

Caracterización de la calidad del aire en el sector industrial y propuesta de herramientas de medida

Tesina Fin de Máster



Estudiante: Xiomara Alexandra Jiménez Muñoz
Directora: PhD Bárbara Sureda Carbonell
UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE CATALUNYA
MÁSTER EN SOSTENIBILIDAD
Junio de 2011



Grup de recerca en Mesura
i Modelització de la Sostenibilitat



UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA

Visto bueno del Tutor

Agradecimientos

Agradezco la oportunidad de poder descubrir el mundo cada día, y a todas las personas que hacen posible ese aprendizaje continuo y la construcción de nuevos paradigmas de la sostenibilidad.

**Agradezco el infinito apoyo de mi familia y mis amigos,
A los de de acá y a los de allá.**

En memoria de aquellos que se han marchado.

Contenido

Abstract	5	Aproximación a la legislación de Colombia	28
Resum.....	6	4.10 Calidad del aire y su relación con las emisiones industriales.....	30
Resumen	7	5. Metodología y plan de trabajo.....	32
1. Introducción.....	8	6. Líneas de investigación a seguir	32
2. Hipótesis.....	8	7. Conclusiones	33
3. Objetivos	9	8. Bibliografía	33
4. Estado de la cuestión	10	9. Trabajos citados	34
4.1 La atmósfera y sus componentes	10	Anexos	
4.2 Contaminantes y fuentes de emisión	13	Anexo 1. Metodología y plan de trabajo.	
4.3 Emisión e inmisión de contaminantes	21	Anexo 2. Real Decreto 102/2011, de 28 de enero, relativo a la mejora de la calidad del Aire	
4.4 Control de la contaminación.....	22		
4.5 Correlación entre inmisiones y emisiones	22		
4.6 Introducción a Emisiones industriales	24		
4.7 Emisiones industriales	25		
4.8 Contaminantes emitidos por la industria	25		
4.9 Antecedentes legislativos relativos a la calidad del aire.....	25		

Abstract

Air quality is a variable that affects the habitability of urban systems. The atmosphere is a system that supports relatively well the influence that the activities of the city exerts upon it, but in reality, the air that we breathe is vulnerable and has a limited carrying capacity. Due to this fact, in the built-up urban areas, the breathing air is far away from the satisfactory threshold recommended by the World Health Organization (WHO, 2006)

A huge amount of studies have shown that some pollutants have adverse effects on human health, vegetation and on the environment, increasing the morbidity and mortality of the population, the acidification in the inland waters, affecting the flora and the biosphere's flora, altering the existing natural balance between the different ecosystems and even causing catastrophic changes in Earth's climate. Nowadays, the general public is aware of this fact, therefore, requires the government to work in this regard in order to improve the air quality (European Environment Agency, 2009).

Moreover, the industry as an engine of the current development model is one of the causes of this series of negative effects on the society and the environment in which it develops, which are reflected in different aspects of the ecosystems, where it deposits its waste; this action must be treated and managed properly to prevent continued degradation of nature. (PASSOLA, 2006)

It is to be noted, that the current society model of economical development and its sprawl dynamic is closely linked to the increased emission into the atmosphere.

This provision of the system increased demand amount of energy to perform their functions, which in turn are larger scale. This energy provision is mostly generated from fossil fuels such as coal, fuel-oil and

natural gas, those, coming from not renewable sources, have a turnover rate lower than our rate of consumption.

As a consequence, our energy consumption can and should be rethought in order to protect nature and moreover, plan a not only respectful living of the human being but integrated with it.

On the other hand, the industry represents a very heterogeneous distribution on the territory and the wide variety of activities and processes requires a detail analysis by sector. Even within the same sector, the applied technologies can be widely.

Among the sectors that lead with the highest emission contributions, there are: the energy production, oil refineries, chemical and steel industries as key sectors of basic industry.

To deal the air pollution problem, it has been taking steps going in all directions, from modeling air quality, going through emission inventories of the different sectors involved. Besides, creation of indexes and indicators of air's quality in order to control, prevent and improve the measures taken in this regard, with the propose of obtain a better life quality that goes in line with the proper functioning of ecosystems.

Therefore, this current investigation seeks to make a characterization of air quality due to the industrial sector as well as provide a measurement system that could be used as a support for the different industries when it comes to make decision which involve environmental improvements and in this specific case, a change in the management of pollutant emissions into the atmosphere.

Resum

La qualitat de l'aire és una variable que condiciona l'habitabilitat dels sistemes urbans. L'atmosfera es un sistema, que aparentment, suporta relativament bé la influència que sobre ella exerceixen les activitats pròpies d'una ciutat, però en realitat l'aire que respiren és vulnerable i té una capacitat de càrrega limitada. Es per això que les grans aglomeracions urbanes l'aire que respiren està lluny de satisfer els llistats recomanats per l'Organització Mundial de la Salut (OMS, 2006).

Multitud d'estudis han posat en relleu que certs contaminants provoquen efectes nocius en la salut humana, en la vegetació i sobre el medi, augmenta la morbiditat i la mortalitat de la població, acidificant les aigües continentals, afectant a la fauna i la flora de la biosfera, alterant l'equilibri natural existent entre els diferents ecosistemes i fins i tot provocant canvis catastròfics en el clima terrestre. En l'actualitat, la població en general és coneixedora d'aquest fet i per tant exigeix als poders públics que treballin al respecte per millorar la qualitat de l'aire (European Environment Agency, 2009).

D'altra banda la indústria com a motor del model de desenvolupament actual és una de les causants d'aquesta sèrie d'efectes negatius sobre la societat i el medi en que es desenvolupa, els quals es veuen reflectits en els diferents àmbits del ecosistema, on la mateixa diposita els seus residus, acció que ha de ser tractada i controlada degudament per evitar la continua degradació de la naturalesa (Passola, 2006).

Cal destacar que el model de desenvolupament econòmic de la societat actual i la seva dinàmica de creixement desmesurat està íntimament lligat a l'augment de les emissions a l'atmosfera.

Tal disposició del sistema demanda cada vegada major qualitat d'energia per realitzar les seves funcions, les quals a la vegada són de major escala. Aquesta provisió energètica generada en gran mesura a partir dels combustibles fòssils, com són el carbó, el fuel-oil i el gas natural, i al ser fonts no renovables, tenen una taxa de renovació inferior a la nostra taxa de consum.

Com a conseqüència el nostre consum energètic pot i ha de ser replantejat per tal de protegir la natura i així plantejar una convivència de l'ésser humà no més respectuós sinó integrat amb ella.

Per la seva banda, la indústria presenta una distribució molt heterogènia en el territori i la gran varietat d'activitats i processos obliga a un anàlisi detallada per sector. Fins i tot dins d'un mateix sector les tecnologies aplicades poden ser molt diverses. Entre els sectors que donen majors contribucions a les emissions trobem: la producció de energia, les refineries de petroli, les indústries químiques i la siderúrgia, com sectors fonamentals de la indústria bàsica.

Per afrontar la problemàtica de la contaminació atmosfèrica, es necessari prenent mesures, en tots els sentits, des de la modelització de l'aire, passant per inventaris d'emissions dels diferents sectors involucrats, creació d'índexs i indicadors de la qualitat de l'aire per controlar, prevenir i millorar les mesures que es prenen al respecte, amb la finalitat de obtenir una millor qualitat de vida, que sigui concordant amb un adequat funcionament dels ecosistemes.

Aquest treball per tant pretén realitzar una caracterització de la qualitat de l'aire emesa pel sector industrial així com proporcionar un sistema de mesures que serveixi com a punt de suport per a les diferents indústries a l'hora de prendre decisions en què s'impliquin les millores ambientals i en aquest cas específic un canvi en el maneig de les emissions de contaminants a l'atmosfera.

Resumen

La calidad del aire es una variable que condiciona la habitabilidad de los sistemas urbanos. La atmósfera es un sistema que, en forma aparente, soporta relativamente bien la influencia que sobre ella ejercen las actividades propias de la ciudad, pero en realidad el aire que respiramos es vulnerable y tiene una capacidad de carga limitada. Es por ello que en las grandes aglomeraciones urbanas el aire respirado está lejos de satisfacer los umbrales recomendados por la Organización Mundial de la Salud (OMS, 2006).

Multitud de estudios han puesto de relieve que ciertos contaminantes provocan efectos nocivos sobre la salud humana, sobre la vegetación y sobre el medio, aumentando la morbilidad y la mortalidad de la población, acidificando las aguas continentales, afectando la fauna y la flora de la biosfera, alterando el equilibrio natural existente entre los distintos ecosistemas e incluso provocando cambios catastróficos en el clima terrestre. En la actualidad, la población en general es conocedora de este hecho y por lo tanto exige a los poderes públicos que trabajen al respecto para mejorar la calidad del aire (European Environment Agency, 2009).

Por otra parte la industria como motor del modelo de desarrollo actual es uno de los causantes de esta serie de efectos negativos sobre la sociedad y el medio en el que se desarrolla, los cuales se ven reflejados en los diferentes ámbitos de los ecosistemas, donde la misma deposita sus residuos, acción que debe ser tratada y controlada debidamente para evitar la continua degradación de la naturaleza (PASSOLA, 2006).

Cabe destacar que el modelo de desarrollo económico de la sociedad actual y su dinámica de crecimiento desmedido está íntimamente ligado al aumento de las emisiones a la atmósfera.

Tal disposición del sistema demanda cada vez mayor cantidad de energía para realizar sus funciones, las cuales a su vez son de mayor escala. Dicha provisión energética generada en gran medida a partir de combustibles fósiles, como son el carbón, el fuel-oil y el gas natural, al provenir de fuentes no renovables, poseen una tasa de renovación inferior a nuestra tasa de consumo.

Como consecuencia nuestro consumo energético puede y debe ser replanteado en aras de proteger la naturaleza y así planear una convivencia del ser humano no sólo respetuoso sino integrado con la misma.

Por su parte, la industria presenta una distribución muy heterogénea en el territorio y la gran variedad de actividades y procesos obliga a un análisis detallado por sectores. Incluso dentro de un mismo sector las tecnologías aplicadas pueden ser muy diversas. Entre los sectores que proporcionan las mayores contribuciones de emisiones se encuentra el de producción de energía, las refinerías de petróleo, las industrias químicas y la siderurgia, como sectores fundamentales de la industria básica.

Para afrontar la problemática de la contaminación atmosférica, se vienen tomando medidas, que van en todos los sentidos, desde la modelación de la calidad del aire, pasando por inventarios de emisiones de los diferentes sectores involucrados, creación de índices e indicadores de la calidad del aire para controlar, prevenir y mejorar las medidas que se toman al respecto, con la finalidad de obtener una mejor calidad de vida, que vaya en concordancia con el adecuado funcionamiento de los ecosistemas.

El presente trabajo por tanto pretende realizar una caracterización de la calidad del aire debida al sector industrial así como proporcionar un sistema de medidas que sirva como punto de apoyo para las diferentes industrias a la hora de tomar decisiones en las que se impliquen las mejoras ambientales y en este caso específico un cambio en el manejo de las emisiones de contaminantes a la atmósfera.

1. Introducción

Los efectos de la contaminación atmosférica como motivación para la investigación en el campo de la calidad del aire influenciado por las emisiones industriales son el ámbito de desarrollo de este trabajo.

A partir de la realización de este estudio se pretende dar a conocer los diferentes mecanismos que existen para controlar y prevenir las emisiones industriales y su repercusión sobre la calidad del aire.

La estructura del estado de la cuestión inicia con la definición de la atmósfera, prosigue con la descripción y clasificación de los contaminantes atmosféricos según la naturaleza de las fuentes que los producen, la distribución espacial, la forma en que reaccionan entre otras clasificaciones.

En el siguiente apartado se abordan las definiciones de emisiones, inmisiones, y correlación entre ambos, para pasar a tratar el tema de las emisiones industriales y los contaminantes ocasionados por la misma.

Posteriormente se expone una breve aproximación sobre la legislación relacionada con el tema de calidad del aire y las emisiones industriales.

A continuación se trata de manera sintética las herramientas que existen para la medición de la calidad del aire.

Finalmente se plantea la metodología, el plan de trabajo, las líneas de investigación a seguir y unas conclusiones.

2. Hipótesis

La hipótesis de estudio gira en torno a dos preguntas fundamentales, las cuales sirven como pauta para llevar a cabo la metodología empleada en la realización del trabajo de campo, y consisten en las siguientes:

- ¿Bajo qué criterios se analiza la influencia de las emisiones de contaminantes provenientes del sector industrial sobre la calidad del aire?
- ¿Cuáles son los parámetros que han de tenerse en cuenta para el desarrollo de herramientas de medida de la calidad del aire debida al sector industrial?

3. Objetivos

El objetivo general consiste en establecer los parámetros que definen la relación entre la calidad del aire y los niveles de emisión de contaminación de origen industrial y proporcionar herramientas que ayuden a la toma de decisiones con el fin de facilitar la localización de impactos ambientales derivados del sector industrial.

Los objetivos específicos que se plantean para desarrollar este trabajo se basan en:

1. Realizar una búsqueda bibliográfica de la información relacionada con las emisiones industriales
2. Recopilar información para identificar los diferentes sectores industriales
3. Determinar los diferentes parámetros industriales que inciden sobre la calidad del aire
4. Revisar la legislación vigente internacional y nacional
5. Realizar un estudio estocástico de las relaciones entre las emisiones industriales y la calidad del aire
6. Analizar diferentes herramientas de medida de la calidad del aire
7. Seleccionar los criterios para construir las herramientas
8. Proponer y aplicar las herramientas de medida a un caso de estudio

4. Estado de la cuestión

Cada persona en promedio respira diariamente de 14 a 18 Kg de aire, mientras que sólo consume de 1.5 a 2 Kg de agua en una u otra forma y no más de 0.7 Kg de materia sólida seca como alimento. El hombre sólo sobrevive unos pocos minutos sin aire mientras que logra mantenerse vivo durante días sin beber agua y durante semanas sin ingerir alimentos. Aunque se ha insistido durante mucho tiempo sobre la necesidad de agua potable y alimentos descontaminados, únicamente en estos últimos años se ha empezado seriamente a reconocer la importancia que para la salud tiene el aire limpio (PARKER, 1968).

El área de influencia de los consecuencias causadas por la contaminación atmosférica abarca efectos sobre la salud, sobre los ecosistemas, sobre el sistema económico por las externalidades que no se tienen en cuenta al contabilizar los costes ocasionados por contaminar y su consecuente implicación al ahorrarle tanto a la sociedad los gastos ocasionados por el sector industrial.

La contaminación atmosférica es el factor ambiental con un mayor impacto en la salud en Europa. Según estudios como el de la Agencia Europea de Medio Ambiente (EEA, 2005), es responsable del mayor número de enfermedades relacionadas con el medio ambiente, especialmente en áreas urbanas. Las estimaciones de este estudio indican que 20 millones de ciudadanos europeos, sufren problemas respiratorios cada día. El material particulado, especialmente las partículas con un diámetro inferior a 2,5 micras, PM_{2,5}, se asocia con un incremento de la mortalidad por enfermedades cardiovasculares y cardiopulmonares (POPE y DOCKERY, 2006).

El coste social asociado al asma se estima en 3 billones de euros por año. Las personas asmáticas y en especial los niños, son sensibles a la calidad

del aire y varios estudios muestran una fuerte asociación entre la exposición a la contaminación atmosférica y el agravamiento del asma. Igualmente puede provocar que los recién nacidos en zonas con baja calidad del aire sean de un peso menor que el esperado y que presenten una ralentización del desarrollo de su capacidad pulmonar.

En las últimas décadas las ciudades han visto como sus calles han cambiado de aspecto. La necesidad de realizar desplazamientos dentro de la ciudad, junto con el aumento de las posibilidades de compra de vehículos por parte de sus habitantes, ha provocado un aumento espectacular del parque de vehículos por parte de sus habitantes, ha provocado un aumento espectacular del parque de vehículos y por consiguiente de éstos circulando por las calles (BALDASANO J., et al, 2007).

El impacto de los contaminantes atmosféricos a nivel urbano no se limita solamente a los graves problemas de salud que puedan comportar, sino también a un deterioro de las edificaciones y del mobiliario urbano. Según un estudio elaborado por los Laboratorios Nacionales Argon de Estados Unidos, las externalidades que provoca el uso de combustibles derivados del petróleo pueden suponer un coste de hasta 0,0324 € por kWh de gasoil consumido (PLANA, 2007).

4.1 La atmósfera y sus componentes

La atmósfera es la capa gaseosa que envuelve la tierra y que se mantiene unida al planeta por la fuerza de la gravedad. Entre sus funciones más importantes cabe destacar que provee a los seres vivos de gases imprescindibles para la vida permitiendo la formación de los diferentes ciclos entre los que se incluyen el hidrológico, el del carbono y del nitrógeno como gases fundamentales.

Por otra parte la componente atmosférica funciona como cubierta protectora frente a los rayos cósmicos y distribuye la energía necesaria del

sol por toda la Tierra, gracias al fenómeno de efecto invernadero, que permite capturar y retener los gases y energía necesarios para obtener las condiciones óptimas de vida, pero que al aumentar la concentración de los mismos o agregar otros propicia el aumento del tal fenómeno, incremento que se produce debido a la emisión de contaminantes provenientes de la combustión de combustibles fósiles en su mayoría.

Por otra parte, en cuanto a la distribución espacial de la atmósfera, ésta tiene un espesor de aproximadamente 1000 kilómetros y a su vez se divide en varias capas concéntricas sucesivas, que se extienden desde la superficie del planeta hacia el espacio exterior. Atendiendo a una clasificación en función de la distribución de temperatura con base a la altura, puede dividirse en troposfera, estratosfera, mesosfera y termosfera.

A continuación se detalla la clasificación de las capas de la atmósfera basada en la distribución de temperaturas y en función de la altura. De esta manera se puede distinguir las indicadas a continuación:

La capa inferior o troposfera se extiende desde la superficie hasta unos 10-15 kilómetros de altitud (menor en los polos y mayor en el ecuador). Contiene aproximadamente el 75% de la masa de gases totales que componen la atmósfera.

En esta capa la temperatura disminuye con la altitud. Cada 100 m de ascenso disminuye la temperatura 0,64 °C.

En general, podemos considerar que la troposfera tiene una composición homogénea, ya que existe una mezcla continua de gases debida a las diferencias de presiones, las cuales originan una circulación global de grandes masas de aire en la Tierra. También a nivel local, en función del relieve y la meteorología de la zona se producen movimientos y mezclas de las masas de aire.

En esta capa, donde se producen importantes movimientos verticales y horizontales de las masas de aire (vientos) se dispersan la mayor parte de los contaminantes y aquí es donde tienen lugar los fenómenos meteorológicos.

En el extremo superior de la troposfera se encuentra la tropopausa, una superficie ideal que marca el principio de la estratosfera, a una altura en donde la temperatura llega aproximadamente a los -57°C.

La estratosfera se extiende desde la tropopausa (15 km de altura) hasta la estratopausa (50 km de altura). En ella podemos distinguir dos partes: la estratosfera inferior, en la que la temperatura se mantiene constante, y la estratosfera superior, en la que la temperatura va aumentando conforme ascendemos pudiendo llegar a alcanzar 60°C en su punto más alto, coincidiendo con la estratopausa.

El aumento de temperatura en la estratosfera se debe a la presencia de ozono (O₃). Éste se localiza aproximadamente a un intervalo de altura de 20 a 40 kilómetros y tiene la propiedad de absorber gran parte de las radiaciones ultravioletas, con una longitud de onda menor a 360 nm, que llegan del sol, de esta manera se produce ese efecto de calentamiento.

Por encima de la estratopausa se encuentra la mesosfera, esta capa se extiende por encima de los 50 kilómetros, aquí la temperatura vuelve a descender hasta un mínimo de 85°C a una altura de 80 kilómetros. Sobre la mesosfera se encuentra la mesopausa.

A continuación, nos encontramos con la termosfera, o ionosfera. Las radiaciones ultravioleta desempeñan un papel fundamental en esta capa, por su capacidad de disociar las moléculas de nitrógeno y oxígeno existentes. La temperatura vuelve a ascender alcanzando temperaturas de hasta aproximadamente 1.500°C debido a la absorción de estas radiaciones de alta energía.

Los gases se encuentran fuertemente ionizados, esta ionización va en aumento con la altura y alcanza varios máximos llamados capas: capa D, base de la ionosfera; capa E o de Kennelly-Heavyside, a 120 Km; capa F o de Appleton, a 160 Km y la capa Fr de 260 a 350 Km.

Estas capas ionizadas son conductoras de la electricidad y reflejan las ondas hertzianas, principalmente las de onda corta.

A partir de los 600 a 800 Km, empieza la capa externa o exosfera, que sólo contiene el 1% de la masa total de la atmósfera. Sus gases están en estado atómico y pueden extenderse hasta los 1200 Km.

De esta forma al tener por definición de la atmósfera a la capa gaseosa o fluido que rodea nuestro planeta, a tal fluido se le conoce como aire y corresponde a una mezcla de gases (Universidad Politécnica de Madrid, 2010).

Según la Organización Meteorológica Mundial (OMM, 2010), la composición química del aire seco, es decir exento de vapor de agua, es una mezcla de gases en las proporciones indicadas en la Tabla 1.1, hasta los 75 Km de altura.

Por esto, un método para definir un **contaminante** del aire consiste, primero en especificar la composición del aire atmosférico seco “limpio” o “normal” y luego clasificar todos los otros materiales o las cantidades aumentadas de dichos materiales presentes en la composición del aire atmosférico, como contaminante, si su presencia daña a personas, plantas, animales o materiales (WARK, 1999).

El aire atmosférico contiene también de 1 a 3 % en volumen de vapor de agua y trazas de dióxido de azufre, formaldehído, yodo, cloruro de sodio, amoníaco, monóxido de carbono, metano y un poco de polvo y polen. Así mismo, los contaminantes se definen de acuerdo a la concentración de los

componentes atmosféricos, que al superar su concentración habitual, se convierten en contaminantes.

Tabla 1.1 Composición química del aire atmosférico seco

Sustancia	Volumen (%)	Concentración (ppm)^a
Nitrógeno	78.09	780.90
Oxígeno	20.95	209.50
Argón	0.93	9.300
Dióxido de carbono	0.04	315
Neón		18
Helio		5.2
Metano		1.2
Criptón		0.5
Hidrógeno		0.5
Xenón		0.08
Dióxido de nitrógeno		0.02
Ozono		0.01 - 0.04

Fuente: (Stern, 1968). ^a ppm son partes por millón

El control racional de la contaminación del aire, se apoya en cuatro suposiciones básicas (Air Conservation, 1965):

a. *El aire es del dominio público.* Tal suposición es necesaria si se ha de tratar la contaminación del aire como un problema público, concerniente no sólo a quienes causan la contaminación, sino también a quienes pudieran sufrir las consecuencias.

b. *La contaminación del aire constituye un factor inevitable de la vida moderna.* Existe un conflicto entre las preocupaciones económicas y biológicas del hombre; en otro tiempo no se reconoció este conflicto como tal, sólo después de que ocurrieron desastres debidos a la contaminación del aire. Se necesita establecer sistemáticamente normas y programas a fin de conservar la atmósfera para que cumpla su función biológica más esencial.

c. *Se pueden aplicar los conocimientos científicos para delinear las normas públicas.* La información acerca de las fuentes y efectos de la contaminación del aire dista mucho de ser completa, y se debe trabajar mucho con el fin de crear dispositivos y métodos de control. No obstante, se dispone de suficiente información para lograr reducciones considerables en los niveles de contaminación del aire. El hombre no tiene que abandonar ni su tecnología ni su forma de vida, pero sí debe usar sus conocimientos.

d. *Los métodos para reducir la contaminación del aire no deben aumentar dicha contaminación en otros sectores del ambiente.* Ciertas industrias reducen los desechos en el aire, disolviéndolos en agua y vertiendo esta agua contaminada en los ríos. Por ejemplo una proposición para reducir el dióxido de azufre emitido por plantas de energía eléctrica que consumen carbón, resulta en la formación de grandes cantidades de desechos sólidos o líquidos. Estos métodos no solucionan la contaminación del aire.

4.2 Contaminantes y fuentes de emisión

Un contaminante es el nombre que recibe toda sustancia ajena a la composición normal de la atmósfera que se incorpora a ella permaneciendo durante un tiempo en la misma. En esta categoría también se incluyen todas aquellas sustancias que conforman la atmósfera pero que se presentan en concentraciones superiores a las normales (Comunidad de Madrid, 2009).

Pueden destacarse diferentes clasificaciones de contaminantes atmosféricos de acuerdo a su origen, al tipo de fuentes que los producen y por la forma en que reaccionan con el medio receptor o cómo se forman.

Por lo tanto se determinan dos tipos de contaminantes según la fuente que los produce, como son naturales y antropogénicas. Entre las fuentes naturales se encuentra una diversa gama que se describe en la Tabla 1.2 (Villarejo, 2009).

Tabla 1.2. Contaminación natural del aire.

Fuente	Contaminantes
Volcanes	SO _x , partículas
	CO, CO ₂ , NO _x , partículas
Vendavales	Polvo
	Hidrocarburos, polen
Plantas (descomposición)	CH ₄ , H ₂ S
	Virus, polvo

Fuente: Portal de Internet "Educación Ambiental". Recursos naturales. Los contaminantes atmosféricos.

Además de las actividades humanas, los fenómenos naturales y la vida animal y vegetal pueden jugar un papel importante en el problema de la contaminación del aire. A continuación se describen dos fuentes naturales significativas.

Emisiones Biogénicas. Un gran número de investigadores han establecido que la vegetación (ejemplo: pastos, cultivos, arbustos, bosques, etc.), emiten cantidades significativas de hidrocarburos a la atmósfera.

Emisiones de Suelos. El óxido nitroso (N_2O) es producido naturalmente en los suelos como parte de los procesos de desnitrificación (es decir, la reducción de nitritos y nitrosos a nitrógeno gaseoso como N_2 o NO_x). Por su parte, los fertilizantes nitrogenados comerciales constituyen una fuente adicional de nitrógeno, lo cual incrementa las emisiones del suelo de N_2O . Se estima que las emisiones de NO_x provenientes de los suelos constituyen un 16% de la cantidad global de NO_x en la tropósfera.

La erosión eólica es otro fenómeno natural que genera emisiones. Sin embargo, debido a que dichas emisiones típicamente están asociadas con suelos perturbados, frecuentemente son tratadas como fuentes de área. Otras categorías más pequeñas de fuentes naturales incluyen a las termitas quienes emiten (CH_4), los relámpagos emisiones de NO_x , los volcanes y la actividad geotérmica emisiones de SO_x .

En cuanto a los contaminantes atmosféricos de origen antropogénico puede decirse que además pueden dividirse según el tipo de foco, según sean provenientes de fuentes móviles, estacionarias o fugitivas (EEA, 2009).

Las fuentes antropogénicas se clasifican según la forma en la que emiten el contaminante a la atmósfera en puntuales, móviles y de área.

Las fuentes puntuales, también conocidas como fuentes estacionarias o fijas, se refieren a las fuentes que emiten contaminantes desde un punto fijo o estacionario a la atmósfera, existen muchas categorías de fuente asociadas a las estacionarias, entre las que se encuentran plantas de

generación de energía eléctrica, industrias químicas, refinerías de petróleo o fábricas, entre otros. Según la industria o proceso específico, las fuentes estacionarias pueden emitir uno o varios contaminantes criterio del aire.

Se denominan contaminantes criterio a aquellos para los que existen normas de calidad del aire y que fueron identificados como perjudiciales para la salud y bienestar de los seres humanos por su mayor abundancia en las atmósferas urbanas, además de muchos otros contaminantes peligrosos (Instituto Nacional de Ecología de México, 2010).

Los contaminantes criterio se definen en el *Real Decreto 102/2011, de 28 de enero, relativo a la mejora de la calidad del Aire* que pueden verse en el anexo.

La identificación subjetiva de los efectos de la contaminación del aire condujo a la identificación de los siguientes contaminantes principales (que en ocasiones se describen como contaminantes criterio): partículas, dióxido de azufre, monóxido de carbono óxido de nitrógeno (que por lo común se miden como NO_2), compuestos orgánicos volátiles (los cuales suelen medirse en la atmósfera como hidrocarburos que no provienen del metano, porque el metano es relativamente poco reactivo en la formación de smog fotoquímica), y ozono (un término que comprende otros oxidantes, NPA y otros compuestos).

Estos contaminantes son los más comunes y más comunes en los centros urbanos, que es donde la población se concentra. En la actualidad sabemos que cuando se observa un efecto de contaminación del aire es necesario tener en cuenta muchos otros contaminantes además de los principales. Por ejemplo, el ozono solo en el aire no produce la irritación de ojos y garganta que se observa cuando existe el smog fotoquímico; es evidente que otras sustancias químicas contribuyen a esto.

Una de las mayores preocupaciones en todo el mundo, es la emisión de contaminantes como el dióxido de azufre (SO₂) y partículas (PM) en la generación de energía eléctrica, pues su proceso involucra la combustión de grandes cantidades de combustibles fósiles. Las industrias químicas, entre otras son responsables de emitir muchos contaminantes peligrosos como los compuestos orgánicos volátiles (COVs).

La tendencia internacional para disminuir las emisiones contaminantes de este tipo de fuentes, en gran medida está dirigida a la adopción de tecnologías más limpias a través del uso de energías renovables como la solar o eólica, y la implantación de medidas cada vez más efectivas para elevar la eficiencia energética de los procesos y mejorar la calidad de los combustibles, entre otras. Y en menor medida, la instalación de dispositivos de control y reducción de las emisiones de las chimeneas industriales, pues se ha visto que generan otro tipo de desechos contaminantes que han significado problemas ambientales (Instituto Nacional de Ecología de México, 2010).

Por otra parte se encuentran las fuentes móviles que incluyen a las diversas formas de transporte tales como automóviles, buses, transporte público, camiones, aviones y transporte marítimo.

La principal fuente móvil de contaminación del aire es el automóvil, pues produce grandes cantidades de monóxido de carbono (CO) y cantidades menores de óxidos de nitrógeno (NO_x) y compuestos orgánicos volátiles (COVs).

Los programas para el control de emisiones de automóviles, como el programa de verificación vehicular y el uso de convertidores catalíticos, han reducido considerablemente la cantidad de contaminantes del aire. Además, las normas que especifican la calidad del combustible de los automóviles y límites de emisiones de vehículos nuevos y en circulación, también han contribuido a una mayor eficiencia y menores emisiones. Por ejemplo, la transición de la gasolina con plomo a la gasolina sin plomo, ha

reducido extraordinariamente la cantidad de plomo en el aire ambiental. Sin embargo, debido al creciente número de vehículos, los automóviles siguen siendo la principal fuente móvil de contaminación del aire.

En cuanto a las fuentes área se refiere, se determinan así a una serie de fuentes pequeñas, numerosas y dispersas, que no pueden ser incluidas de manera eficiente como fuentes puntuales, pero que en conjunto pueden afectar la calidad del aire en una región, por ejemplo: el uso de madera para cocinar o calentar la casa, las imprentas, las estaciones de servicio, y las tintorerías, calefacción. En la Tabla 1.3 se encuentran las fuentes de área relacionadas con los focos específicos que las producen, según sean fijo, móviles o compuestos, así:

Tabla 1.3 Fuentes de Área

Focos fijos	Industriales	Procesos industriales
		Instalaciones fijas de combustión
	Domésticos	Instalaciones de calefacción
Focos móviles	Vehículos automóbiles	
	Aeronaves	
	Buques	
Focos compuestos	Aglomeraciones industriales	
	Áreas urbanas	

Fuente: Curso de Modelización de la calidad del aire. Universidad Politécnica de Madrid

Por tanto se especifican los focos emisores clasificados de acuerdo a las fuentes que los producen, donde puede apreciarse que las emisiones industriales provienen de focos fijos, cuando se refiere a las chimeneas industriales como puntos de evacuación de gases y partículas que inciden directamente sobre la calidad del aire, que pueden y deben ser medidos, controlados y además inventariados, para hacer un seguimiento desde la emisión, hasta los efectos que producen sobre la sociedad.

Así mismo se presentan los focos compuestos pues han de considerarse también como grandes extensiones de área donde, por un lado se emiten contaminantes puntuales desde las chimeneas, y por otro presentan transporte y se emiten combustibles que son propiciados por el proceso y por la combustión necesaria para llevar a cabo tal proceso de producción o fabricación en la que se transforma la materia prima, fundamental para toda la manufactura realizada por la industria básica.

En resumen, si atendemos a la distribución espacial de la emisión de contaminantes, podemos clasificar los focos en: puntuales, tales como las chimeneas industriales aisladas; lineales, por ejemplo, las calles de una ciudad, las carreteras y autopistas; y planos, donde las aglomeraciones industriales y las áreas urbanas son los ejemplos más representativos.

En el cuadro siguiente se muestra la proporción entre las emisiones primarias naturales y antropogénicas para los distintos contaminantes.

Tabla 1.4. Contribución de contaminantes a partir de fuentes naturales y antropogénicas

Focos de emisión		
Contaminante	Antropogénicos (%)	Naturales (%)
Aerosoles	11.3	88.7
SO _x	42.9	57.1
CO	9.4	90.6
NO	11.3	88.7
HC	15.5	84.5

Fuente: Curso de Modelización de la calidad del aire. Universidad Politécnica de Madrid

Las cifras anteriores muestran la gran importancia que, en cuanto a emisiones globales, tienen las fuentes naturales de emisión de contaminantes en relación con los antropogénicos, excepto en el caso de las emisiones de anhídrido sulfuroso en que casi se igualan ambas.

Atendiendo a la distribución espacial de estas emisiones se observa que en las regiones más industrializadas de Europa y Norteamérica las emisiones antropogénicas de SO₂ alcanzan proporciones muy superiores a las naturales. Así en el Norte de Europa las emisiones antropogénicas originan alrededor del 90% del azufre que está en circulación en la atmósfera.

Otra circunstancia a tener en cuenta es que los focos de emisión antropogénicos están concentrados, por lo general, en áreas urbanas e industriales. Este conjunto de circunstancias hacen que la contribución de

las emisiones antropogénicas al problema de la contaminación atmosférica a escala regional sea predominante.

Por otra parte, es de anotar que aunque las emisiones de fuentes naturales sean mayores, son los contaminantes antropogénicos los causantes de los desequilibrios que se presentan en la biosfera, debido tanto a la cantidad como al amplio espectro de contaminantes que emiten.

Los contaminantes gaseosos se pueden clasificar según muchos criterios distintos: estado, toxicidad, reactividad, etc.. Según su composición química, los más importantes son:

- Partículas: según el tamaño son, sedimentables ($> 30 \mu\text{m}$), partículas en suspensión ($< 30 \mu\text{m}$), partículas respirables ($< 10 \mu\text{m}$), o humos ($< 1 \mu\text{m}$).
- Compuestos de azufre: SO_2 , H_2S , H_2SO_4 , mercaptanos, sulfuros ...
- Compuestos de nitrógeno: NO , NO_2 , NO_x , NH_3 ...
- Compuestos de carbono: CO , CO_2 , CH_4 , HCT ...
- Halógenos y compuestos halogenados: Cl_2 , HCl , HF , CFC ...
- Oxidantes fotoquímicos: O_3 , peróxidos, aldehídos...

Otra de las clasificaciones que existen está relacionada con la forma en la que interactúan las emisiones producidas con el medio receptor, así los contaminantes se pueden diferenciar entre primarios y secundarios.

En función de la forma en que reacciona, los contaminantes se pueden dividir en primarios y secundarios.

Los **contaminantes primarios** son aquellas sustancias contaminantes que son vertidas directamente desde las fuentes de emisión hacia la atmósfera. Entre los contaminantes atmosféricos gaseosos primarios más frecuentes se encuentran:

- Dióxido de azufre, SO_2
- Monóxido de carbono, CO

- Óxidos de nitrógeno, NO_x
- Hidrocarburos (HC)
- Dióxido de Carbono (CO_2)
- Ácido sulfhídrico, H_2S
- Fluoruro de hidrógeno, HF
- Amoníaco, NH_3
- Ácido clorhídrico, HCl
- Aerosoles (en los que se incluyen las partículas sedimentables y en suspensión denominados PST y los humos).

Los contaminantes primarios no gaseosos se agrupan en (Comunidad de Madrid, 2009):

- Partículas: Su procedencia y composición es muy variada: proceso de combustión de fuel, gas-oil, alquitranes, etc., polvo del suelo, erupciones volcánicas, incendios, intrusiones de material particulado, incineraciones no depuradas de basuras, etc
- Metales pesados, por ejemplo: plomo, cadmio, mercurio.

Los **contaminantes atmosféricos secundarios**, son aquellos que se producen como consecuencia de las transformaciones por reacciones físicas y químicas que sufren los contaminantes primarios en la atmósfera. Entre los diferentes contaminantes secundarios se encuentran (Generalitat Valenciana, 2010):

- Ozono troposférico, O_3 .
- Ácido sulfúrico, H_2SO_4
- Dióxido de nitrógeno, NO_2
- Trióxido de azufre, SO_3
- Ácido nítrico HNO_3

Además de estos contaminantes, en la atmósfera se pueden encontrar otros que en determinadas zonas pueden resultar perjudiciales:

- Otros derivados del azufre.

- Halógenos y sus derivados
- Arsénico y sus derivados.
- Componentes orgánicos.
- Partículas de metales pesados y ligeros, como el plomo, mercurio, cobre, zinc.
- Partículas de sustancias minerales, como el amianto y los asbestos.
- Sustancias radiactivas.

El rango de afectación de los contaminantes atmosféricos comprende dos tipos de escala, la local y la global, tiene incidencias sobre ambos ámbitos dependiendo del tipo de contaminante del que se esté tratando, es decir, los contaminantes primarios tienen repercusión a distancias mucho menores y en espacios mucho más cercanos a la fuente de origen del mismo, en tanto que los secundarios tienen una influencia sobre la dinámica atmosférica a nivel del planeta, ya que inciden directamente sobre los gases de efecto invernadero, causando entre otros el fenómeno del efecto invernadero.

Independientemente de los efectos nocivos que cada contaminante tiene por su propia naturaleza química sobre el medio ambiente, también existen en la Tierra una serie de problemas a escala global (Generalitat Valenciana, 2010).

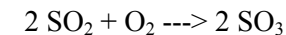
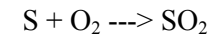
Las principales alteraciones atmosféricas producidas por los contaminantes secundarios son:

- Contaminación fotoquímica (smog fotoquímico). Producida por la aparición de oxidantes en la atmósfera, al reaccionar entre sí los óxidos de nitrógeno (NO_x), hidrocarburos (HC) y el oxígeno (O₂), en presencia de los rayos solares. Esta reacción se ve favorecida con situaciones anticiclónicas (fuerte sol y poco viento), ya que dificultan la dispersión de los contaminantes primarios.
- Ozono troposférico (O₃). Es quizá el más característico de los contaminantes de origen fotoquímico. Gas incoloro de olor picante

y de gran poder oxidante, producido por la acción de la radiación solar al incidir sobre las capas bajas de la atmósfera, en presencia de óxidos de nitrógeno (NO_x) e hidrocarburos (HC). Considerado contaminante muy peligroso en concentraciones superiores a 0,1 ppm (2,14 µg/m³) durante una hora.

Los óxidos de azufre (SO_x).

Principalmente los SO_x se dividen en SO₂ (Dióxido de Azufre) y SO₃ (Trióxido de Azufre). Un mecanismo de formación de SO_x es el siguiente:



Generalmente se emite hacia la atmósfera SO₂ y en menor proporción SO₃, que no llega a rebasar el 2%. Tanto el SO₂, como el SO₃ son gases incoloros. El primero es un gas bastante estable, su vida media en la atmósfera se estima en días, de modo que puede ser transportado hasta grandes distancias; mientras que el SO₃ reacciona rápidamente formando ácido sulfúrico. El SO₂ es considerado uno de los principales responsables del fenómeno de la lluvia ácida. Se origina en la combustión de carburantes con un cierto contenido en azufre (carbón, fuel, gasóleos,...), en centrales térmicas, procesos industriales, tráfico de vehículos pesados, calefacciones de carbón y fuel, etc. También existen fuentes naturales de éste contaminante como las erupciones volcánicas.

El monóxido de Carbono (CO).

El monóxido de carbono es el contaminante del aire más abundante en la capa inferior de la atmósfera, sobre todo en el entorno de las grandes ciudades. Su fórmula química es CO, es un gas inodoro, incoloro,

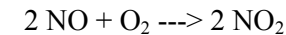
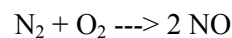
inflamable y altamente tóxico. Puede causar la muerte cuando se respira en niveles elevados. El CO se produce generalmente como resultado de alguno de los siguientes procesos químicos (USEPA):

- Combustión incompleta del carbono de sustancias como gas, gasolina, keroseno, carbón, petróleo, tabaco o madera, mediante chimeneas, calderas, calentadores de agua o calefones y aparatos domésticos que queman combustible, como las estufas u hornillas de la cocina o los calentadores a keroseno, también pueden producirlo si no están funcionando bien. Los vehículos detenidos con el motor encendido también lo despiden.
- Reacción a elevada temperatura entre el CO₂ y materiales que tienen carbono.
- Disociación del CO₂ a altas temperaturas.
- Oxidación atmosférica del metano (CH₄ procedente de la fermentación anaerobia (sin aire) de la materia orgánica.
- Proceso de producción y degradación de la clorofila en las plantas.

Los principales problemas de contaminación atmosférica por CO son debidos a la combustión incompleta de carburantes en los automóviles.

Los óxidos de nitrógeno (NO_x).

De los ocho óxidos de nitrógeno conocidos los que tienen más interés son el monóxido de nitrógeno (Óxido nítrico, NO) y el dióxido de nitrógeno (NO₂). Normalmente se utiliza la notación NO_x para representar colectivamente al NO y al NO₂ implicados en la contaminación del aire. La mayor parte de los óxidos de nitrógeno se forman por la oxidación del nitrógeno atmosférico durante los procesos de combustión a temperaturas elevadas. El oxígeno y el nitrógeno del aire reaccionan para formar NO, oxidándose este posteriormente a NO₂.



La fuente principal, sobre todo en las ciudades, es el tráfico aunque también existen fuentes naturales como incendios forestales, erupciones volcánicas...y su vida media en la atmósfera se estima en días. El NO₂ es un importante gas de efecto invernadero, contemplado en el Protocolo de Kyoto.

Los hidrocarburos (HC)

Son sustancias que contienen hidrógeno y carbono, también se les conoce como COV's (Compuestos orgánicos volátiles). Se conocen decenas de millares de hidrocarburos los cuales dependen del número de carbonos que forman la molécula.

Los hidrocarburos que contienen de uno a cuatro átomos de carbono son gases a temperatura ordinaria, siendo estos los más importantes desde el punto de vista de la contaminación atmosférica, ya que favorecen la formación de las reacciones fotoquímicas. Las fuentes de emisión de COV's son muy diversas, complicando así su control, las principales son los vehículos, la combustión de materia orgánica, la industria química orgánica y la fabricación de pinturas y disolventes entre otras.

Los aerosoles.

Los aerosoles (o partículas) se definen como dispersiones de sustancias sólidas o líquidas en el aire. El tamaño de las partículas oscila entre 1 y 1000 micras, ésta es una característica importante debido a que los efectos sobre la salud dependen de ella. De todas las partículas, la que son de un tamaño entre 1 y 10 micras tienden a formar suspensiones mecánicamente estables en el aire, por lo que reciben el nombre de materia en suspensión pudiendo ser trasladadas a grandes distancias y durante largos periodos de tiempo. Las partículas mayores, se denominan materia sedimentable y

permanecen en la atmósfera periodos relativamente cortos de tiempo. La composición química varía mucho de unas partículas a otras, dependiendo fundamentalmente de su origen.

PM₁₀ y PM_{2.5}.

Las PM₁₀ y las PM_{2.5} corresponden a la fracción particulada de las Partículas en Suspensión Totales (PST), con un diámetro inferior a 10 y 2,5 micras respectivamente. Estos parámetros han sustituido en las directivas comunitarias a las PST (Partículas totales en suspensión) debido a que componen la fracción que afecta a la salud, por su pequeño tamaño y su baja velocidad de sedimentación ya que pueden ser transportadas por corrientes de aire a grandes distancias desde su lugar de emisión.

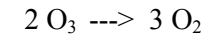
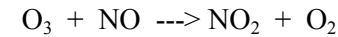
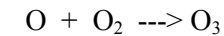
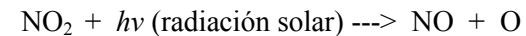
La diversidad en el origen de las partículas, tanto para PM₁₀ como para PM_{2.5}, conduce a una diversidad química de los mismos. El polvo mineral es el componente del material particulado que ejerce la mayor influencia en los niveles de PM₁₀. En las áreas urbanas la alta carga mineral se debe especialmente a dos causas: la resuspensión del polvo depositado en la calzada, originado bien por el tráfico bien por otras fuentes como la construcción y demolición, y en menor medida a la aportación de polvo desde África. También existe una importante fuente como es la corteza terrestre, que contiene una mezcla de material mineral, natural y antropogénico y otra contribución de origen marino.

El Ozono (O₃).

Existen dos tipos de Ozono, el estratosférico (donde forma la capa que protege la superficie terrestre de las radiaciones ultravioletas solares) y el troposférico. Es este último el que resulta perjudicial para la salud. Su presencia en la parte baja de la atmósfera se debe, sobre todo, a la acción fotoquímica de las radiaciones solares, en presencia de NO_x y HC, oxígeno atmosférico y luz solar, así que es considerado como un contaminante

secundario. Las concentraciones más elevadas de O₃ troposférico aparecen cuando las condiciones meteorológicas lo favorecen: temperatura alta, alta radiación solar, ausencia de viento, en zonas con altas emisiones de NO_x y también en zonas rurales debido a la interacción de COV's (Compuestos Orgánicos Volátiles) de origen natural con NO_x y oxígeno.

El ozono establece equilibrios atmosféricos en una serie de reacciones con NO₂, NO, oxígeno y otros, que explican que en el centro de las ciudades, donde hay grandes emisiones de NO de automóviles y fuentes estacionarias, las concentraciones de ozono puedan ser menores que en áreas rurales.



Otros contaminantes:

Dióxido de carbono (CO₂). No está considerado como un contaminante, pero por los posibles riesgos que entraña su acumulación en la atmósfera, como consecuencia de las alteraciones producidas en su ciclo por las actividades humanas que pudieran dar lugar a una modificación del clima de la Tierra, se considera como sustancia contaminante.

Plomo (Pb). Los vehículos han sido las fuentes durante años de las emisiones de plomo, pero en la actualidad la legislación limita esta sustancia en los combustibles. La mayor parte del plomo en la atmósfera se encuentra en forma de partícula fina menor de 1 micrómetro de diámetro. Se considera muy peligroso para el medio ambiente debido a su elevada

toxicidad y a que no sufre ni degradación química ni biológica lo que provoca que permanezca en el medio durante largos períodos de tiempo, afectando muy gravemente a las cadenas tróficas, debido a la acumulación de plomo en los organismos de los seres vivos.

Compuestos halógenos. El cloro, el fluoruro de hidrógeno, el cloruro de hidrógeno y ciertos haluros, son compuestos que pueden resultar tóxicos para los vegetales.

Metales tóxicos. Metales como el benceno o el mercurio son peligrosos debido a su largo periodo de vida. Esta persistencia lleva a la amplificación biológica de los metales en las cadenas tróficas y como consecuencia las concentraciones de metales en los miembros.

Sustancias reactivas. La causa de entender estas sustancias como contaminantes radica en que emiten radiaciones ionizantes que pueden provocar efectos nocivos cuando interaccionan con los seres vivos.

Según la ley 34/2007, de 15 de noviembre, de calidad del aire y protección de la atmósfera, la **contaminación atmosférica** se define como la presencia en el aire de materias o formas de energía que impliquen riesgo, daño o molestia grave para las personas y bienes de cualquier naturaleza. Si bien existen otras definiciones, el denominador común en todas ellas, es el de apuntar los perjuicios sobre los humanos o sus pertenencias, por lo que la mera presencia de sustancias extrañas a la composición atmosférica no se considera contaminación (Junta de Andalucía, 2007).

4.3 Emisión e inmisión de contaminantes

Se define la **emisión**, como el proceso de vertido de un contaminante a la atmósfera, mientras que la **inmisión** es la concentración de contaminantes, una vez emitidos, transportados y dispersados en ella. El hecho es que en un punto determinado se produce una concentración de cada contaminante,

que se expresa como la cantidad de contaminante por metro cúbico de aire y se conoce como **nivel de inmisión**. La unidad más empleada en los países europeos para medir la concentración es el microgramo por metro cúbico: $\mu\text{g}/\text{m}^3$. En la siguiente Figura, se muestra un esquema que simplifica estos conceptos:

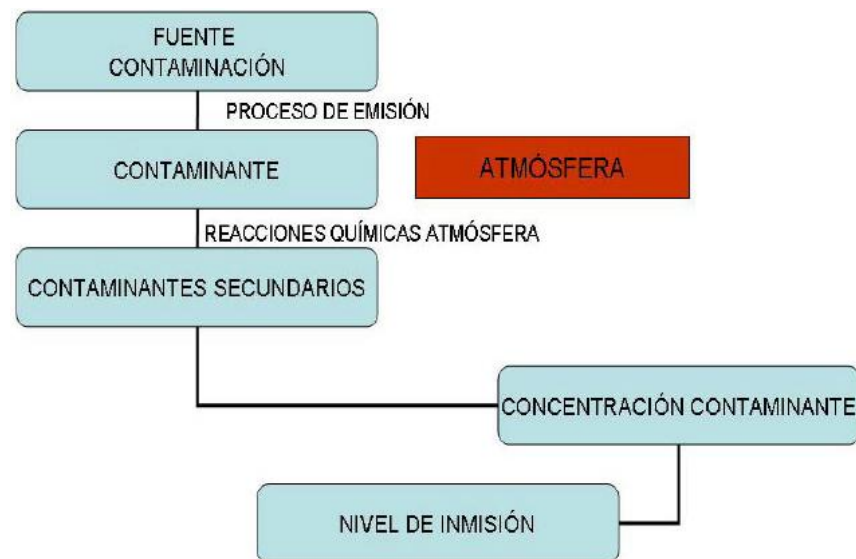


Figura 1. Esquema representativo del proceso de emisión y nivel de inmisión (DOADRIO Villarejo, 2009).

La fuente de contaminación inicia un proceso de emisión de un contaminante a la atmósfera. Por reacciones químicas, se originan contaminantes secundarios. La concentración atmosférica de cada uno de estos contaminantes es el nivel de inmisión, que es lo que se controla en las ciudades.

4.4 Control de la contaminación

El control de la contaminación atmosférica, se puede realizar en los dos niveles; emisión e inmisión. El control de la emisión de contaminantes se realiza mediante **inventarios de emisiones**, en zonas regionales amplias o a nivel nacional, mientras que los niveles de inmisión, se suelen efectuar a nivel urbano o nacional con **estaciones automáticas** de medida. De esta forma, los inventarios de emisiones controlan exclusivamente a los contaminantes primarios, con el objetivo de fijar cual es la fuente de emisión, mientras que los niveles de inmisión, lo hacen para los dos tipos de contaminación, la primaria y la secundaria.

4.5 Correlación entre inmisiones y emisiones

Como se ha visto, a partir de los focos de contaminación se produce la mezcla y dilución de los contaminantes en el aire, dando lugar a una distribución de la concentración de los mismos, variable tanto en el espacio como en el tiempo.

La cantidad de contaminantes presentes en la atmósfera vendrá determinada por la diferencia entre los lanzados y producidos en la misma y los que se eliminan a través de los procesos de autodepuración por deposición, precipitación y absorción por el suelo, el agua y la vegetación. Estos procesos de autodepuración atmosférica pueden causar acumulaciones excesivas de contaminantes en otros medios (vegetación, suelos, lagos, etc.), incluso lejos del punto de emisión del contaminante, como consecuencia del arrastre atmosférico producido por el viento.

En las áreas en que se dé una fuerte concentración de focos emisores de contaminantes pueden producirse episodios de fuerte contaminación local como consecuencia de la persistencia de situaciones meteorológicas adversas para la difusión de los contaminantes.

Estos episodios se manifiestan con grandes aumentos de la concentración de contaminantes en un área más o menos extensa alrededor de focos contaminantes y pueden verse forzados por las especiales condiciones

topográficas de la zona, o por la localización de barreras artificiales como edificios que pueden favorecer la acumulación de contaminantes.

En otros casos los contaminantes pueden alcanzar bastante altura e introducirse en las masas de aire que forman las corrientes generales de vientos sobre la tierra, siendo arrastrados a muchos kilómetros de las fuentes de emisión.

Influencia de los procesos meteorológicos en la contaminación atmosférica

La concentración de contaminantes a nivel del suelo varía como consecuencia del desequilibrio entre los índices de producción de contaminantes y los de dilución y desaparición de los mismos. Es decir, la concentración de contaminantes dependerá de la relación de fuerzas entre las fuentes contaminantes y las condiciones de autodepuración atmosférica.

La importancia de las condiciones meteorológicas en el grado de contaminación atmosférica se reconoce observando las variaciones de la calidad del aire en una zona determinada de unos días a otros, aún cuando las emisiones permanecen prácticamente constantes.

Las principales variables meteorológicas a considerar por su influencia sobre la calidad del aire son:

- a. el transporte convectivo horizontal, que depende de las velocidades y direcciones del viento; y
- b. el transporte convectivo vertical, que depende de la estabilidad atmosférica y del fenómeno de la inversión térmica de las capas de la atmósfera.

Transporte convectivo horizontal. El viento, al transportar los contaminantes, produce su dispersión horizontal y determina la zona que va a estar expuesta a los mismos. Por lo general, una mayor velocidad del viento reducirá las concentraciones de contaminantes al nivel del suelo, ya que se producirá una mayor dilución y mezcla.

No obstante, pueden producirse circulaciones cerradas de viento, como en el caso de las brisas del mar y las de valle y montaña, en las que los contaminantes lanzados a la atmósfera se incorporan a la circulación del viento con lo que se produce una acumulación progresiva de contaminantes, que da lugar a un aumento de la concentración de los mismos en las zonas barridas por este tipo de vientos. Efectos similares se producen cuando los vientos fuertes inciden perpendicularmente a las crestas montañosas, a un valle o sobre los edificios altos; en estas condiciones, los efectos aerodinámicos de estos obstáculos pueden tener consecuencias negativas para la dispersión de contaminantes, acumulándolos en determinadas zonas.

Transporte convectivo vertical. El principal factor que determina el grado de difusión vertical de contaminantes es la variación vertical de temperaturas en la atmósfera.

Podemos determinar la capacidad de difusión vertical de contaminantes comparando la variación vertical de temperaturas de un estrato de aire atmosférico con el gradiente vertical adiabático del aire, que corresponde a una variación de -1° C por cada 100 metros de altura. De esta forma se obtienen tres clases diferentes de estabilidad atmosférica en el estrato, según que la variación de la temperatura con la altura sea mayor, igual o inferior que la correspondiente al gradiente vertical adiabático.

- Si en la capa de aire la temperatura desciende con la altura bastante menos de un grado cada 100 metros, los movimientos verticales del aire están muy limitados por lo que hay poca o nula dispersión vertical de contaminantes. En estas condiciones se dice que la clase de estabilidad atmosférica es del tipo estable.
- Cuando la temperatura del estrato desciende con la altura más de un grado cada 100 metros de altura, la estabilidad atmosférica será del

tipo inestable y los movimientos verticales del aire están muy favorecidos difundiéndose los contaminantes verticalmente hasta donde alcance la inestabilidad.

- Por último, tenemos el caso de la estratificación indiferente o nula, que se da cuando coinciden la variación de temperatura del estrato con el gradiente vertical adiabático. En estas condiciones la dispersión vertical de contaminantes no está limitada.

Cuando la temperatura del aire aumenta con la altura, aparece el fenómeno de la inversión térmica. Este fenómeno produce una fuerte acción limitadora en la dispersión de contaminantes. La inversión de la temperatura del aire se puede producir como consecuencia del enfriamiento del suelo, por la gran irradiación de calor que se produce en las noches despejadas. El aire se va enfriando progresivamente desde el suelo hacia arriba, produciendo una fuerte estabilidad atmosférica que impide la difusión vertical de los contaminantes. La inversión térmica se forma durante la noche y suele desaparecer progresivamente durante la mañana, cuando la radiación solar calienta de nuevo el suelo y éste a las capas de aire que están en contacto con él.

Existen otros tipos de inversiones que, generalmente, se producen a más altura y que actúan como una capa que limita la dispersión de contaminantes en sentido vertical, incrementando notablemente las concentraciones de contaminantes en los estratos de aire que quedan bajo ellos.

Estos tipos de inversiones son las llamadas de subsistencia, que tienden a formarse en las áreas anticiclónicas, y las inversiones frontales, producidas por la superposición de una masa de aire cálido sobre una de aire más frío. Este último tipo de inversión suele tener por lo general una permanencia escasa.

Un aspecto interesante de la contaminación atmosférica es el de la micrometeorología urbana. Las grandes ciudades crean a su alrededor un microclima propio, el efecto isla urbana de calor, produciendo un penacho térmico que tiene gran incidencia en la capacidad de difusión de los contaminantes urbanos. A menudo, da lugar a la circulación de vientos locales que elevan el aire caliente del centro de la ciudad, creando una corriente compensada de aire frío de la zona rural circundante que penetra en la zona urbana a niveles bajos (OROZCO B., 2006).

Las grandes ciudades alteran el clima urbano de muchas formas; por lo general la temperatura es superior, hay menos viento, menos precipitaciones en forma de nieve, si bien las precipitaciones totales son ligeramente superiores en la ciudad que en las zonas rurales circundantes. La radiación solar, y especialmente los rayos ultravioletas, es más reducida en la ciudad como consecuencia del efecto pantalla producido por la contaminación urbana (Burgos, 2007).

4.6 Introducción a Emisiones industriales

El desarrollo de la sociedad tecnológica está íntimamente relacionado con el uso de la energía y la actividad industrial, actividades que contribuyen de manera significativa con los problemas de la contaminación del aire. Un porcentaje muy importante de la energía se consume en forma de electricidad, obtenida principalmente a partir de combustibles fósiles, del aprovechamiento hidroeléctrico o de las reacciones de fisión nuclear. Aunque el porcentaje aún es pequeño, cada vez hay una mayor participación de la electricidad proveniente de fuentes renovables, como la eólica o la fotovoltaica (PARRA R., 2004).

El nivel de actividad industrial y por tanto sus emisiones, aumentan proporcionalmente con el crecimiento de la actividad económica.

La diversidad y complejidad del sector industrial se refleja en la dificultad para la estimación de sus emisiones

Se distinguen dos grupos de emisión, las debidas al aprovechamiento energético de los combustibles y las relacionadas con los propios procesos de producción. Dentro de estas últimas y en relación con los precursores de ozono, son importantes las emisiones fugitivas de NMCOV relacionadas sobre todo con la petroquímica.

El sistema típico de generación eléctrica se basa en el uso de grandes centrales (térmicas, hidroeléctricas, nucleares) desde donde se conduce y distribuye el flujo eléctrico hasta los sitios de consumo (industrias, hogares, metro). Últimamente hay una tendencia al fomento de la generación en un número mayor de centros esparcidos geográficamente y más cercanos a los sitios de consumo, con menores potencias pero con mayores rendimientos energéticos.

La generación a partir de combustibles fósiles (carbón, fuelóleo, gasóleo, gas natural) consiste en su uso para la producción de vapor de agua que impulsa una turbina acoplada a un generador eléctrico. Alternativamente, se usan motores de combustión interna, especialmente en los generadores de pequeña potencia. El rendimiento energético es bajo, normalmente del orden de un 37%, aunque en las nuevas centrales como en las de cogeneración o las de ciclo combinado el rendimiento puede ser mayor al 50%.

Los gases de combustión se emiten finalmente hacia la atmósfera. El sector de la generación eléctrica constituye una de las fuentes más importantes de emisiones gaseosas.

Las emisiones provenientes de la industria se derivan del aprovechamiento energético de los combustibles y además los pertenecientes a los propios procesos de producción.

4.7 Emisiones industriales

Las industrias son fuentes de emisión de contaminantes muy variadas. El desarrollo económico de la sociedad está íntimamente ligado al incremento de la actividad industrial y esto conlleva la necesidad de generar energía, en buena parte a través de combustibles fósiles (el carbón o el fuel-oil). Estas emisiones se pueden caracterizar como controladas, es decir que pueden estimarse a partir de datos reales de las propias industrias y difusas o de difícil control y estimación (Generalitat Valenciana, 2010).

Entre las distintas fuentes de contaminación atmosférica de origen industrial, la combustión de combustibles fósiles para la generación de calor y electricidad ocupa un lugar preponderante, tanto por la cantidad como por los tipos de contaminantes emitidos. Especial atención merecen las centrales térmicas de producción de electricidad.

Los combustibles utilizados por este tipo de instalaciones son el carbón y el fuel-oil. La producción de contaminantes depende en gran medida de la calidad del combustible, en especial de las proporciones de azufre y cenizas contenidas en el mismo y del tipo de proceso de combustión empleado.

Durante el proceso de combustión se libera a la atmósfera el azufre contenido en el combustible en forma de anhídrido sulfuroso. Junto con otros contaminantes como óxidos de nitrógeno, dióxido de carbono, metales pesados y una gran variedad de sustancias. Cuando se utiliza como combustible el carbón, se emiten abundantes partículas finas que pueden ser trasladadas a grandes distancias.

4.8 Contaminantes emitidos por la industria

La contaminación de origen industrial se caracteriza por la gran cantidad de contaminantes producidos en las distintas fases de los procesos industriales y por la variedad de los mismos. Por otra parte, en los focos de

emisión industriales se suelen combinar las emisiones puntuales, fácilmente controlables, con emisiones difusas de difícil control.

Los tipos de contaminantes producidos por los focos industriales dependen fundamentalmente del tipo de proceso de producción empleado, de la tecnología utilizada y de las materias primas usadas. Las actividades industriales que producen contaminantes atmosféricos son muy variadas, pero los principales focos están en los procesos productivos utilizados en las industrias básicas.

Entre los sectores que dan lugar a la mayor emisión de contaminantes atmosféricos podemos destacar:

- La siderurgia integral: Produce todo tipo de contaminantes y en cantidades importantes, siendo los principales: partículas, SO_x, CO, NO_x, fluoruros y humos rojos (óxidos de hierro).
- Refinerías de petróleo: Producen principalmente: SO_x, HC, CO, NO_x, amoníaco, humos y partículas.
- Industria química: Dependiendo del tipo de proceso empleado, suele producir: SO₂, nieblas de ácidos sulfúrico, nítrico y fosfórico y da lugar a la producción de olores desagradables.
- Industrias básicas del aluminio y derivados del flúor: Producen emisiones de contaminantes derivados del flúor (OROZCO B., 2006).

4.9 Antecedentes legislativos relativos a la calidad del aire

Por lo que respecta a la legislación necesaria para promover la mejora de la calidad del aire, se inició en Inglaterra a consecuencia del episodio de smog que se presentó en 1952, la cual se presentó por exceso de emisión de combustibles debido a las calefacciones alimentadas con carbón de baja calidad que fueron puestas en marcha debido a una baja en las temperaturas (Edimburgo, 2001) (NAGOURNEY, 2003). Dicho fenómeno fue altamente documentado durante el invierno en Londres de 1952 donde murieron 4000 personas en una semana debido a los efectos

inmediatos y 12000 en los dos siguientes meses por efectos a mediano plazo (Bell et al, 2002). Luego se adoptó nueva legislación en algunos países de la Unión Europea, y posteriormente en Estados Unidos, a partir de las cuales se han venido derivando los avances en los demás países en cuanto a control de emisiones y medición de la calidad del aire.

Tal incidente nos remite a la imagen que se tiene de una ciudad sumergida en la niebla gracias a la contaminación: el *smog*, palabra que mezcla *smoke* (humo) y *fog* (niebla), causado por la combustión de carbón que se utilizaba en calefacciones y fábricas.

Este *smog*, muy molesto de por sí, tuvo consecuencias catastróficas a finales de 1952. A principios de diciembre de ese año Londres sufrió una disminución de las temperaturas mayor de lo habitual. A causa del frío, los londinenses comenzaron a quemar más carbón que de costumbre y la contaminación generada, que normalmente se dispersaba en la atmósfera, quedó esa vez atrapada por una densa capa de aire frío.

De modo natural los componentes del smog se difunden hasta las capas altas de la atmósfera y no afectan a la vida terrestre. Sin embargo, durante esos días en Londres ocurrió un proceso de inversión térmica, en la que una masa de aire caliente se instaló sobre otra más fría (lo normal es que conforme subimos en altitud descienda la temperatura) impidiendo que los gases contaminados ascendieran y se dispersaran en la atmósfera.

Las concentraciones de agentes contaminantes en el aire, en particular del humo procedente de la combustión del carbón, aumentaron de manera dramática. Entre el 5 y el 9 de diciembre fallecieron 4.000 personas, básicamente niños, ancianos y gente con problemas respiratorios. En los meses siguientes hubo otros 8.000 muertos por causa de la niebla asesina. El problema se vio agravado porque el carbón empleado en calefacciones era de baja y muy baja calidad, con alto contenido de azufre (en época de

posguerra el carbón de calidad superior, y por tanto el más caro, se destinaba a la exportación).

La niebla tóxica era tan espesa que el tránsito de vehículos por la ciudad se hizo muy difícil, cuando no imposible, afectó al servicio de trenes y provocó que el cierre de los aeropuertos. Lejos de dispersarse, el smog pronto empezó a introducirse por todas partes, lo cual impidió el tránsito por hospitales y las escuelas cerraron sus aulas (News, 2002).

Las muertes durante la *Gran Niebla* se debieron, en la mayoría de los casos, a infecciones de las vías respiratorias o pulmonares (principalmente bronconeumonía, bronquitis aguda y bronquitis crónica) e hipoxia (bajo el nivel de oxígeno en la sangre).

Este episodio condujo a una reestructuración de las normas sobre regulación de la contaminación atmosférica. Tras los sucesos de 1952, el gobierno alentó la eliminación del carbón como combustible para la calefacción. En 1956 se firmó el Acta de aire limpio y se prohibieron las combustiones por carbón. Así, desde la década de los 60, Londres dejó de ser la ciudad de la niebla y a partir de este incidente, se crearon políticas claras y legislación referente a la contaminación del aire.

Por otra parte, para luchar contra la contaminación en los Estados Unidos, surge la Ley de Aire Limpio de 1970 cuyas enmiendas dieron paso a la Agencia de Protección Ambiental, EPA, con autoridad para establecer y hacer cumplir las normas de contaminación atmosférica y establecer las normas de emisión para las nuevas fábricas y reducir los contaminantes industriales extremadamente peligrosos.

Los estados están obligados a cumplir con la calidad del aire ambiental, por la regulación de las emisiones de diversos contaminantes procedentes de fuentes fijas existentes, tales como las centrales eléctricas, las incineradoras, depuradoras, precipitadores electrostáticos, filtros y otros.

Los fabricantes de automóviles tenían la obligación de instalar controles de escape o el desarrollo de motores menos contaminantes. La Ley de Aire Limpio, en su forma enmendada en 1977, autorizó a la EPA para imponer normas más estrictas de contaminación y sanciones por el incumplimiento de dichas normas de calidad del aire.

El resultado de estas leyes ha causado un progreso limitado en la reducción de las cantidades de dióxido de azufre, monóxido de carbono, óxido de nitrógeno, ozono, partículas y plomo en el aire.

La EPA también regula los contaminantes del aire, donde destacan: el mercurio, berilio, asbesto, cloruro de vinilo, benceno, sustancias radiactivas, y el arsénico inorgánico.

La solución más satisfactoria a largo plazo para reducir la contaminación del aire puede ser la eliminación de los combustibles fósiles y, en última instancia, la sustitución de la combustión interna de los motores. Para estos fines se han reunido en los Estados Unidos, Japón y Europa para desarrollar fuentes alternativas de energía, así como diferentes tipos de motores de transporte, tal vez alimentándose por electricidad o vapor. Un sistema de subsidios de la contaminación sobre la base de comercio de derechos de emisión se ha establecido en los Estados Unidos en un intento de utilizar el mercado libre a recompensar la reducción de la contaminación, y la venta internacional de los excedentes de derechos de emisión esté permitida por el Protocolo de Kyoto.

Otras soluciones propuestas incluyen la electricidad y el aumento de las tasas de la gasolina a fin de reflejar mejor los costos ambientales para desalentar el despilfarro y la ineficiencia mecánica y los controles de carbón extraído de las plantas.

En 1992, 150 naciones firmaron un tratado sobre el calentamiento global en las Naciones Unidas patrocinada por la cumbre sobre el medio ambiente en Río de Janeiro. La conferencia de las Naciones Unidas sobre el Cambio

Climático, celebrada en Kyoto, Japón, en 1997, produjo un acuerdo internacional para luchar contra el calentamiento global por reducir drásticamente las emisiones de gases industriales. Aunque los Estados Unidos abandonó el tratado en el 2001, diciendo que estaba en contra de los intereses de los EE.UU.

Estrategias y políticas de control

Si bien es cierto que las políticas de control ambiental deben centrarse en el objetivo fundamental de proteger la salud y bienestar de las personas, hay que tener presente que una total protección del medioambiente puede significar una total ausencia de contaminantes en la atmósfera. Si, por otro lado, se acepta como definición del término "contaminación" el aumento o disminución de cualquier elemento constituyente de la atmósfera, teniendo como referencia su composición en ausencia de toda actividad humana, el problema de definición de estrategias se torna bastante complejo.

Según (Elsom, 1992), la solución pasa por una decisión, de parte de la sociedad, de cuál es el nivel aceptable de protección ambiental y disminución de riesgo sobre la salud humana, que resulta compatible con las actividades humanas.

Esta decisión, sin lugar a dudas se ve influenciada por factores sociales, económicos, tecnológicos y políticos, aparte del conocimiento que existe sobre la naturaleza, orígenes y efectos de los contaminantes.

Los objetivos de las políticas ambientales, sean estas locales, nacionales o internacionales, pueden ser de corto o largo plazo. Los de corto plazo, corresponden a la disminución de la concentración de contaminantes a niveles que estén por debajo de aquellos que producen efectos adversos detectables y, eventualmente la eliminación de aquellos que provienen de fuente no esenciales.

Los objetivos de largo plazo, son aquellos orientados a aumentar el margen de seguridad frente a riesgos sobre la salud humana y la reducción o eliminación de los efectos adversos sobre la vegetación, materiales, animales y cambios climáticos inducidos por la presencia de determinados contaminantes.

La implementación de políticas y estrategias de control sobre la contaminación atmosférica, se traduce en la implementación de normas de calidad de aire para los distintos contaminantes y normas y regulaciones para las emisiones de contaminantes por parte de las fuentes emisoras. Las primeras corresponden a los niveles de concentración máximos permitidos de un contaminante dado, durante un tiempo también dado, que garantiza el grado de protección establecido por criterios que toman en cuenta los efectos sobre la salud, tecnologías disponibles y actividades presentes en la ciudad. Las normas de emisión, por otra parte, establecen los niveles máximos de emisión para cada fuente específica, que permiten cumplir con la norma de calidad de aire.

La gestión ambiental de una ciudad, para lograr sus objetivos debe contar, al menos, con la capacidad para monitorear la calidad del aire en forma continua y permanente y para ejercer acciones de fiscalización del cumplimiento de las normas de emisiones, junto con la capacidad de poner en práctica medidas concretas y oportunas como respuesta a la fiscalización y monitoreo anteriormente aludidas. Esto último se traduce, por ejemplo, en la declaración de alertas ambientales, con su correspondiente plan de acción y la aplicación de sanciones a los responsables de las fuentes emisoras que no cumplan con las regulaciones, junto con entregar señales o establecer estímulos para orientar cambios en las actividades tanto particulares como industriales o comerciales, conducentes a disminuir el impacto negativo que éstas ejercen sobre el medio ambiente.

Aproximación a la legislación de Colombia

Decreto 948 de 1995

Contiene el reglamento para la prevención y control de la contaminación atmosférica y la protección de la calidad del aire aplicable a todo el territorio nacional, en el cual se establecen las normas y principios generales para la protección atmosférica, los mecanismos de prevención, control y atención de episodios por contaminación del aire generada por fuentes contaminantes fijas y móviles (SIAC, 2011).

También se encuentran las directrices y competencias para la fijación de las normas de calidad del aire o nivel de inmisión, las normas básicas para la fijación de los estándares de emisión y descarga de contaminantes a la atmósfera, las normas de emisión de ruido y olores ofensivos y se regula el otorgamiento de permisos de emisión, los instrumentos y medios de control y vigilancia, el régimen de sanciones por la comisión de infracciones y la participación ciudadana en el control de la contaminación atmosférica.

Tiene por objeto definir el conjunto de las acciones y mecanismos administrativos que tienen las autoridades ambientales para mejorar y preservar la calidad del aire, y evitar y reducir el deterioro del medio ambiente, los recursos naturales renovables y la salud humana ocasionados por la emisión de contaminantes químicos y físicos al aire; con el propósito de mejorar la calidad de vida de la población y procurar su bienestar bajo el principio del desarrollo sostenible.

Resolución 909 de 2008

El 5 de junio de 2008, el Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial expidió la nueva reglamentación sobre fuentes fijas que reglamenta los niveles de emisión de contaminantes la cual deberá cumplir toda la industria en el país.

Con esta resolución se actualiza la reglamentación existente expedida por el Ministerio de Salud hace más de 25 años y en su contenido se incluye cerca de 40 nuevas actividades industriales no contempladas anteriormente; límites para fuentes operando con combustibles diferentes al carbón; normas específicas para actividades industriales, que por sus características particulares, requieren una reglamentación más detallada; y el protocolo para el control y vigilancia de la contaminación atmosférica generada por fuentes fijas, que incluye hornos ladrilleros, centrales térmicas, fábricas de cemento y acerías, entre otros.

Protocolo para el Monitoreo y Seguimiento a la Contaminación Atmosférica generada por Fuentes Fijas

Es un documento técnico que establece los procedimientos para definir la frecuencia de monitoreo de emisiones, los métodos de medición de contaminantes en la atmósfera, la información que deben contener los estudios de emisiones presentados a la autoridad ambiental, establece las condiciones de operación de los sistemas de control de emisiones para garantizar su adecuado funcionamiento y estandarizando los procedimientos para la medición de las emisiones por fuentes fijas en el país, el manejo y evaluación de esta información por parte de la autoridad ambiental.

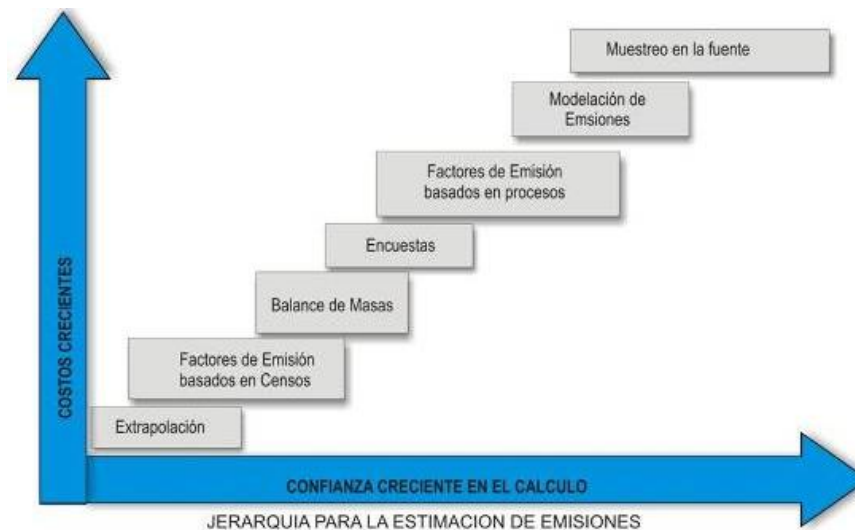
Actualmente, este documento se encuentra en ajustes técnicos finales y será adoptado por resolución para su obligatorio cumplimiento.

Protocolo nacional de inventario de emisiones

El Protocolo Nacional de Inventarios de Emisiones provee las herramientas, metodologías, factores y mecanismos para identificar y cuantificar las emisiones de contaminantes al aire como producto de las actividades de los diferentes sectores y fuentes del país tales como la

industria, el parque automotor y demás fuentes de emisión existentes en una determinada zona.

El siguiente esquema ilustra el protocolo que debe seguir la estimación de emisiones en Colombia.



Fuente: Sistema de Información Ambiental de Colombia, 2011

4.10 Calidad del aire y su relación con las emisiones industriales

Cabe mencionar que en el contexto de la problemática de la calidad del aire requiere emplear una diversa gama de sistemas de control y prevención, que enmarcados y respaldados por la legislación en vigor promueven una mejora del mismo.

Con base en lo anterior se presentan diferentes formas, técnicas, sistemas y tratamientos a la hora de afrontar el manejo de las emisiones industriales y su impacto en las inmisiones, por lo que se hace necesario, abordarlas para comprender la utilidad y alcance de las mismas.

El desarrollo de cada tipo de mecanismo o sistema dependerá, tanto de la disponibilidad de los datos como de los resultados que se quiera obtener.

Las herramientas empleadas para la solución de la problemática de la calidad del aire radican en el planteamiento de políticas ambientales tales como el seguimiento y control de las emisiones asociadas a procesos industriales; además también consiste en controlar la calidad de los combustibles.

El anterior proceso involucra una serie de componentes que le asignan una alta complejidad, debido a la diversidad y el enorme número de fuentes de contaminantes, a la multiplicidad de los fenómenos físicos y químicos involucrados y en el caso de los contaminantes secundarios a la falta de linealidad de las relaciones entre emisión de los contaminantes y sus concentraciones resultantes (Observatorio de sostenibilidad de España, 2007).

Una de las principales herramientas utilizadas para diagnosticar y/o pronosticar la calidad del aire en determinada región o país, se encuentra ligada a la modelación.

Los modelos de calidad de aire sirven como herramienta para relacionar emisiones atmosféricas con calidad de aire (ZANNETTI P., 1990), estos van desde herramientas simples como los modelos de dispersión, que tienen en cuenta fenómenos meteorológicos simples para determinar la difusión de contaminantes en la atmósfera hasta los modelos foto-químicos que incluyen mecanismos químicos complejos para determinar la formación, destrucción y distribución de contaminantes atmosféricos.

La importancia de la modelación de la calidad del aire comprende la descripción del transporte y la transformación de los contaminantes emitidos por diversas fuentes al interactuar entre sí con las condiciones de la atmósfera y además bajo la acción de la luz solar, lo cual resulta en una concentración de tales contaminantes en un sitio o dominio de interés. Los modelos deben considerar una descripción completa y consistente de los fenómenos atmosféricos para así poder asociarlos con los problemas de calidad de aire (GRYNING S., 2001), identificando dónde se generan los problemas y dónde tienen estos mayor repercusión para posteriormente tomar decisiones que permitan solucionarlo.

En los países desarrollados, estos modelos han sido aplicados ampliamente y son una herramienta clave en los procesos de toma de decisiones, como por ejemplo determinar el tipo de vehículos que se deben promover, el tipo de pintura que se debe emplear o cómo se deben diseñar y operar plantas termoeléctricas para alcanzar una calidad del aire (BAILEY E, 2003).

Tanto los efectos locales de las emisiones de contaminantes sobre la calidad del aire dentro de las ciudades como los efectos de emisiones de las grandes áreas urbanas en entornos remotos han sido objeto de observación y de estudios de modelo (WHITE et al., 1976) (HOV et al., 1978)

La posibilidad de que un pequeño número de las llamadas “megaciudades” contribuya significativamente al transporte de contaminantes a grandes

distancias y por lo tanto a la calidad del aire, ha comenzado a ser reconocida (AKIMOTO, H., 2003) (Crutzen, P.J., 2004) (Gurjar, B.R., Lelieveld, J., 2005).

Los inventarios de emisiones son importantes para estudiar la influencia antropogénica en la atmósfera, así como para proporcionar los elementos de entrada a modelos matemáticos y ayudar a interpretar observaciones de campo (Butler, T.M., Lawrence, M.G., Gurjar, B. R., van Aardenne, J., Schultz, M., Lelieveld, J., 2008).

Los inventarios de emisiones también funcionan como soporte a las personas dedicadas a plantear las políticas en el diseño de estrategias de mitigación.

En (Butler et al, 2008) se compara la representación de megaciudades individuales en los inventarios de emisiones globales y se intenta explicar las diferencias entre las representaciones de las ciudades en los inventarios en términos de las diferencias en la construcción de inventarios, lo cual además depende de la distribución geográfica de las emisiones.

Por otro lado se encontró que las amplias discrepancias entre la contribución de varios sectores a las emisiones totales de cada ciudad, y relacionarlas a las respectivas metodologías empleadas en la construcción de los inventarios.

Se concluyó además que las emisiones de las megaciudades de los países de la OECD (Organización para la Cooperación Económica y el Desarrollo) seleccionadas son predominantemente del sector de tráfico por carretera, especialmente para el CO y en menor grado para el NO_x. En los países que no pertenecen a la OECD, notablemente en Asia las emisiones de CO están dadas por el uso de biocombustible residencial, mientras que el NO_x fue producido por la industria.

En lo que respecta a los indicadores que se presentan para evaluar el impacto de las emisiones de químicos, en (Geelen et al, 2009) encontramos una división en tres niveles:

1. Presión ambiental
2. Calidad ambiental
3. Efectos en la salud humana o en los ecosistemas

De acuerdo a los resultados de los estudios realizados y a los reportes de la red de monitoreo de la calidad del aire, se han identificado varias zonas críticas, en las cuales la Entidad tiene la obligación de establecer planes de descontaminación. En la elaboración del Plan de Descontaminación Atmosférica (PDA), como instrumento de gestión ambiental, deben participar todos los órganos públicos involucrados con la materia a través de mesas de concertación.

Para el diseño e implementación de los planes de descontaminación es necesaria la aplicación de todos los principios de lineamientos de política establecidos por el Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. Es definitiva la participación de las autoridades competentes en la toma de decisiones con el fin de establecer medidas que sean de obligatorio cumplimiento en las áreas definidas como área fuente de contaminación.

El diseño y la implementación de los planes incluyen todas las etapas de definición de áreas fuentes de contaminación de acuerdo con la normatividad colombiana, definición de metodologías para declarar como saturada una zona, planear los programas a adelantar, identificar las medidas que generen la mayor reducción de emisiones al mínimo costo.

Desarrollo de planes de contingencia para episodios de contaminación, considerando las condiciones meteorológicas adversas que pueden provocar situaciones que requieren programas de urgencia. Utilizar los

modelos pronósticos para la definición de metas a corto, mediano y largo plazo.

Desarrollo de planes a largo plazo para mantener la calidad del aire después de haber cumplido las normas de calidad del aire. Se considera el crecimiento demográfico e industrial, el cálculo de emisiones esperadas, el desarrollo de procedimientos para instalar emisiones autorizadas que satisfagan las demandas futuras y para continuar el cumplimiento de las normas de calidad del aire.

Ejecución de programas para prevenir el deterioro significativo de la calidad del aire en aquellas regiones en donde el aire es relativamente limpio de acuerdo a lo establecido en las normas nacionales.

5. Metodología y plan de trabajo

Con base en el siguiente esquema de metodología se han planteado las actividades que conducen a la realización y cumplimiento de los objetivos específicos planteados.



Fuente: Elaboración propia basado en (Eco, 1991)

El cronograma de actividades propuesto para los siguientes tres años de investigación doctoral, se presenta en los anexos, ver Anexo 1. Metodología y plan de trabajo.

6. Líneas de investigación a seguir

Con base en lo estudiado anteriormente las líneas de investigación que han de surgir a partir del estudio de la calidad del aire como producto de la

contaminación de industrial son de muy variada índole y comprenden áreas de estudio muy diversas, desde la modelización con variables de emisiones industriales referentes a las chimeneas y a los contaminantes emitidos, los fenómenos meteorológicos y la fotoquímica de las reacciones entre ambos, como el análisis de los gases de efecto invernadero producidos por la industria y que afectan a escala global la biosfera y en consecuencia, contribuyen con cambios en las condiciones de vida.

7. Conclusiones

En el caso específico de este trabajo, al tratarse de un enfoque en el cual desea proporcionarse herramientas que procuren una mejor toma de decisiones donde se involucren en el sector industrial criterios de sostenibilidad para la mejora de la calidad del aire, lo que conviene es realizar el análisis legislativo que evidencie otra serie de parámetros a tener en cuenta u otros vacíos que tal vez a partir de la documentación analizada no hayan sido abordados, por ejemplo temas como la densidad industrial urbana o áreas demográficas de influencia de las chimeneas industriales.

El análisis debe mantenerse en la línea donde integre tanto los daños ambientales, como los riesgos para la salud, como el beneficio económico que implicaría el dejar de contaminar y no invertir luego recursos en medidas de mitigación para el cambio climático, como es el caso del tratamiento de los gases de efecto invernadero, pero que también atañe a los contaminantes primarios que son los que se emiten directamente de las chimeneas y que sin cuya reducción y/o control, seguirán propiciando altos costes en el sector de la salud.

En cuanto al control de emisiones se refiere, los inventarios de emisiones controlan exclusivamente a los contaminantes primarios, con el objetivo de fijar cual es la fuente de emisión. Por su parte los niveles de inmisión, lo hacen para los dos tipos de contaminación, la primaria y la secundaria, por

lo cual vale la pena explorar un tipo de herramienta que integre ambos tipos de contaminantes.

En lo referente al análisis de los contaminantes emitidos por las industrias con mayor consumo energético, cabe anotar que debe tenerse en cuenta que las emisiones van a tener mayor incidencia y puede hacerse una clasificación de acuerdo a la materia prima que utilizan para la generación de la energía.

8. Bibliografía

AKIMOTO , H. (2003). Global air quality and pollution. *Science* 302 , 1716–1719.

Burgos, C. d. (2007). *Cámara de Burgos*. Recuperado el 17 de Mayo de 2011, de <http://www.camaraburgos.com/upd/pdf/MAGeneral.pdf>

Butler, T.M., Lawrence, M.G., Gurjar, B. R., van Aardenne, J., Schultz, M., Lelieveld, J. (2008). The representation of emissions from megacities in global emission inventories. *Atmospheric Environment* 42 , 703-719.

Butler, T.M., Lawrence, M.G., Lelieveld, J., . (2008). The influence of of megacities on global atmospheric chemistry: a modelling study. *Atmospheric environment* .

Crutzen, P.J. (2004). New directions: the growing urban heat and pollution “island” effect—impact on chemistry and climate. *Atmospheric Environment* 38 , 3539–3540.

DOADRIO Villarejo, A. L. (2009). *Monografías del Instituto de España, Contaminación y Energía*. Recuperado el 9 de Mayo de 2011, de

Monografías del Instituto de España, Contaminación y Energía: www.analesranf.com/index.php/ie/article/view/856

Generalitat Valenciana. (2010). *Conselleria de medio ambiente, agua, urbanismo y vivienda*. Recuperado el 15 de Marzo de 2011, de <http://www.cma.gva.es/web/indice.aspx?nodo=6&idioma=C>

Gurjar, B.R., Lelieveld, J. (2005). New directions: megacities and global change. *Atmospheric Environment* 39 , 391–393.

Hov, Ø., Hesstveldt, E., Isaksen, I.S.A., . (1978). Long-range transport of tropospheric ozone. *Nature* 273 , 341–344.

OMM. (2010). *Organización Meteorológica Mundial*. Recuperado el Marzo de 2011, de http://www.wmo.int/pages/index_es.html

OROZCO B., C. (2006). *Portal de Educación Ambiental*. Recuperado el Mayo de 2011, de <http://www.jmarcano.com/recursos/contamin/catmosf5.html>

PARRA R. (2004). *Desarrollo del modelo EMICAT2000 para la estimación de emisiones contaminantes del aire en Cataluña y su uso en modelos de dispersión fotoquímica. Tesis Doctoral*. Barcelona.

Universidad Politécnica de Madrid. Grupo de software para el medio ambiente. (2010). *Curso de Modelización de la Calidad del aire*. Las Palmas de Gran Canaria: Universidad Politécnica de Madrid.

White, W.H., Anderson, J.A., Blumenthal, D.L., Husar, R.B., Gillani, N.V., Husar Jr, J.D.W.E.W., (1976). Formation and transport of secondary air pollutants: ozone and aerosols in the St. Luis urban plume. . *Science* 194 , 187–189.

9. Trabajos citados

BAILEY E, GAUTNEY L., MUELLER S.,. (2003). *Modeling Air Quality Recent Advances and Challenges*. Nashville: Tennessee Valley Authority (TVA).

GRYNING S., SCHIERMEIER F., . (2001). *Air pollution modeling and its application XIV*. New York: Kluwer academic publishers.

Observatorio de sostenibilidad de España. (2007). *Calidad del aire en España: Clave de la sostenibilidad urbana*. España: 1ra Ed.

BELL M., DAVIS D., FLETCHER T., (2002), *A Look Back at the London Smog of 1952 and the Half Century Since*, Environ Health Perspect 110 No 12 Págs. A734 – A735.

Stegeman, John J. & Solow, Andrew R. *A Look Back at the London Smog of 1952 and the Half Century Since; A Half Century Later: Recollections of the London Fog* (Environmental Health Perspectives, Dec 2002).

Real Decreto 102/2011, de 28 de enero, relativo a la mejora de la calidad del Aire

Comunidad de Madrid. 2009. 15 de Marzo de 2011 <http://www.mambiente.munimadrid.es/opencms/opencms/calair/contAtmosfera/contaminantes/detalle.html>

USEPA. U.S Environmental Protection Agency. 30 de Septiembre de 2010. 17 de Abril de 2011 <http://www.epa.gov/iaq/pubs/coftspan.html>

European Environment Agency. (2009). Air pollutant emission inventory guidebook. European Union.

Generalitat Valenciana. (2010). *Conselleria de medio ambiente, agua, urbanismo y vivienda*. Recuperado el 15 de Marzo de 2011, de <http://www.cma.gva.es/web/indice.aspx?nodo=6&idioma=C>

Instituto Nacional de Ecología de México. (2010). *Instituto Nacional de Ecología de México*. Recuperado el 17 de Marzo de 2011, de <http://www.ine.gob.mx/calair-info-basica/537-calair-fuentes>

PARKER, A. (1968). Contaminación del aire debida al uso de combustibles. En A. PARKER, *Contaminación del aire por la industria* (pág. 1). Barcelona: Reverté.

PASSOLA, O. (Junio de 2006). Modelo de inventario de emisiones industriales a la atmósfera a nivel de España con alta resolución espacial y temporal. Barcelona, Catalunya, España.

Fenger, J., 1999. «Urban air quality». *Atmospheric Environment* 33, 4877-4900.

Jiménez, P., Baldasano, J.M., 2004. «Ozone response to precursor controls in very complex terrains: Use of photochemical indicators to assess O₃-NO_x-VOC sensitivity in the northeastern Iberian Peninsula». *Journal of Geophysical Research*, 109.

Jiménez, P., Lelieveld, J., Baldasano, J. M., 2006. «Multiscale modeling of air pollutants dynamics in the northwestern Mediterranean basin during a typical summertime episode». *Journal of Geophysical Research* 111.

BALDASANO J. (Coordinador), PLANA J., et al. (2007). Mejora de la calidad del aire por cambio de combustible a gas natural en automoción: Aplicación a Madrid y Barcelona. *Cuaderno de medio ambiente N° 6*. Barcelona: Fundación Gas Natural.

POPE y DOCKERY. (2006). Health Effects of Fine Particulate Air: Lines that connect. *Journal of the Air & Waste Management Association* .

D.M. Elsom. *Atmospheric Pollution: A Global Problem*. Blackwell, Oxford UK & Cambridge USA. 1992.

P. Ulriksen. *Contaminación Atmosférica de Santiago: Estado Actual y Soluciones*. Capítulo 2: Factores Meteorológicos de la Contaminación Atmosférica de Santiago. Universidad de Chile, CONAMA-RM, Banco Santander. 1993.

J. Escudero. *A 5 años del Plan de Descontaminación de la Región Metropolitana*. Acción Ciudadana por el Medio Ambiente. Junio 1996.

Fases	Año/ Trimestre	1				2				3			
		I	II	I	II	III	IV	III	IV	I	II	I	II
I	Búsqueda bibliográfica de la información relacionada con emisiones industriales												
	Revisión de: <ul style="list-style-type: none"> • Bases de datos • Revistas científicas • Páginas web de ayuntamientos y entes gubernamentales • Páginas web de Organizaciones Ambientales: USEPA, EEA, INE, SIAC, CONAMA¹ entre otros. 												
II	Recopilación de información de los diferentes sectores industriales												
	<ul style="list-style-type: none"> • Identificar los sectores industriales a tener en cuenta según CIU, PRTR² • Clasificar industrias según su contribución a las emisiones atmosféricas 												
III	Selección del caso de estudio												

¹ USEPA: Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos; EEA: Agencia Europea Ambiental; INE: Instituto Nacional de Ecología de México; SIAC: Sistema de Información Ambiental de Colombia; CONAMA: Comisión Nacional del Medio Ambiente de Chile.

² CIU: CODIGO INDUSTRIAL INTERNACIONAL UNIFORME; PRTR: Registro Estatal de Emisiones y Fuentes Contaminantes

I. DISPOSICIONES GENERALES

MINISTERIO DE LA PRESIDENCIA

1645 *Real Decreto 102/2011, de 28 de enero, relativo a la mejora de la calidad del aire.*

La Directiva 96/62/CE del Consejo, de 27 de septiembre de 1996, sobre evaluación y gestión de la calidad del aire, también conocida como Directiva Marco, modificó la normativa sobre esta materia existente anteriormente en el ámbito comunitario, adoptando un planteamiento general sobre la propia evaluación de la calidad del aire, fijando criterios para el uso y la exactitud en las técnicas de evaluación, así como la definición de unos objetivos de calidad que habían de alcanzarse mediante una planificación adecuada.

Este planteamiento general, que precisaba del consiguiente desarrollo en relación con las distintas sustancias contaminantes para mantener una buena calidad del aire y mejorarla cuando resultase necesario, se concretó en las conocidas como Directivas Hijas: Directiva 1999/30/CE del Consejo, de 22 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, modificada por la Decisión de la Comisión 2001/744/CE, de 17 de octubre; Directiva 2000/69/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 16 de noviembre de 2000, sobre los valores límite para el benceno y el monóxido de carbono en el aire ambiente; Directiva 2002/3/CE del Parlamento Europeo y del Consejo de 12 de febrero de 2002 relativa al ozono en el aire ambiente; y Directiva 2004/107/CE del Parlamento Europeo y del Consejo de 15 de diciembre de 2004 relativa al arsénico, el cadmio, el mercurio, el níquel y los hidrocarburos aromáticos policíclicos en el aire ambiente.

La incorporación de estas Directivas a nuestro ordenamiento jurídico se hizo, a partir de la base legal que constituía la Ley 38/1972, de 22 de diciembre, de protección del Ambiente Atmosférico, desarrollada por el Decreto 833/1975, de 6 de febrero, mediante las siguientes normas: 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; Real Decreto 1796/2003, de 26 diciembre, relativo al ozono en el aire ambiente; y Real Decreto 812/2007, de 22 de junio, sobre evaluación y gestión de la calidad del aire ambiente en relación con el arsénico, el cadmio, el mercurio, el níquel y los hidrocarburos aromáticos policíclicos.

La 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 ha venido a modificar el anterior marco regulatorio comunitario, sustituyendo la Directiva Marco y las tres primeras Directivas Hijas, e introduciendo 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. Ello hace necesario incorporar al derecho interno estas novedades.

Asimismo, la antigua Ley 38/1972, de 22 de diciembre, de Protección del Ambiente Atmosférico ha sido sustituida por la Ley 34/2007, de 15 de noviembre, de calidad del aire y protección de la atmósfera, que aporta la nueva base legal para los desarrollos relacionados con la evaluación y la gestión de la calidad del aire en España. 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.

De la misma manera, el Decreto 833/1975, que desarrolló la Ley 38/1972, de 22 de diciembre, ha sido sustituido en parte por los Reales Decretos de calidad del aire más

arriba citados y por la propia Ley 34/2007, de 15 de noviembre. Además, ha sido objeto de derogaciones parciales, en concreto de los apartados 2 a 6 de su anexo I y del apartado 7 en lo referente a plomo molecular, hidrocarburos y partículas sedimentables. No obstante, han permanecido en vigor criterios de calidad del aire para algunos contaminantes cuya presencia en el aire ambiente puede acarrear efectos perjudiciales. Dichos criterios se incorporan a este real decreto en la disposición transitoria única, manteniéndose vigentes en tanto no se apruebe la normativa que los sustituya. De esta manera, junto con la disposición derogatoria incluida en el Real Decreto 100/2011, de 28 de febrero, por el que se actualiza el catálogo de actividades potencialmente contaminadoras de la atmósfera y se establecen las disposiciones básicas para su aplicación, se completa la derogación total del Decreto 833/1975.

Por otro lado, el amoníaco es un gas altamente reactivo que, además, favorece la generación de partículas secundarias y pertenece al ámbito de la Ley 34/2007, de 15 de noviembre, por ser un compuesto de nitrógeno. Las principales emisiones atmosféricas de amoníaco se deben a las actividades agropecuarias, aunque las emisiones de la industria y del tráfico rodado pueden ser puntualmente importantes y en un futuro próximo podrían incrementarse estas últimas por el uso masivo de sistemas de reducción catalítica selectiva. También se ha constatado que, últimamente, las emisiones difusas del alcantarillado urbano pueden suponer una fuente localmente importante. Por ello, se considera oportuno mantener una vigilancia de los niveles de amoníaco en aire ambiente mediante su medición en estaciones de fondo regional y en estaciones de tráfico de las principales ciudades españolas, si bien por el momento no se estima necesario definir objetivos de calidad para este contaminante.

Finalmente, la Ley 14/1986, de 25 de abril, General de Sanidad, atribuye a la Administración del Estado, sin menoscabo de las competencias de las comunidades autónomas, la determinación, con carácter general, de los métodos de análisis y medición y de los requisitos y condiciones mínimas en materia de control sanitario del medio ambiente.

De acuerdo con lo anterior, en consonancia con la citada normativa comunitaria objeto de transposición, y en aras a simplificar la normativa nacional referente a la calidad del aire, este real decreto sustituye a los tres reales decretos citados anteriormente, deroga el antiguo Decreto 833/1975 en todas las disposiciones que tienen que ver con la evaluación y la gestión de la calidad del aire e incluye disposiciones sobre evaluación y gestión de la calidad del aire que afectan a todas las sustancias contaminantes objeto de regulación.

De una parte, y siguiendo el principio de cooperación y colaboración interadministrativa fijado en la Ley 34/2007, define las actuaciones a realizar por todas las administraciones públicas implicadas en la gestión de la calidad del aire. Por otra parte, y para cada uno de los contaminantes, excepto el amoníaco, establece objetivos de calidad del aire que han de alcanzarse, mediante una planificación y una toma de medidas adecuada, en las fechas que se fijan con la determinación de los correspondientes valores límite u objetivo. Igualmente fija los métodos y criterios comunes para realizar la evaluación de la calidad del aire que, dependiendo de los niveles de los contaminantes, deberá realizarse mediante mediciones, una combinación de mediciones y modelización o solamente modelización y, en función de los resultados obtenidos en esta evaluación, fija los criterios de gestión para lograr el mantenimiento de la calidad del aire o su mejora cuando sea precisa, conforme a los planes de actuación que al respecto se adopten, incluyendo, asimismo, las medidas más severas previstas para los episodios en que puedan ser superados los umbrales de alerta o información fijados.

Por último, además de la información que ha de suministrarse a la ciudadanía y las organizaciones interesadas, se establecen también mediante este real decreto los cauces necesarios para dar cumplimiento a la Decisión 2004/461/CE relativa al cuestionario que debe utilizarse para presentar información anual sobre la evaluación de la calidad del aire ambiente de conformidad con las Directivas 96/62/CE y 1999/30/CE del Consejo y con las Directivas 2000/69/CE y 2002/3/CE del Parlamento Europeo y el Consejo, o la normativa europea que la sustituya. De esta manera quedan determinados los formatos y la

periodicidad que permiten un tratamiento de la información de forma armonizada, con métodos y criterios comunes.

Finalmente, se ha procedido a la inclusión de una disposición final con el objeto de modificar el Real Decreto 508/2007, de 20 de abril, por el que se regula el suministro de información sobre emisiones del Reglamento E-PRTR y de las autorizaciones ambientales integradas, procediendo a la clarificación de determinados requisitos de información y publicación de la misma en el Registro Estatal de Emisiones y Fuentes Contaminantes (PRTR-España).

La elaboración de este real decreto ha sido realizada con la participación y consulta de las comunidades autónomas y el Consejo Asesor de Medio Ambiente (CAMA), habiendo sido consultados los sectores afectados y con la información y participación del público mediante medios telemáticos.

En su virtud, a propuesta de las Ministras de Medio Ambiente, y Medio Rural y Marino y de Sanidad, Política Social e Igualdad, de acuerdo con el Consejo de Estado y previa deliberación del Consejo de Ministros en su reunión del día 28 de enero de 2011,

DISPONGO:

CAPÍTULO I

Disposiciones generales

Artículo 1. *Objeto.*

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 amoníaco (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.

Artículo 2. *Definiciones.*

A efectos de este real decreto se entenderá por:

1. Aire ambiente: el aire exterior de la baja troposfera, excluidos los lugares de trabajo.
2. 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.
3. Nivel: la concentración de un contaminante en el aire ambiente o su depósito en superficies en un momento determinado.

4. Depósito total: la masa total de un contaminante transferida de la atmósfera a las superficies como, por ejemplo, suelos, vegetación, agua, edificios, etc., en un área determinada y durante un periodo determinado.

5. Evaluación: cualquier método utilizado para medir, calcular, predecir o estimar el nivel de un contaminante en el aire ambiente o sus efectos.

6. Objetivo de calidad del aire: nivel de cada contaminante, aisladamente o asociado con otros, cuyo establecimiento conlleva obligaciones conforme las condiciones que se determinen para cada uno de ellos.

7. 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.

8. Margen de tolerancia: porcentaje del valor límite o cantidad en que éste puede sobrepasarse con arreglo a las condiciones establecidas.

9. 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.

10. 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.

11. 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.

12. 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.

13. 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.

14. Zona: porción de territorio delimitada por la Administración competente y utilizada para evaluación y gestión de la calidad del aire.

15. 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 km² que determine la Administración competente y justifique que se evalúe y controle la calidad del aire ambiente.

16. 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.

17. 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.

18. Indicador medio de exposición: nivel medio, determinado a partir de las mediciones efectuadas en ubicaciones de fondo urbano de todo el territorio nacional, que refleja la exposición de la población; se emplea para calcular el objetivo nacional de reducción de la exposición y la obligación en materia de concentración de la exposición.

19. Obligación en materia de concentración de la exposición: nivel fijado sobre la base del indicador medio de exposición, con el fin de reducir los efectos nocivos para la salud humana que debe alcanzarse en un período determinado.

20. Objetivo nacional de reducción de la exposición: porcentaje de reducción del indicador medio de exposición de la población nacional establecido para el año de referencia con el fin de reducir los efectos nocivos para la salud humana, que debe alcanzarse, en la medida de lo posible, en un período determinado.

21. Ubicaciones de fondo urbano: lugares situados en zonas urbanas cuyos niveles sean representativos de la exposición de la población urbana en general.

22. Óxidos de nitrógeno: la suma, en partes por mil millones en volumen de monóxido de nitrógeno y dióxido de nitrógeno, expresada como concentración másica de dióxido de nitrógeno en microgramos por metro cúbico, $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

23. PM10: partículas que pasan a través del cabezal de tamaño selectivo, definido en el método de referencia para el muestreo y la medición de PM10 de la norma UNE-EN 12341, para un diámetro aerodinámico de 10 μm con una eficiencia de corte del 50 %.

24. PM2,5: partículas que pasan a través del cabezal de tamaño selectivo, definido en el método de referencia para el muestreo y la medición de PM2,5 de la norma UNE-EN 14907, para un diámetro aerodinámico de 2,5 μm con una eficiencia de corte del 50 %.

25. Compuestos orgánicos volátiles (COV): todos los compuestos orgánicos procedentes de fuentes antropogénicas y biogénicas, distintos del metano, que puedan producir oxidantes fotoquímicos por reacción con óxidos de nitrógeno en presencia de luz solar.

26. Sustancias precursoras del ozono: sustancias que contribuyen a la formación de ozono en la baja atmósfera.

27. «Arsénico», «cadmio», «níquel» y «benzo(a)pireno»: niveles en aire ambiente de estos elementos en la fracción PM10.

28. Hidrocarburos aromáticos policíclicos: compuestos orgánicos formados por al menos dos anillos condensados aromáticos constituidos en su totalidad por carbono e hidrógeno.

29. Mercurio gaseoso total: el vapor de mercurio elemental, Hg^0 , y el mercurio gaseoso reactivo o divalente, Hg^{2+} , es decir, las especies de mercurio solubles en agua con una presión de vapor suficientemente elevada para existir en fase gaseosa.

30. Aportaciones procedentes de fuentes naturales: emisiones de contaminantes no causadas directa ni indirectamente por actividades humanas, incluyendo fenómenos naturales como las erupciones volcánicas, las actividades sísmicas o geotérmicas, los incendios forestales no intencionados, los fuertes vientos, los aerosoles marinos, la resuspensión atmosférica y el transporte de partículas naturales procedentes de regiones áridas.

31. 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.

32. 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.

33. Planes de calidad del aire: planes que contienen medidas para mejorar la calidad del aire de forma que los niveles de los contaminantes estén por debajo de los valores límite o los valores objetivo.

34. Mejores técnicas disponibles: Las descritas en el artículo 3.ñ) de la Ley 16/2002, de 1 de julio, de prevención y control integrados de la contaminación.

Artículo 3. *Actuaciones de las Administraciones públicas.*

1. El Ministerio de Medio Ambiente, y Medio Rural y Marino, a través de la Dirección General de Calidad y Evaluación Ambiental, realizará las siguientes actuaciones:

a) Adoptará las medidas de coordinación que, en aplicación del presente real decreto, resulten necesarias para facilitar a la Comisión Europea los datos e informaciones derivados de la normativa comunitaria y para llevar a cabo programas comunitarios de garantía de calidad de las mediciones organizados por la Comisión Europea.

b) Propondrá las medidas de cooperación con los demás Estados Miembros y con la Comisión Europea en materia de calidad del aire.

c) Elaborará, con la participación de las administraciones competentes, los Planes nacionales de mejora de la calidad del aire señalados en el apartado 5 del artículo 24.

d) Recopilará la información técnica sobre la contaminación atmosférica de fondo y la facilitará, por una parte, a los organismos internacionales pertinentes para el cumplimiento de las obligaciones derivadas de Convenios u otro tipo de compromisos internacionales sobre contaminación transfronteriza y, por otra, a las comunidades autónomas y, en su caso, las entidades locales, para su uso como complemento para la evaluación y gestión de la calidad de aire en sus respectivos territorios.

e) Propondrá las medidas necesarias para coordinar las actuaciones que deben llevarse a cabo en el supuesto del artículo 5.1.h) de la Ley 34/2007, de 15 de noviembre.

f) Elaborará un sistema de control y garantía de calidad que asegure la exhaustividad, coherencia, transparencia, comparabilidad y confianza en todo el proceso objeto de sus actuaciones.

g) Integrará en el Sistema Español de Información, Vigilancia y Prevención de la Contaminación Atmosférica, creado por la Ley 34/2007, toda la información a que den lugar las actuaciones anteriores.

Por su parte, la Agencia Estatal de Meteorología, adscrita al Ministerio de Medio Ambiente, y Medio Rural y Marino y responsable de la gestión de la red EMEP/VAG/CAMP de contaminación atmosférica de fondo, implantará un sistema de control y garantía de calidad que asegure la exhaustividad, coherencia, transparencia, comparabilidad y confianza de los resultados obtenidos en dicha red y realizará las mediciones indicativas de partículas PM_{2,5} descritas en el artículo 8; las mediciones indicativas de metales pesados e hidrocarburos aromáticos policíclicos descritas en el artículo 9 y las mediciones de amoníaco en estaciones rurales de fondo señaladas en el artículo 12.

2. El Instituto de Salud Carlos III, adscrito al Ministerio de Ciencia e Innovación, a los efectos del artículo 3 de la Directiva 2008/50/CE, actuará como Laboratorio Nacional de Referencia y como tal realizará las siguientes actuaciones:

- a) Participará en los ejercicios de intercomparación comunitarios.
- b) Coordinará a escala nacional la correcta utilización de los métodos de referencia y la demostración de la equivalencia de los métodos que no sean de referencia.
- c) Propondrá métodos de referencia nacionales cuando no existan dichos métodos en el ámbito de la Unión Europea.
- d) Asistirá a la Dirección General de Calidad y Evaluación Ambiental en el desempeño de sus actuaciones.

Para ello, deberá estar acreditado con arreglo a la Norma UNE-EN ISO/IEC 17025 respecto de los métodos de referencia mencionados en el anexo VII.

3. Las comunidades autónomas, en el ámbito de sus respectivas competencias, y las entidades locales cuando corresponda según lo previsto en el artículo 5 de la Ley 34/2007, de 15 de noviembre, de calidad del aire y prevención de la atmósfera, el artículo 26 de la Ley 7/1985, de 2 de abril, Reguladora de las Bases de Régimen Local, en los artículos 41 y 42 de la Ley 14/1986, de 25 de abril, General de Sanidad, en los artículos 5, 8 y 10 de la Ley 34/2007 y en la legislación de las comunidades autónomas:

a) Designarán los órganos competentes, laboratorios, institutos u organismos técnico-científicos, encargados de la aplicación de las normas sobre calidad del aire ambiente y, en particular, de la garantía de la exactitud de las mediciones y de los análisis de los métodos de evaluación. Dichos órganos deberán cumplir lo establecido en el apartado III del anexo V.

b) Realizarán en su ámbito territorial la delimitación y clasificación de las zonas y aglomeraciones en relación con la evaluación y la gestión de la calidad del aire ambiente; así como la toma de datos y evaluación de las concentraciones de los contaminantes regulados, y el suministro de información al público.

c) Adoptarán las medidas necesarias para garantizar que las concentraciones de los contaminantes regulados no superen los objetivos de calidad del aire y para la reducción

de dichas concentraciones, así como las medidas de urgencia para que las concentraciones de los contaminantes regulados vuelvan a situarse por debajo de los umbrales de alerta y comunicarán la información correspondiente al público en caso de superación de éstos. En particular, aprobarán los planes de mejora de calidad del aire definidos en el artículo 24.1 y 24.6 y los planes de acción a corto plazo señalados en el artículo 25.

d) Aprobarán los sistemas de medición, consistentes en métodos, equipos, redes y estaciones.

e) Colaborarán entre sí en el supuesto de que se sobrepasen los objetivos de calidad del aire fijados en un ámbito territorial superior al de una comunidad autónoma, bajo la coordinación del Ministerio de Medio Ambiente, y Medio Rural y Marino.

f) Podrán establecer objetivos de calidad del aire más estrictos que los fijados en este real decreto.

4. Las administraciones públicas intercambiarán los correspondientes datos e informaciones para la evaluación y correcta gestión de la calidad del aire a través del Sistema Español de Información, Vigilancia y Prevención de la contaminación atmosférica.

Artículo 4. Objetivos de calidad del aire.

Los objetivos de calidad del aire para cada uno de los contaminantes regulados son los que se fijan en el anexo I. Para su determinación se seguirán los criterios de agregación y cálculo que figuran en la sección J de dicho anexo.

Artículo 5. Designación de zonas y aglomeraciones.

Las comunidades autónomas dividirán todo su territorio en zonas y aglomeraciones. En todas esas zonas y aglomeraciones deberán llevarse a cabo actividades de evaluación y gestión de la calidad del aire para los contaminantes de las Secciones primera y segunda del Capítulo II.

CAPÍTULO II

Evaluación de la calidad del aire

Sección 1.ª Evaluación de la calidad del aire en relación al dióxido de azufre, el dióxido de nitrógeno y los óxidos de nitrógeno, las partículas, el plomo, el benceno y el monóxido de carbono, el arsénico, el cadmio, el níquel, el mercurio, el benzo(a)pireno y los demás hidrocarburos aromáticos policíclicos (HAP)

Artículo 6. *Evaluación de la calidad del aire ambiente.*

1. Las comunidades autónomas, y las entidades locales cuando corresponda según lo previsto en los artículos 5.3 y 10.1 de la Ley 34/2007, clasificarán cada zona o aglomeración de su territorio, definidas según el artículo 5, en relación con los umbrales de evaluación del anexo II y realizarán la evaluación de la calidad del aire 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, el arsénico, el cadmio, el níquel y el benzo(a)pireno en todas las zonas y aglomeraciones de su territorio, y de acuerdo a los principios del anexo III.

2. La clasificación con respecto a los umbrales superior e inferior de evaluación de cada zona o aglomeración se revisará por lo menos cada cinco años con arreglo al procedimiento establecido en el apartado II del anexo II. Esa revisión tendrá lugar antes de lo establecido si se producen cambios significativos en las actividades que puedan tener incidencia sobre las concentraciones en el aire ambiente de los contaminantes expresados.

3. 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, utilizando mediciones fijas, técnicas de modelización, campañas de mediciones representativas,

mediciones indicativas o investigaciones, o una combinación de todos o algunos de estos métodos.

4. 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 modelización o mediciones indicativas para obtener información adecuada sobre la distribución espacial de la calidad del aire ambiente.

5. 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

6. 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.

Artículo 7. Mediciones.

1. Para la medición de las concentraciones de los distintos contaminantes, la ubicación de los puntos de muestreo se ajustará al contenido del anexo III; los criterios de determinación del número mínimo de puntos de muestreo para la medición fija de las concentraciones se ajustarán al contenido del anexo IV; los objetivos de calidad de los datos y presentación de resultados se ajustarán al contenido de los anexos V y VI; y los métodos de referencia para la evaluación de las concentraciones se ajustarán al contenido del anexo VII.

2. Además, cuando de acuerdo con el artículo 7.2.b) de la Ley 34/2007 se haya fijado la obligación de contar con estaciones de medida de los niveles de contaminación, dichas estaciones deberán cumplir con los criterios de emplazamiento señalados en el anexo III y en los apartados I.b y III.b del anexo IV referidos a fuentes puntuales.

3. En las zonas y aglomeraciones en que la información sobre dióxido de azufre, dióxido de nitrógeno y óxidos de nitrógeno, partículas, plomo, benceno y monóxido de carbono proporcionada por las estaciones de medición fijas se complete con información procedente de otras fuentes, tales como inventarios de emisiones, métodos de medición indicativa y modelos de la calidad del aire, el número de estaciones de medición fijas especificado en el apartado I del anexo IV podrá reducirse hasta en un 50 %, siempre y cuando se cumplan las condiciones siguientes:

a) Los métodos suplementarios aporten información suficiente para la evaluación de la calidad del aire en lo que respecta a los valores límite o los umbrales de alerta, así como información adecuada para el público.

b) el número de puntos de muestreo que vaya a instalarse y la resolución espacial de otras técnicas resulten suficientes para determinar la concentración del contaminante de que se trate conforme a los objetivos de calidad de los datos especificados en el apartado I del anexo V y posibiliten que los resultados de la evaluación se ajusten a los criterios señalados en el apartado II del anexo V.

Los resultados de la modelización y/o la medición indicativa se tendrán en cuenta para la evaluación de la calidad del aire en relación con los valores límite y objetivo.

4. En las zonas y aglomeraciones en las que la información sobre arsénico, cadmio, níquel y benzo(a)pireno proporcionada por las estaciones de medición fijas se complete con información procedente de otras fuentes, tales como inventarios de emisiones, métodos de medición indicativa y modelos de la calidad del aire, el número de estaciones de medición fijas y la resolución espacial de otras técnicas deberán ser suficientes para

determinar el nivel de dichos contaminantes atmosféricos de conformidad con el apartado II del anexo III y el apartado I del anexo VI.

Artículo 8. Criterios adicionales para las partículas PM_{2,5}.

Además de las evaluaciones indicadas en el artículo 6, el Ministerio de Medio Ambiente, y Medio Rural y Marino, en colaboración con las comunidades autónomas, establecerá puntos de muestreo para mediciones indicativas en ubicaciones rurales de fondo alejadas de fuentes significativas de contaminación atmosférica con el objetivo de facilitar, como mínimo, información acerca de la concentración másica total y la especiación química de las concentraciones de partículas PM_{2,5}, en medias anuales, y empleando los criterios siguientes:

- a) Se instalará un punto de muestreo cada 100 000 km².
- b) Se podrá acordar con los Estados limítrofes el establecimiento de una o varias estaciones de medición comunes que abarquen las zonas colindantes relevantes con el fin de conseguir la resolución espacial necesaria.
- c) Cuando proceda, las actividades de vigilancia deberán coordinarse con la Estrategia de vigilancia continuada y medición del Programa de cooperación para la vigilancia continua y la evaluación del transporte a gran distancia de contaminantes atmosféricos en Europa (EMEP).
- d) El apartado I del anexo V y las especificaciones de los sistemas de control y garantía de calidad se aplicarán en relación con los objetivos de calidad de los datos para las mediciones de la concentración másica de las partículas y el anexo VIII se aplicará en su integridad.

Artículo 9. Criterios adicionales para arsénico, cadmio, mercurio, níquel e hidrocarburos aromáticos policíclicos.

1. Para evaluar la contribución del benzo(a)pireno al aire ambiente, las comunidades autónomas medirán otros hidrocarburos aromáticos policíclicos en un número limitado de lugares. Los compuestos que deberán medirse serán como mínimo los siguientes: benzo(a)antraceno, benzo(b)fluoranteno, benzo(j)fluoranteno, benzo(k)fluoranteno, indeno(1,2,3-cd)pireno y dibenzo(a,h)antraceno. Los lugares de toma de muestra de estos hidrocarburos aromáticos policíclicos se situarán junto a los de benzo(a)pireno y se elegirán de forma que pueda identificarse la variación geográfica y las tendencias a largo plazo. Para ello se aplicarán los apartados II, III y IV del anexo III.

2. Independientemente de los niveles en aire ambiente, el Ministerio de Medio Ambiente, y Medio Rural y Marino, en colaboración con las comunidades autónomas, establecerá un punto de muestreo cada 100 000 km² para la medición indicativa, en el aire ambiente, del arsénico, cadmio, mercurio gaseoso total, níquel, benzo(a)pireno, y de los demás hidrocarburos aromáticos policíclicos contemplados en el apartado 1, así como de sus depósitos totales. También se medirá el mercurio particulado y el mercurio gaseoso divalente. Estas medidas se coordinarán con la Estrategia de vigilancia continuada y medición del Programa EMEP. Los lugares de muestreo para estos contaminantes deberán seleccionarse de manera que pueda identificarse la variación geográfica y las tendencias a largo plazo. A tal fin se aplicarán los apartados II, III y IV del anexo III.

Sección 2.^a Evaluación de la calidad del aire en relación al ozono

Artículo 10. Evaluación de las concentraciones de ozono y de las sustancias precursoras.

1. Las comunidades autónomas, y las entidades locales cuando corresponda según lo previsto en los artículos 5.3 y 10.1 de la Ley 34/2007, clasificarán cada zona o aglomeración de su territorio, definidas según el artículo 5, en relación con los valores objetivos del anexo I y realizarán la evaluación de la calidad del aire para el ozono en todas las zonas y aglomeraciones de su territorio.

2. En aquellas zonas y aglomeraciones en las cuales, durante alguno de los cinco años anteriores de mediciones, las concentraciones de ozono hubiesen superado un objetivo a largo plazo, serán obligatorias las mediciones fijas continuas. Estas mediciones fijas podrán constituir la única fuente de información o podrán complementarse con información procedente de modelización y/o mediciones indicativas.

Cuando se disponga de datos correspondientes a un período inferior a cinco años para determinar las superaciones, las Administraciones competentes podrán combinar campañas de medición de corta duración en los períodos y lugares en que la probabilidad de observar niveles elevados de contaminación sea alta, de acuerdo con los resultados obtenidos de los inventarios de emisiones y la modelización.

3. En el resto de zonas y aglomeraciones distintas de las enumeradas en el primer párrafo del apartado 2, se podrán complementar las mediciones fijas continuas con información procedente de modelización y/o mediciones indicativas.

Artículo 11. *Mediciones de ozono y de las sustancias precursoras.*

1. Los criterios para determinar la ubicación de los puntos de muestreo para la medición del ozono son los que se establecen en el anexo IX. Los objetivos de calidad de los datos se ajustarán a lo especificado en el anexo V.

2. En el apartado I del anexo X se establece el número mínimo de puntos fijos de muestreo para la medición continua del ozono en cada zona o aglomeración en la que la medición sea la única fuente de información para evaluar la calidad del aire.

3. Se deberán hacer también mediciones del dióxido de nitrógeno en al menos el 50 por 100 de los puntos de muestreo de ozono exigidos en el apartado I del anexo X. Las mediciones del dióxido de nitrógeno serán mediante técnicas en continuo, salvo en las estaciones rurales de fondo definidas en el apartado I del anexo IX, donde podrán utilizarse otros métodos de medición.

4. En las zonas y aglomeraciones en las que la información procedente de los puntos de muestreo para las mediciones en lugares fijos se complemente con información obtenida por modelización o mediciones indicativas, podrá reducirse el número total de puntos de muestreo especificado en el apartado I del anexo X, siempre que se cumplan las siguientes exigencias:

a) Que los métodos complementarios proporcionen un nivel adecuado de información para la evaluación de la calidad del aire con respecto a los valores objetivo, los objetivos a largo plazo y a los umbrales de información y de alerta.

b) Que el número de puntos de muestreo que se determine y la resolución espacial de otras técnicas sea suficiente para conocer la concentración de ozono de acuerdo con los objetivos de calidad de los datos especificados en el apartado I del anexo V y permita obtener los resultados de evaluación especificados en el apartado II del anexo V.

c) Que el número de puntos de muestreo de cada zona o aglomeración sea, como mínimo, uno por cada dos millones de habitantes o uno cada 50.000 km², seleccionando el que proporcione un mayor número de puntos de muestreo.

d) Que cada zona o aglomeración contenga al menos un punto de muestreo, y

e) Que se mida el dióxido de nitrógeno en todos los puntos de muestreo restantes excepto en las estaciones rurales de fondo.

En tal caso, se tendrán en cuenta los resultados de la modelización o de las mediciones indicativas para evaluar la calidad del aire en relación con los valores objetivo.

5. En las zonas y aglomeraciones en las que, durante cada uno de los cinco años anteriores de mediciones, las concentraciones sean inferiores a los objetivos a largo plazo, el número de estaciones de medición continua se determinará de conformidad con lo establecido en el apartado II del anexo X.

6. Los compuestos orgánicos volátiles (COV) se determinarán, como mínimo, en una estación urbana o suburbana de cada una de las ciudades con una población superior a 500.000 habitantes. Para ello, se tendrá en cuenta el anexo XI, el resto de exigencias

establecidas en la normativa comunitaria y el Programa EMEP y los criterios de macroimplantación del apartado I del anexo IX.

7. Los métodos de referencia que se tendrán en cuenta para la medición del ozono y de los óxidos de nitrógeno son los que se establecen en los apartados 8 y 2, respectivamente, de la sección A del anexo VII u otros métodos en las condiciones de la sección B del anexo VII.

En cuanto a los COV, las comunidades autónomas, y en su caso las entidades locales, comunicarán al Ministerio de Medio Ambiente, y Medio Rural y Marino los métodos que utilizan para su muestreo y medición, y que se ajustarán a lo dispuesto en el apartado IV del anexo XI.

Sección 3.^a Evaluación de la calidad del aire en relación con el amoniaco

Artículo 12. Mediciones de las concentraciones de amoniaco.

1. El Ministerio de Medio Ambiente, y Medio Rural y Marino, en colaboración con las comunidades autónomas, determinará 5 puntos rurales de fondo para la medición de niveles en aire ambiente del amoniaco, repartidos uniformemente por el territorio español. Estas medidas se coordinarán con la Estrategia de vigilancia continuada y medición del Programa EMEP.

2. Además, las autoridades competentes garantizarán al menos un punto para la medición de amoniaco en un área de intensidad elevada de tráfico en todas las ciudades con un número de habitantes superior a 500 000.

3. La ubicación de los puntos de muestreo para la medición de las concentraciones de amoniaco, los objetivos de calidad de los datos, y las técnicas de análisis para la evaluación de las concentraciones se ajustarán al contenido del anexo XII.

CAPÍTULO III

Gestión de la calidad del aire

Artículo 13. Obligaciones generales.

1. Los valores límite, incrementados donde proceda por los márgenes de tolerancia, y los niveles críticos establecidos en el anexo I no deberán superarse a partir de las fechas señaladas en dicho anexo.

Con respecto a los valores objetivos y objetivos a largo plazo, las administraciones competentes tomarán todas las medidas necesarias que no conlleven costes desproporcionados para asegurarse que se alcanzan, y no se superan, de acuerdo con las fechas señaladas en dicho anexo I.

Todo ello se hará teniendo en cuenta un enfoque integrado de la protección del medio ambiente, que no se causen efectos negativos y significativos sobre el medio ambiente de los demás Estados miembros de la Unión Europea ni de otros países, y que no se contravenga la legislación sobre protección de la salud y seguridad de los trabajadores y trabajadoras en el lugar de trabajo.

2. Las comunidades autónomas elaborarán listas diferenciadas por contaminantes donde se incluyan las zonas y aglomeraciones siguientes:

a) Aquellas en que los niveles de los contaminantes regulados sean inferiores a sus valores límite o niveles críticos.

b) Las que tengan los niveles de uno o más de los contaminantes regulados comprendidos entre los valores límite y dichos valores límite incrementados en su margen de tolerancia, en los casos en los que se aplique éste.

c) Aquellas donde se supere, para uno o más de los contaminantes regulados, su valor límite, incrementado en su caso en el margen de tolerancia, o los niveles críticos.

d) Aquellas en las que los niveles de los contaminantes regulados sean superiores a los valores objetivo.

- e) Aquellas en las que los niveles de ozono sean superiores a los objetivos a largo plazo pero inferiores o iguales a los valores objetivo.
- f) Aquellas que cumplan los objetivos a largo plazo para el ozono.
- g) Aquellas en las que los niveles de PM_{2,5}, arsénico, cadmio, níquel y benzo(a)pireno sean inferiores a los valores objetivo.

Igualmente, elaborarán una lista de las zonas y aglomeraciones con su situación en relación a los umbrales superior e inferior de evaluación de acuerdo al apartado I del anexo II y siguiendo la metodología del apartado II del mismo anexo.

Artículo 14. *Medidas aplicables en las zonas en que se superen los valores límite.*

En las zonas y aglomeraciones en que los niveles de uno o más de los contaminantes regulados superen su valor límite incrementado en el margen de tolerancia o, si éste no está establecido, el valor límite, las administraciones competentes adoptarán planes de actuación para reducir los niveles y cumplir así dichos valores límite en los plazos fijados, de acuerdo con lo establecido en el Capítulo IV.

Artículo 15. *Medidas aplicables en las zonas en que no se superan los valores límite.*

En aquellas zonas o aglomeraciones en que los niveles de los contaminantes regulados sean inferiores a sus valores límite, se adoptarán las medidas necesarias para mantener esta situación, de forma que se obtenga la mejor calidad del aire posible.

Artículo 16. *Medidas aplicables en las zonas en que se superen los valores objetivo y los objetivos a largo plazo de ozono.*

1. En las zonas y aglomeraciones donde se supere el valor objetivo, las Administraciones competentes adoptarán los planes necesarios para garantizar que se cumpla dicho valor objetivo en la fecha señalada en el anexo I, salvo cuando no pueda conseguirse mediante medidas que no conlleven costes desproporcionados. En todo caso, estas medidas deberán ser compatibles con el Programa nacional de techos nacionales de emisión elaborado en el marco de la Directiva 2001/81/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 23 de octubre de 2001, sobre techos nacionales de emisión de determinados contaminantes atmosféricos.

2. En las zonas y aglomeraciones en las que los niveles de ozono en el aire ambiente sean superiores a los objetivos a largo plazo pero inferiores o iguales a los valores objetivo regulados en el anexo I, las Administraciones competentes elaborarán y ejecutarán medidas para reducir los niveles y cumplir así dichos objetivos a largo plazo. Estas medidas serán eficaces en relación con su coste y, cuando menos, deberán ser coherentes con todos los planes que se elaboren de conformidad con lo establecido en el apartado anterior y con la restante normativa sobre la materia que también resulte de aplicación.

Artículo 17. *Medidas aplicables en las zonas en las que se cumplen los objetivos a largo plazo de ozono.*

En las zonas y aglomeraciones donde los niveles de ozono cumplan los objetivos a largo plazo, las Administraciones competentes, en la medida en que lo permitan factores como la naturaleza transfronteriza de la contaminación por ozono o las condiciones meteorológicas, mantendrán dichos niveles por debajo de los objetivos a largo plazo y preservarán, mediante la aplicación de medidas proporcionadas, la mejor calidad del aire ambiente compatible con un desarrollo sostenible y un nivel elevado de protección del medio ambiente y la salud humana.

Artículo 18. *Medidas aplicables en las zonas en que se superen los valores objetivo para arsénico, cadmio, níquel y benzo(a)pireno.*

1. En las zonas y aglomeraciones en las que se hayan rebasado los valores objetivo fijados en el anexo I, las administraciones competentes especificarán dónde se registran las superaciones y las fuentes que contribuyen a las mismas.

2. Además, las comunidades autónomas deberán demostrar que se aplican todas las medidas necesarias que no generen costes desproporcionados, dirigidas en particular a las fuentes de emisión principales, para reducir los niveles y cumplir los valores objetivo. En el caso de las instalaciones industriales reguladas por la Ley 16/2002, de 1 de julio, de prevención y control integrados de la contaminación, ello significa la aplicación de las mejoras técnicas disponibles.

Artículo 19. *Medidas aplicables en las zonas en que no se superen los valores objetivo para arsénico, cadmio, níquel y benzo(a)pireno.*

En las zonas y aglomeraciones en las que los niveles sean inferiores a sus respectivos valores objetivo las comunidades autónomas adoptarán las medidas necesarias para mantener esa situación, de forma que se obtenga la mayor calidad posible del aire.

Artículo 20. *Medidas aplicables cuando se superen los umbrales de información o de alerta.*

Cuando se superen cualquiera de los umbrales indicados en el anexo I o se prevea que se va a superar el umbral de alerta de dicho anexo I, las Administraciones competentes adoptarán las medidas necesarias de urgencia e informarán a la población por radio, televisión, prensa o Internet, entre otros medios posibles, de los niveles registrados o previstos y de las medidas que se vayan a adoptar, de acuerdo con el artículo 28. Las entidades locales y el Ministerio de Medio Ambiente, y Medio Rural y Marino también informarán a la Administración de la Comunidad Autónoma correspondiente cuando se superen los umbrales en estaciones de medición bajo su gestión.

Además, las Administraciones competentes facilitarán al Ministerio de Medio Ambiente, y Medio Rural y Marino, para su envío a la Comisión Europea, información sobre los niveles registrados y sobre la duración de los períodos durante los que se hayan superado los umbrales.

Artículo 21. *Objetivo nacional de reducción de la exposición a partículas PM_{2,5} para la protección de la salud humana.*

1. El indicador medio de exposición (IME) a partículas PM_{2,5} se evaluará conforme a lo establecido en la sección A del anexo XIII.

2. Las autoridades competentes tomarán todas las medidas necesarias que no conlleven gastos desproporcionados para reducir la exposición a partículas PM_{2,5} con el fin de cumplir el objetivo nacional de reducción de la exposición fijado en la sección B del anexo XIII a más tardar en el año señalado en dicho anexo.

3. Las autoridades competentes garantizarán que el IME para el año 2015, establecido de conformidad con la sección A del anexo XIII, no supere la obligación en materia de concentración de la exposición establecida en la sección C de dicho anexo.

Artículo 22. *Aportaciones procedentes de fuentes naturales.*

1. Las comunidades autónomas elaborarán anualmente listas con las zonas y aglomeraciones en las que las superaciones de los valores límite de un contaminante sean atribuibles a fuentes naturales. Igualmente, facilitarán al Ministerio de Medio Ambiente, y Medio Rural y Marino información acerca de las concentraciones y las fuentes y las pruebas que demuestren que dichas superaciones son atribuibles a fuentes naturales.

2. Las superaciones atribuibles a fuentes naturales según el apartado anterior no se considerarán superaciones a los efectos de lo dispuesto en el presente real decreto y no originarán la obligación de ejecutar planes de actuación.

3. En el caso de las partículas, se utilizará para la demostración y sustracción de los niveles atribuibles a fuentes naturales la metodología descrita en el anexo XIV.

Artículo 23. *Prórroga de los plazos de cumplimiento y exención de la obligación de aplicar ciertos valores límite.*

1. Cuando en una zona o aglomeración determinada no puedan respetarse los valores límite de dióxido de nitrógeno o benceno en los plazos fijados en el anexo I, la autoridad competente podrá solicitar prorrogar esos plazos por un máximo de cinco años para esa zona o aglomeración concreta, con la condición de que se haya establecido un plan de calidad del aire de conformidad con el artículo 24 para la zona o aglomeración a la que vaya a aplicarse la prórroga; dicho plan de calidad del aire irá acompañado de la información indicada en la sección B del anexo XV en relación con los contaminantes de que se trate y demostrará que van a respetarse los valores límite antes del final de la prórroga.

2. Cuando en una zona o aglomeración determinada no puedan respetarse los valores límite de PM10 especificados en el anexo I debido a las características de dispersión propias de esos lugares, las condiciones climáticas adversas o las contribuciones transfronterizas, la autoridad competente podrá solicitar la exención de aplicar esos valores límite hasta el 11 de junio de 2011 como máximo, siempre que se cumplan las condiciones recogidas en el apartado 1 y que demuestre que se han adoptado todas las medidas adecuadas, a escala nacional, regional y local, para respetar los plazos.

3. Cuando se aplique lo dispuesto en los apartados 1 ó 2, la autoridad competente se asegurará de que la superación del valor límite de cada contaminante no supera el margen máximo de tolerancia especificado para cada uno de los contaminantes en el anexo I.

4. Las comunidades autónomas y, en su caso, las entidades locales, notificarán al Ministerio de Medio Ambiente, y Medio Rural y Marino los supuestos en los que, a su juicio, sean de aplicación los apartados 1 y 2. Dicha notificación se realizará siguiendo las directrices establecidas en la «Comunicación de la Comisión sobre las notificaciones de las prórrogas de los plazos de cumplimiento de ciertos valores límite y las exenciones de la obligación de aplicarlos en virtud del artículo 22 de la Directiva 2008/50/CE sobre la calidad del aire ambiente y una atmósfera más limpia en Europa» (COM(2008) 403) e irá acompañada del plan de calidad del aire mencionado en el apartado 1 y de toda la información necesaria para que la Comisión Europea examine si se cumplen o no las condiciones pertinentes. El Ministerio de Medio Ambiente, y Medio Rural y Marino, a su vez, transmitirá toda esta información a la Comisión Europea.

5. Si la Comisión Europea no plantea ninguna objeción, las condiciones pertinentes para la aplicación de los apartados 1 ó 2 se considerarán cumplidas. Si se planteasen objeciones, las autoridades competentes adaptarán sus planes de calidad del aire o presentarán otros nuevos y se entenderá que no ha lugar a la prórroga o exención solicitada.

CAPÍTULO IV

Planes de calidad del aire

Artículo 24. *Planes de mejora de calidad del aire.*

1. Cuando en determinadas zonas o aglomeraciones los niveles de contaminantes en el aire ambiente superen cualquier valor límite o valor objetivo, así como el margen de tolerancia correspondiente a cada caso, las comunidades autónomas aprobarán planes de calidad del aire para esas zonas y aglomeraciones con el fin de conseguir respetar el valor límite o el valor objetivo correspondiente especificado en el anexo I.

En caso de superarse los valores límite para los que ya ha vencido el plazo de cumplimiento, los planes de calidad del aire establecerán medidas adecuadas, de modo que el período de superación sea lo más breve posible. Los planes de calidad del aire

podrán incluir además medidas específicas destinadas a proteger a los sectores vulnerables de la población, incluidos los niños.

Para su elaboración se contará con la colaboración de los titulares de las actividades industriales potencialmente involucradas y afectadas por las medidas incluidas en los mismos y por su puesta en aplicación.

Esos planes de calidad del aire contendrán al menos la información indicada en la sección A del anexo XV y podrán incluir medidas adoptadas de conformidad con el artículo 25. Esos planes serán transmitidos al Ministerio de Medio Ambiente, y Medio Rural y Marino para su comunicación a la Comisión Europea de acuerdo a la Decisión 2004/224/CE, o la normativa europea que la sustituya, antes de que transcurran dos años desde el final del año en que se observó la primera superación.

Cuando deban elaborarse o ejecutarse planes de calidad del aire respecto de diversos contaminantes, se elaborarán y ejecutarán, cuando así proceda, planes integrados que abarquen todos los contaminantes en cuestión.

2. Lo anterior no será de aplicación en el caso de superación de los valores objetivo del arsénico, el cadmio, el níquel y el benzo(a)pireno si las comunidades autónomas demuestran que se cumplen las condiciones del artículo 18.2.

3. Los órganos correspondientes de las Administraciones Públicas cuyas competencias pudieran verse afectados por el ámbito de aplicación de los planes regulados en este artículo, deberán facilitar al órgano autonómico competente para su aprobación, durante su proceso de elaboración, la información que precise sobre una actividad o una infraestructura que desarrollen en el ejercicio de sus competencias o en una zona de su competencia exclusiva, incluyendo cuantos datos, documentos o medios probatorios se hallen a su disposición, así como un pronunciamiento al respecto de las medidas que se pretenden adoptar en el plan que se está elaborando para la reducción de la contaminación atmosférica en la zona de que se trate.

En este sentido, las entidades locales, a instancia del órgano autonómico competente, deberán elaborar la parte del plan que, por motivos de control de tráfico u otras circunstancias, les corresponda de acuerdo con sus competencias.

4. En el caso de que las medidas de control para reducir la contaminación atmosférica que se establezcan en el plan que, en su caso, elabore cada Comunidad Autónoma, suponga realizar actuaciones en actividades, instalaciones o zonas situadas en el territorio de otra Comunidad Autónoma, de acuerdo con lo establecido en el Título I de la Ley 30/1992, de 26 de noviembre, de Régimen Jurídico de las Administraciones Públicas y del Procedimiento Administrativo Común, la Administración General del Estado y las comunidades autónomas que corresponda acordarán la realización de planes conjuntos de actuación para el logro de objetivos de reducción de la contaminación atmosférica establecidos en este artículo.

A estos efectos, corresponderá a la Conferencia Sectorial en materia de medio ambiente, bajo la coordinación del Ministerio de Medio Ambiente, y Medio Rural y Marino, la iniciativa para acordar la realización de planes conjuntos, la aprobación de su contenido, así como el seguimiento y evaluación multilateral de su puesta en práctica.

5. Independientemente de lo anterior, y de acuerdo a sus competencias, la Administración General del Estado elaborará Planes nacionales de mejora de la calidad del aire para aquellos contaminantes en que se observe comportamientos similares en cuanto a fuentes, dispersión y niveles en varias zonas o aglomeraciones. Estos Planes nacionales contendrán, siempre que sea posible, la información indicada en la sección A del anexo XV y serán tenidos en cuenta por las comunidades autónomas para la elaboración de sus planes.

6. Las entidades locales, en el ámbito de sus competencias, cuando corresponda según lo previsto en el artículo 16 de la Ley 34/2007, podrán elaborar sus propios planes, que tendrán en cuenta los de las respectivas comunidades autónomas, los nacionales y, en la medida de lo posible, se ajustarán al contenido de la sección A del anexo XV.

7. Se asegurará la coherencia de todos los planes con el Plan Nacional de Reducción de Emisiones de Grandes Instalaciones de Combustión, el Plan Nacional de Techos

Nacionales de Emisión, los Planes de Ruido Ambiental y los Planes de Lucha contra el Cambio Climático, maximizando en cualquier caso el beneficio medioambiental conjunto.

Artículo 25. *Planes de acción a corto plazo.*

1. Cuando en una zona o una aglomeración determinada exista el riesgo de que el nivel de contaminantes supere uno o más de los umbrales de alerta especificados en el anexo I, las comunidades autónomas y, en su caso, las entidades locales, elaborarán planes de acción que indicarán las medidas que deben adoptarse a corto plazo para reducir el riesgo de superación o la duración de la misma. Cuando dicho riesgo se refiera a uno o varios valores límite o valores objetivo especificados en las secciones A a H del anexo I, se podrán elaborar, cuando así proceda, esos planes de acción a corto plazo. No obstante, cuando exista un riesgo de superación del umbral de alerta del ozono indicado en el apartado II de la sección H del anexo I, solo se elaborarán esos planes de acción a corto plazo cuando consideren que hay una posibilidad significativa de reducción del riesgo o de la duración o gravedad de la situación, habida cuenta de las condiciones geográficas, meteorológicas y económicas. Al elaborar ese plan de acción a corto plazo, se deberá tener en cuenta la Decisión 2004/279/CE.

2. Los planes de acción a corto plazo indicados en el apartado 1 podrán, en determinados casos, establecer medidas eficaces para controlar y, si es necesario, reducir o suspender actividades que contribuyan de forma significativa a aumentar el riesgo de superación de los valores límite o los valores objetivo o umbrales de alerta respectivos. Esos planes de acción podrán incluir medidas relativas al tráfico de vehículos de motor, a aeronaves en ciclo de aterrizaje y despegue, a obras de construcción, a buques amarrados y al funcionamiento de instalaciones industriales o el uso de productos y a la calefacción doméstica. En el marco de esos planes, también podrán preverse acciones específicas destinadas a proteger a los sectores vulnerables de la población, incluidos los niños.

3. Cuando las autoridades competentes hayan elaborado un plan de acción a corto plazo, pondrán a disposición de la ciudadanía y de las organizaciones interesadas los resultados de sus investigaciones sobre la viabilidad y el contenido de los planes de acción específicos a corto plazo y la información sobre la ejecución de esos planes.

4. Para la elaboración de los planes de acción a corto plazo se tendrán en cuenta, en la medida de lo posible, los ejemplos de buenas prácticas que publicará la Comisión Europea.

Artículo 26. *Contaminación transfronteriza.*

1. Cuando las concentraciones de contaminantes que superen los valores límite, más el margen de tolerancia, en su caso, los valores objetivo o los objetivos a largo plazo se deban principalmente a las emisiones de precursores en otros Estados miembros u otros países, las comunidades autónomas afectadas lo notificarán al Ministerio de Medio Ambiente, y Medio Rural y Marino, para su comunicación al Ministerio de Asuntos Exteriores y de Cooperación, a efectos de que se realicen las necesarias gestiones entre Estados para remediar la situación.

2. Las medidas que se adopten como consecuencia de las gestiones señaladas en el apartado 1 podrán incluir la elaboración de planes comunes para reducir los niveles de contaminantes y cumplir los valores límite, los valores objetivo o los objetivos a largo plazo. En dichas medidas se tendrá en cuenta que los planes de acción a corto plazo que, en su caso, se elaboren de conformidad con lo establecido en el artículo 25, afectarán a las zonas colindantes de los Estados miembros u otros países implicados. El Ministerio de Asuntos Exteriores y de Cooperación garantizará que las zonas colindantes de otros Estados Miembros u otros países que hayan desarrollado a su vez planes de acción a corto plazo reciben toda la información adecuada.

3. Cuando se produzcan superaciones del umbral de información o de los umbrales de alerta en zonas cercanas a las fronteras del Estado, las comunidades autónomas afectadas lo notificarán al Ministerio de Medio Ambiente, y Medio Rural y Marino, para su comunicación al Ministerio de Asuntos Exteriores y de Cooperación, a efectos de poner

este hecho en conocimiento de los Estados miembros u otros países vecinos, a la mayor brevedad posible, para que pueda informarse debidamente a la población de dichos Estados.

CAPÍTULO V

Intercambio de información

Artículo 27. *Información a intercambiar entre las administraciones públicas.*

1. Las autoridades competentes de las comunidades autónomas y de las entidades locales facilitarán a la Dirección General de Calidad y Evaluación Ambiental del Ministerio de Medio Ambiente, y Medio Rural y Marino, para el cumplimiento del deber de información a la Comisión Europea, la información que se detalla en el capítulo 1 del anexo XVI y en los términos y condiciones que se establezca en la normativa europea comunitaria.

2. El Ministerio de Medio Ambiente, y Medio Rural y Marino, para facilitar la evaluación de la calidad del aire de las distintas comunidades autónomas, facilitará a las mismas la información que se detalla en el capítulo 2 del anexo XVI.

3. La información a que hace referencia los apartados anteriores se transmitirá a través del Sistema Español de Información, Vigilancia y Prevención de la contaminación atmosférica.

4. Se dará por supuesta la validez de todos los datos facilitados, salvo los señalados como provisionales.

Artículo 28. *Información al público.*

1. Las Administraciones públicas pondrán a disposición del público la información sobre las designaciones a que se refiere el apartado 3.º del artículo 3 de esta norma.

2. Las Administraciones públicas, según sus competencias, pondrán periódicamente a disposición del público y de las organizaciones interesadas la siguiente información relativa a la calidad del aire ambiente:

a) Concentraciones en el aire ambiente de dióxido de azufre, dióxido de nitrógeno y óxidos de nitrógeno, partículas, plomo, benceno, monóxido de carbono, ozono, arsénico, cadmio, mercurio, níquel, benzo(a)pireno y los otros hidrocarburos aromáticos policíclicos mencionados en el artículo 9, expresadas como los valores medios para el cálculo de la media establecido en el anexo I.

b) La información sobre las concentraciones de dióxido de azufre, dióxido de nitrógeno, partículas, al menos PM10, ozono y monóxido de carbono en el aire ambiente se actualizará, como mínimo, cada día, y siempre que sea factible cada hora.

c) La información sobre concentraciones de plomo y benceno, expresadas como promedio de los últimos doce meses, se actualizará al menos una vez al trimestre y, siempre que sea factible, una vez al mes.

d) Niveles de depósito de arsénico, cadmio, mercurio, níquel, benzo(a)pireno y los otros hidrocarburos aromáticos policíclicos mencionados en el artículo 9.

e) Para el amoníaco, la concentración obtenida en los puntos de medición rurales de fondo y de tráfico del artículo 12. Dicha información se actualizará, como mínimo, cada mes.

f) Contaminación de fondo rural, que se actualizará cada mes.

g) Estudios sobre calidad del aire y salud realizados en el ámbito de sus competencias.

Además, la información al público indicará todos los casos en que las concentraciones superen los objetivos de calidad del aire del anexo I, incluidos los valores límite, los valores objetivo, los umbrales de alerta, los umbrales de información y los objetivos a largo plazo, sus causas y la zona afectada. También incluirá una breve evaluación en relación con los objetivos de calidad del aire, así como información adecuada en relación con las repercusiones sobre la salud y, cuando proceda, la vegetación. Y, por último, una descripción de la metodología seguida en la toma de muestras y análisis.

3. En caso de que para la evaluación de la calidad del aire relativa a determinados contaminantes se tengan en cuenta las aportaciones procedentes de fuentes naturales, se informará de la metodología seguida y de las zonas y aglomeraciones en las que las superaciones de los valores límite de un contaminante sean atribuibles a fuentes naturales.

4. Cuando se rebase un umbral de alerta o de información de los recogidos en el anexo I, los detalles difundidos al público incluirán, como mínimo:

a) Información sobre la superación o superaciones observadas, que constará de: ubicación de la zona donde se ha producido la superación; tipo de umbral superado, es decir, de información o de alerta; hora de inicio y duración de la superación; concentración horaria más elevada, acompañada, en el caso del ozono, de la concentración media octohoraria más elevada.

b) Previsiones para la tarde siguiente o el día o días siguientes, que incluirá: zona geográfica donde estén previstos las superaciones de los umbrales de información o alerta; cambios previstos en la contaminación diferenciando entre mejora, estabilización o empeoramiento, junto con los motivos de esos cambios.

c) Información sobre el tipo de población afectada, los posibles efectos para la salud y el comportamiento recomendado, es decir: información sobre los grupos de población de riesgo; descripción de los síntomas probables; recomendaciones sobre las precauciones que debe tener la población afectada; fuentes de información suplementaria.

d) Información sobre las medidas preventivas destinadas a reducir la contaminación y/o la exposición a la misma: indicación de los principales sectores de fuentes de contaminación; recomendaciones de medidas para reducir las emisiones.

e) En el caso de las superaciones previstas, los datos se facilitarán en la mayor medida posible.

5. Las administraciones públicas pondrán a disposición del público y de las organizaciones interesadas toda decisión de prórroga y toda exención, tanto solicitadas como concedidas, de acuerdo con el artículo 23.

6. Las administraciones públicas pondrán a disposición de la población los planes adoptados según los artículos 24 y 25 y los facilitarán, asimismo, a las organizaciones interesadas. La información deberá incluir los resultados de la evaluación de la calidad del aire del apartado II del anexo V.

7. En el caso del arsénico, el cadmio, el níquel y el benzo(a)pireno, las Administraciones públicas pondrán a disposición de la población todas las medidas adoptadas de acuerdo al párrafo segundo del apartado 1 del artículo 13 y a los artículos 18 y 19.

8. Las administraciones públicas pondrán a disposición del público informes anuales sobre todos los contaminantes cubiertos por el presente real decreto. En el caso del amoníaco, esta obligación se entenderá solo para los puntos de medición rurales de fondo y de tráfico. En dichos informes se presentará un compendio de los niveles de superación de los valores límite, los valores objetivo, los objetivos a largo plazo, los umbrales de información y los umbrales de alerta, para los períodos de cálculo de las medias que correspondan. Esa información deberá combinarse con una evaluación sintética de los efectos de esas superaciones. Los informes podrán incluir, cuando proceda, información y evaluaciones suplementarias sobre protección forestal así como información sobre los demás contaminantes para los que el presente real decreto establece medidas de control, como, por ejemplo, las sustancias precursoras del ozono no reguladas que figuran en el apartado II del anexo XI.

9. La información disponible por el público y por las organizaciones en virtud de lo dispuesto en los anteriores apartados deberá ser clara, comprensible y accesible y deberá facilitarse a través de medios de difusión apropiados, como radio, televisión, prensa, pantallas de información, servicios de redes informáticas, páginas Web, teletexto, teléfono o fax.

CAPÍTULO VI

Régimen sancionador

Artículo 29. *Régimen sancionador.*

Al incumplimiento de lo dispuesto en el presente real decreto le será de aplicación el régimen sancionador previsto en la Ley 34/2007, de 15 de noviembre, de calidad del aire y protección de la atmósfera; en la Ley 14/1986, de 25 de abril, General de Sanidad; y en la Ley 16/2002 de 1 de julio, de Prevención y Control Integrados de la Contaminación.

Disposición adicional única. *Evaluación preliminar de la calidad del aire ambiente.*

En el ámbito de sus respectivas competencias, las Administraciones públicas deberán realizar una evaluación preliminar de la calidad del aire en relación con las partículas PM_{2,5} conforme a lo dispuesto en el presente real decreto, cuando no dispongan de mediciones representativas de los niveles de dicho contaminante correspondientes a todas las zonas y aglomeraciones. Dicha evaluación preliminar se realizará a través de campañas de mediciones representativas, de investigaciones o de evaluación.

Disposición transitoria única. *Objetivos de calidad del aire de determinados contaminantes.*

En tanto no se revisen según lo especificado en el artículo 9 de la Ley 34/2007, serán de aplicación los siguientes objetivos de calidad del aire:

Contaminante	Concentración media en treinta minutos, que no debe superarse	Concentración media en veinticuatro horas, que no debe superarse
Cloro molecular	300 µg/m ³	50 µg/m ³
Cloruro de hidrógeno	300 µg/m ³	50 µg/m ³
Compuestos de flúor	60 µg/m ³	20 µg/m ³
Fluoruro de hidrógeno	30 µg/m ³	10 µg/m ³
Sulfuro de hidrógeno	100 µg/m ³	40 µg/m ³
Sulfuro de carbono	30 µg/m ³	10 µg/m ³

Disposición derogatoria única. *Derogación normativa.*

A partir de la entrada en vigor de este real decreto quedan derogadas cuantas disposiciones de igual o inferior rango se opongan a lo dispuesto en el mismo y, en particular, las siguientes:

a) Los Títulos I, II, III y IV, el apartado 1 del anexo I y el apartado 7 del anexo I en lo referente a cloro molecular, cloruro de hidrógeno, compuestos de flúor, fluoruro de hidrógeno, sulfuro de hidrógeno y sulfuro de carbono, del Decreto 833/1975, de 6 de febrero, por el que se desarrolla la Ley 38/1972, de 22 de diciembre, de protección del ambiente atmosférico.

b) 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.

c) El Real Decreto 1796/2003, de 26 de diciembre, relativo al ozono en el aire ambiente. Y

d) El Real Decreto 812/2007, de 22 de junio, sobre evaluación y gestión de la calidad del aire ambiente en relación con el arsénico, el cadmio, el mercurio, el níquel y los hidrocarburos aromáticos policíclicos.

Disposición final primera. *Modificación del Real Decreto 508/2007, de 20 de abril, por el que se regula el suministro de información sobre emisiones del Reglamento E-PRTR y de las autorizaciones ambientales integradas.*

El Real Decreto 508/2007, de 20 de abril, por el que se regula el suministro de información sobre emisiones del Reglamento E-PRTR y de las autorizaciones ambientales integradas, queda modificado como sigue:

Uno. Las letras a), b) y c) del artículo 3.1 quedan redactadas del siguiente modo:

«3.1 a) Emisiones a la atmósfera, al agua y al suelo, de cualquiera de los contaminantes incluidos en el anexo II.

3.1 b) Transferencias fuera del emplazamiento sea cual fuere la cantidad transferida de residuos peligrosos y no peligrosos de los identificados en la Lista Europea de Residuos incluida en el Anejo 2 de la Orden MAM/304/2002, de 8 de febrero, ya sea para fines de valorización o eliminación de acuerdo con las operaciones "R" o "D" contenidas en el Anejo I de la misma Orden Ministerial.

En el caso de los movimientos transfronterizos de residuos peligrosos además se deberá informar del nombre y la dirección del responsable de la valorización o eliminación de los residuos, así como del centro de eliminación o valorización en cuestión.

No tendrán la consideración de transferencias de residuos las operaciones de eliminación de "tratamiento de suelo" o "inyección profunda" contempladas en el artículo 6 del Reglamento E-PRTR.

A efectos de información pública, será de aplicación el valor umbral de 2 toneladas anuales para las transferencias de residuos peligrosos y el de 2.000 toneladas/año para las transferencias de residuos no peligrosos.

3.1 c) Transferencia fuera del emplazamiento de cualquiera de los contaminantes incluidos en el anexo II en aguas residuales destinadas a tratamiento.»

Dos. Se añade un tercer apartado al artículo 4, con la siguiente redacción:

«3. El 15 de noviembre siguiente al período anual al que están referidos los datos, el Ministerio de Medio Ambiente, y Medio Rural y Marino procederá a la publicación de la información correspondiente en el Registro Estatal de Emisiones y Fuentes Contaminantes (PRTR-España).»

Tres. Se añade un nuevo artículo 8 con la siguiente redacción:

«Artículo 8. *Régimen Sancionador.*

El incumplimiento de las obligaciones establecidas en el presente real decreto dará lugar a la aplicación del régimen sancionador previsto en la Ley 16/2002, de 1 de julio, de Prevención y Control Integrados de la Contaminación.»

Cuatro. El encabezado de la tabla del anexo II de la lista de sustancias, en su apartado A.1, queda redactado como sigue:

«A.1 Contaminantes/sustancias respecto de los que, en todo caso, hay que suministrar información.»

Cinco. En el campo «población» incluido en el apartado 2.1 «Identificación complejo» de la Tabla «Información del complejo industrial y datos de emisiones», del Capítulo I del Anexo III, se añade a continuación y entre paréntesis «dato opcional».

Seis. En la tabla «Información del complejo industrial y datos de emisiones», del Capítulo I del Anexo III, en su apartado 5 «DATOS DE EMISIONES POR COMPLEJO INDUSTRIAL», secciones «TRANSFERENCIAS DE RESIDUOS PELIGROSOS Y NO PELIGROSOS FUERA DEL EMPLAZAMIENTO GENERADOS POR EL COMPLEJO/INSTALACIÓN», siempre que aparece el término «recuperación» debe sustituirse por

«valorización», de acuerdo con los términos empleados en el Anejo I de la Orden MAM/304/2002, de 8 de febrero.

Siete. Las notas aclaratorias d) y e) contenidas en el pie de la Tabla «Información del complejo industrial y datos de emisiones», del Capítulo I del Anexo III, quedarán modificadas como sigue:

- «d) clasificación nacional de actividades económicas de acuerdo a la legislación vigente,
- e) código NACE según la clasificación de actividades económicas europea, de acuerdo con la legislación vigente.»

Disposición final segunda. *Fundamento constitucional.*

El presente real decreto se dicta al amparo de las competencias exclusivas que al Estado otorga el artículo 149.1.16.^a y 23.^a de la Constitución, en materia de bases y coordinación general de la sanidad y de legislación básica sobre protección del medio ambiente.

Disposición final tercera. *Incorporación del derecho comunitario al derecho nacional.*

Mediante el presente real decreto se incorpora al derecho nacional la 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.

Disposición final cuarta. *Habilitación normativa.*

Se autoriza a los Ministros de Medio Ambiente, y Medio Rural y Marino y de Sanidad, Política Social e Igualdad para dictar, en el ámbito de sus respectivas competencias, las disposiciones necesarias para la adaptación de los anexos a la normativa comunitaria y, en particular, para el establecimiento de valores límite para cortos periodos de exposición para hidrocarburos y benceno.

Disposición final quinta. *Entrada en vigor.*

El presente real decreto entrará en vigor el día siguiente al de su publicación en el «Boletín Oficial del Estado».

Dado en Madrid, el 28 de enero de 2011.

JUAN CARLOS R.

El Ministro de la Presidencia,
RAMÓN JÁUREGUI ATONDO

ANEXO I

Objetivos de calidad del aire para los distintos contaminantes (artículos 4, 10, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 23, 24, 25 y 28)**A. Valores límite para la protección de la salud, nivel crítico para la protección de la vegetación y umbral de alerta del dióxido de azufre****I. Valores límite para la protección de la salud y nivel crítico para la protección de la vegetación del dióxido de azufre**

Los valores límite y el nivel crítico se expresarán en $\mu\text{g}/\text{m}^3$. El volumen debe ser referido a una temperatura de 293 K y a una presión de 101,3 kPa.

	Período de promedio	Valor	Fecha de cumplimiento del valor límite
1. Valor límite horario.	1 hora.	350 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, valor que no podrá superarse en más de 24 ocasiones por año civil.	En vigor desde el 1 de enero de 2005.
2. Valor límite diario.	24 horas.	125 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, valor que no podrá superarse en más de 3 ocasiones por año civil.	En vigor desde el 1 de enero de 2005.
3. Nivel crítico (1).	Año civil e invierno (del 1 de octubre al 31 de marzo).	20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	En vigor desde el 11 de junio de 2008.

(1) Para la aplicación de este valor sólo se tomarán en consideración los datos obtenidos en las estaciones de medición definidas en el apartado II.b del anexo III.

II. Umbral de alerta del dióxido de azufre

El valor correspondiente al umbral de alerta del dióxido de azufre se sitúa en 500 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Se considerará superado cuando durante tres horas consecutivas se exceda dicho valor cada hora, en lugares representativos de la calidad del aire en un área de, como mínimo, 100 km^2 o en una zona o aglomeración entera, tomando la superficie que sea menor.

B. Valores límite del dióxido de nitrógeno (NO_2) para la protección de la salud, nivel crítico de los óxidos de nitrógeno (NO_x) para la protección de la vegetación y umbral de alerta del NO_2 **I. Valores límite del dióxido de nitrógeno para la protección de la salud y nivel crítico de los óxidos de nitrógeno para la protección de la vegetación**

Los valores límite y el nivel crítico se expresarán en $\mu\text{g}/\text{m}^3$. El volumen debe ser referido a una temperatura de 293 K y a una presión de 101,3 kPa.

	Período de promedio	Valor límite	Margen de tolerancia	Fecha de cumplimiento del valor límite
1. Valor límite horario.	1 hora.	200 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ de NO_2 que no podrán superarse en más de 18 ocasiones por año civil.	50 % a 19 de julio de 1999, valor que se reducirá el 1 de enero de 2001 y, en lo sucesivo, cada 12 meses, en porcentajes anuales idénticos, hasta alcanzar un 0 % el 1 de enero de 2010. 50% en las zonas y aglomeraciones en las que se haya concedido una prórroga de acuerdo con el artículo 23.	Debe alcanzarse el 1 de enero de 2010.

	Período de promedio	Valor límite	Margen de tolerancia	Fecha de cumplimiento del valor límite
2. Valor límite anual.	1 año civil.	40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ de NO_2	50 % a 19 de julio de 1999, valor que se reducirá el 1 de enero de 2001 y, en lo sucesivo, cada 12 meses, en porcentajes anuales idénticos, hasta alcanzar un 0 % el 1 de enero de 2010. 50% en las zonas y aglomeraciones en las que se haya concedido una prórroga de acuerdo con el artículo 23.	Debe alcanzarse el 1 de enero de 2010.
3. Nivel crítico (1).	1 año civil.	30 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ de NO_x (expresado como NO_2).	Ninguno.	En vigor desde el 11 de junio de 2008.

(1) Para la aplicación de este nivel crítico solo se tomarán en consideración los datos obtenidos en las estaciones de medición definidas en el apartado II.b del anexo III.

II. Umbral de alerta del dióxido de nitrógeno

El valor correspondiente al umbral de alerta del dióxido de nitrógeno se sitúa en 400 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Se considerará superado cuando durante tres horas consecutivas se exceda dicho valor cada hora en lugares representativos de la calidad del aire en un área de, como mínimo, 100 km^2 o en una zona o aglomeración entera, tomando la superficie que sea menor.

C. Valores límite de las partículas PM_{10} en condiciones ambientales para la protección de la salud

	Período de promedio	Valor límite	Margen de tolerancia	Fecha de cumplimiento del valor límite
1. Valor límite diario.	24 horas.	50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, que no podrán superarse en más de 35 ocasiones por año.	50% (1).	En vigor desde el 1 de enero de 2005 (2).
2. Valor límite anual.	1 año civil.	40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	20% (1).	En vigor desde el 1 de enero de 2005 (2).

(1) Aplicable solo mientras esté en vigor la exención de cumplimiento de los valores límite concedida de acuerdo con el artículo 23.

(2) En las zonas en las que se haya concedido exención de cumplimiento, de acuerdo con el artículo 23, el 11 de junio de 2011.

D. Valores objetivo y límite de las partículas $\text{PM}_{2,5}$ en condiciones ambientales para la protección de la salud

	Período de promedio	Valor	Margen de tolerancia	Fecha de cumplimiento del valor límite
Valor objetivo anual.	1 año civil.	25 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	–	En vigor desde el 1 de enero de 2010.
Valor límite anual (fase I).	1 año civil.	25 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	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, estableciéndose los siguientes valores: 5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ en 2008; 4 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ en 2009 y 2010; 3 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ en 2011; 2 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ en 2012; 1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ en 2013 y 2014	1 de enero de 2015.

	Período de promedio	Valor	Margen de tolerancia	Fecha de cumplimiento del valor límite
Valor límite anual (fase II) (1).	1 año civil.	20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	–	1 de enero de 2020.

(1) Valor límite indicativo que deberá ratificarse como valor límite en 2013 a la luz de una mayor información acerca de los efectos sobre la salud y el medio ambiente, la viabilidad técnica y la experiencia obtenida con el valor objetivo en los Estados Miembros de la Unión Europea.

E. Valor límite del plomo en condiciones ambientales para la protección de la salud

	Período de promedio	Valor límite	Fecha de cumplimiento del valor límite
Valor límite anual.	1 año civil.	0,5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	En vigor desde el 1 de enero de 2005, en general. En las inmediaciones de fuentes industriales específicas, situadas en lugares contaminados a lo largo de decenios de actividad industrial, el 1 de enero de 2010.

F. Valor límite del benceno para la protección de la salud

El valor límite se expresará en $\mu\text{g}/\text{m}^3$. El volumen debe ser referido a una temperatura de 293 K y a una presión de 101,3 kPa.

	Período de promedio	Valor límite	Margen de tolerancia	Fecha de cumplimiento del valor límite
Valor límite.	Año civil.	5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ a 13 de diciembre de 2000, porcentaje que se reducirá el 1 de enero de 2006 y en lo sucesivo, cada 12 meses, en 1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ hasta alcanzar un 0% el 1 de enero de 2010. 5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, en las zonas y aglomeraciones en las que se haya concedido una prórroga de acuerdo con el artículo 23.	Debe alcanzarse el 1 de enero de 2010.

G. Valor límite del monóxido de carbono para la protección de la salud

El valor límite se expresará en mg/m^3 . El volumen debe ser referido a una temperatura de 293 K y a una presión de 101,3 kPa.

	Período de promedio	Valor límite	Fecha de cumplimiento del valor límite
Valor límite.	Máxima diaria de las medias móviles octohorarias.	10 mg/m^3	En vigor desde el 1 de enero de 2005.

La concentración máxima de las medias móviles octohorarias correspondientes a un día se escogerá examinando las medias móviles de ocho horas, calculadas a partir de datos horarios y que se actualizarán cada hora. Cada media octohoraria así calculada se atribuirá al día en que termine el período, es decir, el primer período de cálculo para cualquier día dado será el período que comience a las 17:00 de la víspera y termine a las 1:00 de ese día; el último período de cálculo para cualquier día dado será el que transcurra entre las 16:00 y las 24:00 de ese día.

H. *Valores objetivo, objetivos a largo plazo y umbrales de información y alerta relativos al ozono troposférico*

Los valores se expresarán en $\mu\text{g}/\text{m}^3$. El volumen debe ser referido a una temperatura de 293 K y a una presión de 101,3 kPa. La hora será la Hora de Europa Central (HEC).

El valor AOT40, acrónimo de «Accumulated Ozone Exposure over a threshold of 40 Parts Per Billion», se expresa en $[\mu\text{g}/\text{m}^3] \times \text{h}$ y es la suma de la diferencia entre las concentraciones horarias superiores a los $80 \mu\text{g}/\text{m}^3$, equivalente a 40 nmol/mol o 40 partes por mil millones en volumen, y $80 \mu\text{g}/\text{m}^3$ a lo largo de un período dado utilizando únicamente los valores horarios medidos entre las 8:00 y las 20:00 horas, HEC, cada día, o la correspondiente para las regiones ultraperiféricas.

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

Objetivo	Parámetro	Valor	Fecha de cumplimiento
1. Valor objetivo para la protección de la salud humana.	Máxima diaria de las medias móviles octohorarias (1).	$120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 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.	$18\ 000 \mu\text{g}/\text{m}^3 \times \text{h}$ 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.	$120 \mu\text{g}/\text{m}^3$.	No definida.
4. Objetivo a largo plazo para la protección de la vegetación.	AOT40, calculado a partir de valores horarios de mayo a julio.	$6000 \mu\text{g}/\text{m}^3 \times \text{h}$.	No definida.

(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.

II. *Umbrales de información y de alerta para el ozono*

	Parámetro	Umbral
Umbral de información.	Promedio horario.	$180 \mu\text{g}/\text{m}^3$
Umbral de alerta.	Promedio horario (1).	$240 \mu\text{g}/\text{m}^3$

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

I. *Valores objetivo para el arsénico, cadmio, níquel y benzo(a)pireno en condiciones ambientales*

Contaminante	Valor objetivo (1)	Fecha de cumplimiento
Arsénico (As).	6 ng/m ³	1 de enero de 2013.
Cadmio (Cd).	5 ng/m ³	1 de enero de 2013.
Níquel (Ni).	20 ng/m ³	1 de enero de 2013.
Benzo(a)pireno (B(a)P).	1 ng/m ³	1 de enero de 2013.

(1) Niveles en aire ambiente en la fracción PM10 como promedio durante un año natural.

J. *Criterios de agregación y cálculo*

Sin perjuicio de lo dispuesto en el anexo V, para asegurar su validez, al agregar los datos y calcular los parámetros estadísticos se aplicarán los criterios siguientes:

Parámetro	Porcentaje requerido de datos válidos
Valores horarios.	Al menos 75%, es decir, 45 minutos.
Valores octohorarios.	Al menos 75% de los valores, es decir, 6 horas.
Máxima diaria de las medias móviles octohorarias.	Al menos 75% de las medias octohorarias móviles calculadas a partir de datos horarios, es decir, 18 medias octohorarias móviles calculadas a partir de datos actualizados cada hora.
Valores correspondientes a 24 horas.	Al menos 75% de las medias horarias, es decir, valores correspondientes a 18 horas como mínimo.
AOT40 (1).	Al menos 90% de los valores horarios durante el período definido para el cálculo del valor AOT40 (2).
Media anual.	Al menos 90% (3) de los valores horarios o, si no están disponibles, de los valores correspondientes a 24 horas a lo largo del año para todos los contaminantes salvo el ozono. Para el ozono: al menos 90% de los valores horarios durante el verano, entendido como el período que va de abril a septiembre, y al menos 75% durante el invierno, entendido como el período que va de enero a marzo, y de octubre a diciembre.
Número de superaciones y valores máximos mensuales (1).	Al menos 90% de las máximas diarias de las medias móviles octohorarias, es decir, 27 valores diarios disponibles al mes. Al menos 90% de los valores horarios entre las 8:00 y las 20:00 HEC.
Número de superaciones y valores máximos anuales (1).	Al menos cinco de los seis meses del período estival, entendido de abril a septiembre.

(1) Sólo para el ozono

(2) En los casos en que no se disponga de todos los datos medidos posibles, se utilizará la expresión siguiente para calcular los valores AOT40:

$$\text{AOT40 estimado} = \text{AOT40 medido} \times n^{\circ} \text{ total posible de horas (*)} / n^{\circ} \text{ de valores horarios medidos}$$

(*) Número de horas dentro del período temporal utilizado en la definición del valor AOT40, es decir entre las 8:00 y las 20:00 HEC, entre el 1 de mayo y el 31 de julio de cada año, para la protección de la vegetación.

(3) Los requisitos para el cálculo de la media anual no incluyen las pérdidas de datos debidas a la calibración periódica o al mantenimiento normal de la instrumentación.

Cálculo de percentiles

El percentil P se seleccionará de entre los valores medidos realmente. Todos los valores se incluirán por orden creciente en una lista:

$$X_1 \leq X_2 \leq X_3 \leq \dots \leq X_k \leq \dots \leq X_{N-1} \leq X_N$$

El percentil P es el nivel X_k , con el valor K calculado por medio de la siguiente fórmula:

$$k = (q \cdot N)$$

donde q es igual a $P/100$ y N es el número de valores medidos realmente.

El valor de $(q \cdot N)$ se redondeará al número entero más próximo y, en caso de que el primer decimal sea 5, se redondeará al número entero superior.

ANEXO II

Determinación de los requisitos necesarios para la evaluación de las concentraciones de dióxido de azufre, dióxido de nitrógeno (NO₂) y óxidos de nitrógeno (NO_x), partículas (PM₁₀ y PM_{2,5}), plomo, benceno, monóxido de carbono, arsénico, cadmio, níquel y benzo(a)pireno, en el aire ambiente dentro de una zona o aglomeración (artículos 6 y 13)

I. Umbrales superior e inferior de evaluación

Serán aplicables los siguientes umbrales superior e inferior de evaluación.

a. Dióxido de azufre:

	Protección de la salud	Protección de la vegetación
Umbral superior de evaluación.	60% del valor límite diario (75 µg/m ³ que no podrán superarse en más de 3 ocasiones por año civil).	60% del nivel crítico de invierno (12 µg/m ³).
Umbral inferior de evaluación.	40% del valor límite diario (50 µg/m ³ que no podrán superarse en más de 3 ocasiones por año civil).	40% del nivel crítico de invierno (8 µg/m ³).

b. Dióxido de nitrógeno y óxidos de nitrógeno:

	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 µg/m ³ que no podrán superarse en más de 18 ocasiones por año civil).	80% del valor límite (32 µg/m ³).	80% del nivel crítico (24 µg/m ³ , expresado como NO ₂).
Umbral inferior de evaluación.	50% del valor límite (100 µg/m ³ que no podrán superarse en más de 18 ocasiones por año civil).	65% del valor límite (26 µg/m ³).	65% del nivel crítico (19,5 µg/m ³ , expresado como NO ₂).

c. Partículas (PM₁₀ y PM_{2,5}):

	Media diaria PM ₁₀	Media anual PM ₁₀	Media anual PM _{2,5} (1)
Umbral superior de evaluación.	70% del valor límite (35 µg/m ³ que no podrán 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).

	Media diaria PM10	Media anual PM10	Media anual PM2,5 (1)
Umbral inferior de evaluación.	50% del valor límite (25 µg/m ³ que no podrán 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).

(1) El umbral superior de evaluación y el umbral inferior de evaluación para las PM2,5 no se aplica a las mediciones para evaluar el cumplimiento del objetivo de reducción de la exposición a las PM2,5 para la protección de la salud humana.

d. Plomo:

	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).

e. Benceno:

	Media anual
Umbral superior de evaluación.	70% del valor límite (3,5 µg/m ³).
Umbral inferior de evaluación.	40% del valor límite (2 µg/m ³).

f. Monóxido de carbono:

	Promedio de períodos 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).

g. Arsénico:

	Media anual
Umbral superior de evaluación.	60% del valor objetivo (3,6 ng/m ³).
Umbral inferior de evaluación.	40% del valor objetivo (2,4 ng/m ³).

h. Cadmio:

	Media anual
Umbral superior de evaluación.	60% del valor objetivo (3 ng/m ³).
Umbral inferior de evaluación.	40% del valor objetivo (2 ng/m ³).

i. Níquel:

	Media anual
Umbral superior de evaluación.	70% del valor objetivo (14 ng/m ³).
Umbral inferior de evaluación.	50% del valor objetivo (10 ng/m ³).

j. Benzo(a)pireno:

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

II. Determinación de la superación de los umbrales superior e inferior de evaluación

La superación de los umbrales superior e inferior de evaluación se determinará sobre la base de las concentraciones registradas durante los cinco años anteriores, si se dispone de datos suficientes. Se considerará que se ha superado un umbral de evaluación cuando, en el transcurso de esos cinco años anteriores, se haya superado el valor numérico del umbral durante al menos tres años distintos.

Cuando los datos disponibles se refieran a un período inferior a cinco años, las autoridades competentes podrán combinar las campañas de medición de corta duración realizadas durante el período del año, y en los lugares susceptibles de registrar los niveles más altos de contaminación, con los resultados obtenidos de los inventarios de emisiones y con la modelización, para determinar los casos de superación de los umbrales superior e inferior de evaluación.

ANEXO III

Evaluación de la calidad del aire y ubicación de los puntos de muestreo para la medición de las concentraciones de dióxido de azufre, dióxido de nitrógeno y óxidos de nitrógeno, partículas (PM10 y PM2,5), plomo, benceno, monóxido de carbono, arsénico, cadmio, mercurio, níquel e hidrocarburos aromáticos policíclicos en el aire ambiente y los depósitos de arsénico, cadmio, mercurio, níquel e hidrocarburos aromáticos policíclicos (artículos 6, 7 y 9)

I. Generalidades 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

La calidad del aire ambiente se evaluará en todas las zonas y las aglomeraciones con arreglo a los siguientes criterios:

1. La calidad del aire ambiente se evaluará en todos los emplazamientos salvo los enumerados en el apartado 2, conforme a los criterios establecidos en los apartados II y III para la ubicación de puntos de muestreo para mediciones fijas. Los principios establecidos en los apartados II y III también serán de aplicación en la medida en que sean pertinentes para identificar los emplazamientos específicos en los que se determina la concentración de los contaminantes evaluados mediante mediciones indicativas o modelización.

2. El cumplimiento de los valores límite para la protección de la salud humana no se evaluará en los emplazamientos siguientes:

- a) las ubicaciones situadas en zonas a las que el público no tenga acceso y no existan viviendas permanentes;
- b) de conformidad con el artículo 2, apartado 1, los locales de fábricas o instalaciones industriales en las que se aplican las normas de protección en el lugar de trabajo correspondientes;
- c) en la calzada de las carreteras y en las medianas de las carreteras, salvo cuando normalmente exista un acceso peatonal a la mediana.

II. Macroimplantación de los puntos de muestreo.

a. Protección de la salud humana:

Los puntos de muestreo orientados a la protección de la salud humana deberán estar situados de manera que proporcionen datos sobre:

I. Las áreas situadas dentro de las zonas y aglomeraciones que registren las concentraciones más altas a las que la población puede llegar a verse expuesta, directa o indirectamente, durante un período significativo en comparación con el período de promedio utilizado para el cálculo del valor o valores límite o, para el arsénico, el cadmio, el níquel y el B(a)P, valores objetivos.

II. Las concentraciones registradas en otras áreas dentro de las zonas y aglomeraciones que son representativas de la exposición de la población.

III. Los niveles de depósito que representen la exposición indirecta de la población a través de la cadena alimentaria, para el arsénico, el cadmio, el níquel y los hidrocarburos aromáticos policíclicos.

Por regla general, los puntos de muestreo deberán estar situados de tal manera que se evite la medición de microambientes muy pequeños en sus proximidades.

En los emplazamientos de tráfico los puntos de muestreo deberán estar ubicados de manera que sean, en la medida de lo posible, representativos de la calidad del aire de un segmento de calle no inferior a 100 m de longitud y en los emplazamientos industriales de manera que sean representativos de al menos 250 m × 250 m.

Las estaciones de fondo urbano deberán ubicarse de forma que su nivel de contaminación refleje la contribución procedente de todas las fuentes situadas a barlovento de la estación con respecto a la dirección de los vientos dominantes. El nivel de contaminación no debe estar dominado por una sola fuente salvo en el caso de que tal situación sea característica de una zona urbana más amplia. Por regla general, esos puntos de muestreo deberán ser representativos de varios kilómetros cuadrados.

Cuando el objetivo sea evaluar los niveles rurales de fondo, los puntos de muestreo no deberán estar influidos por las aglomeraciones o los emplazamientos industriales de los alrededores, es decir, los situados a menos de cinco kilómetros.

Cuando se desee evaluar las aportaciones de fuentes industriales, al menos un punto de muestreo se instalará a sotavento de la fuente con respecto a la dirección o direcciones predominantes del viento en la zona residencial más cercana. Cuando no se conozca el nivel de fondo, se situará un punto de muestreo suplementario a barlovento de la dirección dominante del viento.

Como se especifica en el anexo IV, en cada red de calidad del aire el número total de estaciones de fondo urbano requeridas por el apartado I.a de dicho anexo no podrá ser más de dos veces superior o más de dos veces inferior al número total de estaciones de tráfico requeridas por ese mismo apartado.

Cuando se aplique el artículo 18, los puntos de muestreo deberían situarse de manera que permitan el control de la aplicación de las mejores técnicas disponibles.

Cuando sea posible, los puntos de muestreo deberán ser también representativos de emplazamientos similares que no estén en su proximidad inmediata.

Deberá tenerse en cuenta la necesidad de ubicar puntos de muestreo en islas cuando sea necesario para proteger la salud humana.

Los puntos de muestreo de arsénico, cadmio, mercurio, níquel e hidrocarburos aromáticos policíclicos deberán situarse prioritariamente en los mismos puntos de toma de muestra que los de partículas PM10.

b. Protección de los ecosistemas naturales y de la vegetación:

Los puntos de medición dirigidos a la protección de los ecosistemas naturales y de la vegetación, a través del cumplimiento de los niveles críticos, estarán situados a una distancia superior a 20 km de las aglomeraciones o a más de 5 km de otras zonas edificadas, instalaciones industriales o carreteras. A título indicativo, un punto de medición estará situado de manera que sea representativo de la calidad del aire en sus alrededores dentro de un área de al menos 1000 km². Las Administraciones competentes podrán establecer que un punto de medición esté situado a una distancia menor o que sea representativo de la calidad del aire en una zona de menor superficie, teniendo en cuenta las condiciones geográficas o la posibilidad de proteger zonas particularmente vulnerables.

Deberá tenerse en cuenta la necesidad de evaluar la calidad del aire en las zonas insulares.

III. Microimplantación de los puntos de muestreo

En la medida de lo posible, deberán seguirse las directrices siguientes:

no deberán existir restricciones al flujo de aire alrededor del punto de entrada del sistema, ni obstáculos que afecten al flujo de aire en la vecindad del equipo de medición/captación. Por regla general, el punto de entrada del muestreo se colocará a varios metros de edificios, balcones, árboles y otros obstáculos, y, como mínimo, a 0,5 m del edificio más próximo en el caso de puntos de medición representativos de la calidad del aire en la línea de edificios;

en general, el punto de entrada de medición deberá estar situado entre 1,5 m, que equivale a la zona de respiración, y 4 m sobre el nivel del suelo. En algunos casos podrá resultar necesaria una posición más elevada, de hasta 8 m. También pueden ser adecuadas posiciones más elevadas si la estación es representativa de un área extensa;

el punto de entrada del muestreo no deberá estar situado en las proximidades de fuentes de emisión para evitar la entrada directa de emisiones sin mezclar con el aire ambiente;

la salida del sistema de medición/captación deberá colocarse de tal forma que se evite la recirculación del aire saliente hacia la entrada del sistema;

en los emplazamientos de tráfico, para todos los contaminantes, los puntos de medición deberán estar al menos a 25 m del borde de los cruces principales y a una distancia no superior a 10 m del borde de la acera. Además, para el arsénico, el cadmio, el níquel y los hidrocarburos aromáticos policíclicos, deberán situarse al menos a 4 m del centro del carril de tráfico más próximo.

para las mediciones de depósitos de arsénico, cadmio, mercurio, níquel e hidrocarburos aromáticos policíclicos en zonas rurales, se aplicarán, en la medida de lo posible, las directrices y criterios del programa EMEP.

Además podrán tenerse en cuenta los factores siguientes: fuentes de interferencias, seguridad, accesos, posibilidad de conexión a las redes eléctrica y telefónica, visibilidad del lugar en relación con su entorno, seguridad de la población y de los técnicos, interés de una implantación común de puntos de medición de distintos contaminantes y normas urbanísticas.

IV. Documentación y reevaluación de la elección del emplazamiento

Los procedimientos de elección del emplazamiento deberán documentarse completamente en la fase de clasificación, por ejemplo, mediante fotografías del área circundante con indicación de la orientación y un mapa detallado. La elección del emplazamiento deberá revisarse a intervalos regulares con nueva documentación para cerciorarse de que los criterios de selección siguen siendo válidos.

ANEXO IV

Criterios de determinación del número mínimo de puntos para la medición fija de las concentraciones de dióxido de azufre, dióxido de nitrógeno (NO₂) y óxidos de nitrógeno, partículas (PM₁₀ Y PM_{2,5}), plomo, benceno, monóxido de carbono, arsénico (As), cadmio (Cd), níquel (Ni) y benzo(a)pireno (B(a)P) en el aire ambiente (artículo 7)

I. Número mínimo de puntos de muestreo para la medición fija dirigida a evaluar el cumplimiento de los valores límite establecidos para la protección de la salud humana y sobre los umbrales de alerta en zonas y aglomeraciones donde la medición fija es la única fuente de información para dióxido de azufre, dióxido de nitrógeno y óxidos de nitrógeno, partículas, plomo, benceno y monóxido de carbono

a) Fuentes difusas:

Población de la zona o aglomeración, en miles	Si las concentraciones superan el umbral superior de evaluación (1)		Si las concentraciones máximas se encuentran entre los umbrales superior e inferior de evaluación	
	Contaminantes excepto partículas	Suma de PM ₁₀ y PM _{2,5} (2)	Contaminantes excepto partículas	Suma de PM ₁₀ y PM _{2,5} (2)
0 - 249	1	2	1	1
250 - 499	2	3	1	2
500 - 749	2	3	1	2
750 - 999	3	4	1	2
1000 - 1499	4	6	2	3
1500 - 1999	5	7	2	3
2000 - 2749	6	8	3	4
2750 - 3749	7	10	3	4
3750 - 4749	8	11	3	6
4750 - 5999	9	13	4	6
≥ 6000	10	15	4	7

(1) Para el NO₂, las partículas, el benceno y el monóxido de carbono se incluirá al menos una estación de seguimiento de fondo urbano y una estación de tráfico, siempre que ello no incremente el número de puntos de muestreo. Respecto de estos contaminantes, en cada red de calidad del aire el número total de estaciones de fondo urbano requeridas en este apartado I.a no podrá ser más de dos veces superior o más de dos veces inferior al número total de estaciones de tráfico requeridas en este mismo apartado.

Se mantendrán los puntos de muestreo con superación de los valores límites para PM₁₀ durante los tres últimos años, a menos que sea necesario proceder a un traslado debido a circunstancias especiales, en particular la ordenación territorial.

(2) Cuando PM_{2,5} y PM₁₀ se determinen en la misma estación de medición, ésta contará como dos puntos de muestreo separados. El número total de puntos de muestreo de PM_{2,5} en cada red de calidad del aire requeridos en este apartado I.a no podrá ser más de dos veces superior o más de dos veces inferior al número total de puntos de muestreo de PM₁₀ requeridos en este mismo apartado. El número de puntos de muestreo de PM_{2,5} en ubicaciones de fondo urbano de aglomeraciones y zonas urbanas cumplirá los requisitos del apartado 2 de la sección A del anexo XIII.

b) Fuentes puntuales. Para evaluar la contaminación en las proximidades u otras zonas de afectación de fuentes puntuales, el número de puntos para la medición fija se calculará teniendo en cuenta las densidades de emisión, los patrones probables de distribución de contaminación ambiental y la exposición potencial de la población.

Para ello, podrán utilizarse distintos enfoques de evaluación, consistentes en mediciones fijas, modelización, mediciones indicativas, campañas de medición o una combinación de ellos, de los que se obtendrán estudios de dispersión de contaminantes atmosféricos en base anual y en los períodos del año en que se requieran para cálculos de superaciones de valores límite, objetivo y umbrales de alerta. En estos estudios, que pueden corresponderse con los estudios de impacto ambiental, se determinará la

distribución de contaminantes, atendiendo a sus concentraciones medias y máximas del año y a las superaciones de valores límite, objetivo y/o umbrales de alerta y umbrales superiores de evaluación de los contaminantes considerados. En los cálculos con modelos deberán tenerse en cuenta los niveles de contaminación existentes en la zona debidos a otras fuentes distintas a la fuente objeto, para lo cual los ejercicios de modelización deberán incluir todas las emisiones de la zona considerada.

Se deberá instalar al menos una estación de medida en alguna de las zonas donde el estudio de dispersión indique la posibilidad de tener valores altos de concentración de alguno de los contaminantes. Se considerarán zonas con alta concentración de contaminantes aquellas en las que las medidas y/o las estimaciones del modelo superen el umbral superior de evaluación de alguno de los contaminantes tratados o al menos puntualmente superen algún valor límite, objetivo y/o umbral de alerta. Dicha estación se situará en una zona poblada y, siempre que sea compatible con el estudio de dispersión, a sotavento de la fuente teniendo en cuenta la dirección predominante del viento. El resto de las zonas se evaluarán mediante modelización o la combinación de enfoques especificada en el segundo párrafo.

En el caso de grandes fuentes puntuales con amplias zonas de afectación que superen los umbrales superiores de evaluación, se deberá considerar al menos dos puntos de muestreo que cubran esas zonas y que estén situados en zonas pobladas. El resto de las zonas se evaluarán mediante modelización o la combinación de enfoques especificada en el segundo párrafo.

Los modelos utilizados en este estudio deberán cumplir para el área de afectación de la fuente puntual los objetivos de incertidumbre expresados en los anexos V y VI del presente Real Decreto.

II Número mínimo de puntos de muestreo para la medición fija destinada a evaluar el cumplimiento de los niveles críticos para la protección de la vegetación en zonas que no sean aglomeraciones

Si las concentraciones máximas son superiores al umbral superior de evaluación: 1 estación por 20 000 km². Si las concentraciones máximas se encuentran entre los umbrales superior e inferior de evaluación: 1 estación por 40 000 km².

En las zonas insulares el número de puntos de medición se calculará teniendo en cuenta las pautas probables de distribución de la contaminación del aire ambiente y la exposición potencial de los ecosistemas y de la vegetación.

Si la información se complementa con la procedente de mediciones indicativas o modelizaciones, el número mínimo de puntos de muestreo anterior podrá reducirse hasta en un 50 %, siempre que las estimaciones de las concentraciones del contaminante en cuestión puedan determinarse conforme a los objetivos de calidad de los datos indicados en el apartado I del anexo V.

III. Número mínimo de puntos de muestreo para mediciones fijas a fin de evaluar el cumplimiento de los valores objetivo en zonas y aglomeraciones en las que las mediciones fijas constituyen la única fuente de información para el arsénico, el cadmio, el níquel y el B(a)P

a) Fuentes difusas:

Población de la aglomeración o de la zona, en miles	Si las concentraciones superan el umbral superior de evaluación (1)		Si las concentraciones máximas figuran entre el umbral superior y el umbral inferior de evaluación	
	As, Cd, Ni	B(a)P	As, Cd, Ni	B(a)P
0 - 749	1	1	1	1
750 - 1999	2	2	1	1
2000 - 3749	2	3	1	1

Población de la aglomeración o de la zona, en miles	Si las concentraciones superan el umbral superior de evaluación (1)		Si las concentraciones máximas figuran entre el umbral superior y el umbral inferior de evaluación	
	As, Cd, Ni	B(a)P	As, Cd, Ni	B(a)P
3750 - 4749	3	4	2	2
4750 - 5999	4	5	2	2
≥ 6000	5	5	2	2

(1) Hay que incluir por lo menos una estación urbana de fondo y además una estación orientada al tráfico para el B(a)P, siempre que no aumente por ello el número de puntos de muestreo.

b) Fuentes puntuales. Se tendrán en cuenta las disposiciones del apartado I.b de este anexo.

Los puntos de muestreo deben elegirse de tal manera que pueda controlarse la aplicación de las mejores técnicas disponibles.

ANEXO V

Objetivos de calidad de los datos y presentación de los resultados de la evaluación de la calidad del aire para el dióxido de azufre, dióxido de nitrógeno (NO₂) y óxidos de nitrógeno (NO_x), monóxido de carbono, benceno, partículas, plomo y ozono [artículos 3.3.a), 7, 8, 11 y 28]

I. Objetivos de calidad de los datos

	Dióxido de azufre, dióxido de nitrógeno y óxidos de nitrógeno y monóxido de carbono	Benceno	Partículas (PM10 y PM2,5) y plomo	Ozono y NO ₂ y NO _x correspondientes
Medición fija				
Incertidumbre	15 %	25 %	25 %	15 %
Captura mínima de datos	90 %	90 %	90 %	90 % en verano 75 % en invierno
Cobertura temporal mínima	–	35 % o 90 % (1)	–	–
Medición indicativa				
Incertidumbre	25 %	30 %	50 %	30 %
Captura mínima de datos	90 %	90 %	90 %	90 %
Periodicidad mínima	14 % (2)	14 % (3)	14 % (2)	> 10 % en verano
Incertidumbre de la modelización				
Medias horarias	50 %	–	–	50 %
Medias octohorarias	50 %	–	–	50 %
Medias diarias	50 %	–	Sin definir por el momento.	–
Medias anuales	30 %	50 %	50 %	–

(1) 35 % en emplazamientos de fondo urbano y de tráfico, repartidas durante el año de manera que sean representativas de las diversas condiciones climáticas y de tráfico.

90 % en emplazamientos industriales.

(2) una medición por semana al azar, distribuidas uniformemente a lo largo del año, u ocho semanas distribuidas uniformemente a lo largo del año.

(3) una medición diaria por semana al azar, distribuidas uniformemente a lo largo del año, u ocho semanas distribuidas uniformemente a lo largo del año.

Los requisitos correspondientes a la captura mínima de datos y a la cobertura temporal mínima no incluyen las pérdidas de datos debidas a la calibración periódica o al mantenimiento normal de los aparatos.

a) La incertidumbre de medida se define en la Guía para la expresión de la incertidumbre de medida (CEM, 2000) o en la norma UNE 82009-1:1998. Exactitud (veracidad y precisión) de resultados y métodos de medición. Parte 1: Principios generales y definición.

Los porcentajes de incertidumbre mencionados en el cuadro anterior se refieren a un promedio de mediciones individuales, tomadas durante el período considerado, para el valor límite, o el valor objetivo en el caso del ozono, para un valor de confianza del 95 % (sesgo más dos veces la desviación típica). La incertidumbre para las mediciones fijas deberá entenderse que es aplicable en la región del valor límite correspondiente, o el valor objetivo en el caso del ozono.

b) La incertidumbre o error de la modelización se define, para cada modelo y zona de evaluación de la calidad del aire, como la desviación máxima entre los niveles de concentración medidos y calculados para el 90 % de los puntos de control individuales, durante el período considerado, para el valor límite, o el valor objetivo en el caso del ozono, sin exigir coincidencia en el tiempo. La incertidumbre de la modelización se interpretará como aplicable en la región del valor límite correspondiente, o el valor objetivo en el caso del ozono. Las mediciones fijas que se seleccionen para comparar con los resultados del modelo serán representativas de la escala considerada por el modelo.

La interpretación matemática de esta definición (1) se hace en base al llamado ERD, o error relativo según Directiva, que se define como:

$$ERD = \frac{|O_{VL} - M_{VL}|}{VL}$$

siendo OVL el valor de concentración observada más próximo al valor límite (VL) o valor objetivo correspondiente y MVL su valor dado por el modelo dentro de la secuencia ordenada de menor a mayor de valores modelados correspondientes. Este valor ha de calcularse para cada estación para el año a evaluar y para el valor límite u objetivo de cada contaminante.

(1) Tomada de la interpretación desarrollada en la «Guidance on the use of models for the European air quality directive» (FAIRMODE).

El procedimiento a seguir para su cálculo consiste en:

1. En cada estación, se deben ordenar de menor a mayor las series de datos de concentraciones observadas y estimadas, una vez descartados los valores del modelo que corresponden a períodos sin observaciones.
2. En esta serie ordenada, se selecciona el valor observado OVL de concentración observada más próximo al valor límite (VL) o valor objetivo correspondiente y se identifica su puesto en dicha serie.
3. Se busca en la serie ordenada de concentraciones estimadas por el modelo, el valor MVL que le corresponde en ese mismo número de orden.
4. En base a estos valores se determina el ERD para cada estación tal como se indica en la fórmula anterior (valor absoluto de diferencia entre OVL y MVL dividido por VL).

Posteriormente, una vez calculado el ERD para cada estación se calcula el Máximo del Error Relativo de la Directiva (MERD) considerando el conjunto de estaciones seleccionadas que tendrán que ser el 90 % de estaciones disponibles. Este valor de MERD será el que indique la incertidumbre del modelo a efectos de evaluación de la calidad del aire para el valor límite u objetivo de cada contaminante en el año a considerar.

Estos cálculos deberán ser aplicables, al menos, a un año completo.

La selección del 90 % de las estaciones deberá hacerse descartando el 10 % de estaciones con los mayores valores de ERD. Las estaciones deberán cumplir los objetivos de calidad y de captura mínima de datos descritos en la tabla precedente y tendrán que tener una representatividad equiparable a la resolución del modelo.

En el caso de que los valores medidos próximos a los valores límite u objetivo sean idénticos (y seguramente coincidentes con los propios valores límite u objetivo) y que, por tanto, les correspondan en sus ordinales de datos del modelo un conjunto de valores distintos, se debe tomar la media de esos valores del modelo a efectos de aplicar la fórmula de cálculo ERD antes indicada.

Para el caso de valores límite u objetivo en base anual, sólo se dispondrá de un dato observado y modelado para cada año, los cuales serán los que deban ser usados para calcular el ERD de cada estación. El cálculo de MERD seguirá el procedimiento ya indicado.

Este procedimiento es aplicable a los contaminantes implicados en este Real Decreto y a sus valores límite u objetivo correspondientes.

Los valores de incertidumbre calculados con este procedimiento están asociados al modelo utilizado, a los contaminantes y valores límite u objetivo considerados y estrictamente a la zona en los que han sido calculados, no pudiendo ser asumidos para otros contaminantes, valores límite u objetivo, o zonas distintos a los considerados.

c) Mediciones aleatorias. Como excepción, se podrán aplicar mediciones aleatorias en lugar de mediciones fijas para el benceno, las partículas y el plomo, si se puede demostrar que la incertidumbre, incluida la derivada del muestreo al azar, alcanza el objetivo de calidad del 25 %, y que la cobertura temporal sigue siendo superior a la cobertura temporal mínima de las mediciones indicativas. El muestreo al azar debe distribuirse de manera uniforme a lo largo del año, para evitar resultados sesgados. La incertidumbre derivada de la medición aleatoria puede determinarse mediante el procedimiento establecido en la norma UNE-ISO 11222:2002 «Calidad del aire-Determinación de la incertidumbre de la media temporal de las medidas de calidad del aire». Si se efectúan mediciones aleatorias para evaluar los requisitos del valor límite de las partículas PM10, debería evaluarse el percentil 90,4, que deberá ser inferior o igual a $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$, en lugar del número de superaciones, que está muy influenciado por la cobertura de los datos.

II. Resultados de la evaluación de la calidad del aire

Deberá reunirse la información siguiente para las zonas o aglomeraciones donde se emplean otras fuentes que complementan los datos de la medición o son los únicos medios de evaluación de la calidad del aire:

- descripción de las actividades de evaluación realizadas;
- métodos específicos utilizados, con referencias a descripciones del método;
- fuentes de datos e información;

- descripción de los resultados, incluida la exactitud y los datos sobre la exactitud y, en particular, la extensión de cada área o, si procede, la longitud de la carretera en el interior de la zona o aglomeración en la que las concentraciones superan el valor o valores límite, valor objetivo u objetivo a largo plazo o, según el caso, el valor o valores límite incrementados por el margen o márgenes de tolerancia, y de cada zona donde las concentraciones superen el umbral superior de evaluación o el umbral inferior de evaluación;

- con respecto a los valores límite cuyo objeto es la protección de la salud humana, la población potencialmente expuesta a concentraciones superiores al valor límite.

Cuando sea posible, las Administraciones competentes deberán elaborar mapas que indiquen la distribución de las concentraciones dentro de cada zona o aglomeración.

III. Garantía de calidad de la evaluación de la calidad del aire ambiente: Validación de los datos

Con el fin de asegurar la exactitud de las mediciones y el cumplimiento de los objetivos de calidad de los datos fijados en el apartado I, las autoridades y organismos competentes designados en virtud del apartado 3.a) del artículo 3 deberán:

garantizar la trazabilidad de todas las mediciones efectuadas en relación con la evaluación de la calidad del aire ambiente en virtud de los artículos 6, 8 y 10 de conformidad con los requisitos establecidos en el punto 5.6.2.2 de la norma UNE-EN ISO/IEC 17025,

asegurarse de que las instituciones responsables del funcionamiento de las redes y las estaciones individuales dispongan de un sistema de garantía y control de la calidad que incluya un mantenimiento periódico dirigido a asegurar la exactitud de los instrumentos de medición,

asegurar el establecimiento de un proceso de garantía y control de calidad para las actividades de compilación y comunicación de datos y la participación activa de las instituciones designadas para esa tarea en los programas afines de garantía de la calidad de la Comunidad.

ANEXO VI

Objetivos de calidad de los datos de la evaluación de la calidad del aire para arsénico, cadmio, níquel, mercurio e hidrocarburos aromáticos policíclicos (hap) (artículos 6.5 y 7)

I. Objetivos de calidad de los datos

Para la garantía de la calidad, se han establecido los siguientes objetivos de calidad:

	Benzo(a)pireno	Arsénico, cadmio y níquel	HAP distintos del benzo(a)pireno, mercurio gaseoso total	Depósitos totales
Medición fija				
Incertidumbre	50 %	40 %	50 %	70 %
Captura mínima de datos	90 %	90 %	90 %	90 %
Cobertura temporal mínima	33 %	50 %		
Medición indicativa (1)				
Incertidumbre	50 %	40 %	50 %	70 %
Captura mínima de datos	90 %	90 %	90 %	90 %
Cobertura temporal mínima	14 %	14 %	14 %	33 %
Modelización				
Incertidumbre:	60 %	60 %	60 %	60 %

(1) Mediciones indicativas son mediciones que se efectúan con una menor frecuencia pero que satisfacen los demás objetivos de calidad de los datos.

La incertidumbre, expresada con un nivel de confianza del 95 %, de los métodos utilizados para la evaluación de las concentraciones en el aire ambiente, se determinará con arreglo a los principios de la Guía para la expresión de la incertidumbre de medida del Centro Europeo de Normalización (CEN) (ENV 13005-1999) (CEM, 2000), la metodología recogida en la norma UNE 82009 y las directrices del informe del CEN titulado «Calidad del aire. Aproximación a la estimación de la incertidumbre para métodos de medida de referencia de aire ambiente» (UNE-CR 14377 IN: 2005). Los porcentajes de incertidumbre se refieren a mediciones individuales, tomadas durante periodos de muestreo habituales, para un intervalo de confianza del 95 por ciento. Se entiende que la incertidumbre de las

mediciones deberá aplicarse en el rango de medición de los respectivos valores objetivo. Las mediciones fijas e indicativas deberán estar uniformemente repartidas a lo largo del año para evitar el sesgo en los resultados.

Los requisitos para la recogida de datos y la cobertura temporal mínimas no incluyen las pérdidas de datos debido a la calibración regular o al mantenimiento normal de la instrumentación.

Se requiere un tiempo de muestreo de veinticuatro horas para la medición del benzo(a)pireno y otros hidrocarburos aromáticos policíclicos. También, podrán combinarse muestras individuales tomadas durante un periodo máximo de un mes y analizarse como una muestra compuesta, siempre que el método garantice que las muestras son estables durante este periodo. En los casos en que resultara difícil diferenciar analíticamente los tres congéneres benzo(b)fluoranteno, benzo(j)fluoranteno y benzo(k)fluoranteno, se podrán indicar como suma de los mismos. Para la medición de las concentraciones de arsénico, cadmio y níquel se recomienda también el muestreo de veinticuatro horas. El muestreo debe realizarse uniformemente a lo largo de los días de la semana y del año.

Para la medición de los niveles de depósito se recomiendan tomas de muestras mensuales, o semanales, distribuidas a lo largo del año.

Se podrán utilizar captadores solo húmedo en lugar de captadores globales si se puede demostrar que la diferencia entre ambos métodos está dentro del 10 %. Los valores de depósito se expresarán por lo general en $\mu\text{g}/(\text{m}^2 \cdot \text{día})$.

La cobertura temporal mínima podrá ser menor que la indicada en la tabla, pero no inferior a un 14 % para las mediciones fijas y a un 6 % para las mediciones indicativas, si se puede demostrar que se cumple la incertidumbre expandida al 95 % para la media anual, calculada a partir de los objetivos de calidad de los datos recogidos en la tabla de acuerdo con la norma UNE-ISO 11222:2005: «Calidad del aire. Determinación de la incertidumbre de la media temporal de las medidas de calidad del aire».

II. Requisitos de los modelos de calidad del aire

Cuando se utilice un modelo de calidad del aire para la evaluación, se especificarán las referencias a las descripciones del modelo así como la información sobre su incertidumbre. La incertidumbre de la modelización se define como la desviación máxima entre los niveles calculados y medidos, a lo largo de un año completo, sin exigir coincidencia en el tiempo. Además, deberá incluirse información detallada de las simulaciones y de los datos de entrada utilizados.

La incertidumbre de la modelización se calculará según el punto b) del apartado I del anexo V.

ANEXO VII

Métodos de referencia para la evaluación de las concentraciones de dióxido de azufre, dióxido de nitrógeno y óxidos de nitrógeno, partículas (PM10 y PM2,5), plomo, benceno, monóxido de carbono, ozono, arsénico, cadmio, mercurio, níquel e hidrocarburos aromáticos policíclicos (HAP) (artículos 3.2, 7 y 11)

A. Métodos de referencia

1. Método de referencia para la medición de dióxido de azufre

El método de referencia para la medición de dióxido de azufre es el que se describe en la norma UNE-EN 14212:2006 «Calidad del aire ambiente-Método normalizado de medida de la concentración de dióxido de azufre por fluorescencia de ultravioleta».

2. Método de referencia para la medición de dióxido de nitrógeno y óxidos de nitrógeno

El método de referencia para la medición de dióxido de nitrógeno y óxidos de nitrógeno es el que se describe en la norma UNE-EN 14211:2006 «Calidad del aire ambiente-Método normalizado de medida de la concentración de dióxido de nitrógeno y monóxido de nitrógeno por quimioluminiscencia».

3. Método de referencia para la toma de muestras y la medición de plomo

El método de referencia para la toma de muestras de plomo es el que se describe en la sección A, apartado 4, del presente anexo. El método de referencia para la medición de plomo es el que se describe en la norma UNE-EN 14902:2006 «Calidad del aire ambiente-Método normalizado para la medida de Pb, Cd, As y Ni en la fracción PM10 de la materia particulada en suspensión».

4. Método de referencia para la toma de muestras y la medición de PM10

El método de referencia para la toma de muestras y la medición de PM10 es el que se describe en la norma UNE-EN 12341:1999 «Calidad del aire-Determinación de la fracción PM10 de la materia particulada en suspensión-Método de referencia y procedimiento de ensayo de campo para demostrar la equivalencia de los métodos de medida al de referencia».

5. Método de referencia para la toma de muestras y la medición de PM2,5

El método de referencia para la toma de muestras y la medición de PM2,5 es el que se describe en la norma UNE-EN 14907:2006 «Calidad del aire ambiente-Método gravimétrico de medida para la determinación de la fracción másica PM2,5 de la materia particulada en suspensión».

6. Método de referencia para la medición de benceno

El método de referencia para la medición de benceno es el que se describe en la norma UNE-EN 14662:2006, partes 1, 2 y 3 «Calidad del aire ambiente-Método normalizado de medida de las concentraciones de benceno».

7. Método de referencia para la medición de monóxido de carbono

El método de referencia para la medición de monóxido de carbono es el que se describe en la norma UNE-EN 14626:2006 «Calidad del aire ambiente-Método normalizado de medida de la concentración de monóxido de carbono por espectrometría infrarroja no dispersiva».

8. Método de referencia para la medición de ozono

El método de referencia para la medición de ozono es el que se describe en la norma UNE-EN 14625:2005 «Calidad del aire ambiente-Método normalizado de medida de la concentración de ozono por fotometría ultravioleta».

9. Método de referencia para la toma de muestras y análisis de arsénico, cadmio y níquel en el aire ambiente

El método de referencia para la medición de las concentraciones de arsénico, cadmio y níquel en el aire ambiente es el que se describe en la norma UNE-EN 14902: 2006 «Calidad del aire ambiente. Método normalizado para la medida de Pb, Cd, As y Ni en la fracción PM10 de la materia particulada en suspensión».

10. Método de referencia para la toma de muestras y análisis de los hidrocarburos aromáticos policíclicos en el aire ambiente

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».

Los demás HAP se determinarán por la misma metodología que el benzo(a)pireno, descrita en la norma anterior.

11. Método de referencia para la medición de mercurio en el aire ambiente

El método de referencia para la medición de las concentraciones de mercurio gaseoso total en el aire ambiente será un método automatizado basado en la espectrometría de absorción atómica o en la espectrometría de fluorescencia atómica, que actualmente está en fase de borrador final en CEN y es el FprEN 15852 «Calidad del aire ambiente. Método normalizado para la determinación de mercurio gaseoso total»

12. Método de referencia para la toma de muestras y análisis de los depósitos de arsénico, cadmio, mercurio, níquel e hidrocarburos aromáticos policíclicos

El método de referencia para la medición de los depósitos de arsénico, cadmio, mercurio y níquel es el descrito en la norma UNE EN 15841:2010 «Calidad del aire ambiente. Método normalizado para la determinación de arsénico, cadmio, plomo y níquel en la deposición atmosférica»

El método de referencia para la medición de los depósitos de hidrocarburos aromáticos policíclicos se basará en la exposición de indicadores de depósitos cilíndricos de dimensiones normalizadas, que actualmente está en fase de borrador en CEN y es el prEN 15950 «Calidad del aire. Determinación de la deposición de benzo(a)antraceno, benzo(b)fluoranteno, benzo(j)fluoranteno, benzo(k)fluoranteno, benzo(a)pireno, dibenzo(a,h)antraceno e indeno(1,2,3-cd)pireno»

B. *Demostración de la equivalencia*

1. Las autoridades competentes podrán emplear cualquier otro método si pueden demostrar que genera resultados equivalentes a cualquiera de los métodos a que se refiere la sección A o, en el caso de las partículas, que guarda una relación coherente con el método de referencia. En tal caso, los resultados obtenidos con dicho método deberán corregirse para producir resultados equivalentes a los que se habrían obtenido con el método de referencia.

2. El laboratorio nacional de referencia preparará para las autoridades competentes un informe de demostración de equivalencia con arreglo al apartado 1, que presentarán al Ministerio de Medio Ambiente, y Medio Rural y Marino.

Cuando las autoridades competentes hayan utilizado factores provisionales para aproximar la equivalencia, estos factores deberán confirmarse y/o modificarse en relación con las directrices de la Comisión. Además, se asegurarán de que, cuando así proceda, las correcciones se apliquen también retroactivamente a los resultados de mediciones pasadas para conseguir una mayor comparabilidad de los datos.

C. *Referencia a presión y temperatura*

En el caso de los contaminantes gaseosos, el volumen deberá referirse a una temperatura de 293 K y una presión atmosférica de 101,3 kPa. En el caso de las partículas y componentes que deben analizarse en la fase particulada, el volumen de muestreo se expresará en condiciones ambientales de temperatura y presión atmosférica en el momento de las mediciones.

D. *Introducción de nuevos equipos*

Las autoridades competentes se asegurarán de que todo nuevo equipo adquirido para la aplicación del presente Real Decreto sea conforme con el método de referencia o equivalente a más tardar el 11 de junio de 2010.

Todo el equipo utilizado en mediciones deberá ser conforme con el método de referencia o equivalente a más tardar el 11 de junio de 2013.

E. *Reconocimiento mutuo de datos*

Al proceder a la homologación para demostrar que el equipo cumple los requisitos de rendimiento de los métodos de referencia enumerados en la sección A, las autoridades y

los organismos competentes designados de conformidad con el artículo 3 aceptarán los informes de los ensayos elaborados en otros Estados miembros por laboratorios acreditados según la norma UNE-EN ISO/IEC 17025 para proceder a dichos ensayos.

ANEXO VIII

Mediciones de PM_{2,5} en las ubicaciones rurales de fondo con independencia de la concentración (artículo 8)

A. Objetivos

Los principales objetivos de esas mediciones son asegurar que se facilita información suficiente sobre los niveles de contaminación de fondo. Esa información resulta esencial para evaluar los niveles incrementados de las zonas más contaminadas, como son las zonas urbanas, los lugares industriales y los emplazamientos con influencia del tráfico, determinar la posible contribución del transporte a larga distancia de contaminantes atmosféricos, complementar los análisis de distribución según las fuentes y para la comprensión de contaminantes específicos como las partículas. Además, esta información resulta esencial para el mayor uso de las técnicas de modelización en zonas urbanas.

B. Sustancias

La medición de PM_{2,5} debe incluir por lo menos la concentración másica total y las concentraciones de los compuestos apropiados para caracterizar su composición química. Debe incluirse al menos la lista de especies químicas que se indican a continuación:

SO₄²⁻; NO₃⁻; Na⁺; K⁺; NH₄⁺; Cl⁻; Ca²⁺; Mg²⁺; Carbono elemental (CE); Carbono orgánico (CO)

C. Implantación

Las mediciones deberán efectuarse sobre todo en ubicaciones rurales de fondo, de conformidad con los apartados I, II y III del anexo III.

ANEXO IX

Criterios para clasificar y ubicar los puntos de medición para la evaluación de las concentraciones de ozono (artículo 11)

Las consideraciones que a continuación se exponen se aplican a las mediciones fijas.

I. Macroimplantación

Tipo de estación	Objetivos de la medición	Representatividad (1)	Criterios de macroimplantación
Urbana.	Protección de la salud humana: evaluar la exposición de la población urbana al ozono, es decir, en las zonas cuya densidad de población y concentración de ozono sean relativamente elevadas y representativas de la exposición de la población en general.	Algunos km ² .	Lejos de la influencia de las emisiones locales debidas al tráfico, las gasolineras, etc.; Localizaciones ventiladas donde puedan medirse una mezcla adecuada de sustancias; Ubicaciones como zonas residenciales y comerciales urbanas, parques lejos de los árboles, grandes calles o plazas de tráfico escaso o nulo, espacios abiertos característicos de las instalaciones educativas, deportivas o recreativas.

Tipo de estación	Objetivos de la medición	Representatividad (1)	Criterios de macroimplantación
Suburbana.	Protección de la salud humana y la vegetación: evaluar la exposición de la población y la vegetación en las afueras de las aglomeraciones, donde se encuentren los mayores niveles de ozono a los que la población y la vegetación tengan más probabilidades de hallarse directa o indirectamente expuestas.	Algunas decenas de km ² .	A cierta distancia de las zonas de emisiones máximas, a sotavento con respecto a las direcciones dominantes del viento, en condiciones favorables a la formación de ozono; lugares donde la población, los cultivos sensibles o los ecosistemas naturales ubicados en los márgenes de una aglomeración estén expuestos a niveles elevados de ozono; cuando así proceda, algunas estaciones suburbanas podrán situarse a barlovento de las zonas de emisiones máximas, con respecto a la dirección predominante del viento, para determinar los niveles regionales de fondo de ozono.
Rural.	Protección de la salud humana y la vegetación: evaluar la exposición de la población, los cultivos y los ecosistemas naturales a las concentraciones de ozono a escala subregional.	Niveles subregionales (algunos centenares de km ²).	Las estaciones podrán situarse en pequeños emplazamientos o en áreas con ecosistemas naturales, bosques o cultivos; áreas representativas del ozono lejos de la influencia de emisiones locales inmediatas, tales como instalaciones industriales y carreteras; pueden situarse en espacios abiertos, pero no en las cumbres de montañas de gran altura.
Rural de fondo o remota.	Protección de la salud humana y la vegetación: evaluar la exposición de los cultivos y los ecosistemas naturales a las concentraciones de ozono a escala regional, así como la exposición de la población.	Niveles regionales/ nacionales/ continentales (1.000 a 10.000 km ²).	Estaciones situadas en zonas de baja densidad de población, por ejemplo, con ecosistemas naturales o bosques, distantes 20 km como mínimo de zonas urbanas e industriales y de las fuentes de emisiones locales; deben evitarse las localizaciones en que se produzcan con frecuencia fenómenos de inversión térmica a nivel del suelo, así como las cumbres de las montañas de gran altura; no se recomiendan los emplazamientos costeros con ciclos eólicos diarios locales pronunciados.

(1) En la medida de lo posible, los puntos de muestreo deberán ser representativos de lugares similares que no se hallen a proximidad inmediata.

Cuando proceda, la ubicación de las estaciones rurales y rurales de fondo deberá coordinarse con los requisitos de seguimiento del Reglamento (CE) n.º 1737/2006 de la Comisión, de 7 de noviembre de 2006, por el que se establecen disposiciones de aplicación del Reglamento (CE) n.º 2152/2003 del Parlamento Europeo y del Consejo sobre el seguimiento de los bosques y de las interacciones medioambientales en la Comunidad (Forest Focus).

II. Microimplantación

En la medida de lo posible, se seguirán las directrices descritas en el apartado III del anexo III, asegurando asimismo que la entrada del sistema de captación se sitúe alejada de fuentes de emisiones tales como chimeneas de hornos e instalaciones de incineración y a más de 10 m de la carretera más cercana, y tanto más alejada cuanto mayor sea la intensidad del tráfico.

III. Documentación y revisión de la elección del emplazamiento

Se seguirán las directrices descritas en el apartado IV del anexo III, exigiéndose, además, la adecuada selección e interpretación de los datos de seguimiento en el contexto de los procesos meteorológicos y fotoquímicos que afecten a las concentraciones de ozono medidas en el emplazamiento de que se trate.

ANEXO X

Criterios de determinación del número mínimo de puntos de muestreo para la medición fija de las concentraciones de ozono (artículo 11)

I. Número mínimo de puntos de muestreo para las mediciones fijas continuas dirigidas a evaluar la calidad del aire con vistas al cumplimiento de los valores objetivo, los objetivos a largo plazo y los umbrales de información y alerta cuando la medición fija continua sea la única fuente de información

Población, en miles	Aglomeraciones (urbanas y suburbanas) (1)	Otras zonas (suburbanas y rurales) (1)	Rural de fondo
< 250		1	1 estación/50.000 km ² de promedio (2)
< 500	1	2	
< 1000	2	2	
< 1500	3	3	
< 2000	3	4	
< 2750	4	5	
< 3750	5	6	
> 3750	1 estación adicional por cada 2 millones de habitantes.	1 estación adicional por cada 2 millones de habitantes.	

(1) Al menos una estación en áreas suburbanas, donde pueda producirse la máxima exposición de la población. En aglomeraciones, al menos, el 50 % de las estaciones deben ubicarse en áreas suburbanas.

(2) Se recomienda una estación por cada 25 000 km² en terrenos accidentados.

II. Número mínimo de puntos para la medición fija en las zonas y aglomeraciones en las que se alcancen los objetivos a largo plazo

El número de puntos de medición de ozono deberá ser suficiente, en combinación con otros medios de evaluación suplementaria, tales como la modelización de la calidad del aire y las mediciones en un mismo lugar de dióxido de nitrógeno, para examinar la tendencia de la contaminación por ozono y verificar el cumplimiento de los objetivos a largo plazo. El número de estaciones ubicadas en las aglomeraciones y otras zonas se podrá reducir a un tercio del número especificado en el apartado I. Cuando la información de estaciones de medición fijas sea la única fuente de información, debería mantenerse, como mínimo, una estación de control. Si en zonas en las que exista una evaluación suplementaria, el resultado de ello fuera que una zona quedase desprovista de estación, se deberá garantizar una evaluación adecuada de las concentraciones de ozono en relación con los objetivos a largo plazo, mediante una coordinación con las estaciones de las zonas vecinas. El número de estaciones rurales de fondo deberá ser de una por cada 100 000 km².

ANEXO XI

Mediciones de las sustancias precursoras de ozono (artículos 11 y 28)

I. Objetivos

Los objetivos principales de estas mediciones son analizar la evolución de los precursores de ozono, comprobar la eficacia de las estrategias de reducción de las emisiones y la coherencia de los inventarios de emisiones y contribuir a establecer conexiones entre las fuentes de emisiones y los niveles observados de contaminación.

Otro fin que se persigue con estas mediciones es aumentar los conocimientos sobre la formación de ozono y los procesos de dispersión de sus precursores, así como apoyar la aplicación de modelos fotoquímicos.

II. Sustancias

Entre las sustancias precursoras de ozono que deberán medirse figurarán al menos los óxidos de nitrógeno y los compuestos orgánicos volátiles (COV) apropiados. A continuación figura una lista de los compuestos orgánicos volátiles cuya medición se recomienda.

Etano	1-Buteno	Isopreno	Etilbenceno
Etileno	trans-2-Buteno	n-Hexano	m+p-Xileno
Acetileno	cis-2-Buteno	i-Hexeno	o-Xileno
Propano	1,3-Butadieno	n-Heptano	1,2,4-Trimetilbenceno
Propeno	n-Pentano	n-Octano	1,2,3-Trimetilbenceno
n-Butano	i-Pentano	i-Octano	1,3,5-Trimetilbenceno
i-Butano	1-Penteno	Benceno	Formaldehído
	2-Penteno	Tolueno	Hidrocarburos totales no metánicos

III. Emplazamiento

Las mediciones deberán efectuarse, en particular, en las zonas urbanas y suburbanas, en cualquier estación de seguimiento que se considere adecuada en relación con los objetivos de seguimiento anteriormente definidos.

IV. Medición

La captación pasiva de los compuestos orgánicos volátiles se realizará mediante tubos absorbentes y su determinación mediante cromatografía de gases, con extracción bien por desorción térmica bien por disolventes.

Alternativamente, podrá usarse captación activa mediante canister y determinación mediante cromatografía de gases.

Las determinaciones serán representativas de un período de medida diario o semanal. Se asegurará una cobertura temporal mínima del 14 %, con muestras repartidas homogéneamente a lo largo del año y, en el caso de mediciones diarias, en diferentes días de la semana.

ANEXO XII**Mediciones de amoniaco (artículo 12)***A. Ubicación de los puntos de muestreo***I. Macroimplantación**

Los puntos de muestreo, en estaciones rurales de fondo y en estaciones de tráfico, cumplirán con las especificaciones del apartado II del anexo III para dichos emplazamientos.

II. Microimplantación

Se aplicarán las especificaciones del apartado III del anexo III.

B. Objetivo de calidad de los datos

	Captación pasiva	Métodos automáticos
Incertidumbre	50 %	25 %
Captura mínima de datos	90 %	90 %
Período de muestreo	Quincenal o inferior	Diaría o inferior
Cobertura mínima temporal	60 %	33 %

Las mediciones se distribuirán homogéneamente a lo largo del año.

La incertidumbre de la medida se calculará según lo especificado en el apartado I.a) del anexo V.

*C. Técnicas de análisis***I. Técnica de análisis para NH₃**

El amoniaco se determinará en las estaciones rurales de fondo y de tráfico mediante uno de los siguientes métodos:

- a) sistemas pasivos, con captación en cartuchos adsorbentes de ácido fosfórico, u otro adsorbente adecuado, y determinación en el laboratorio por espectrofotometría UV/visible.
- b) métodos automáticos basados en quimiluminiscencia con una eficacia de oxidación del convertidor superior al 95 %.
- c) métodos específicos fotoacústicos.

II. Demostración de la equivalencia

Las autoridades competentes podrán utilizar técnicas distintas a las descritas en el apartado anterior, siempre que puedan demostrar que generan resultados equivalentes a dichas técnicas.

ANEXO XIII**Indicador medio de la exposición, objetivo nacional de reducción de la exposición, y obligación en materia de concentración de la exposición para las partículas PM_{2,5} (artículo 21)***A. Indicador medio de la exposición (IME)*

1. El indicador medio de la exposición (IME), expresado en µg/m³, deberá basarse en las mediciones efectuadas en ubicaciones de fondo urbano de distintas zonas y aglomeraciones de cada comunidad autónoma. La correcta selección de los puntos de

muestreo fijos o estaciones es esencial, ya que aquellas ubicaciones seleccionadas serán las estaciones de referencia para el objetivo de la reducción de la exposición en 2020, por lo cual deberán suministrar datos de calidad al menos durante el periodo 2009-2020. Por ello, se evitarán aquellos emplazamientos con posibilidades de que existan actividades de construcción, demolición, etc. a medio o largo plazo en su entorno. Además, y conforme al anexo III, la distribución y el número de puntos de muestreo que sirvan de base para el IME deben reflejar adecuadamente la exposición de la población en general.

2. Se establecerá, como mínimo, un punto de muestreo por cada millón de habitantes, calculado sumando las aglomeraciones y otras zonas urbanas de más de 100.000 habitantes. Esos puntos de muestreo podrán coincidir con los contemplados en el apartado I del anexo IV. Las estaciones deben situarse en una aglomeración o zona urbana de más de 100.000 habitantes.

3. Cabe la posibilidad de que distintas comunidades autónomas colaboren entre sí para mantener estaciones conjuntas. Cada estación tendrá asignada una población para el cálculo ponderado del indicador.

4. Todas las estaciones seleccionadas formarán la Red IME.

5. La determinación de la concentración de PM_{2,5} en cada estación de la Red IME se realizará preferiblemente por medio de la instrumentación de referencia descrita en el apartado 5 de la sección A del anexo VII, concretamente por gravimetría, bien de alto o de bajo volumen, o su modificación con un captador secuencial. En caso de utilizar otra instrumentación, habrá que demostrar su equivalencia con el método de referencia de acuerdo con la sección B del anexo VII.

Para la determinación de las concentraciones de PM_{2,5} en cada estación de la Red IME, se tomará, como mínimo, una muestra cada 3 días, comenzando el 1 de enero de 2009; así, por ejemplo, se tomarán muestras el 1 de enero, el 4, el 7, y así sucesivamente, o de tal manera que las muestras estén homogéneamente repartidas a lo largo del año. Con el conjunto de estos datos se determinará la concentración media anual de PM_{2,5} de la estación. Los objetivos de calidad de los datos de las estaciones de la Red IME serán los señalados en el anexo V, es decir, una recogida mínima de datos del 90 % sobre el total del muestreo, es decir, 110 días de los 122 posibles.

El período de muestreo será de 24 h (± 1 h), y se recomienda que vaya desde las 08:00 h a las 08:00 h, expresadas en hora local, con una variación de ± 1 h, es decir, de 07:00 a 07:00 o de 09:00 a 09:00.

6. Conociendo la concentración media anual de PM_{2,5} de cada estación de la red IME y la población a la que representa, se calculará el indicador anual para cada año:

$$\text{Indicador}_{\text{anual}} = \frac{\sum_{j=1}^n PM_{2,5_j} * Población_j}{\sum_{j=1}^n Población_j}$$

donde:

PM_{2,5_j} es la concentración media anual de la estación j.
 Población_j es la población a la que representa la estación j.
 n es el número total de estaciones de la red IME.

$\sum_{j=1}^n Población_j$ debe ser igual al total de población a representar.

7. El IME se evaluará como concentración media móvil trienal, promediada con la población en todos los puntos de muestreo establecidos con arreglo al apartado 2. El IME

para el año de referencia 2011 será la concentración media de los años 2009, 2010 y 2011:

$$IME = \frac{\sum_{i=1}^3 \text{Indicador}_{\text{anual } i}}{3}$$

donde:

IME es el INDICADOR MEDIO DE EXPOSICIÓN.
 Indicador_{anual 1} es el Indicador anual de 2009.
 Indicador_{anual 2} es el Indicador anual de 2010.
 Indicador_{anual 3} es el Indicador anual de 2011.

Posteriormente, se calculará cada año como media móvil de los tres anteriores. El IME para el año 2020 será la concentración media móvil trienal, promediada con la población en todos esos puntos de muestreo para los años 2018, 2019 y 2020. Se utilizará el IME para examinar si se ha conseguido el objetivo nacional de reducción de la exposición de la sección B de este anexo.

El IME para el año 2015 será la concentración media móvil trienal, promediada en todos esos puntos de muestreo para los años 2013, 2014 y 2015. Se utilizará el IME para examinar si se ha respetado la obligación en materia de concentración de la exposición de la sección C de este anexo.

8. El IME podrá calcularse siempre que no falten datos de más del 20 % de las estaciones seleccionadas.

9. Las comunidades autónomas remitirán al Ministerio de Medio Ambiente, y Medio Rural y Marino a la entrada en vigor de este Real Decreto la información sobre las estaciones destinadas a la Red IME, con indicación del equipo utilizado para el muestreo, la frecuencia de recogida de las muestras y la población representada por cada estación.

B. *Objetivo nacional de reducción de la exposición*

Objetivo de reducción de la exposición en relación con el IME en 2011		Año en el que debe alcanzarse el objetivo de reducción de la exposición
Concentración inicial en $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Objetivo de reducción	2020
< 8,5 a 8,5	0 %	
> 8,5 a < 13	10 %	
= 13 a < 18	15 %	
= 18 a < 22	20 %	
≥ 22	Reducir, como mínimo, hasta 18 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	

Cuando el IME, expresado en $\mu\text{g}/\text{m}^3$, en el año de referencia sea igual o inferior a 8,5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, el objetivo de reducción de la exposición será cero. El objetivo de reducción también será cero en los casos en que el IME alcance el nivel de 8,5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ en cualquier momento durante el período comprendido entre 2011 y 2020 y se mantenga en dicho nivel o por debajo de él.

C. *Obligación en materia de concentración de la exposición*

El IME deberá ser igual o menor a 20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ a más tardar en 2015.

ANEXO XIV**Metodología para la demostración y sustracción de las superaciones atribuibles a fuentes naturales (artículo 22)**

Para la demostración y sustracción de los niveles atribuibles a fuentes naturales se emplearán las directrices que publique la Comisión Europea. Mientras tanto, para el caso de las partículas se utilizará el «Procedimiento para la identificación de episodios naturales de PM10 y PM2,5, y la demostración de causa en lo referente a las superaciones del valor límite diario de PM10», elaborado por el Ministerio de Medio Ambiente, y Medio Rural y Marino en colaboración con las comunidades autónomas.

ANEXO XV**Información que debe incluirse en los planes locales, regionales o nacionales de mejora de la calidad del aire ambiente (artículos 23 y 24)***A. Información que debe incluirse en los Planes en virtud del apartado 1 del artículo 24:*

1. Localización de la superación: región, ciudad (mapa), estación de medición (mapa, coordenadas geográficas).
2. Información general: tipo de zona (ciudad, área industrial o rural), estimación de la superficie contaminada (km²) y de la población expuesta a la contaminación, datos climáticos útiles, datos topográficos pertinentes, información suficiente acerca del tipo de organismos receptores de la zona afectada que deben protegerse.
3. Autoridades responsables: nombres y direcciones de las personas responsables de la elaboración y ejecución de los planes de mejora.
4. Naturaleza y evaluación de la contaminación: concentraciones observadas durante los años anteriores (antes de la aplicación de las medidas de mejora), concentraciones medidas desde el comienzo del proyecto, técnicas de evaluación utilizadas.
5. Origen de la contaminación: lista de las principales fuentes de emisión responsables de la contaminación (mapa), cantidad total de emisiones procedentes de esas fuentes (t/año), información sobre la contaminación procedente de otras regiones, análisis de asignación de fuentes.
6. Análisis de la situación: detalles de los factores responsables de la superación (transporte, incluidos los transportes transfronterizos, formación de contaminantes secundarios en la atmósfera), detalles de las posibles medidas de mejora de la calidad del aire.
7. Detalles de las medidas o proyectos de mejora que existían antes de la entrada en vigor de la presente norma, es decir: medidas locales, regionales, nacionales o internacionales y efectos observados de estas medidas.
8. Información sobre las medidas o proyectos adoptados para reducir la contaminación tras la entrada en vigor del presente Real Decreto: lista y descripción de todas las medidas previstas en el proyecto, calendario de aplicación, estimación de la mejora de la calidad del aire que se espera conseguir, evidencias epidemiológicas y perspectiva de protección de salud pública, y estimación del plazo previsto para alcanzar esos objetivos.
9. Información sobre las medidas o proyectos a largo plazo previstos o considerados.
10. Lista de las publicaciones, documentos, trabajos, etc., que completen la información solicitada en el presente anexo.
11. Procedimientos para el seguimiento de su cumplimiento y revisión.

B. Información que debe facilitarse en virtud del apartado 1 del artículo 23

1. Toda la información indicada en la sección A del presente anexo.
2. Información relativa al estado de aplicación de las Directivas siguientes: Directiva 70/220/CEE del Consejo, de 20 de marzo de 1970, relativa a la aproximación de

las legislaciones de los Estados miembros en materia de medidas que deben adoptarse contra la contaminación del aire causada por los gases procedentes de los motores de explosión con los que están equipados los vehículos a motor; Directiva 94/63/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 20 de diciembre de 1994, sobre el control de emisiones de compuestos orgánicos volátiles (COV) resultantes del almacenamiento y distribución de gasolina desde las terminales a las estaciones de servicio; Directiva 2008/1/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 15 de enero de 2008, relativa a la prevención y al control integrados de la contaminación; Directiva 97/68/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 16 de diciembre de 1997, relativa a la aproximación de las legislaciones de los Estados miembros sobre medidas contra la emisión de gases y partículas contaminantes procedentes de los motores de combustión interna que se instalen en las máquinas móviles no de carretera; Directiva 98/70/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 13 de octubre de 1998, relativa a la calidad de la gasolina y el gasóleo; Directiva 1999/13/CE del Consejo, de 11 de marzo de 1999, relativa a la limitación de compuestos orgánicos volátiles debida al uso de disolventes orgánicos en determinadas actividades e instalaciones; Directiva 1999/32/CE del Consejo, de 26 de abril de 1999, relativa a la reducción del contenido de azufre de determinados combustibles líquidos; Directiva 2000/76/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 4 de diciembre de 2000, relativa a la incineración de residuos; Directiva 2001/80/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 23 de octubre de 2001, sobre limitación de emisiones a la atmósfera de determinados agentes contaminantes procedentes de grandes instalaciones de combustión; Directiva 2001/81/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 23 de octubre de 2001, sobre techos nacionales de emisión de determinados contaminantes atmosféricos; Directiva 2004/42/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 21 de abril de 2004, relativa a la limitación de las emisiones de compuestos orgánicos volátiles (COV) debidas al uso de disolventes orgánicos en determinadas pinturas y barnices y en los productos de renovación del acabado de vehículos; Directiva 2005/33/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 6 de julio de 2005, por la que se modifica la Directiva 1999/32/CE en lo relativo al contenido de azufre de los combustibles para uso marítimo; Directiva 2005/55/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 28 de septiembre de 2005, relativa a la aproximación de las legislaciones de los Estados miembros sobre las medidas que deben adoptarse contra la emisión de gases y partículas contaminantes procedentes de motores de encendido por compresión destinados a la propulsión de vehículos, y contra la emisión de gases contaminantes procedentes de motores de encendido por chispa alimentados con gas natural o gas licuado del petróleo destinados a la propulsión de vehículos; Directiva 2006/32/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 5 de abril de 2006, sobre la eficiencia del uso final de la energía y los servicios energéticos

3. Información acerca de todas las medidas de reducción de la contaminación cuya aplicación se haya considerado al nivel local, regional o nacional correspondiente para la consecución de los objetivos de calidad del aire, incluidas las siguientes:

a. reducción de las emisiones procedentes de fuentes fijas, disponiendo que las pequeñas y medianas fuentes de combustión fijas contaminantes (incluidas las de biomasa) estén equipadas con sistemas de control de las emisiones o sean sustituidas;

b. reducción de las emisiones de los vehículos mediante su acondicionamiento con equipos de control de las emisiones. Debería considerarse la posibilidad de ofrecer incentivos económicos para acelerar el ritmo de aplicación de esta medida;

c. adjudicación pública conforme a la guía sobre contratación pública ecológica (http://ec.europa.eu/environment/gpp/pdf/buying_green_handbook_es.pdf) de vehículos de carretera, combustibles y equipamientos de combustión, incluida la compra de:

- vehículos nuevos, especialmente de bajas emisiones,
- servicios de transporte en vehículos menos contaminantes,
- fuentes de combustión fijas de bajas emisiones,
- combustibles de bajas emisiones para fuentes fijas y móviles;

- d. medidas destinadas a limitar las emisiones procedentes del transporte mediante la planificación y la gestión del tráfico (incluida la tarificación de la congestión, la adopción de tarifas de aparcamiento diferenciadas y otros incentivos económicos; establecimiento de «zonas de bajas emisiones»);
- e. medidas destinadas a fomentar un mayor uso de los modos menos contaminantes;
- f. medidas destinadas a garantizar el uso de combustibles de bajas emisiones en las fuentes fijas pequeñas, medianas y grandes y en las fuentes móviles;
- g. medidas destinadas a reducir la contaminación atmosférica mediante la concesión de permisos con arreglo a la Directiva 2008/1/CE, el establecimiento de planes nacionales conforme a la Directiva 2001/80/CE y el uso de instrumentos económicos como impuestos, cánones o comercio de derechos de emisión;
- h. en su caso, medidas destinadas a proteger la salud de los niños o de otros grupos vulnerables.

ANEXO XVI

Capítulo 1. Información que deben suministrar las Comunidades Autónomas y las Entidades Locales a la Dirección General de Calidad y Evaluación Ambiental en virtud del artículo 27

Sección 1. Información general

Con carácter general y con excepción del amoniaco, las comunidades autónomas y las entidades locales suministrarán:

- 1. La información sobre las designaciones a que se refiere el apartado 3.a) del artículo 3.
- 2. Las listas de las zonas y aglomeraciones contempladas en el apartado 2 del artículo 13, en los seis meses siguientes al final de cada año. En el caso de cambios en la zonificación, deberá acompañarse de un informe técnico que justifique dichos cambios.
- 3. Antes del 30 de junio del año siguiente al que se refiere la información:

a) Intercambio de información de calidad del aire:

Los datos e informaciones requeridas por la Decisión del Consejo 97/101/CE, de 27 de enero de 1997, por la que se establece un intercambio recíproco de información y datos de las redes y estaciones aisladas de medición de la contaminación atmosférica, modificada por la Decisión 2001/752/CE de la Comisión, de 17 de octubre de 2001, o por la normativa europea que la sustituya.

b) Cuestionario de Evaluación:

La información requerida por la Decisión 2004/461/CE de la Comisión, de 29 de abril del 2004, relativa al cuestionario que debe utilizarse para presentar información anual sobre la evaluación de la calidad del aire ambiente de conformidad con las Directivas 96/62/CE y 1999/30/CE del Consejo y con las Directivas 2000/69/CE y 2002/3/CE del Parlamento Europeo y el Consejo, o por la normativa europea que la sustituya.

El suministro de información requerido por la Directiva 2004/107/CE se realizará a través de la ampliación del citado cuestionario de acuerdo a las guías elaboradas por la Comisión Europea para rellenar el cuestionario de calidad del aire y sus sucesivas actualizaciones.

c) Planes de calidad del aire:

Cuando sean pertinentes, los planes de actuación contemplados en el artículo 24, en el año y medio siguiente al final del año en que se hayan registrado los niveles. Los citados planes se transmitirán de acuerdo a la Decisión 2004/224/CE por la que se establecen las

medidas para la presentación de información sobre planes o programas previstos en la Directiva 96/62/CE del Consejo en relación con los valores límite de determinados contaminantes del aire ambiente, o por la normativa europea que la sustituya.

En su caso, los planes a que se refiere el artículo 25, tan pronto como sea posible.

4. La superación de los umbrales de alerta, niveles registrados y medidas adoptadas, al mismo tiempo que se informa a la población.

5. Los informes de demostración de equivalencia, de acuerdo a la sección B del anexo VII.

6. Para cada mes, de abril a septiembre de cada año, y en la primera quincena del mes siguiente, los datos horarios provisionales de ozono y de dióxido de nitrógeno de las estaciones utilizadas para la protección de la población.

7. Los métodos de medición y análisis de los COV del apartado 7 del artículo 11.

8. La información correspondiente a la contaminación significativa originada en otro Estado miembro de la Unión Europea o que, originada en una Comunidad Autónoma, pueda tener consecuencias en otro Estado, recogida en el artículo 26 de este Real Decreto.

9. La información necesaria para la actuación con otra Comunidad Autónoma cuando se sobrepasen los objetivos de calidad del aire fijados en un ámbito territorial superior al de la Comunidad Autónoma origen de la contaminación, para poner en marcha el mecanismo correspondiente de coordinación.

10. Cuando, de acuerdo con el artículo 23, las autoridades competentes soliciten de la Comisión Europea una prórroga del plazo de aplicación de los valores límite de NO₂ y/o benceno o una exención del cumplimiento de los valores límite de PM₁₀, la información requerida en dicho artículo.

11. La adopción de niveles más estrictos que los correspondientes a los valores límite establecidos en el ordenamiento estatal.

12. Toda la información adicional que en su momento recojan las «Medidas de ejecución» que debe aprobar la Comisión Europea de acuerdo con el apartado 2 del artículo 28 de la Directiva 2008/50/CE y en el plazo estipulado por dichas medidas de ejecución.

13. La información sobre la metodología del IME a que hace referencia el anexo XIII.

14. Cuando sea de aplicación, los resultados de la evaluación preliminar prevista en la disposición transitoria única.

15. En general, todas las informaciones referidas a contaminantes regulados que se señalan en los anexos anteriores del presente Real Decreto.

Los criterios para agregar los datos y calcular los parámetros estadísticos establecidos en este anexo serán los que figuran en la sección J del anexo I.

Sección 2. Información referente al amoniaco.

Con periodicidad anual, y antes del 30 de junio del año siguiente al que se refiere la información, las comunidades autónomas y, en su caso, las entidades locales, enviarán a la Dirección General de Calidad y Evaluación Ambiental la siguiente información:

1. Datos brutos obtenidos en las mediciones de amoniaco en estaciones de tráfico.

Capítulo 2. Información que debe suministrar el Ministerio de Medio Ambiente, y Medio Rural y Marino a las Comunidades Autónomas en virtud del artículo 27

El Ministerio de Medio Ambiente, y Medio Rural y Marino, a través de la Dirección General de Calidad y Evaluación Ambiental y en coordinación con la Agencia Estatal de Meteorología suministrará:

1. Los datos procedentes de analizadores automáticos de las estaciones de la red EMEP/VAG/CAMP, en tiempo casi real.

2. Antes del 28 de febrero del año siguiente al que se refiere la información, los datos de PM10 y PM2,5 de las estaciones de referencia para el descuento de los aportes de fuentes naturales.

3. Antes del 31 de marzo del año siguiente al que se refiere la información, los datos estadísticos procedentes de analizadores automáticos de las estaciones de la red EMEP/VAG/CAMP, requeridos por la Decisión 2004/461/CE de la Comisión, de 29 de abril del 2004, relativa al cuestionario que debe utilizarse para presentar información anual sobre la evaluación de la calidad del aire ambiente de conformidad con las Directivas 96/62/CE y 1999/30/CE del Consejo y con las Directivas 2000/69/CE y 2002/3/CE del Parlamento europeo y el Consejo, o por la normativa europea que la sustituya.

4. Antes del 30 de junio del año siguiente al que se refiere la información, los datos brutos de las mediciones indicativas de partículas PM2,5 a que se refiere el artículo 8; de las mediciones indicativas a que se refiere el artículo 9; y de las mediciones de amoniaco en estaciones rurales de fondo.

ANEXO XVII

Tabla de correspondencias

Siguiendo la recomendación del considerando (29) de la Directiva 2008/50/CE, se muestra la concordancia entre el presente Real Decreto, la Directiva que transpone y los Reales Decretos que deroga.

Deberá tenerse en cuenta que, además de la tabla, todas las disposiciones referentes al amoniaco son de nueva incorporación.

Presente RD	RD 1073/2002	RD 1796/2003	RD 812/2007	Directiva 2008/50/CE
Artículo 1	Artículo 1	Artículo 1	Artículo 1	Artículo 1
Artículo 2	Artículo 2	Artículo 2	Artículo 2	Artículo 2
Artículo 3	Artículo 3 con modificaciones	-	-	Artículos 3 y 4 y Anexo I.C.1
Artículo 4	-	-	-	-
Artículo 5	-	-	-	Artículo 4
Artículo 6	Artículos 8 y 9.2 con modificaciones	-	Artículos 4.1 a 4.4 y 5.2	Artículos 4, 5 y 6.1 a 6.4
Artículo 7	Artículo 9 con modificaciones	-	Artículo 5.3 a 5.6	Artículos 7 y 8
Artículo 8	-	-	-	Artículo 6.5
Artículo 9	-	-	Artículo 4.5 y 4.6	-
Artículo 10	-	Artículo 9 con modificaciones	-	Artículo 9
Artículo 11	-	Artículo 9	-	Artículos 10 y 11
Artículo 12	-	-	-	-
Artículo 13	Artículos 4 y 5 con modificaciones	Artículos 3.1, 3.2, 4.2 y 5 con modificaciones	Artículo 3.1 con modificaciones	Artículos 13.1, 14.1, 16 y 17.1
Artículo 14	Artículo 6 con modificaciones	-	-	Artículo 23.1
Artículo 15	Artículo 5 con modificaciones	-	-	Artículo 12
Artículo 16	-	Artículos 3.3 y 4.2	-	Artículo 17.2 y 17.3
Artículo 17	-	Artículo 5	-	Artículo 18
Artículo 18	-	-	Artículo 3.2	-
Artículo 19	-	-	Artículo 3.3	-
Artículo 20	Artículo 7	Artículo 6.2 (en parte)	-	Artículos 13.2 y 19
Artículo 21	-	-	-	Artículo 15.1 a 15.3
Artículo 22	Artículo 4.3 con modificaciones	-	-	Artículo 20
Artículo 23	-	-	-	Artículo 22
Artículo 24	Artículo 6 con modificaciones	Artículo 3.3 y 3.4 con modificaciones	-	Artículo 23

Presente RD	RD 1073/2002	RD 1796/2003	RD 812/2007	Directiva 2008/50/CE
Artículo 25	Artículo 5.3	Artículo 7	–	Artículo 24
Artículo 26	Artículo 8, ampliado	–	–	Artículo 25
Artículo 27	Artículo 10	Artículo 10	Artículo 6	Artículo 27 (parte) y Anexo I.C.2
Artículo 28	Artículo 11 y Anexos I.III y II.III con modificaciones	Artículo 6 y anexo II.II con modificaciones	Artículo 7 con modificaciones	Artículo 26 y anexo XVI
Artículo 29	Artículo 12	Artículo 11	Artículo 8	Artículo 30
Disposición adicional única	Disposición adicional única	–	–	Artículo 31.2.a)
Anexo I	Anexos I II y III, con modificaciones, IV, V, VI	Anexos I y II, con modificaciones	Anexo I	Anexos VII, XI, XII, XIII y XIV.D y XIV.E
Anexo II	Anexo VII	–	Anexo II	Anexo II
Anexo III	Anexo VIII, con modificaciones	–	Anexo III.I a III.III	Anexo III
Anexo IV	Anexo IX, con modificaciones	–	Anexo III.IV con modificaciones	Artículo 14.2 y Anexo V.A y V.C
Anexo V	Anexo X	Anexo VIII	–	Anexo I.A, I.B y I.C.1
Anexo VI	–	–	Anexo IV	–
Anexo VII	Anexo XI con modificaciones	Anexo IX con modificaciones	Anexos IV.IV y V	Anexo VI
Anexo VIII	–	–	–	Anexo IV
Anexo IX	–	Anexo V	–	Anexo VIII
Anexo X	–	Anexo VI	–	Anexo IX
Anexo XI	–	Anexo VII	–	Anexo X
Anexo XII	–	–	–	–
Anexo XIII	–	–	–	Artículo 15.4 y anexos V.B y XIV.A a XIV.C
Anexo XIV	–	–	–	–
Anexo XV	Anexo XII	Anexo X	–	Anexo XV
Anexo XVI	Anexo XIII	Artículo 10 y anexo III	–	–
Anexo XVII	–	–	–	Anexo XVII