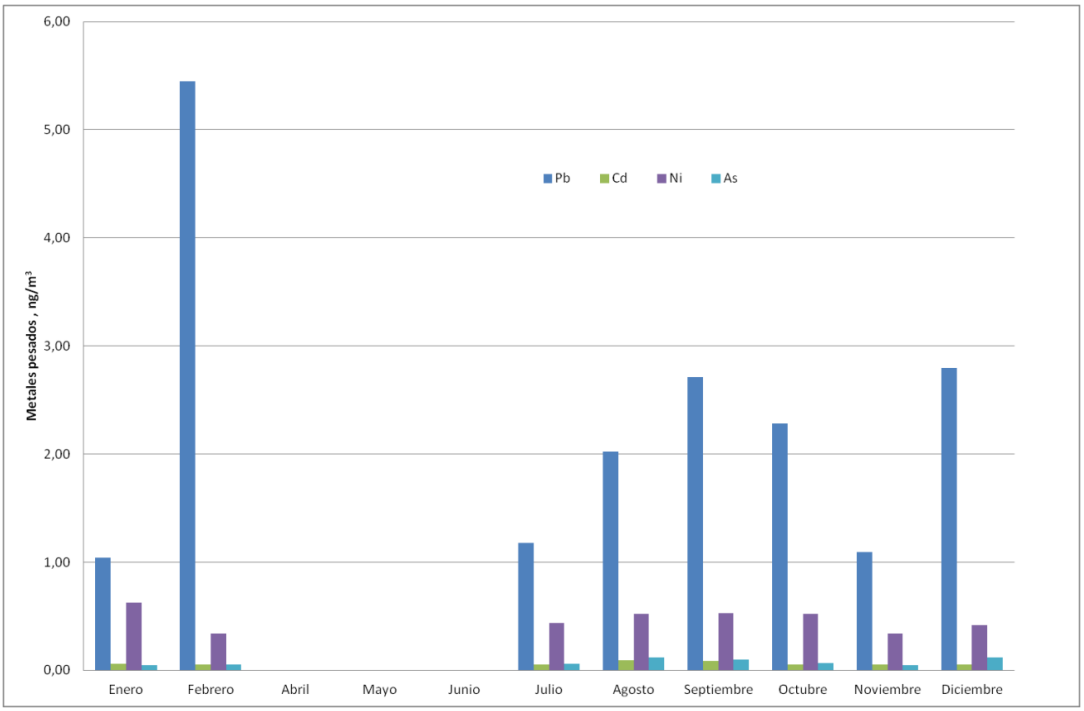


METALES PESADOS

Promedio mensuales sobre medias diarias

	En.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.	Año
Pb, ng/m^3	1,05	5,45					1,18	2,03	2,71	2,28	1,09	2,80	2,32
Cd, ng/m^3	0,062	0,053					0,053	0,095	0,089	0,053	0,053	0,053	0,064
Ni, ng/m^3	0,628	0,340					0,440	0,525	0,526	0,524	0,340	0,419	0,468
As, ng/m^3	0,048	0,053					0,061	0,120	0,100	0,064	0,046	0,116	0,076
B(a)P, ng/m^3	1,05	5,45					1,18	2,03	2,71	2,28	1,09	2,80	2,32

Gráfico evolución medidas mensuales en base a la media diaria, concentración metales pesados en ng/m^3 año 2015



Valor límite para el Pb: 500 ng/m^3 media anual

Valores objetivo en media anual: Cd: 5ng/m^3, Ni: 20 ng/m^3, As: 6 ng/m^3.

Medidas para la mejora de la calidad del aire

Medidas Horizontales

Mejora y mantenimiento de los equipos de medición de contaminantes

Como se ha expuesto anteriormente, la Red de Calidad del Aire de la Comunidad Autónoma de Extremadura dispone de todos los equipos necesarios para la correcta monitorización de gran cantidad de contaminantes atmosféricos. Por ello se considera imprescindible garantizar un correcto mantenimiento de dichos equipos, llevando además a cabo calibraciones periódicas que garantice la representatividad de las mediciones.

Asimismo se llevarán a cabo análisis periódicos de los datos obtenidos por los equipos de medición para determinar la necesidad de sustitución en caso de detectarse un funcionamiento anómalo o poco eficaz. En tal caso, se procederá a sustituir los equipos que no funcionen correctamente por otro equipo de iguales o mejores características.

Contaminantes a reducir: CO, SO_2, PM_{10}, $PM_{2,5}$, NO, NO_2, O_3, COVs, PAHs, metales pesados

Difusión del Plan de Mejora de Calidad del Aire de Extremadura

Si queremos que la lucha contra la contaminación atmosférica sea realmente eficaz es necesario la concienciación y movilización de toda la sociedad extremeña. Por ello es imprescindible que, en primer lugar, se difunda el presente documento, donde se recoge además de información general sobre la calidad del aire y los contaminantes atmosféricos, diversas actuaciones que se deben llevar a cabo y que son responsabilidad de los ciudadanos, especialmente en el ámbito del sector transportes.

Para favorecer la difusión de la información se llevarán a cabo las siguientes actuaciones:

- Distribución del documento a través de las webs: Extremambiente, Repica y el Observatorio Extremeño de Cambio Climático.
- Impartición de jornadas de difusión a través del aula móvil ECOBUS.

Contaminantes a reducir: CO, SO_2, PM_{10}, $PM_{2,5}$, NO, NO_2, O_3, COVs, PAHs, metales pesados

Formación ambiental de colectivos prioritarios

La sociedad tiene un papel importante para mejorar la calidad del aire de nuestra región, por ello conseguir un cambio de paradigma social en ciertos comportamientos es primordial si queremos conseguir resultados eficientes para mejorar la calidad del aire. En consecuencia, se llevará a cabo un análisis de los sectores que se consideren prioritarios en el ámbito de la contaminación atmosférica y se desarrollarán actividades de formación y difusión sobre buenas prácticas a entidades y/o personal de distintos colectivos prioritarios tales como:

- Administración local
- Profesorado
- Transportes
- Industria
- Agricultura

Contaminantes a reducir: CO, SO_2, PM_{10}, $PM_{2,5}$, NO, NO_2, O_3, COVs, PAHs, metales pesados

Fomentar el conocimiento en materia de contaminación atmosférica

Si bien podemos considerar que la contaminación atmosférica es un campo del conocimiento bien documentado y conocido con años de estudios y documentos científicos, es necesario seguir aumentando el conocimiento en la materia. En consecuencia, desde la Dirección General de Medio Ambiente se establecerán convenios periódicos con el Departamento de Química Analítica de la Facultad de Ciencias de la Universidad de Extremadura. Este departamento llevará a cabo diversos análisis de contaminantes y adicionalmente dispondrá de todos los datos de la red para llevar a cabo investigaciones en materia de contaminación atmosférica que concluyan con la publicación de artículos científicos y tesis, y consecuentemente un aumento en nuestra compresión sobre la Calidad del Aire.

Contaminantes a reducir: CO, SO_2, PM_{10}, $PM_{2,5}$, NO, NO_2, O_3, COVs, PAHs, metales pesados

Desarrollo de estudios para optimizar la vigilancia del ozono troposférico

En general podemos considerar que la calidad del aire en nuestra región es excelente ya que la mayoría de los contaminantes atmosféricos no llegan al umbral inferior de evaluación. Solo existe un contaminante que, en particular, presenta valores considerables, el ozono troposférico. Adicionalmente cabe destacar que el ozono troposférico es un contaminante secundario cuyos precursores principales son el materia particulado, los óxidos de nitrógeno y los compuestos orgánicos volátiles.

En consecuencia es imprescindible llevar a cabo una vigilancia exhaustiva tanto del contaminante objetivo como de los precursores del mismo. Para ello se llevará a cabo diversas acciones tales como:

- Mantenimiento preventivo de los analizadores que permitan maximizar la disponibilidad de los datos.
- Campañas, mediante unidades móviles, en zonas donde se quiera identificar una mayor concentración de ozono dado las características geográficas y atmosféricas de la zona.
- Información específica sobre el ozono: naturaleza, proceso de formación, prevención y efectos nocivos y como evitarlos, en las campañas de difusión del Plan de Mejora de Calidad del Aire en Extremadura

Contaminantes a reducir: PM_{10}, $PM_{2,5}$, NO, NO_2, O_3, COVs.

Difusión de los pronósticos de calidad de aire - CALIOPE

Llevar a cabo pronósticos en materia de calidad del aire es una labor de gran importancia puesto que permite alertar a la población, con horas o días de antelación, la posible existencia de fenómenos de contaminación y actuar en consecuencia, minimizando la exposición a niveles de contaminación nocivos.

Llevar a cabo pronósticos de los niveles de concentración de contaminantes atmosféricos requiere una modelización exhaustiva tanto de los puntos focales de emisión como de los parámetros meteorológicos. A su vez, este tratamiento masivo de datos requiere el uso de supercomputadores capaces de desarrollar todos los cálculos necesarios. Por ello se emplearán los pronósticos diarios publicados por el sistema CALIOPE (sistema de pronóstico de la CALIdad del aire Operacional Para España) a nivel nacional. El Sistema CALIOPE, desarrollado por el departamento de Ciencias de la Tierra del Barcelona Supercom-puting Center y financiado por el Ministerio de Agricultura y Pesca, Alimentación y Medio Ambiente, ofrece pronósticos diarios de calidad del aire para los siguientes contaminantes O_3, NO_2, CO, SO_2, PM_{10}, $PM_{2,5}$ y Benceno.

Con el objetivo de distribuir esta información entre la población, se publicarán los pronósticos diarios en el portal web de la Red de Calidad del Aire de la Comunidad Autónoma de Extremadura (REPICA).

Contaminantes a reducir: CO, SO_2, PM_{10}, $PM_{2,5}$, NO_2, O_3, COVs (Benceno).

Desarrollo de campañas de medición con unidades móviles

Para dar una mejor cobertura a la monitorización de la calidad del aire de la región la Dirección General de Medio Ambiente dispone de 2 unidades móviles con equipos de medición y registro de la información, que se encuentran en la actualidad completamente operativos. Este valioso recurso permite llevar a cabo campañas de medición concretas más allá de los datos obtenidos en las 6 estaciones fijas disponibles. Por ello, anualmente, se planificarán campañas de medición mediante estas unidades móviles que permitan ampliar el conocimiento relativo a la calidad del aire en zonas concretas de especial interés. Por ejemplo, se planificarán campañas:

- Zonas transfronterizas
- Zonas con alta concentración de ozono
- Zonas industriales

Contaminantes a reducir: CO, SO_2, PM_{10}, $PM_{2,5}$, NO, NO_2, O_3, COVs, PAHs, metales pesados

Fomento de instrumentos de fiscalidad verde

Encuadramos dentro de la fiscalidad verde aquellos instrumentos o estrategias fiscales que premian los comportamientos ecológicamente más favorables y, en mayor o menor medida, penalizan aquellas situaciones ambientalmente menos eficientes. La flexibilidad de este instrumento es muy adecuada a la hora de mejorar los comportamientos a nivel social, si bien es necesario que sea empleado con cautela para evitar una excesiva carga sobre los ciudadanos.

En el ámbito de la calidad del aire se propondrán el uso de herramientas tales como:

- Tasas de ITV más reducidas para vehículos que sean más eficientes ambientalmente y de mayor cuantía para aquellos que se demuestren menos eficientes.
- Impuestos de circulación más reducidos para vehículos ambientalmente más eficientes y más cuantiosos para los menos eficientes.
- Tasas de aparcamiento más reducidos para vehículos ambientalmente más eficientes y más cuantiosas para los menos eficientes.

Contaminantes a reducir: CO, SO_2, PM_{10}, $PM_{2,5}$, NO, NO_2, O_3, COVs, PAHs, metales pesados

Fomento de la prevención de incendios forestales

Los incendios forestales son sucesos que influyen muy negativamente en el ámbito ambiental. En primer lugar reducen el efecto sumideros de CO_2, por lo que supone un grave problema a nivel de lucha contra el cambio climático, y además son grandes emisores de contaminantes atmosféricos, entre los cuales cabe destacar material particulado, óxidos de nitrógeno, óxidos de azufre, monóxido de carbono y compuestos orgánicos volátiles. Por ello es necesario fomentar las distintas estrategias de prevención de incendios forestales que no solo suponen pérdidas a nivel ambiental, sino también a nivel económico y social.

Entre las actuaciones que se enmarcan dentro de la prevención de incendios forestales destacan:

- Desarrollo de planes de prevención
- Labores de mejora de la cubierta forestal
- Equipamiento de infraestructuras adecuadas
- Labores de vigilancia y extinción
- Campañas de información y concienciación ciudadana

Contaminantes a reducir: CO, SO_2, PM_{10}, $PM_{2,5}$, NO, NO_2, COVs.

Medidas Sectoriales

Transporte

Fomento del tráfico no motorizado

El sector transporte es uno de los sectores más influyentes en cuanto a la contribución a las emisiones a la atmósfera de diversos contaminantes, especialmente partículas en suspensión, óxidos de nitrógeno y COVs. Por este motivo es de suma importancia concienciar a la población de las ventajas para la salud y el medio ambiente que tiene una menor utilización del vehículo propio, y un aumento en el uso de medios de transporte limpios como la bicicleta o pasear.

Se pretende potenciar el uso de la bicicleta, bicicleta eléctrica y los desplazamientos a pie, con el fin de impulsar el uso de modos de transportes menos contaminantes alternativos a los vehículos a motor. Un factor importante de éxito de estos modos de transporte radica en el cambio que representa la cultura de movilidad actualmente implantada, basada en la utilización del vehículo privado en los desplazamientos habituales y el transporte público como alternativa.

Esta medida consiste en concienciar a la población de la importancia de seguir un plan de movilidad sostenible para lograr la disminución de las emisiones de gases contaminantes provocadas por el tráfico especialmente en las aglomeraciones urbanas.

Se potenciará especialmente esta medida en los centros de las ciudades, donde se primará al peatón por encima de cualquier tipo de medio de transporte que emplee combustibles fósiles. Este aspecto permitirá reducir ostensiblemente las emisiones de contaminantes atmosféricos en los centros urbanos y además reducirá la congestión del tráfico, beneficio que también repercute a nivel económico y social además de a nivel ambiental.

Contaminantes a reducir: NO_x, COVs, PM_{10}, SO_2, CO, CO_2, CH_4, Metales pesados

Fomento del transporte público

Es necesario fomentar la articulación de un transporte sostenible que organice el movimiento de todas las personas dentro de la Comunidad Autónoma y que aporte una mejora de la accesibilidad, la comodidad y la agilidad de todos los desplazamientos.

La distribución de la población en la región se caracteriza por la concentración de un 62,85% del total en la provincia de Badajoz y de un 37,15% en la provincia de Cáceres. Ambas provincias tiene núcleos perfectamente diferenciados de mayor afluencia de población, que en el caso de la provincia de Badajoz alcanza el 44,69% de la población y del 39,49% en Cáceres. Dado el dinamismo demográfico de estos núcleos, y por presentar los municipios de su área de influencia crecimientos importantes, el fomento del servicio público de transporte mejorará la

movilidad de origen y/o destino. A su vez, esta iniciativa de mejora de calidad de vida y de respeto al medio ambiente, contribuirá a la sostenibilidad de nuestros municipios ya que su puesta en marcha conllevará una importante reducción en los costes energéticos y de contaminación.

Mediante la medida se pretende no solo que se mejore la calidad del servicio de transporte urbano, sino que además se amplíen las coberturas de las líneas de bus para poder incrementar el número de personas a los que prestan servicio y optimizando la frecuencia, todo ello unido a beneficios económicos en la adquisición del acceso a los mismos

Contaminantes a reducir: NO_x, COVs, O_3, PM $_{10}$, SO_2, CO, CO_2, CH_4, metales pesados

Promoción del uso del vehículo compartido

La movilidad al trabajo también aumenta los consumos energéticos y la correspondiente emisión de gases de efecto invernadero, los niveles de contaminación atmosférica y acústica, y supone importantes pérdidas económicas en forma de congestión circulatoria, absentismo laboral e impuntualidad.

Teniendo en cuenta que la movilidad realizada por causas laborales constituye uno de los principales motivos de desplazamiento, y que es en este sentido cuando más uso se hace del coche privado de manera individual, es evidente que es un objetivo esencial alcanzar un cambio modal de los desplazamientos hacia el modelo que promueve una movilidad más sostenible y segura de los desplazamientos.

La medida pretende fomentar el uso de vehículos compartidos en los desplazamientos habituales asociados a los trabajos y estudios, mediante empresas de promoción y estableciendo un marco de colaboración entre los agentes implicados que sea propicio para impulsar la extensión de este tipo de ofertas de movilidad.

Contaminantes a reducir: NOx, COVs, O_3, PM $_{10}$, PM $_{2,5}$, SO_x, CO, CO_2, CH_4 y metales pesados

Promoción y aumento de las infraestructuras de recarga eléctrica

El ahorro en combustible y en emisiones de dióxido de carbono (CO_2) son las principales ventajas de los coches eléctricos. Sin embargo, presentan inconvenientes por el elevado coste de estos vehículos o la escasa implantación de puntos de recarga. A pesar de las ayudas, los vehículos eléctricos son mucho más caros que los modelos convencionales.

Lo que se propone con esta medida es fomentar e impulsar la implantación de estos puntos de recarga para facilitar la adquisición y el uso de coches eléctricos. Esta medida también está relacionada con la medida de marco ejemplarizante institucional sobre la incorporación de vehículos limpios a la flota de vehículos de la Administración Autonómica. El impulso de los puntos de recarga de coches eléctricos genera un aumento de suministros que conllevan la reducción de emisiones de múltiples contaminantes, tales como partículas, precursores de

ozono y gases de efecto invernadero en el medio urbano.

Contaminantes a reducir: NOx, COVs, O_3, PM $_{10}$, PM $_{2,5}$, SO_x, CO, CO_2, CH_4 y metales pesados

Promoción y aumento de los puntos de suministro de combustible de bajas emisiones

Le medida va en consonancia con las directrices marcadas por la *Directiva 2014/94/UE relativa a la implantación de una infraestructura para los combustibles*. Esta directiva tiene por objeto establecer un marco común de medidas para la implantación de una infraestructura para los combustibles alternativos en la Unión Europea a fin de minimizar la dependencia de los transportes respecto del petróleo y mitigar el impacto medioambiental. Establece requisitos mínimos para la creación de una infraestructura para los combustibles alternativos, que se habrán de aplicar mediante los Marcos de Acción Nacionales de los Estados miembros, y mediante las especificaciones técnicas comunes sobre los puntos de recarga y de repostaje.

Para ello es necesario que las Administraciones regionales adquieran compromisos con empresas distribuidoras (gasolineras) e incluso estableciendo puntos de recarga de combustibles alternativos (GNL, biodiesel, etanol) accesibles no solo en las vías públicas sino también en aquellos edificios de alta afluencia de público al mismo.

Contaminantes a reducir: NOx, COVs, O_3, PM $_{10}$, PM $_{2,5}$, SO_x, CO, CO_2, CH_4 y metales pesados

Renovación del parque de vehículos de la administración bajo criterios ambientales

Con la ejecución de esta medida se pretende renovar progresivamente el parque de vehículos de la Administración Pública bajo criterios ambientales que impliquen menores emisiones contaminantes a la atmósfera. Las flotas afectadas en la medida incluyen los vehículos adscritos a diferentes consejerías de la Comunidad así como las que pertenecen a las flotas municipales. En su mayoría se trata de vehículos turismo, furgonetas ligeras y todoterrenos empleados en diferentes servicios.

Fundamentalmente consiste en llevar a cabo la sustitución gradual de vehículos pertenecientes a flotas públicas por modelos que utilicen combustibles o tecnologías menos contaminantes o incorporen tecnologías de reducción de emisiones.

Para ello es necesario que sean las propias instituciones las que incluyan en los pliegos de condiciones relativos a la adquisición del vehículos, clausulas o bonificaciones que permitan favorecer la contratación de empresas que cuenten con vehículos más sostenibles y permitan la adquisición de los vehículos bajo estos criterios ambientales.

Contaminantes a reducir: NOx, COVs, O_3, PM $_{10}$, PM $_{2,5}$, SO_x, CO, CO_2, CH_4 y metales pesados

Estudio estadístico de la información sobre las emisiones medidas en las revisiones técnicas de vehículos

El sector del transporte está considerado como uno de los principales causantes de la contaminación atmosférica como consecuencia de las emisiones asociadas al mismo. Por este motivo, se considera necesario promover que se lleve a cabo el buen uso del manual de procedimiento de las inspecciones, mediante el cual se realicen revisiones más rigurosas y exhaustivas de los vehículos en la que se preste una mayor atención a las emisiones de los contaminantes atmosféricos, así como la posibilidad de aumentar los contaminantes objeto de estudio y que contribuyen a la contaminación atmosférica.

Esta medida permite desarrollar estudios derivado de la información recogida en las revisiones técnicas realizadas a los vehículos, que servirán de base para poder concienciar de la importancia de la reducción de las emisiones de gases contaminantes procedentes de los vehículos, la importancia de llevar a cabo un mantenimiento adecuado del vehículos y proporcionar opciones existentes para llevar a cabo la reducción efectiva de las emisiones en este sector.

Contaminantes a reducir: NOx, PM_{10}, CO.

Fomento del sistema fiscal de aparcamientos en las zonas centro de las grandes ciudades y de aparcamientos con ventajas fiscales para vehículos de bajas o nulas emisiones.

La medida busca disminuir las emisiones asociadas al tráfico urbano, mediante la ampliación de la zona azul o ampliar el número de plazas de aparcamientos periféricos que permiten disuadir del acceso a los núcleos urbanos en vehículos privados convencionales. Para ello es necesario dotar de la infraestructura suficiente, así como crear y conciencias de la existencia de aparcamientos asignados a vehículos menos contaminantes o de nulas emisiones.

Una acción a seguir dentro de la medida estaría encaminada a establecer aparcamientos disuasorios en estaciones de autobuses o de trenes, paradas de autobuses…etc. A efectos de premiar a los usuarios que han optado por hacer uso de vehículos limpios, es necesario reservar un número de plazas de aparcamientos en zonas de restricción de acceso a las ciudades.

Adicionalmente, esta medida sirve para propiciar un cambio en el modo de transporte de forma que conlleve un aumento del uso del transporte público, fomento del vehículo eléctrico de la bicicleta y de ir andando hacia los centros de las grandes ciudades.

Contaminantes a reducir: NO_x, COVs, PM_{10}, $PM_{2,5}$, SO_x, CO, CO_2, CH_4 y metales pesados

Optimización de los procesos de carga y descarga en los núcleos de población

La medida pretende regularizar las acciones de carga y descarga de mercancías en centros

de ciudades, de modo que puedan realizarse en lugares habilitados para tal fin, es importante que se gestione una regularización de los horarios de carga y descarga en las zonas centro de las ciudades, realizar estudios diversos para la mejora de la movilidad en la distribución de mercancías. Esta medida parte de la premisa de que lo conveniente es que los vehículos destinados al reparto de la mercancía sean menos contaminantes.

Resulta interesante que se haga una revisión de las ordenanzas municipales o la ejecución de estudios de optimización de carga y descarga de mercancías en los grandes núcleos de población, con aras a favorecer que se disminuyan las emisiones procedentes de estas acciones.

Contaminantes a reducir: NO_x, COVs, PM_{10}, $PM_{2,5}$, SO_x, CO, CO_2, CH_4 y metales pesados

Planes de movilidad para trabajadores

Los planes de movilidad son una medida clave para la reducción de emisiones en el sector del transporte. Resultan un instrumento eficaz para la gestión del tráfico que como hemos visto es un problema que hay que combatir por las grandes emisiones de contaminantes atmosféricos que lleva asociada.

Los principales puntos en los que debe basarse un plan de movilidad para trabajadores pasan por:

- Llevar a cabo políticas que permitan reducir el transporte privado y fomentar el transporte público o del vehículo compartido hacia los grandes centros de trabajo.

- Reducir los desplazamientos motorizados y aumentar los desplazamientos a pie o en bicicleta

- Realizar estudios de los centros de trabajo y analizar su relación con los problemas de tráfico ocasionados y con zonas con problemas de calidad del aire

- Optimizar los desplazamientos motorizados en caso de que no sea posible evitarse.

La medida por tanto pretende reducir las emisiones derivadas de la movilidad obligada, estableciendo para ello acciones concretas que permitan mejorar los desplazamientos a los centros de trabajo. Asimismo, y en consonancia con las medidas que se han explicado anteriormente, es necesario dotar a los centros de trabajo con infraestructuras adecuadas de recarga, para el caso de vehículos eléctricos, o incluso reservas plazas de aparcamientos más favorables para las personas que hagan uso de vehículos menos contaminantes o hagan uso de vehículos compartidos.

Contaminantes a reducir: NO_x, COVs, PM_{10}, $PM_{2,5}$, SO_x, CO, CO_2, CH_4 y metales pesados

Impartición de cursos de conducción eficiente

La medida está encaminada a fomentar la conducción eficiente que permita cambiar el estilo de conducción de la población extremeña con la finalidad de poder conseguir que se reduzcan las emisiones de gases contaminantes a la atmósfera derivadas del tráfico rodado. Mediante los cursos debe quedar expuesto con claridad tanto los beneficios medioambientales como económicos que las técnicas de conducción eficiente reportan.

Los cursos pueden ir dirigidos tanto a la población general como a los profesionales del sector del transporte (taxistas, conductores de autobús, camioneros, etc.)

Los cursos deben ser impartidos por profesionales del sector que posean conocimientos acreditados de conducción eficiente, y en los mismos deberán utilizarse diferentes tipos de vehículos con combustibles alternativos con la finalidad de poder establecer una comparativa de las emisiones de unos vehículos convencionales frente a los vehículos más limpios (eléctricos, híbridos, gas natural, etc.).

Contaminantes a reducir: NO_x, COVs, PM_{10}, $PM_{2,5}$, SO_x, CO, CO_2, CH_4 y metales pesados

Disminución de las emisiones de COVs en los procesos de repostaje

Para lograr la disminución de emisiones contaminantes, en particular de compuestos orgánicos volátiles (COVs), es necesario implantar medidas a corto, medio y largo plazo, encaminadas a una reducción paulatina de dichas emisiones contaminantes, teniendo siempre en cuenta su viabilidad y su efectividad. Resulta de sumo interés actuar limitando las emisiones de los COV, precursores de la contaminación por Ozono troposférico, estableciendo mecanismos para la recuperación de estos compuestos en el proceso de suministro de gasolina a los vehículos.

El ozono troposférico se forma debido a una reacción fotoquímica en la que intervienen NO_x, COVs y la acción de la luz solar. Esta medida está orientada a sensibilizar a la población e informar para que realicen repostajes en horas de baja insolación, ya que dicha acción favorece que disminuya la cantidad de ozono troposférico que se forma por reacciones fotoquímicas con compuestos orgánicos volátiles.

Esta acción podría llevarse a cabo mediante la creación de cuñas publicitarias en la radio y paneles informativos tanto en las instalaciones de repostaje como fuera de ellas.

Contaminantes a reducir: COVs, O_3.

Agrícola

Fomento de la lucha contra la quema de residuos de origen agrícola

La quema de residuos agrícolas en campo abierto es una práctica agraria común que genera emisión de gases contaminantes a la atmósfera. No obstante, durante los últimos años, se ha desarrollado un conjunto de normativas y reglamentaciones referidas a esta actividad, rechazándola y prohibiéndola en muchos casos. Su supresión no sólo se justifica por tratarse de una práctica que genera emisiones de contaminantes atmosféricos, sino porque además presenta otros perjuicios para el medio ambiente, como la pérdida de fertilidad del suelo, desertización o incremento del riesgo de incendios.

En Extremadura la quema se regula de conformidad con lo dispuesto en los *Artículos 22 y 23 de la Ley 5/2004, de 24 de junio, de Prevención y Lucha contra los Incendios Forestales en Extremadura*.

Para conseguir la reducción de la quema de residuos agrarios es necesario tomar medidas para su prevención adicionales a las dirigidas a la concienciación de las personas implicadas, proporcionando alternativas a los implicados sobre el destino que pueden darle a estos residuos.

Las acciones alternativas a la quema libre de residuos agrícolas pueden ir orientadas desde la reutilización como enmienda orgánica y cubierta protectora del suelo o la valorización mediante la utilización del uso de calderas de biomasa, entre otras, siempre y cuando sean opciones viables tanto técnicas como económicamente.

Es necesario crear conciencia en las personas para que se ciñan a aquellos casos que estén justificados bajo un estudio fitosanitario llevado a cabo por profesionales del sector en caso de epidemias o plagas en cultivos que de otro modo no pueden ser eliminados.

Contaminantes a reducir: O_3, NO_2, PM_{10}, $PM_{2,5}$, SO_x, NO_x, metales pesados y B(a)P,

Fomento de la optimización de aporte de fertilizantes nitrogenados

El uso de fertilizantes nitrogenados en agricultura es una práctica habitual dado que las plantas necesitan nitrógeno para su crecimiento. Las prácticas agrícolas continuadas producen que se vaya agotando como fuente natural en el suelo, por lo que es necesario suministrarlo de forma artificial acompañado de grandes aportes de agua.

El problema surge debido a que las plantas solo absorben una parte del aporte del nitrógeno que se le proporciona, evaporándose el resto a la atmósfera y filtrándose a través del suelo en el agua del riego y acaba llegando a los acuíferos y a los ríos contaminándolos y además produciendo la emisión de diversos contaminantes atmosféricos derivados como el óxido nitroso (N_2O) o el amoniaco (NH_3).

La importancia de las emisiones depende de la cantidad de nitrógeno aplicado, del tipo de fertilizantes, tipo de cultivo y de la temperatura.

Por este motivo es muy importante llevar a cabo una correcta gestión de los abonos nitrogenados, ya que de otro modo pueden ocasionar un problema difícilmente controlable. Es necesario que las cantidades aplicadas se ajusten a las necesidades reales de cada cultivo evitando siempre los excesos. Asimismo se aconseja el uso de abonos orgánicos ya que liberan el nitrógeno de forma más lenta por lo que las pérdidas son menores.

Otra cuestión importante a tener en cuenta es el secuestro de carbono que se origina como consecuencia del contenido de carbono en el suelo que unido a la presencia de la materia orgánica, que ocasiona que sea tres veces superior al de las plantas y el doble que el de la atmósfera. Por lo tanto podemos decir que el suelo actúa como almacén natural del carbono.

Debido a ello se recomienda la práctica de la agricultura de conservación o ecológica, basadas en el uso de abonos orgánicos que permiten un mayor secuestro de carbono en el suelo.

Asimismo la medida debe llevar asociada la acción que permita promover la vigilancia y control de las zonas vulnerables a la contaminación por nitratos tal y como establece el *Real Decreto 261/1996, de 16 de febrero*.

Por *Orden de 7 de marzo de 2003* se declaran zonas vulnerables a la contaminación por nitratos en la Comunidad Autónoma de Extremadura, las superficies de la Vegas Bajas pertenecientes a las Zonas Regables de Montijo y Lobón, así como los sectores de riego V-I,V-II,V-III,VII,VIII y IX-X de la Zona Regable del canal del Zújar.

Por *Órdenes de 9 de marzo de 2009 y 6 de agosto de 2009* se aprueba el Programa de Actuación aplicable en las zonas vulnerables a contaminación por nitratos procedentes de fuentes agrarias en Extremadura.

Contaminantes a reducir: NH_3, CO_2, CH_4

Fomento de las explotaciones ecológicas

La medida persigue conseguir que se reduzcan las emisiones a la atmósfera procedentes del sector agrario por la conversión de las explotaciones convencionales a otras enmarcadas en las condicionalidades de producción dentro del marco de la agricultura ecológica.

En la actualidad, existen numerosas ayudas procedentes del Fondo Europeo Agrícola de Desarrollo Rural (FEADER) que establece las normas generales que regulan las ayudas comunitarias al desarrollo rural, concediendo tanto ayudas a la agricultura y a la ganadería ecológicas. La finalidad de estas ayudas es para fomentar el paso de la agricultura y ganadería tradicional a sistemas de explotación considerados ecológicos bajo los estándares de producción ecológica.

Asimismo a través del Comité de Agricultura Ecológica de Extremadura, creado como órgano colegiado de consulta, participación, asesoramiento, propuesta y promoción, en materia de producción, elaboración, comercialización e importación, de productos ecológicos, adscrito a la Dirección General de Explotaciones Agrarias y Calidad Alimentaria de la Consejería de Agricultura y Desarrollo Rural, se fomentará la implantación de explotaciones de producción ecológica formando a los titulares de las instalaciones en materia de buena practicas agroambientales ecológicas de modo que puedan se implantadas.

Contaminantes a reducir: NH_3, PM_{10}, $PM_{2,5}$, NO_2

Construcción, edificación y sector terciario

Fomento de combustibles de bajas emisiones en sector residencial y terciario

Esta medida está orientada a reducir las emisiones procedentes del consumo energético en el sector residencial como consecuencia del uso de combustibles convencionales o tecnologías poco eficientes. Es necesario generar la necesidad de llevar a cabo un cambio en las pautas modales hasta ahora establecidas, mediante la promoción de tecnologías y combustibles limpios, y sobre todo establecer un programa gradual de renovación del parque de calderas de la región, bajo criterios sostenibles y eficientes, que contribuirá de forma notable a la mejora de la calidad del aire y a la reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero.

Los principales contaminantes que se emiten a la atmósfera desde el sector residencial son emisiones de CO_2, SOx y NO_x, fundamentalmente.

Es fundamental dentro de la medida que se lleve a cabo una ampliación de la red de distribución de gas natural, el combustible convencional que produce menos contaminantes atmosféricos, de forma que sea capaz de abarcar un mayor radio de población, lo cual favorecería que un mayor número de personas pudieran llevar a cabo el cambio de combustible.

En edificios de nueva construcción, siempre que las infraestructuras existentes lo permitan, es necesario que se propicie el uso de fuentes de energías renovables como energía solar (termosolar para agua caliente sanitaria), frente a los combustibles convencionales.

Asimismo ya existe en la región ayudas por parte de la Administración regional que permiten incentivar el uso de combustibles menos contaminantes en el sector residencial, como es el caso de la línea específica para sustitución de calderas por unidades de gas natural.

Contaminantes a reducir: NO_x, CO_2, CO, SO_2, PM_{10}, $PM_{2,5}$

Fomento de la eficiencia energética en el sector residencial y terciario

La aplicación de la medida debe enfocarse desde diferentes ámbitos de aplicación, ya que es de carácter muy abierto abarcando acciones como renovación de elementos constructivos y de la edificación, por otros que sean más eficientes térmica y energéticamente, supervisión de que se cumplen los requisitos establecidos en materia de eficiencia energética, implantación de sistemas de ahorro energético en iluminación exterior o la elaboración de un Plan de ahorro y eficiencia energética en los edificios de la Comunidad Autónoma.

Para fomentar la implantación de la eficiencia energética es necesario establecer un marco de ayudas a la rehabilitación de elementos constructivos de la edificación, de modo que se reduzca de forma directa las emisiones de contaminantes a la atmósfera y de gases de efecto invernadero en la generación de la electricidad. Las ayudas irán destinadas a la sustitución de

ventanas para mejorar los cerramientos y minimizar pérdidas térmicas, aislamiento de fachadas, modernización de las instalaciones eléctricas o incluso instalación de detectores de presencia que permita optimizar el consumo eléctrico.

Estas actuaciones orientadas a la consecución de una mayor eficiencia energética deben ser revisadas para comprobar que se cumplen los estándares mínimos de eficiencia y ambientales exigibles a las instalaciones que se han visto beneficiadas por las líneas de ayudas establecidas a tal fin.

La iluminación juega un rol fundamental en el desarrollo e implantación de la eficiencia energética, por lo que es necesario que, en aras de conseguir el propósito marcado en la medida, se promueva la sustitución de las luminarias actuales por elementos más eficientes o con diseños específicos y mediante la optimización del uso de las mismas. Asimismo, es necesario que se difundan buenas prácticas en esta materia y de las mejores tecnologías disponibles; establecer un marco regulatorio de la iluminación de los espacio y de los edificios públicos, racionalizando la potencia y los horarios del alumbrado público.

Finalmente se propone que se lleve a cabo un Plan de Ahorro y Eficiencia Energética en los edificios de la Comunidad Autónoma, comenzando por identificar los edificios de la comunidad sobre los que se van a realizar las auditorias energéticas, y en función de los resultados obtenidos en la auditoria llevar a cabo la aplicación de las medidas que de la auditoria se deriven, como pueden ser las mencionadas en los párrafos anteriores ya que todas las actuaciones descritas en la medida se complementan.

Contaminantes a reducir: NO_x, CO_2, CO, SO_2, PM_{10}, $PM_{2,5}$

Fomento de la certificación energética de los edificios

De forma complementaria a la medida anterior, es conveniente que se lleve a cabo el desarrollo e implantación de un plan de certificación energética de los edificios, no solo públicos de la comunidad, conforme a:

- Directiva 2010/31/UE del parlamento europeo y del consejo de 19 de mayo de 2010 relativa a la eficiencia energética de los edificios

- Real Decreto 235/2013, de 5 de abril, por el que se aprueba el procedimiento básico para la certificación de la eficiencia energética de los edificios

Esta regulación es una herramienta muy potente a la hora de diagnosticar las emisiones del parque de edificios de la región, por lo que se fomentará la inclusión de certificados en el registro autonómico.

Contaminantes a reducir: NO_x, CO_2, CO, SO_2, COVs.

Desarrollo de proyectos en el ámbito de las "smarts grids"

En línea con las medidas anteriores ya explicadas es necesario conocer que los consumos innecesarios implican mayores pérdidas energéticas que contribuyen a la ineficiencia de los sistemas de suministros y el uso de la energía en su conjunto. Por lo tanto, para poder optimizar y reducir los consumos energéticos, es necesario que todos los usuarios conozcan el coste real de la energía y cuáles son los sistemas utilizados habitualmente que tienen mayores pérdidas.

Es conveniente implementar o fomentar el desarrollo de sistemas inteligentes de medición y reporte de los consumos, ya que permite poder mejorar el conocimiento de los consumos energéticos, estableciendo actuaciones de optimización de esos consumos.

Para desarrollar la medida es necesario la colaboración con las empresas energéticas y colectivos de usuarios para disponer en tiempo real de los consumos en aras de gestionar mejor la demanda y propiciar ahorro energético, que adicionalmente de modo indirecto se verá reflejado en la factura eléctrica de los usuarios.

Contaminantes a reducir: NO_x, CO_2, CO, SO_2, COVs.

Sector industrial

Control de emisiones de contaminantes atmosféricos de las industrias de gran tamaño

El sector industrial es uno de los sectores que conllevan un mayor número de emisiones de contaminantes a la atmosfera. En el caso de las industrias pequeñas el control pormenorizado de dichas emisiones puede suponer un problema técnico, puesto que se requiere de una importante inversión en equipos de medición y la cantidad absoluta de emisiones monitorizadas es reducida. Por el contrario, sí que es viable la instalación de estos equipos de control, verificación y monitorización en las grandes industrias, estando además gran parte de ellas afectadas por reglamentación Prevención y Control Integrado de la Contaminación (IPPC) y/o reglamentación de Régimen de Comercio de Derechos de Emisión (RCDE), y por lo tanto se están llevando a cabo un control de las emisiones a la atmósfera.

Esta medida se llevará a cabo de distintas formas:

- Análisis de las emisiones de industrias de gran tamaño existentes que reporten sobre las mismas por requerimiento legal.
- Exigencia de implantación de sistemas de control, verificación y monitorización de emisiones en nuevas industrias de gran tamaño y modificaciones sustanciales de las existentes.
- Análisis comparativo entre las emisiones de las industrias consideradas, haciendo especial énfasis en aquellas del mismo sector.

Contaminantes a reducir: CO, SO_2, PM_{10}, $PM_{2,5}$, NO, NO_2, O_3, COVs, PAHs, metales pesados

Introducción de medidas de control de emisiones en las autorizaciones ambientales

La *Ley 16/2015, de 23 de abril, de protección ambiental de la Comunidad Autónoma de Extremadura* presenta diversos instrumentos de intervención ambiental en función de la capacidad potencial de contaminar de las distintas actividades. En concreto, los dos instrumentos relativos a las actividades más contaminantes son la Autorización Ambiental Integrada (AAI) y Autorización Ambiental Unificada (AAU). Mediante estos procedimientos la Administración Pública puede establecer criterios ambientales que se encuentren por encima de la legislación vigente con el objetivo de asegurar la correcta protección del medio ambiente.

En consecuencia en los procedimientos de AAI y AAU los técnicos de la Dirección General de Medio Ambiente establecerán medidas específicas adaptadas a cada una de las actividades con objeto de reducir ostensiblemente la liberación de contaminantes a la atmósfera, haciendo especial hincapié en CO, SO_2, PM_{10}, $PM_{2,5}$, NO, NO_2, O_3, COVs, PAHs, metales pesados. Estas medidas exigidas se diseñarán de modo que sean viables técnica y económicamente y supongan una reducción efectiva de las emisiones.

Además de las medidas de reducción, se propondrá la instalación de Sistemas de Automáticos de Medida de Emisiones (SAM) cuando se considere que las emisiones de los contaminantes atmosféricos de los focos propios de la actividad afecten o pueda afectar de un modo cualitativo a la calidad del aire de la zona.

Contaminantes a reducir: CO, SO_2, PM_{10}, $PM_{2,5}$, NO, NO_2, O_3, COVs, PAHs, metales pesados

Control de emisiones de COVs y otros precursores del ozono en instalaciones industriales

Dentro de los contaminantes atmosféricos que afectan negativamente a la calidad del aire en nuestra región debemos dar un tratamiento prioritario al ozono. Este contaminante se forma por una reacción fotocatalítica. Extremadura es, especialmente, propensa a su generación dada la alta cantidad de radiación recibida a lo largo de todo el año, más aun en la época estival. A su vez la naturaleza del contaminante es secundaria, es decir, no se genera *in situ*, sino por reacción de contaminantes primarios que actúan como precursores. Dentro de los precursores destacan las partículas en suspensión, los óxidos de nitrógeno NO_x y/o los compuestos orgánicos volátiles COVs. En consecuencia, se llevará a cabo un control y análisis en instalaciones que sean emisores cuantitativos de estos contaminantes, en especial los COVs, ya que este tipo de instalaciones suponen habitualmente focos concretos de emisión, mientras que las del resto de precursores los focos suelen ser difusos.

Por este motivo se llevará un control de las instalaciones potencialmente emisoras de COVs, tanto aquellas que se encuentran en el ámbito del *Real Decreto 117/2003 de 31 de enero, sobre limitación de emisiones de compuestos orgánicos volátiles debidas al uso de disolventes en determinadas actividades* como aquellas que si bien no se encuentran en el ámbito de aplicación, se asume que pueden suponer un foco cualitativamente importante de emisiones.

Contaminantes a reducir: PM_{10}, $PM_{2,5}$, NO, NO_2, O_3, COVs.

Residuos

Fomento de buenas prácticas para minimizar las emisiones de material particulado en los RCD

El sector de la construcción es una importante fuente emisora de contaminantes a la atmósfera, tales como partículas, polvo y CO_2 asociado al transporte.

La construcción y la demolición de los edificios, así como las obras públicas (vaciados, carreteras, etc.) son una fuente importante de emisión de partículas, por lo que cualquier actuación que fomente las buenas prácticas en este sentido, tendrá importantes repercusiones sobre los niveles de contaminación atmosférica.

Tanto en las acciones de construcción como de demolición se crean focos de emisión que pueden contaminar por el hecho de añadir determinados gases en la atmósfera y descomponer otros, aumentar el índice de partículas en suspensión (polvo) y de los compuestos orgánicos volátiles.

En general, en la actividad constructiva se deben emplear las infraestructuras adecuadas para disminuir estas emisiones, por ejemplo, el uso de procesos húmedos para la mezcla de materiales, el sellado de carrocerías de camiones que transportan materiales, el uso de mallas protectoras en las obras para evitar la dispersión de polvo, el uso de contenedores (tan cerrados como sea posible) para depositar los escombros, la selección en origen y el reciclaje de materiales de construcción, en particular en las demoliciones.

El transporte también presenta un alto potencial de dispersión de polvo y partículas, por lo que el lavado de vehículos dentro del lugar de la construcción es también una medida que contribuye a evitar la dispersión de las mismas.

Para evitar las emisiones procedentes de los vehículos del sector se puede optar por comprar o alquilar vehículos y maquinaria con un mejor rendimiento y realizar mantenimientos periódicos que aumenten su vida útil.

Debido a que no existe una legislación que especifique las medidas a aplicar para evitar la contaminación por polvo y partículas, y puesto que son las administraciones municipales las encargadas de autorizar las actividades de construcción, las mismas serán, en el momento de otorgar los permisos correspondientes, las encargadas de exigir que se cumplan las medidas adecuadas que ayudan a disminuir las emisiones a la atmósfera.

Contaminantes a reducir: PM_{10}, $PM_{2,5}$ y, CO_2

Fomento de buenas prácticas para minimizar las emisiones de material particulado en el almacenamiento de materiales a cielo abierto

La correcta gestión del almacenamiento de materiales a cielo abierto va encaminada a

evitar el arrastre de material particulado por efecto del viento hacia zonas de población próximas a los centros de acopio.

Para evitar que existan emisiones de partículas derivadas de este tipo de almacenamiento es conveniente llevar a cabo las siguientes acciones que permitan llevar a cabo la protección de los materiales de la acción del viento mediante,

- Confinamiento de los materiales mediante muros de contención o en el interior de naves cerradas.
- Instalación de pantallas o barreras cortavientos naturales o artificiales.
- Recubrimiento con lonas o coberturas de otro tipo.
- Reducción de la superficie expuesta al viento.
- Reducción al máximo de la altura de los acopios.
- Compactación de la zona de acopios..
- Mantenimiento del material en acopio con un grado de humedad suficiente para evitar la formación de polvo.

Contaminantes a reducir: PM_{10}, $PM_{2,5}$ y, Partículas Suspendidas Totales (PST)

Disminución de la resuspensión de material particulado mediante baldeo

Los baldeos que tradicionalmente se realizan en las labores de limpieza viaria tienen un efecto muy positivo sobre los material es en suspensión, ya que reducen su presencia y evitan la emisión a la atmósfera, con lo que se reduce de forma significativa la contribución a la contaminación por partículas.

Para llevar a cabo la medida sería conveniente establecer un programa que permitan tanto aumentar la frecuencia de baldeos con agua por las calles por donde discurre el tráfico rodado, como establecer una frecuencia mensual de baldeos por las zonas más transitadas por los vehículos.

Asimismo, se debe tratar de reducir las áreas no pavimentadas desprovistas de vegetación en núcleos urbanos, y que son un foco importante de emisiones de material particulado, llevando a cabo para ello el pavimentado de zonas, la transformación a suelo con cubierta vegetal o incluso limitación de acceso a vehículos a áreas no pavimentadas para reducir la resuspensión de partículas.

Contaminantes a reducir: PM_{10}, $PM_{2,5}$ y, Partículas Suspendidas Totales (PST)

Mejora en el tratamiento de los residuos para minimizar las emisiones de contaminantes atmosféricos

Esta medida está orientada a la implantación de acciones que permitan llevar a cabo un mayor aprovechamiento energético de biogás en vertederos y de los lodos de depuradoras de agua residuales. Asimismo, la medida pretende que se logre una optimización de los procesos

de recogida y tratamiento de residuos, los cuales inciden de forma favorable en la reducción de emisiones de GEIs debido a la mejora en la eficiencia en la gestión.

Las actuaciones deben ser coordinadas en el contexto del **Plan Integrado de Residuos de Extremadura 2016-2022** (PIREX, 2016-2022)

Contaminantes a reducir: SO_x,NO_x, CO_2, CH_4

Fomento de la prevención en la generación de residuos

La gestión más eficiente de los residuos pasa necesariamente por fomentar la prevención en su generación, de acuerdo con el principio comunitario de jerarquía en las opciones de gestión de residuos. De acuerdo con este principio, la prevención es la mejor opción de gestión, seguida de la preparación para la reutilización, del reciclado, de otras formas de valorización (incluida la energética), y por último de la eliminación.

El impulso de la prevención tiene multitud de ventajas asociadas puesto que por un lado fomenta una economía baja en carbono, al reducir significativamente las emisiones de CO_2 tanto en la extracción de materias primas como en la gestión de los residuos, y por otro lado tiene importantes beneficios económicos para las empresas y para los consumidores: ahorro en el consumo de materias primas, reducción del coste de gestión de los residuos, y aumento de las oportunidades de negocio y empleo.

Bajo estas premisas el objetivo se centra en reducir la cantidad de residuos que se producen o, al menos, la peligrosidad de las sustancias contaminantes presentes en los mismos, mediante la adopción, en todas las etapas de vida de los productos, de estas medidas tendentes a evitar la producción de residuos y a fomentar su reutilización con el fin de agotar el ciclo de vida de los materiales antes que el producto sea desechado.

Importante resaltar que la medida va en línea con las directrices que marca el **nuevo PIREX 2016-2022.**

Contaminantes a reducir: SO_x,NO_x, CO_2, CH_4

Protocolo de actuación en caso de superación de umbrales regulados

En el caso de que se superen los umbrales de información o de alerta establecidos para el ozono, así como los que se han establecido para el dióxido de nitrógeno y dióxido de azufre, la normativa establece que se debe dar aviso a la población de forma clara y accesible (artículo 28 del Real Decreto 102/2011).

Por lo tanto en caso de que haya superaciones en alguna de las estaciones que integran la Red de Calidad del Aire de la Comunidad Autónoma de Extremadura es necesario que se disponga de un protocolo de actuación.

Una vez que el técnico del área de Calidad del Aire haya comprobado la validez de los datos y estos superen los umbrales establecidos se dispondrá a activar el protocolo mediante la puesta en marcha de unas determinadas acciones, que comienzan por llevar a cabo una campaña de información que debe activarse de forma automática e inmediata a la validación de la medición. La campaña de información consiste en avisar y suministrar información horaria de la superación de los umbrales registrados a los municipios que pueden verse afectados, al personal sanitario y a los responsables de la Comunidad Autónoma en materia de calidad del aire. Dicha información se llevará tanto mediante comunicaciones internas dentro de la administración así como empleando cuñas de radio para que se difunda la información en los días en los que ha ocurrido la superación, de modo que llegue a toda la población potencialmente afectada.

Cuando la situación que activó el protocolo alerta haya remitido, el técnico del Área de Calidad del Aire comunicará la nueva situación inmediatamente y se desactivará el protocolo de alerta. Además se darán las instrucciones precisas para que se informe de la desactivación del protocolo de alerta a las mismas personas e instituciones a quienes se comunicó la activación del protocolo de alerta. El medio será el mismo que el empleado en la comunicación de la alerta.

Este protocolo debe ser de aplicación durante todo el año, tomando especial relevancia durante la campaña de ozono para este contaminante que va desde el 1 de abril hasta el 30 de septiembre.

Inversiones y financiación

La financiación por parte de la Junta de Extremadura de las actuaciones incluidas en este Plan estará sujeta a las disponibilidades establecidas anualmente en los Presupuestos Generales de la Comunidad Autónoma de Extremadura, siendo el origen de las mismas:

- Fondos Estructurales de la Unión Europea.
- Fondo de Compensación Interterritorial.
- Fondos propios de la Comunidad Autónoma.