

CAPÍTULO I
ATMÓSFERA

CAPÍTULO I



ATMÓSFERA

I. ESTRUCTURA Y COMPOSICIÓN DE LA ATMÓSFERA

1.1. Problemas ambientales derivados de las variaciones en la composición de capas atmosféricas.

- Cambio climático.
- Destrucción de la capa de ozono.
- Acidificación.

1.2. Dinámica atmosférica de la Comunidad de Madrid.

2. CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA

2.1. Principales contaminantes atmosféricos.

3. EMISIONES A LA ATMÓSFERA. NORMATIVA APLICABLE

3.1. Emisión de contaminantes a la atmósfera en la Comunidad de Madrid.

4. CALIDAD DEL AIRE

4.1. La influencia del medio en la calidad del aire.

4.2. Normativa aplicable en calidad del aire.

4.3. Redes de Vigilancia Atmosférica.

4.4. Estado de la calidad del aire en la Comunidad de Madrid en el periodo 1999-2000. Resultados por contaminantes.

5. POLÍTICAS Y PROGRAMAS DE CONTROL Y PREVENCIÓN DE LA CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA

5.1. Políticas y objetivos desde la Unión Europea.

5.2. Planes y programas en la Comunidad de Madrid.

I. ESTRUCTURA Y COMPOSICIÓN DE LA ATMÓSFERA

La atmósfera es la envoltura gaseosa que rodea la Tierra, ha evolucionado como consecuencia de los fenómenos geológicos y biológicos que se han producido en el planeta, hasta alcanzar su actual composición y estructura. En su seno se producen los fenómenos meteorológicos en los diferentes climas de las regiones de la Tierra. Una de las funciones más importantes que realiza la atmósfera, además de posibilitar la respiración aerobia de los organismos, es proteger a los seres vivos de las radiaciones solares ultravioleta.

La atmósfera está compuesta por capas gaseosas superpuestas, estructura que ha sido objeto de clasificación teniendo en cuenta distintas variables como altura, composición química, propiedades magnéticas y eléctricas, etc. Una de las clasificaciones más antiguas, y que mejor se adapta al estudio de la contaminación atmosférica, es la basada en la distribución de temperaturas en función de la altura. Según esta clasificación se distinguen en la atmósfera, de abajo a arriba, las siguientes capas:

- **Troposfera:** capa más próxima a la tierra, donde se desarrolla la vida, se concentra prácticamente la totalidad del vapor de agua y el polvo atmosférico, y donde se producen los fenómenos meteorológicos. Su espesor, varía con la latitud, pero puede considerarse como valor medio 12 km. En esta capa la temperatura desciende con la altitud a razón de unos $6,5^{\circ}\text{C}$ por cada km. Su principal fuente de calor es la radiación infrarroja que emite la superficie

terrestre al recibir la energía solar. Su límite es la tropopausa.

- **Estratosfera:** entre 12 y 45-50 km. En los primeros 20 km la temperatura permanece casi constante (-50°C), luego se va incrementando gradualmente hasta alcanzar en su límite, la estratopausa, 0°C . Este ascenso se debe a la presencia del nivel de ozono, ozonósfera, cuya concentración máxima está a unos 25 km. En esta capa soplan vientos constantes producto de la diferencia de temperatura entre el polo y ecuador en verano y en invierno. Pueden formarse nubes en las capas inferiores a la estratopausa.
- **Mesosfera:** entre 40-50 y 80-90 km. La tendencia al aumento de la temperatura continúa al ser absorbida la radiación ultravioleta por la capa de ozono, luego desciende con la altura hasta alcanzar -80°C en la mesopausa. A esta altura aparecen nubes formadas por cristales de hielo aglutinados sobre núcleos de partículas de origen estelar que sólo pueden verse de noche cuando son iluminados por los rayos solares y que se denominan noctilucientes.
- **Termosfera:** A partir de los 80 km las temperaturas vuelven a aumentar con la altitud hasta los 1.500°C como consecuencia de la absorción de rayos ultravioletas por moléculas y átomos ligeros (Nitrógeno, N; Hidrógeno, H y Helio, He). Coincide con la ionosfera que tiene la propiedad de reflejar las ondas de radio y es donde se forman las auroras boreales y australes.

Además de estas capas merece la atención destacar, teniendo en cuenta las propiedades magnéticas, la

magnetosfera, que está formada por el conjunto de partículas cargadas eléctricamente que se mueven con la Tierra resultado de la interacción entre viento solar (protones y electrones) y el campo magnético terrestre. En la influencia del campo magnético quedan retenidas, desplazándose según sus líneas de fuerza. Parece que se extiende hasta unos 60.000 km de altura en la cara iluminada de la Tierra y mucho más lejos en la cara opuesta al Sol formando una cola magnetosférica. Entre los fenómenos producidos por el magnetismo se encuentran las auroras polares, causadas por choques de partículas energizadas del viento solar con átomos o moléculas neutras de la atmósfera, cediendo energía en forma luminosa.

Según la composición química de la atmósfera, se viene denominando Homosfera a una capa hasta 80-100 km de altitud, caracterizada por una relativa constancia en los porcentajes de los constituyentes del aire y heterosfera, a una capa que llega hasta 1.000 km, cuya composición es heterogénea; en ella se distinguen cuatro niveles según el gas ligero que predomina y distribuidos en función de sus pesos moleculares (N_2 , Oxígeno O_2 , He e H).

La homosfera está formada por dos grandes grupos de componentes químicos: los que se presentan en proporciones constantes: N_2 , O_2 y gases nobles; y el resto aparecen en proporciones variables (anhídrido carbónico CO_2 , agua H_2O y diversos compuestos). Ambos grupos de componentes constituyen lo que denominamos "aire" (Tabla I-1).

Gracias a su especial composición y estructura, la atmósfera ha desempeñado un papel fundamental

Componente	(%)
Nitrógeno (N_2)	78,1
Oxígeno (O_2)	20,9
Argón (Ar)	0,93
Otros	0,07

Tabla I-1

Componentes químicos de la homosfera.

en el mantenimiento de las condiciones que han permitido que se desarrolle la vida en la Tierra, evitando que radiaciones de alto poder energético procedentes del sol destruyan las estructuras vitales.

Parte de la radiación solar que llega a la tierra se refleja de nuevo al espacio por la atmósfera, las nubes, los aerosoles y la superficie terrestre (albedo). Así en las distintas capas de la atmósfera van siendo filtradas estas radiaciones del siguiente modo:

- los rayos X, gamma y ultravioleta lejano (longitud de onda $\lambda < 0,12 \mu m$) quedan retenidos en la ionosfera,
- la capa de ozono absorbe el ultravioleta próximo (λ entre 0,21-0,34 μm),
- la capa de oxígeno, más próxima a la superficie de la tierra, absorbe la radiación ultravioleta con longitud de onda entre 0,12-0,21 μm ,
- la fracción de radiación solar de onda más larga, el infrarrojo (λ entre 4-50 μm) es absorbida por el CO_2 y el vapor de agua atmosféricos.

No obstante, la atmósfera es transparente para la mayor parte de las radiaciones que se emiten en la longitud de onda del espectro visible (0,34-4 μm) que calientan la superficie terrestre pudiendo ser utilizada por las plantas para realizar la fotosíntesis y constituye uno de los motores que desencadenan la dinámica atmosférica del planeta.

La Tierra, al ser un cuerpo opaco, emite la energía recibida del sol en forma de energía radiante (en la banda del infrarrojo). Gran parte de esta energía queda, a su vez, retenida en las capas bajas de la atmósfera, siendo el CO_2 el compuesto con mayor relevancia dada su capacidad de absorber esa energía radiante emitida por la Tierra, junto con el vapor de agua. Consecuencia de este proceso natural se produce un calentamiento de la atmósfera, que a su vez devuelve parte del calor absorbido hacia la superficie de la Tierra. Este es el denominado efecto invernadero que impide a la superficie terrestre enfriarse demasiado.

Considerando la tierra como conjunto, la energía absorbida compensa las pérdidas de calor al espacio exterior de forma que la energía neta es nula, aunque localmente esto no se mantiene: en latitudes superiores a 45° la tierra recibe menos radiación de la emitida, y viceversa en latitudes menores, pues la atmósfera no se calienta homogéneamente, sino que unas zonas reciben más radiación que otras. Este desequilibrio genera y alimenta la circulación atmosférica, las corrientes marinas que distribuyen el calor por el planeta, el vapor de agua que posibilita la lluvia en el interior de los continentes y que el agua discorra por los suelos, de forma que el ciclo del agua se acople a los ciclos biogeoquímicos sedimentario y gaseoso, fundamentales para el mantenimiento de la vida en la Tierra.

I.1. PROBLEMAS AMBIENTALES DERIVADOS DE LAS VARIACIONES EN LA COMPOSICIÓN DE CAPAS ATMOSFÉRICAS

La composición del aire puede decirse que ha permanecido constante desde su formación, la fluctuación en la concentración de los componentes

atmosféricos obedece, en parte, a variaciones en la tasa de emisión de las fuentes naturales, como por ejemplo los volcanes y las descargas eléctricas que se producen en las tormentas. Pero ha sido durante este último siglo, en el que la actividad humana está provocando un cambio artificial en la concentración de ciertos compuestos que aparecen de modo natural de la atmósfera, lo que genera graves problemas ambientales. De ellos, se pueden destacar por su efecto global sobre el planeta el efecto invernadero, la destrucción de la capa de ozono y la acidificación, que seguidamente pasamos a analizar:

CAMBIO CLIMÁTICO

Existe un amplio consenso respecto a la amenaza potencial que el cambio climático representa para el medio ambiente. El cambio climático ha sido identificado por la UE como uno de los temas clave que se planteó en el Quinto programa de acción en materia de medio ambiente.

El clima está fuertemente influido por cambios en la concentración atmosférica de ciertos gases que retienen la radiación infrarroja procedente de la superficie de la tierra (el efecto invernadero, visto anteriormente). El vapor de agua y el CO_2 en la atmósfera dan lugar a un efecto invernadero natural, sin el que la superficie de la Tierra estaría a una temperatura 33° inferior a la actual. Existen otros gases importantes responsables del efecto invernadero como el metano (CH_4), el óxido nitroso (N_2O), y los compuestos halogenados, como los clorofluorocarburos (CFC) y los perfluorocarburos (PFC).

A lo largo de este siglo, pero sobre todo, durante las últimas décadas, se ha producido un incremento de CO_2 y otros agentes contaminantes en la atmósfera debido a las alteraciones que las actividades humanas producen en el ciclo biogeoquímico del carbono.

También en el mismo periodo se ha registrado un aumento importante de la temperatura media mundial (unos 0,5°C), y aunque no se sabe con certeza si puede atribuirse a los gases de efecto invernadero, sí existe la evidencia de que las actividades humanas están causando un calentamiento terrestre.

Por una parte, la utilización de combustibles fósiles y los incendios forestales producen grandes cantidades de CO₂ y, por otra parte, estos mismos incendios y la tala progresiva de bosques produce una disminución de las masas forestales mundiales que conlleva una reducción de la tasa de absorción total del CO₂ presente en la atmósfera por la vegetación. Otras actividades como la agricultura intensiva, cambios de uso del suelo y algunos procesos industriales como la producción de cemento, los vertederos de residuos orgánicos, los sistemas de refrigeración, la producción de agentes espumantes y el uso de disolventes, también contribuyen a la intensificación del efecto invernadero.

Se ha estimado en algunos estudios que de duplicarse la concentración actual de CO₂ en la atmósfera, podría aumentar en dos o tres grados la temperatura de la misma. Este aumento puede provocar aumento del nivel del mar e inundación de las zonas más bajas, deshielo de glaciares, cambios en las pautas de lluvia causando inundaciones y sequías y cambios en temperaturas extremas, sobre todo las más altas.

El cambio climático puede tener efectos notables en la salud humana, sobre los ecosistemas, sobre algunos sectores económicos clave como la agricultura y sobre los recursos hídricos (Tabla 1-2).

DESTRUCCIÓN DE LA CAPA DE OZONO

La capa de ozono estratosférico está formada por cierta proporción de ozono gaseoso que se extiende entre los 20-30 km, alcanzando la máxima concentración a unos 25 km, aquí se encuentra el 90% del ozono, el 10% restante está en la troposfera.

El ozono estratosférico es producido por radiaciones solares que disocian las moléculas de oxígeno (O₂) para generar oxígeno atómico (O), que al ser muy reactivo y combinar con facilidad con las moléculas de oxígeno, dan lugar al ozono (O₃). Los rayos ultravioleta pueden disociar de nuevo la molécula de ozono en oxígeno molecular y oxígeno atómico, lo que genera un equilibrio dinámico entre la producción y la pérdida de ozono.

La mayor parte del ozono estratosférico se produce sobre los trópicos, donde la luz solar es más intensa. La circulación global transporta el ozono a los polos, este transporte es más eficaz al final del invierno y en

GAS	PRINCIPALES FUENTES ANTROPOGÉNICAS	CONTRIBUCIÓN (%)
CO ₂	Consumo de energía, deforestación y cambios en el uso del suelo, producción de cemento.	65
CH ₄	Producción y consumo de energía, animales, arrozales, residuos, vertederos, quema de biomasa, aguas residuales.	20
Compuestos halogenados	Industriales, refrigeración, aerosoles, agentes espumantes, disolventes.	10
N ₂ O	Suelos fertilizados, aclareo, producción de ácidos, quema de biomasa, uso de combustibles fósiles.	5

Fuente IPCC, 1996b

Tabla 1-2

Gases efecto invernadero: fuentes y aportación al calentamiento terrestre.

primavera, por eso los valores máximos se dan en primavera y los mínimos al final del otoño.

La emisión al nivel del suelo de determinadas sustancias químicas, como son los compuestos de cloro y bromo procedentes de CFCs (clorofluorocarbonados), el tetracloruro de carbono, el metilcloroformo, los HCFC (hidroclorofluorocarburos) y los halones, procedentes de equipos de refrigeración y aire acondicionado, y también los usados como propelentes de aerosoles y agentes espumantes, en productos limpiadores y extintores de incendios, modifican el frágil equilibrio de la capa de ozono en la estratosfera, provocando su deterioro. Otros posibles agentes causantes del agotamiento del ozono son el vapor de agua en la estratosfera (cuyo origen parece que está en la oxidación de metano y en los gases los aviones) y la presencia de aerosoles.

Los más recientes experimentos llevados a cabo en la zona antártica ponen de manifiesto la aparición, durante los meses de septiembre y octubre de cada año, de extensas zonas donde se producen importantes disminuciones de la concentración de ozono. Desde los últimos años, la época de aparición del agujero de ozono tiende a empezar antes y a durar más. En la región Ártica la disminución no es tan importante como en el Polo Sur; suele ocurrir en invierno. La cantidad de ozono estratosférico ha ido descendiendo desde 1979 en todas las latitudes, aunque de forma más pronunciada en los polos. La pérdida mundial acumulada del total, en promedio, es aproximadamente un 5%.

Una disminución en la concentración de ozono en la estratosfera produce un incremento en la radiación solar que llega a la superficie de la tierra, lo que puede dar lugar a un aumento en el número de cánceres de piel, cataratas, modificaciones del sistema inmunológico, la transformación de los ciclos de vida de los organismos marinos, así como alteracio-

nes profundas de los procesos terrestres básicos para el mantenimiento del equilibrio ecológico sobre la tierra, tales como la fotosíntesis, disminuyendo la fijación del CO_2 y la producción de oxígeno y de la biomasa a nivel global.

Además la radiación solar intensa afecta a los procesos químicos que ocurren en las capas inferiores de la troposfera, contribuyendo a la concentración de ozono troposférico en regiones contaminadas, con influencia en el tiempo de permanencia y la concentración de un gran número de compuestos en la atmósfera, incluidos los diversos gases responsables del efecto invernadero.

ACIDIFICACIÓN

Se entiende por acidificación del medio ambiente la pérdida de la capacidad neutralizante del suelo y del agua, consecuencia del retorno a la superficie de la tierra, en forma de ácidos, de los óxidos de azufre y nitrógeno descargados a la atmósfera. Es un proceso claro de interrelaciones entre los distintos factores ambientales, atmósfera, suelo, agua y organismos vivos. Así la contaminación atmosférica producida por dichos compuestos afecta directa o indirectamente al agua, al suelo y a los ecosistemas.

Las emisiones de los tres contaminantes ácidos más importantes, el dióxido de azufre (SO_2), los óxidos de nitrógeno (NO_x) y el amoníaco (NH_3) a la atmósfera regresan a la superficie directamente en forma de deposición seca sobre la vegetación u otros componentes, o de deposición húmeda si viene arrastrada por lluvias, nieve, granizo, niebla o rocío; o regresan indirectamente tras oxidarse y unirse con agua en forma de ácidos sulfúrico o nítrico.

Estos contaminantes proceden de actividades humanas, causando daños en aguas, bosques, suelos

y ecosistemas naturales sensibles. Sus efectos se manifiestan con defoliación de árboles, pérdida de vitalidad, reducción de poblaciones de organismos acuáticos en lagos, ríos y arroyos, eutrofización de ecosistemas terrestres y marinos por aporte de nitrógeno, y además altera la composición del suelo. También afecta a edificios de piedra y a vidrieras, deteriorando gran parte del patrimonio histórico-artístico.

La mayor parte de las emisiones de SO_2 y NO_x se generan en la quema de carbón y combustibles de centrales eléctricas, calefacciones y vehículos de gasóleo o gasolina, incluidos barcos y aviones. Las emisiones de NH_3 tienen su origen en la producción y diseminación de estiércol.

Una vez en la atmósfera, los gases acidificantes se dispersan y pueden permanecer en el aire durante varios días y después ser transportados a largas distancias por los vientos, provocando efectos en puntos muy alejados de su fuente de emisión, en forma de lluvia, que acidifican suelo y agua. Es el típico problema transfronterizo, y para su solución requiere combinación de iniciativas nacionales e internacionales, como uso de combustibles más limpios, reducción de emisiones de vehículos, centrales térmicas de carbón o de combustibles derivados del petróleo. El control de estas emisiones es prioritario en la política europea, como lo demuestra la puesta en marcha de diferentes instrumentos legislativos.

1.2. DINÁMICA ATMOSFÉRICA DE LA COMUNIDAD DE MADRID

La dinámica atmosférica de la Comunidad de Madrid queda condicionada por su situación al sur del frente polar; le confiere un carácter netamente continental, fuertes variaciones térmicas y periodos largos de sequía, bajo la típica situación de invasión

de frentes en el invierno y la dominación del anticiclón de las Azores durante el verano.

Estacionalmente se establecen las siguientes dinámicas atmosféricas:

- En invierno el frente polar ocupa su posición más meridional, y la península se ve fuertemente afectada por las borrascas, que alcanzan la provincia de Madrid con mayor frecuencia desde el suroeste, razón por la cual la ladera sur se ve más afectada por estos temporales que la ladera norte, que quedaría a sotavento y resguardada de estos temporales atlánticos.
- En primavera el frente polar se retira más hacia el norte y las borrascas atlánticas que inciden con componente Oeste o Noroeste sobre el centro de la Península aumentan considerablemente, dándose la situación pluviométrica inversa. En la Comunidad de Madrid la primavera es menos cálida que el otoño debido a la inercia térmica y a la mayor incidencia de la radiación solar.
- Con el verano, el frente polar es empujado hacia el norte por las altas presiones del anticiclón de las Azores, de manera que llega a ocupar su posición más septentrional, reduciendo la probabilidad de que las borrascas afecten a la meseta. Las escasas precipitaciones no se ajustan al relieve, sino que manifiesta una mayor irregularidad puesto que su origen está ligado a fenómenos locales de inestabilidad térmica, de distribución irregular, o al posicionamiento de una gota de aire frío sobre la Península.
- Durante el otoño la distribución de las precipitaciones recuerda a las de la primavera, estando caracterizada por los clásicos temporales provocados por el frente polar que vuelve a afectar al centro de la Península.



La Sierra actúa como barrera ante los frentes procedentes del norte y noroeste.

La ciudad de Madrid constituye una "isla de calor", de manera que al elevarse el aire más caliente, las depresiones originadas "atraen" el aire de las zonas rurales o industriales circundantes. Su temperatura mínima es más alta que la de su entorno, llueve más, debido a la existencia de núcleos de condensación, que a su vez contribuyen a reducir la radiación incidente. La humedad absoluta es menor debido a carencia de láminas de agua y la escasez de vegetación que produzca evapotranspiración.

La Comunidad de Madrid, y en general el centro de la Península, es una de las zonas que presenta menor capacidad dispersante de la atmósfera en España, según mapa del Instituto Nacional de Meteorología de 1990. Para favorecer la dispersión, la velocidad del viento debe ser alta, de modo que permita que el contaminante alcance mayores distancias y se mezcle en un volumen de aire mayor; así como facilitar el contacto entre las masas de aire. En caso contrario se dificulta la dilución. A la

vista de la rosa de los vientos de la Comunidad de Madrid, se comprueba que destacan como situación más frecuente los días de calma (25%).

La máxima estabilidad atmosférica se produce en situaciones anticiclónicas y cuando existe el proceso de inversión térmica (situación que consiste en una variación de temperaturas opuesta a la normal en la troposfera de modo que el aire más caliente se sitúa por encima y las temperaturas descienden al descender la altura). Los contaminantes quedan atrapados donde se encuentren en equilibrio. Durante el día, la radiación solar puede hacer aumentar la temperatura en superficie y las capas en contacto con ella. Durante la noche, la tierra se enfría más rápidamente que el aire y enfría las capas de aire más próximas a la superficie, pero la baja conductividad térmica del aire hace que las capas superiores queden más calientes. En ocasiones puede prolongarse durante días en invierno que se dan cielos tan despejados que permiten enfriamiento de la superficie por radiación nocturna que

no se compensa suficientemente por el calentamiento diurno en los cortos días de esta estación.

2. CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA

Se conoce como contaminación atmosférica a la presencia en el aire de materias o formas de energía (radiaciones ionizante y ruido) que impliquen riesgo, daño o molestia grave para las personas y bienes de cualquier naturaleza incluido el medio ecológico directa o indirectamente.

De la definición anterior se deduce que para que una sustancia se pueda considerar contaminante atmosférico o no, dependerá de los efectos que produzca sobre sus receptores, por lo que una misma sustancia puede ser un contaminante en determinadas condiciones y en otras beneficiosa o neutra. Ejemplo de ello es el ozono, que es elemento esencial para la protección contra la radiación ultravioleta cuando se encuentra en la estratosfera pero es nocivo cuando supera determinados niveles en la troposfera.

También es importante destacar que la contaminación atmosférica no sólo tiene su origen en la actividad humana (contaminación antropogénica), sino que muchos fenómenos naturales como los que se producen como parte de los ciclos elementales de la materia (C, O y N), el vulcanismo, los procesos de fermentación, los incendios forestales, son también fuente de contaminantes.

2.1. PRINCIPALES CONTAMINANTES ATMOSFÉRICOS (ANEXO DEL DECRETO 833/1975)

Los contaminantes atmosféricos pueden aparecer en forma de sólidos, líquidos, gases, radiaciones,

calor, ruido y olores. Su capacidad contaminante depende del tiempo medio que éstos permanecen en la atmósfera, permitiendo su transporte a capas más altas. Para su estudio se pueden clasificar en dos grandes grupos según su mecanismo de formación: contaminantes primarios y secundarios.

- **Contaminantes primarios:** son las sustancias que tienen carácter contaminante y son vertidas directamente a la atmósfera desde los focos emisores, tanto natural como antropogénico, y provocan alteraciones en la calidad del aire produciendo lo que se conoce a menudo como "contaminación convencional".

Los más frecuentes proceden de la combustión de carburantes fósiles, aunque en estos procesos se emiten otras muchas sustancias: anhídrido carbónico (CO_2), óxido de azufre (SO_2), monóxido de carbono (CO), óxidos de nitrógeno (NO_x), compuestos orgánicos volátiles (COVs), partículas (sedimentables y en suspensión). Estos contaminantes, junto con los humos, componen la lista de los principales contaminantes a la atmósfera que aparecen relacionados en la normativa que regula la materia.

También aparecen los denominados contaminantes especiales, como son: los derivados de azufre y nitrógeno (amoníaco, NH_3 y sulfuro de hidrógeno, SH_2), halógenos, compuestos orgánicos e inorgánicos, los olores y las partículas radiactivas.

- **Contaminantes secundarios:** son el resultado de la interacción química, entre contaminantes primarios o con otros compuestos habituales de la atmósfera, los más importantes son el ácido sulfúrico (H_2SO_4), ácido nítrico (HNO_3), ozono (O_3) y peroxiacetilnitrato (PAN).

CONTAMINANTES PRIMARIOS. EFECTOS Y CARACTERÍSTICAS

Material particulado: se define como dispersiones de sustancias sólidas o líquidas en el aire. Son liberadas directamente a la atmósfera por una serie de fuentes fijas y móviles en su mayor parte relacionadas con los fenómenos de combustión, y también en procesos de producción de alimentos, en la industria química e insecticidas. La naturaleza química de las partículas depende del proceso que las haya originado. Destacan los compuestos orgánicos, metales pesados, óxidos metálicos y compuestos de calcio, aluminio y silicio, procedentes de polvo del suelo.

Las partículas también se forman en la atmósfera a partir de agentes contaminantes gaseosos como compuestos orgánicos volátiles (COV), óxidos de nitrógeno (NO_x) y amoníaco (NH_3), el hecho de poder producirse contaminación secundaria de partículas a gran distancia de la fuente, le confiere características de problema transfronterizo, vinculado a la acidificación, eutrofización y ozono troposférico.

Las propiedades de los aerosoles que más afectan a la contaminación atmosférica son su composición química, su forma y su tamaño.

Teniendo en cuenta su tamaño, se distinguen: la materia en suspensión (0,1-10 micras o micrómetros, μm), que tiende a formar suspensiones mecánicamente estables en el aire, pudiendo desplazarse a grandes distancias por el viento, y la materia sedimentable ($>10 \mu\text{m}$) que permanece en suspensión durante períodos de tiempo relativamente cortos y sus efectos son más acusados en las proximidades de las fuentes que las emiten. Cada vez existen más pruebas que confirman que las minúsculas partículas de polvo presentes en el aire, tienen efectos nocivos en la salud humana.

Los nuevos estudios que salen a la luz proporcionan cada vez más datos, como que los problemas asociados a partículas se generalizan de modo importante en los países desarrollados, no parece haber ningún umbral de concentración por debajo del cual no existan efectos y no se conoce el mecanismo preciso que ocasiona los daños.

Tradicionalmente se ha medido el conjunto de partículas totales (PST), pero la tendencia es, en principio, a fijar objetivos de calidad en relación a la concentración de partículas de diámetro inferior a $10 \mu\text{m}$ (PM_{10}) que son las que penetran por las vías respiratorias. Investigaciones más recientes sugieren que son las partículas inferiores a $2,5 \mu\text{m}$ las más nocivas para la salud humana.

Los compuestos del Azufre: el más destacado es el dióxido de azufre (SO_2), gas incoloro, no inflamable, de olor fuerte e irritante para altas concentraciones, generando problemas respiratorios. Se combina fácilmente con el agua atmosférica dando ácido sulfúrico, responsable de la lluvia ácida. Se originan de modo natural en las erupciones volcánicas y en la combustión de carburantes con cierto contenido en S (carbón, fuel y gasóleos), procedentes de centrales térmicas, procesos industriales, tráfico de vehículos pesados y calefacciones de carbón y fuel. Otros compuestos importantes son el trióxido de azufre (SO_3) y sulfuro de hidrógeno (SH_2).

Los compuestos de Nitrógeno: bajo la denominación (NO_x) se agrupan el óxido nítrico (NO) y el dióxido de nitrógeno (NO_2). El primero es un gas tóxico e incoloro que reacciona con el ozono para formar NO_2 , forma parte de las reacciones atmosféricas causantes de "smog" (que se verán más adelante). El NO_2 , gas fuertemente tóxico, de color pardo rojizo, reacciona con el agua de la atmósfera para formar ácido nítrico, precipitando en forma de lluvia ácida. Sus vidas medias se cifran

en días; su origen parte de la presencia del nitrógeno del aire en los procesos de combustión y de forma natural en erupciones volcánicas e incendios forestales.

También está en menor proporción el óxido nítrico (N_2O), conocido como "gas hilarante", es incoloro y no inflamable. Este gas de efecto invernadero, tiene un papel fundamental en el ciclo del nitrógeno, su vida media se cifra en años. Es precursor del NO . Procede de fertilizantes nitrogenados de algunos procesos industriales a muy altas temperaturas (producción de nailon y plásticos) y de los gases expulsados por los aviones a reacción. También tiene como fuente natural, la acción biológica del suelo.

Los óxidos de Carbono: los más importantes son el CO (monóxido de carbono) y CO_2 (dióxido de carbono).

El CO , es un gas inflamable, incoloro e insípido. Su vida media en la atmósfera se estima en unos pocos meses y combina con el O_2 atmosférico para generar CO_2 , por tanto, también contribuye al aumento del efecto invernadero global. Su origen está en la utilización de combustibles fósiles. En la naturaleza se genera CO en la producción y degradación de la clorofila, y por combustión incompleta puede dar lugar a que parte del carbono sea emitido como monóxido, por ejemplo, en los incendios forestales. El CO presenta una amenaza para la salud por su capacidad de reaccionar con la hemoglobina de la sangre formando un compuesto llamado carboxihemoglobina, que reduce la capacidad de la sangre para transportar oxígeno.

El CO_2 no es un contaminante, es un gas no tóxico, incoloro, inodoro y más denso que el aire. Los orígenes naturales del CO_2 son los relacionados con la fotosíntesis y respiración y los antropogénicos van unidos al consumo de combustibles fósiles.

Los Hidrocarburos: son compuestos con Carbono e Hidrógeno fundamentalmente, no se estudian por separado por ser muchas las sustancias que se agrupan bajo esta denominación. Su origen es muy diverso: los vehículos a motor son los más importantes seguidos de los disolventes y las industrias del petróleo, alimentación y química orgánica. Para el estudio de la contaminación atmosférica destacan:

- **Compuestos orgánicos volátiles (COVs),** aparecen en la atmósfera en forma gaseosa, y por su baja presión de vapor dan importantes reacciones en el aire. Su origen está en la combustión de gasolina y gasóleo, gas natural, carbón y en los procesos de refinación del petróleo. También aparecen en quemas agrícolas, surtidores de gasolina, incendios forestales y ganado. Algunos COVs junto con los óxidos de nitrógeno, son capaces de producir oxidantes fotoquímicos cuando reaccionan en presencia de luz solar.
- **Metano (CH_4):** es un compuesto orgánico volátil y el hidrocarburo más abundante en la atmósfera. Normalmente se suele excluir de los COVs, obteniéndose los COVNM (compuestos orgánicos volátiles no metánicos). Gas muy estable, sólo empieza a descomponerse a temperaturas superiores a $600^\circ C$ y se forma por la descomposición de la materia orgánica en ausencia de aire (zonas pantanosas, vertederos de residuos orgánicos y del aparato digestivo de los rumiantes y otros vertebrados e insectos). Es un gas de efecto invernadero. Su tiempo de permanencia en la atmósfera es de unos pocos años.
- **Hidrocarburos aromáticos:** son compuestos orgánicos volátiles denominados así por su olor agradable, guardan una estrecha relación con el benceno (C_6H_6), que es un líquido incoloro que emite vapores tóxicos y cancerígenos. Se encuentra en el alquitrán de hulla y el petróleo y su emi-

sión está aumentando debido a su uso como anti-detonantes en las gasolinas sin plomo.

- **Hidrocarburos aromáticos policíclicos (HAP_s):** engloban un amplio número de compuestos orgánicos de similar estructura, que comprenden dos o más anillos de benceno o de otros anillos de hidrocarburos aromáticos. Su principal impacto medioambiental está relacionado con la salud humana, por sus probables o posibles propiedades cancerígenas. La Directiva que regula la materia está en fase de Posición Común.

Halocarburos: dentro de este grupo se incluyen los halones (compuestos de bromo) y los denominados CFCs (clorofluorocarburos, compuestos de cloro y flúor). Su vida media se estima en unos cien años, asegurando su larga permanencia en las capas altas de la atmósfera. Son compuestos inertes, no tóxicos ni inflamables y sus puntos de ebullición son muy bajos. El problema aparece cuando se encuentran con la radiación ultravioleta, liberan átomos de cloro y provocan reacciones que transforman el ozono en oxígeno, dando lugar a la destrucción de la capa de ozono.

Fluoruros: gases incoloros, solubles en agua, irritantes en condiciones ordinarias. La presencia de fluoruros se realiza sobre todo en forma gaseosa y en forma de partículas. Proviene de volcanes, emisiones marinas, de la combustión del carbón, de fuentes industriales de aluminio, hierro, acero, vidrio, fertilizantes, etc., polvo generado por el desgaste del terreno con minerales ricos en fluoruros, etc. Se evidencia su existencia por quemaduras en las hojas, aunque no penetran en su metabolismo.

Olores: se definen como la sensación que se produce al ser estimulado el sistema olfativo humano por un compuesto oloroso. No se consideran

directamente contaminantes al no producir, en general, efectos nocivos sobre la salud, pero sí han de tenerse en cuenta debido al malestar que generan entre la población (basuras, vertederos, ríos contaminados, industrias alimentarias, papeleras, etc). Los contaminantes con un olor perceptible pueden ser detectados por el olfato humano aún en concentraciones tan bajas que no sean perjudiciales para la salud.

Metales Pesados: entre otros contaminantes a tener en cuenta están los Metales Pesados, como el plomo que se origina en las emisiones de los automóviles que utilizan ese tipo de carburante (actualmente en desuso), pinturas y centros metalúrgicos; el cadmio que procede del carbón, minería del zinc, conducciones y tuberías del agua, humo de tabaco y de la incineración de residuos. Se emplea en aleaciones de bajo punto de fusión y como protector del hierro con el fin de evitar su oxidación; y el mercurio, metal que aparece en estado líquido a temperaturas ordinarias, utilizado en la industria del carbón, aparatos eléctricos, termómetros, etc., muchos de sus compuestos han sido utilizados como fungicidas agrícolas.

CONTAMINANTES SECUNDARIOS EFECTOS Y CARACTERÍSTICAS

La lluvia ácida: la disolución de CO₂ en el agua ya le confiere a ésta una acidez "natural" (pH = 5,6). Los compuestos existentes en la atmósfera de azufre y nitrógeno (SO₂, NO₂ y NH₃) al reaccionar con el vapor de agua dan ácidos que caen a la superficie con lluvia, nieve, niebla, rocío, etc., y producen la pérdida de la capacidad neutralizante del suelo y del agua, es la deposición húmeda conocida como lluvia ácida. Dentro de este concepto aparece también la denominada deposición seca, producida al depositarse los compuestos de S y N

en el suelo circundante a los focos productores de dichas emisiones.

El proceso de generación de lluvia ácida se inicia a partir de la oxidación del dióxido de azufre (SO_2) y óxidos de nitrógeno (NO_x) en la atmósfera donde se convierten en ácido sulfúrico (SO_4H_2) y ácido nítrico (NO_3H) en contacto con el vapor de agua de las nubes, dando lugar a una precipitación ácida y muy corrosiva.

Por la capacidad de estos compuestos de ser transportados por el viento y dependiendo de las condiciones meteorológicas, la lluvia ácida puede alcanzar lugares a gran distancia de los focos emisores. La acción más importante de las lluvias ácidas se deja notar en los bosques. Otros efectos destacables son la acidificación de las aguas interiores (ríos, lagos, embalses), con riesgo para el equilibrio de los ecosistemas acuáticos (desaparición de especies y rupturas en las cadenas tróficas) y de los suelos. Un efecto indirecto de la acción de la lluvia ácida sobre los bosques es debido a la presencia de metales en el suelo, sobre todo el aluminio. La presencia de agua con un pH bajo unido a la existencia de estos metales, produce daños en las raíces y como consecuencia la pérdida de vitalidad de las plantas y árboles, haciéndolos especialmente sensibles a las plagas.

Contaminantes fotoquímicos. Smog fotoquímico y ozono troposférico: la niebla fotoquímica, normalmente conocida como "smog estival", que ocasiona problemas respiratorios y también puede producir daños en las plantas, se forma mediante un proceso fotoquímico a partir de numerosos gases presentes en la troposfera. Los principales gases, denominados precursores, proceden del uso de combustibles fósiles y de productos que contienen disolventes orgánicos, son los óxidos de nitrógeno (NO_x), los compuestos orgánicos

volátiles no metánicos (COVNM), el metano (CH_4) y el monóxido de carbono (CO).

Al actuar la luz solar sobre estos precursores provoca la formación de una serie de compuestos conocidos como oxidantes fotoquímicos, el más importante por su abundancia y toxicidad es el ozono (O_3).

El ozono es un gas azul pálido, irritante y picante, se origina por la acción de descargas eléctricas sobre el oxígeno. Es relativamente inestable a temperatura ambiente, con elevadas propiedades oxidantes, por ello es utilizado para blanquear y decolorar aceites, ceras, marfil y harina; también se usa como desinfectante en procesos de potabilización de aguas de abastecimiento.

Los niveles del umbral de ozono que se establecen para la protección de la salud humana, la vegetación y los ecosistemas se suelen superar en casi todos los países europeos, debido, en parte, al aumento de las concentraciones de óxidos de nitrógeno (NO_x) a escala mundial, ya que los oxidantes fotoquímicos son transportados a grandes distancias (contaminación transfronteriza). El ozono en la troposfera es un factor relevante también respecto al cambio climático, se calcula que añade un 16% al efecto total del calentamiento provocado por los gases de efecto invernadero.

Los procesos de formación y los efectos de los oxidantes fotoquímicos son complejos e interactúan con otros problemas medioambientales. La contaminación fotoquímica se produce como consecuencia de la aparición en las capas bajas de la atmósfera (hasta los 3.000 metros) de compuestos oxidantes (el ozono es el más importante), originados al reaccionar entre sí los contaminantes óxidos de nitrógeno (NO_x) e hidrocarburos (COVNM, metano y CO, originados fundamentalmente por el tráfi-

co en la Comunidad de Madrid), con el O_2 del aire en presencia de la radiación ultravioleta procedente de los rayos del sol¹. La formación de los oxidantes se ve favorecida en situaciones estacionarias de altas presiones asociadas a una fuerte insolación y vientos débiles que dificultan la dispersión de los contaminantes primarios. Este tipo de contaminación aparece cada vez con más frecuencia en las inmediaciones o periferia de grandes ciudades industrializadas y que soportan densidades de tráfico muy intensas.

Las grandes ciudades como Madrid capital no registran concentraciones elevadas de este contaminante. El tráfico es el responsable de gran parte de las emisiones de óxido de nitrógeno y estos son precursores en la formación de ozono. Pero la presencia de monóxido de nitrógeno (NO), cuando las condiciones de formación de ozono son favorables, revierte la cinética de la reacción de este compuesto, disminuyendo su concentración. Por esta razón las grandes ciudades no tienen problemas de contaminación de ozono.

3. EMISIONES A LA ATMÓSFERA. NORMATIVA APLICABLE

Se entiende por emisión a la atmósfera el lanzamiento de materiales al aire, ya sea desde un foco localizado (emisión primaria) o como resultado de reacciones fotoquímicas o cadenas de reacciones iniciadas por un proceso fotoquímico (emisión secundaria). Y por nivel de emisión la cantidad de cada contaminante que se vierte sistemáticamente a la atmósfera en un período determinado, o dicho en otros términos, a la concentración máxima

admisible de cada tipo de contaminante emitido a la atmósfera por un foco fijo o móvil, medida en peso o volumen.

Se consideran focos emisores de contaminantes, especialmente, las instalaciones industriales, los generadores de calor y los vehículos a motor. Los niveles de emisión no son uniformes para todas las actividades, varían con las características del proceso, las materias primas utilizadas, las condiciones de la instalación, la composición de los efluentes y los sistemas de depuración de gases. Su medida se debe realizar en su propia fuente, es decir, mediante la toma de muestras en las propias chimeneas o puntos a través de los cuales son liberados al exterior.

Las concentraciones de contaminantes presentes en estas emanaciones han de ser limitadas en virtud de la potencial nocividad para la salud humana y el medio ambiente.

Para la definición y control de las emisiones contaminantes a la atmósfera se dictó la actualmente vigente Ley 38/72, de Protección del ambiente Atmosférico.

En el prólogo establece que el aire es un bien común limitado y que su disfrute o uso individual debe supeditarse a los superiores intereses de la comunidad. Su objeto es prevenir, vigilar y corregir la contaminación atmosférica. En base a sus preceptos, y a los del Decreto 833/75, de 6 de febrero, por el que se aprueba el Reglamento para su ejecución, se elabora un Catálogo de Actividades Contaminadoras de la atmósfera y se fijan unos niveles de emisión de carácter obligatorio para los titulares de los focos emisores.

¹ Formación de ozono: se produce al reaccionar entre NO_2 con la luz solar; se descompone en $NO + O$, que junto con el O_2 atmosférico genera O_3 . Este proceso es reversible de modo natural, reaccionando el NO con el O_3 para dar $NO_2 + O_2$. Pero cuando existen hidrocarburos en la atmósfera el proceso no es reversible, pues éstos se unen con el NO reduciendo su concentración e impidiendo que se complete el ciclo fotolítico natural y aumente rápidamente el ozono al nivel del suelo; a la vez se genera el contaminante PAN (peroxiacetilnitrato) que forma parte del smog. Este proceso se genera a primeras horas de la mañana, con el transcurso del día la concentración de precursores disminuye y con ello la de oxidantes. Las concentraciones mayores se alcanzan en los meses de verano julio y agosto.

El Catálogo clasifica las actividades potencialmente contaminadoras en tres grupos, A, B y C dependiendo de su poder contaminante. Estas actividades deben adoptar las medidas correctoras más adecuadas, consistentes en el uso de tecnologías limpias o sistemas de depuración, para respetar los niveles establecidos según el grupo al que pertenezcan. Se establece un régimen de controles e inspecciones para todas ellas, así como el requisito de autorización para su instalación, ampliación, modificación o traslado. Para la función inspectora se cuenta con la asistencia de las Entidades Colaboradoras de la Administración (OCAS)².

También figuran los niveles máximos de emisión de diversos contaminantes para las instalaciones existentes y otros para las de nueva implantación. Aunque en el Decreto se preveía la revisión de estos niveles a medida que la experiencia lo aconsejase, los niveles exigidos con carácter general no han variado, de manera que continúan siendo de aplicación. Son los referidos a la opacidad de los humos y el volumen de partículas sólidas por metro cúbico de aire, así como a la presencia de sustancias como dióxido de azufre (SO₂), plomo (Pb), monóxido de carbono (CO) o dióxido de nitrógeno (NO₂).

Disposiciones posteriores han regulado las normas de autorización y de funcionamiento de instalaciones industriales, los requisitos para la ubicación y duración para la toma de muestras de los efluentes gaseosos, el cálculo de la altura de las chimeneas, la necesidad de probar el funcionamiento antes de su autorización, la realización de inspecciones periódicas de emisiones y el autocontrol y la existencia de un Libro de Registro. Son creados los Centros Homologados de Estudios de la



Contaminación Atmosférica, y se obliga a las industrias con plantillas de más de 250 trabajadores a tener un servicio de Prevención y Corrección de la Contaminación.

Los niveles de emisión han sido modificados parcialmente para algunos compuestos y en algunas actividades:

- Límites de emisión para el flúor (R.D. 547/79).
- Térmicas de carbón, fuel-oil, y gas natural, de más de 50 MW, obligadas a medir en continuo el SO₂, partículas y NO_x (O.M. de 1984).
- Cumplimiento de los límites generales de contaminación atmosférica en instalaciones de incineración de aceites usados, y las superiores a 3 MW unos límites de emisión concretos de Cd, Ni, Cr, Cu, V, Pb, Cl, y F. (OM 2/89).
- Límite de emisión del amianto (R.D. 108/91).

Los focos emisores de contaminantes atmosféricos están regulados para limitar su potencial efecto nocivo para la salud y el medio ambiente.

² En la resolución de la Consejería de Economía e Innovación Tecnológica, de 14 de marzo de 2003, se regulan los procedimientos de actuación comunes a todos los organismos autorizados en el campo reglamentario de la calidad ambiental, área atmósfera, que actúen en el ámbito de la Comunidad de Madrid.

- Nuevos límites de emisión específicos para grandes instalaciones de combustión (R.D. 646/91, ampliado con la Orden 26/12/95 en determinados aspectos referentes a centrales termoeléctricas).
- Condiciones para el control de los límites de emisión de SO₂ en la actividad de refino del petróleo (R.D.1800/95, modifica el anterior).
- Nuevas normas sobre la limitación de emisiones a la atmósfera de determinados agentes contaminantes (partículas totales, metales pesados, ClH, FlH, SO₂, CO y compuestos orgánicos) procedentes de instalaciones de incineración de residuos municipales (R.D. 1088/92).
- Establecimiento de requisitos técnicos que deben cumplir las instalaciones de almacenamiento y distribución de gasolinas, para el control de emisiones de compuestos orgánicos volátiles (COV) (R.D. 2102/96).
- Límites de emisión para instalaciones de incineración de los residuos peligrosos de ciertas sustancias (CO, partículas totales, sustancias orgánicas, ClH, FH, SO₂), diversos metales pesados, dioxinas y furanos. Y modificación de instalaciones de incineración de residuos municipales (R.D. 1217/97).
- Amplia normativa dedicada a las calidades y usos de combustibles y carburantes, y a la reducción de la contaminación producida por los vehículos.

En la actualidad quien tiene las competencias en lo relacionado con el control de las emisiones en las fuentes y la verificación de su adecuación a la normativa vigente es la Dirección General de Industria, Energía y Minas.

La recientemente transpuesta Directiva IPPC, Directiva sobre la Prevención y Control Integrado de la Contaminación (Ley 16/2001), exigirá un esfuerzo importante a la Administración autonómica para reunir en una autorización conjunta las condiciones de vertido al sistema integral de saneamiento, las de generación de residuos y las emisiones a la atmósfera.

3.1. EMISIÓN DE CONTAMINANTES A LA ATMÓSFERA EN LA COMUNIDAD DE MADRID

El conocimiento de las fuentes, cantidades y medios de destino de las emisiones es fundamental para la política medioambiental. La información sobre emisiones contaminantes suele recogerse en inventarios, con el fin de realizar comparaciones y poder establecer objetivos concretos, a todos los niveles, europeo, nacional, regional y local.

La Agencia Europea de Medio Ambiente (AEA) obliga a cada Estado miembro de la UE a tener un Centro Nacional de Referencia para la calidad del aire y emisiones a la atmósfera. En España, el Centro depende del Ministerio de Medio Ambiente y realiza labores de coordinación e intercambio de información entre los Órganos con competencia en la evaluación y gestión del ambiente atmosférico y la Comisión Europea. Dispone de una amplia Base de Datos de Calidad del Aire y del Inventario de Emisiones, que se alimenta de la información procedente de los Organismos gestores de las Comunidades Autónomas. Con los datos se confeccionan estadísticas para observar el cumplimiento de la normativa sobre la materia, para suministrar información a la UE sobre la contaminación en España y para satisfacer otras demandas de información.

Para emisiones, este Centro Nacional de Referencia desarrolla el proyecto CORINE-AIRE, que se enmarca dentro del Proyecto homónimo que a escala europea coordina la Agencia Europea del Medio Ambiente. El objetivo fundamental de los inventarios CORINE-AIRE es la estimación, para el conjunto del territorio español, de las emisiones de contaminantes a la atmósfera generados tanto por actividades antro-

Tabla I-3

Inventario CORINE-AIRE.

Compuestos (t)	1999			2000			Variación C. Madrid
	España	C. Madrid	%	España	C. Madrid	%	
SO ₂	1.628.619	30.246	1,85	1.496.196	24.183	1,61	<
NO _x	1.420.551	76.019	5,35	1.462.631	74.874	5,11	<
COVNM	2.818.375	147.019	5,21	2.793.581	142.982	5,11	<
CH ₄	1.849.493	136.300	7,36	1.917.028	139.760	7,29	<
CO	3.248.659	257.202	7,91	3.376.019	231.697	6,86	<
CO ₂ (kt)	294.362	19.033	6,46	305.362	19.633	6,42	<
N ₂ O	93.984	2.614	2,78	99.220	2.986	3,01	>
NH ₃	439.120	7.098	1,61	466.353	7.823	1,67	>

Fuente: Inventario CORINE-AIRE. Ministerio de Medio Ambiente

pogénicas como naturales, para conocer, por una parte, la evolución temporal de las emisiones y poder diseñar políticas ambientales y, por otra, atender las demandas crecientes de información y poder hacer frente a compromisos asumidos por España, tanto nacionales como internacionales, en lo relacionado con emisiones de contaminantes a la atmósfera. En la última edición del inventario (datos de 2000) se han analizado más de 400 actividades potencialmente emisoras y 30 tipos de contaminantes, con una desagregación espacial que llega a nivel de provincias e información detallada de los mayores focos emisores.

La metodología de CORINE-AIRE permite estimar el volumen y características de las emisiones de cada tipo de foco contaminante a partir de datos cuantificables, como el consumo registrado de combustibles o materias primas.

Se han elaborado inventarios de emisiones para el periodo comprendido entre 1990-2000, para los siguientes contaminantes: dióxido de azufre (SO₂), óxidos de nitrógeno (NO_x), compuestos orgánicos

volátiles no metánicos (COVNM), metano (CH₄), monóxido de carbono (CO), dióxido de carbono (CO₂), óxido nitroso (N₂O), amoníaco (NH₃), metales pesados (astato, cadmio, cromo, cobre, mercurio, níquel, plomo, selenio y zinc), contaminantes orgánicos persistentes³ y otros gases de efecto invernadero (Hidrofluorocarbonos —HFCs—, perfluorocarbonos —PFCs, tetracloruro de carbono y hexafluoreta no— y hexafluoruro de azufre —SF₆—).

Al mismo tiempo se analizan las actividades potencialmente emisoras incluidas en la nomenclatura SNAP (Selected Nomenclature for Air Pollution) desarrollada en el marco de dicho programa CORINE-AIRE, y armonizada con la CEPE (Comisión Económica para Europa de las Naciones Unidas) y con la del IPCC (Panel Intergubernamental del Cambio Climático).

Como puede observarse en la Tabla I-3, donde se tiene en cuenta las emisiones por actividades, la proporción de las emisiones en la Comunidad de Madrid es, para todas las sustancias, inferior a la media nacional. Esta tendencia se refleja en todas las

³ Dentro de los contaminantes orgánicos persistentes están incluidos los siguientes: hexaclorociclohexano, pentaclorofenol, hexaclorobenceno, tetraclorometano, tricloroetileno, tetracloroetileno, triclorobenceno, tricloroetano, dioxinas y furanos medidos en unidades equivalentes de 2, 3, 7, 8, tetraclorodibenzo-p-dioxina (TCDD).

series desde el año 1990. Estos datos son relativos, ya que si se tiene en cuenta la tasa por habitante y por kilómetro cuadrado de superficie, las emisiones de la Comunidad de Madrid superan en todos los casos la media nacional (sobre todo los contaminantes asociados al transporte, CO, CO₂ y NO_x), debido a la alta concentración de habitantes y de la actividad económica en un espacio reducido.

El inventario CORINE-AIRE realiza una clasificación por sectores de actividad de mayor incidencia en la emisión de sustancias contaminantes. Estos sectores aparecen catalogados en 11 grupos, que son los que aparecen en la Tabla I-4.

ANÁLISIS POR CONTAMINANTES ATMOSFÉRICOS

En las páginas siguientes se realiza un análisis de los principales contaminantes emitidos a la atmósfera en la Comunidad de Madrid con gráficos de su evolución en la década 1990-2000 (datos de la última edición del inventario) y se compara con las emisiones del conjunto de España, también referidos al mismo periodo.

Óxidos de azufre (SO_x): las principales fuentes de emisión del dióxido de azufre en la Comunidad de Madrid son fundamentalmente las plantas de combustión, tanto industriales como no industriales (85-

Tabla I-4
Proporciones relativas de los tipos de compuestos que emite cada grupo de actividades:

- > 45%
- > 90%
- > 20%
- > 20%

SECTORES A NIVEL DE GRUPO	CO ₂ ⁴	CO	COV	CH ₄	NO _x	SO _x	HFC	NH ₃
Combustión para producción y transformación de energía	●	●●●●			●			
Plantas de combustión no industrial	●	●●	●●●●	●●●●	●●●●	●●●●		
Plantas de combustión industrial	●	●●●●	●●●●		●●●●	●●●●		
Procesos industriales sin combustión	●	●●	●●●●		●●●●	●●●●		
Extracción y distribución de combustibles fósiles y energía geotérmica		●●	●●●●					
Uso de disolventes y otros productos			●●●●				●●●●	
Transportes por carretera	●	●●	●●●●		●●●●			
Otros modos de transporte y maquinaria móvil	●	●●●●	●●●●		●●			
Tratamiento y eliminación de residuos	●	●●●●	●●●●	●●●●				●●●●
Agricultura		●●●●	●●●●	●●				●●●●
Otras fuentes y sumideros (naturaleza)		●●●●	●●	●●●●	●●●●			

Fuente: Inventario CORINE-AIRE. Ministerio de Medio Ambiente

⁴Para estas estimaciones se ha excluido la aportación de CO₂. Cuando aparece señalado, es siempre el de mayor proporción con respecto a los demás —consultar las tablas de valores—. (Tablas I-5 y I-6).

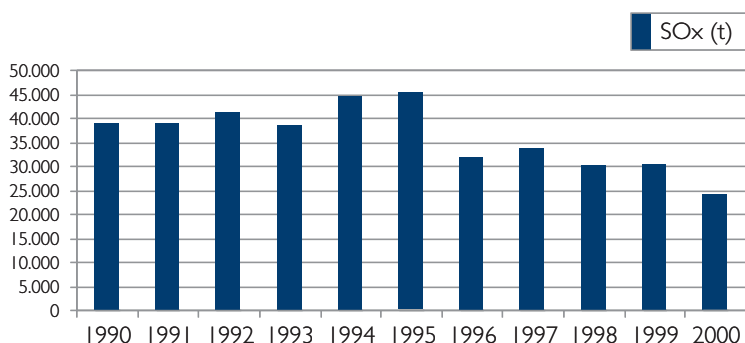
90%), seguido por el transporte por carretera (7-14%). En España la principal fuente emisora de SO_x es el sector de combustión en la producción y transformación de energía (70%) —actividad que en la Comunidad de Madrid, es prácticamente inexistente, sin llegar al 0,01% de las emisiones totales— seguido por las plantas de combustión industrial y no industrial (20%) y por el transporte (2,5-3%).

Según muestra la Figura I-1, la tendencia general, tanto en la Comunidad como en el resto del país, es claramente a la baja. Aunque en los años 1994-1995 aparece un incremento significativo, desde entonces, la disminución es apreciable, en la región madrileña es del orden del 46% en la década 1990-2000. Esto es debido a las medidas de reducción aplicada a las fuentes como la sustitución de calefacciones de carbón por las de gas natural, por las medidas de reduc-

ción del azufre en los derivados del petróleo que son mayoritariamente utilizados en las plantas de combustión y los vehículos de transporte por carretera.

Óxidos de nitrógeno (NO_x): en cuanto a los óxidos de nitrógeno su fuente principal de emisión es el transporte por carretera, seguidos de las plantas de combustión tanto industriales como no industriales. Las emisiones crecieron moderadamente hasta 1994, iniciándose entonces un descenso que ha supuesto más del 16% de reducción. En España la tendencia es contraria, habiéndose producido un incremento lineal en la última década de un 11% en el volumen total de emisiones de este compuesto (Figura I-2).

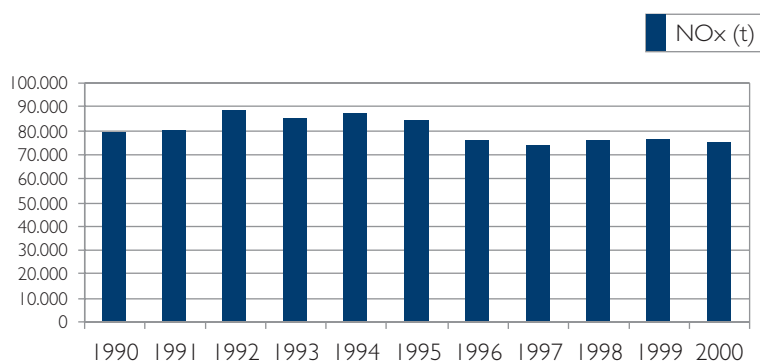
Compuestos orgánicos volátiles no metánicos (COVMN): las fuentes de compuestos orgánicos volátiles no metánicos son el



Fuente: Inventario CORINE-AIRE. Ministerio de Medio Ambiente

Figura I-1

Emisiones anuales de SO_x en la Comunidad de Madrid.

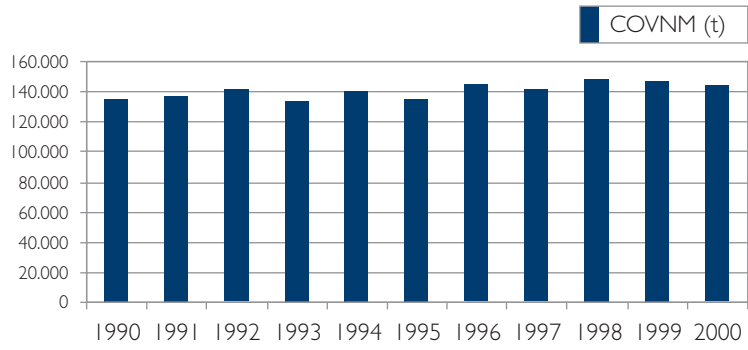


Fuente: Inventario CORINE-AIRE. Ministerio de Medio Ambiente

Figura I-2

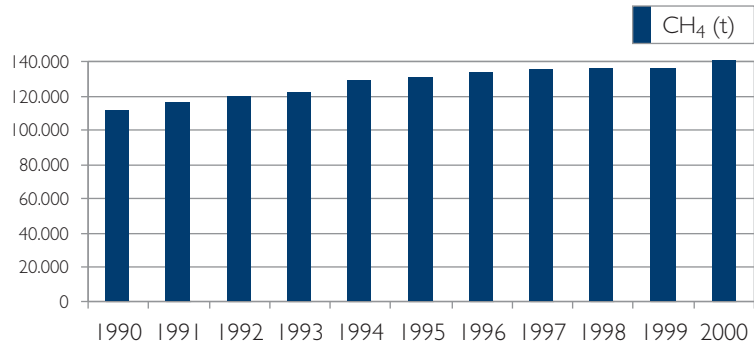
Emisiones anuales de NO_x en la Comunidad de Madrid.

Figura I-3
Emisiones anuales de
COVNM en la
Comunidad de Madrid.



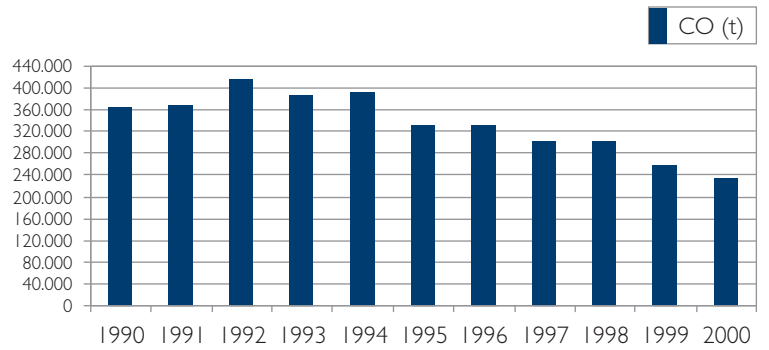
Fuente: Inventario CORINE-AIRE. Ministerio de Medio Ambiente

Figura I-4
Emisiones anuales de
CH₄ en la Comunidad
de Madrid.



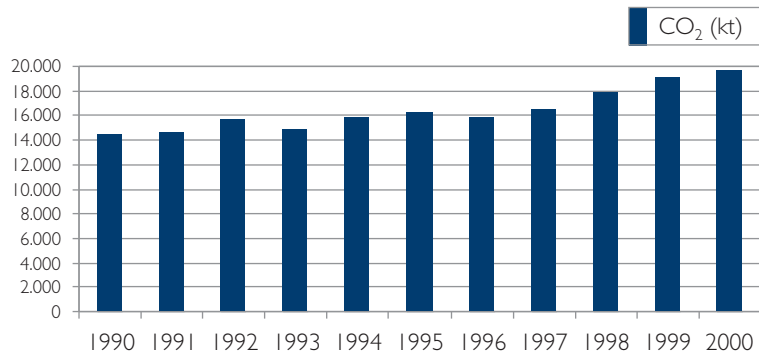
Fuente: Inventario CORINE-AIRE. Ministerio de Medio Ambiente

Figura I-5
Emisiones anuales de
CO en la Comunidad
de Madrid.



Fuente: Inventario CORINE-AIRE. Ministerio de Medio Ambiente

Figura I-6
Emisiones anuales de
CO₂ en la Comunidad
de Madrid
(kilotoneladas).



Fuente: Inventario CORINE-AIRE. Ministerio de Medio Ambiente

transporte por carretera, los tanques de almacenamiento, la manipulación y transporte de crudos y productos derivados, y el uso de disolventes. En la Comunidad de Madrid, estos sectores contabilizan más de un 75% de todas las emisiones. La trayectoria histórica de las emisiones de estos compuestos es de crecimiento moderado (Figura 1-3), salvo alguna reducción en años concretos que se corrige rápidamente al alza. Con un análisis detallado de cada sector se comprueba cómo durante la primera parte de los años 90 la mayor fuente emisora era el transporte, mientras que en la segunda parte la fuente es el uso de disolventes. Uno de los sectores que ha incrementado su participación en estas emisiones son los procedentes del tratamiento y eliminación de residuos, que ha pasado del 1,6% al 3,2%, cediendo terreno a las emisiones procedentes del sector agrícola que han disminuido de un 4,1% en 1990 a un 2,8% en 2000.

En España la cantidad total de emisiones de COVNM se ha mantenido sin gran variación durante toda la década 1990/2000. En el ámbito estatal existe mayor distribución por fuentes, así cerca de la mitad de las emisiones proceden del grupo denominado "otras", le siguen todos los relacionados con el transporte de vehículos, maquinaria y distribución de combustibles, la agricultura y el empleo de disolventes, todos ellos participan en torno al 15%.

Metano (CH₄): en cuanto a las emisiones de metano, el 80-84% de éstas proceden del tratamiento de residuos (vertederos), seguido de la agricultura 6-8% y en tercer lugar (5-6%) es ocupado por las actividades de distribución de combustibles fósiles. En la Comunidad de Madrid el total de emisiones de CH₄ se han visto incrementadas en un 20% en el periodo 1990/2000, aunque el aumento relativo de las emisiones procedentes de las operaciones de tratamiento y eliminación de residuos alcanza casi un 25% (Figura 1-4 y Tabla 1-5).

En España la principal fuente de emisión de metano es la agricultura, 55-60%, con una ligera tendencia al descenso. Le sigue en importancia el tratamiento y eliminación de residuos, en un 23-32%, en este caso con tendencia a aumentar. La totalidad de emisiones españolas de CH₄ ha aumentado un 7,78%, más moderado que en la Comunidad de Madrid.

Monóxido de carbono (CO): entre un 80-87% del monóxido de carbono emitido en el territorio de la Comunidad de Madrid procede del transporte por carretera (Figura 1-5 y Tabla 1-5), seguido de las plantas de combustión industrial, en un 8-10%. La tendencia global, tras el incremento experimentado hasta 1994, es de descenso considerable, en torno al 45%. En el ámbito estatal la disminución es también significativa, pero menos marcada que en Madrid, sobre un 28%; sus fuentes emisoras principales coinciden con las regionales, aunque la participación de los transportes por carretera es algo menor, 45-55%, aumentando la proporción de las emisiones procedentes de las plantas de combustión tanto industriales como no industriales.

Dióxido de carbono (CO₂): el dióxido de carbono es el compuesto que en mayor cantidad se emite a la atmósfera (la unidad de referencia son kilotoneladas), tanto en el ámbito estatal como autonómico. Los principales focos de emisión del CO₂ son los relacionados con el transporte por carreteras y las instalaciones de combustión industrial y no industrial en un porcentaje semejante, sobre un 47% cada sector (Tabla 1-6) Como puede verse en la Figura 1-6, el total de emisiones en la Comunidad ha crecido en torno al 27% en la última década. En este caso el crecimiento estatal ha sido similar; aunque a esta escala los focos emisores, que participan de manera más o menos similar, son el de combustión para la producción y transformación de energía (33%), seguido de las plantas de combustión (26%) y los asociados al transporte (24%).

Óxido nítrico (NO₂): ya se ha visto que el óxido nítrico es un precursor del óxido nítrico —NO—, que es un gas de efecto invernadero. El origen de este compuesto está en la acción biológica del suelo, en fertilizantes nitrogenados y en procesos industriales realizados a altas temperaturas, como la producción de plásticos. Por ello, cuando se analizan los datos de CORINE-AIRE para la Comunidad de Madrid, se puede apreciar cómo existen diversos sectores que originan emisiones de N₂O, que todos participan en proporciones similares sin llegar a destacar ningún sector de forma mayoritaria, como ocurre en los compuestos anteriores.

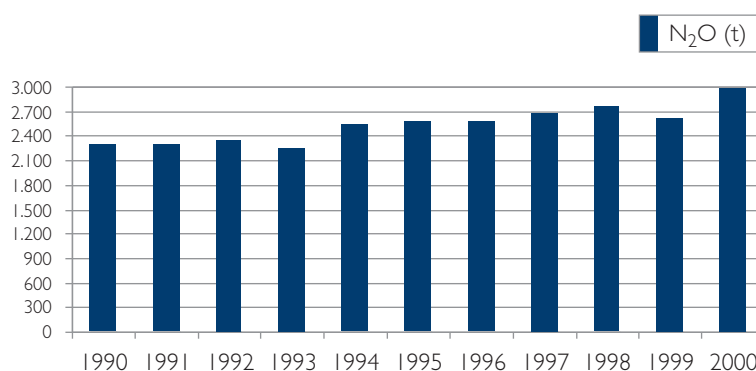
El sector que ocupa el primer lugar en emisiones es el agrícola, 16-20%, seguido de cerca por las plantas de combustión, 18-19%, el tratamiento y eliminación

de residuos, 16-18% y los transportes. Este último sector ha sido el que ha experimentado un mayor aumento en cuanto a responsable de las emisiones de N₂O, pasando del 6,46% en 1990 a un 23,24% en 2000. La tendencia general de la Comunidad es un aumento de las emisiones de un 24% en el periodo analizado (Figura 1-7),

En el caso de España, hay un sector del que procede el 55% de las emisiones: el agrícola. Completan las fuentes emisoras una serie de sectores como los procesos industriales, las plantas de combustión, el tratamiento de residuos y el transporte, que participan de modo similar, 6-10% cada uno, también con tendencia al aumento en el grupo de los transportes. A nivel estatal el incremento durante el periodo 1990/2000, ha

Figura 1-7

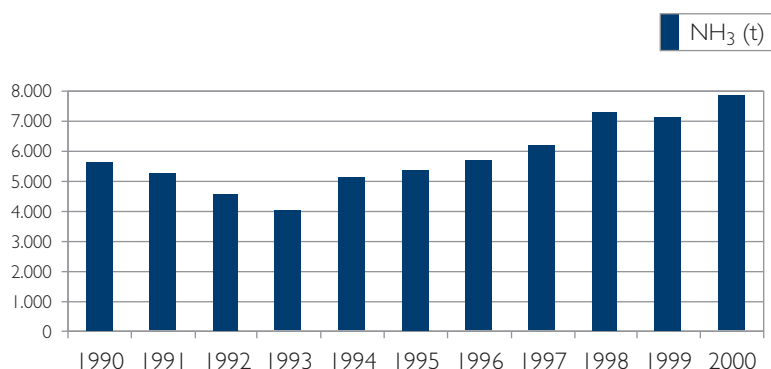
Emisiones anuales de N₂O en la Comunidad de Madrid.



Fuente: Inventario CORINE-AIRE. Ministerio de Medio Ambiente

Figura 1-8

Emisiones anuales de NH₃ en la Comunidad de Madrid.



Fuente: Inventario CORINE-AIRE. Ministerio de Medio Ambiente

sido similar al de la Comunidad de Madrid, sobre un 24%.

Amoníaco (NH₃): el amoníaco, es un contaminante especial que al igual que el N₂O participa de manera minoritaria en el total de emisiones, pero destacable por el aumento del 48% sufrido en la Comunidad de Madrid desde el año 1993, cuando finalizó su tendencia a la baja (Figura I-8).

El origen de este compuesto ha seguido una modificación durante el periodo analizado, al principio de los años 90 las emisiones procedían del sector agrícola en un 75%, mientras que del tratamiento y eliminación de residuos procedía el 17%; en los últimos años ha disminuido la importancia del sector agrícola, descendiendo hasta el 46%, mientras que el tratamiento y eliminación de residuos ha aumentado hasta el 42%. Un sector que aparece a mediados de los 90 como fuente emisora es el transporte, en un 7%.

En el conjunto de emisiones estatales aparece claramente el sector agrícola como la principal fuente de emisión de amoníaco, en un 91%. Durante los años 90 ha aumentado en un 23%, más moderadamente que en el caso de la Comunidad de Madrid.

Metales pesados: la figura I-9 sobre las emisiones de metales pesados a la atmósfera en la Comunidad de Madrid refleja la tendencia a la baja de emisión de plomo de modo significativo (producido por la aplicación de los programas de reducción del plomo de las gasolineras); en paralelo y en sentido contrario ha sido la evolución del zinc, quedando el resto de metales en proporciones menores con ligero aumento de las emisiones de cobre a medida que avanza la década. La principal fuente emisora del plomo, del zinc, del cobre y del cromo son los transportes por carretera y otros modos de transportes. La importancia de este sector en el conjunto de emisiones atmosféricas en la Comunidad de Madrid, se ve aquí claramente reflejado. El níquel tiene su origen fundamentalmente en las plantas de combustión industrial, con menor representación en la región. El resto de metales pesados, astato, cadmio, mercurio y selenio han contribuido en porcentajes menores.

En las Figuras I-10 y I-11, así como en las Tablas I-5 y I-6 puede observarse la evolución temporal y la aportación relativa de cada contaminante a lo largo del periodo 1999–2000 en la Comunidad de Madrid.

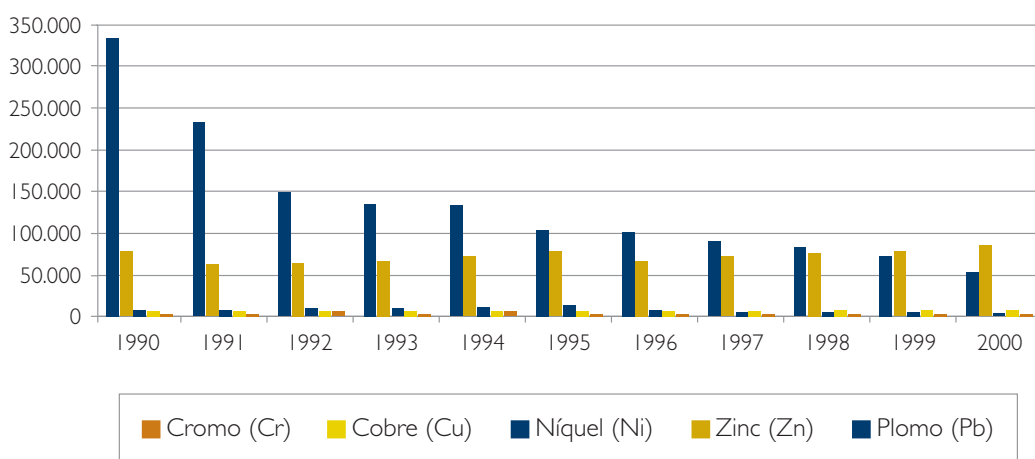
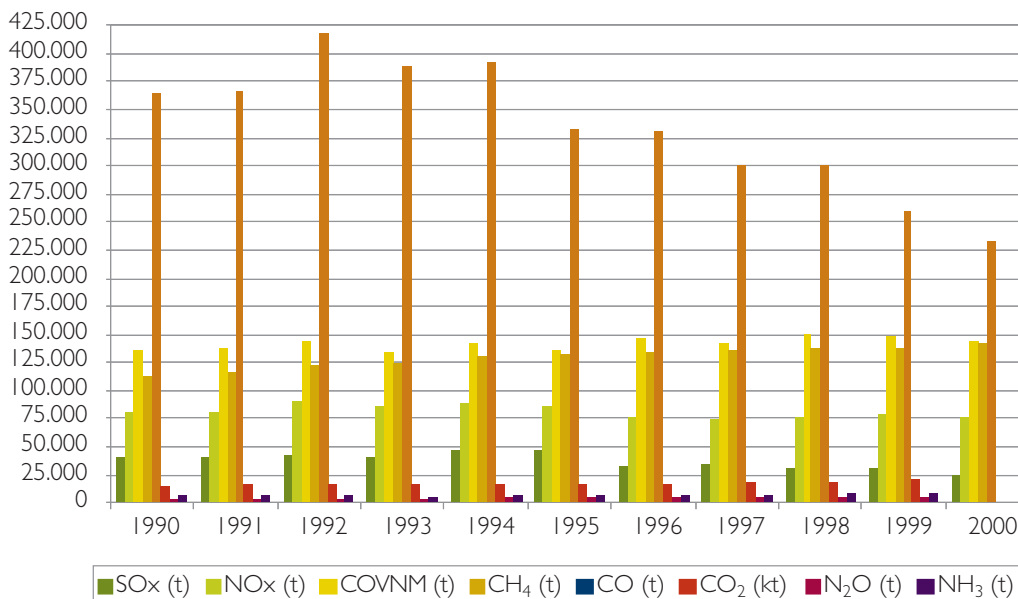


Figura I-9
Variación de emisiones de metales pesados en el periodo 1990-2000.

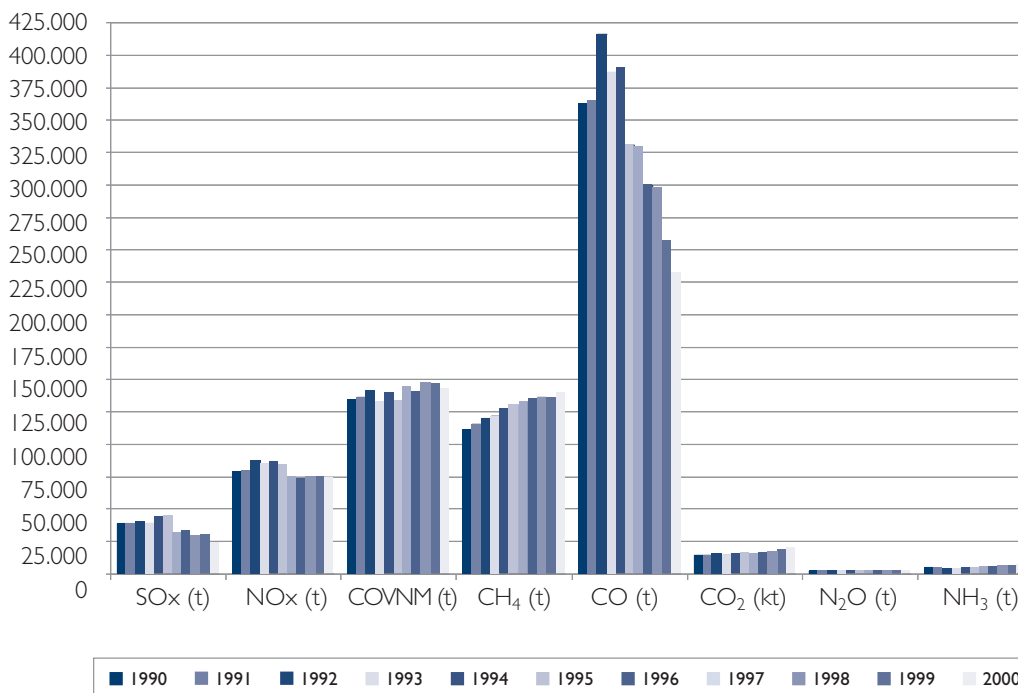
Fuente: Inventario CORINE-AIRE. Ministerio de Medio Ambiente

Figura I-10
Emisiones de los principales contaminantes atmosféricos en la última década, en la Comunidad Madrid.



Fuente: Inventario CORINE-AIRE. Ministerio de Medio Ambiente

Figura I-11
Evolución temporal de cada compuesto analizado y su peso relativo en el conjunto de las emisiones atmosféricas en la Comunidad de Madrid. (Hay que tener en cuenta que el CO₂ es de kilotoneladas).



Fuente: Inventario CORINE-AIRE. Ministerio de Medio Ambiente

SECTORES A NIVEL DE GRUPO	SOx (t)		NOx (t)		COVNM (t)		CH4 (t)		CO (t)		CO2 (t)		N2O (t)	
	1999	2000	1999	2000	1999	2000	1999	2000	1999	2000	1999	2000	1999	2000
	2	1	48	31					5	3	13	11	2	2
01 Combustión en la producción y transformación de energía	8.254	8.189	3.811	4.091	1.621	1.597	2.624	2.386	23.614	22.876	5.059	5.462	519	575
02 Plantas de combustión no industrial	18.805	13.611	9.185	8.949	495	502	193	198	4.980	5.100	3.692	3.794	410	385
03 Plantas de combustión industrial	95	101	147	156	4.515	4.628	9	9	7.334	7.799	1.135	1.145	4	4
04 Procesos industriales sin combustión					5.867	5.986	6.422	7.728						
05 Extracción y distribución de combustibles fósiles y energía geotérmica					63.573	64.902							186	182
06 Uso de disolventes y otros productos	2.566	1.676	54.877	52.648	44.159	36.236	1.233	1.118	213.111	183.678	7.752	7.667	682	694
07 Transporte por carretera	492	539	6.469	7.105	876	943	43	46	4.404	4.843	1.287	1.452	49	54
08 Otros modos de transporte y maquinaria móvil	18	25	593	612	4.608	4.622	115.636	117.219	1.790	1.889	96	101	475	483
09 Tratamiento y eliminación de residuos		8	122	365	3.639	4.055	8.975	9.700		720			243	490
10 Agricultura	14	33	766	918	17.666	19.511	1.165	1.356	1.964	4.788			44	117
11 Otras fuentes y sumidores (naturaleza)	30.246	24.183	76.019	74.874	147.019	142.982	136.300	139.760	257.202	231.697	19.033	19.633	2.614	2.986
TOTAL SECTORES														

Tabla I-5
Emisiones anuales de los principales contaminantes atmosféricos durante los años 1999 y 2000 en la Comunidad de Madrid.

Fuente: Inventario CORINE-AIRE. Ministerio de Medio Ambiente

Tabla 1-6
Emisiones de metales pesados durante los años 1999 y 2000 en la Comunidad de Madrid.

SECTORES A NIVEL DE GRUPO	As (kg)		Cd (kg)		Cr (kg)		Cu (kg)		Hg (kg)		Ni (kg)		Pb (kg)		Se (kg)		Zn (kg)		
	1999	2000	1999	2000	1999	2000	1999	2000	1999	2000	1999	2000	1999	2000	1999	2000	1999	2000	
01 Combustión en la producción y transformación de energía																			
02 Plantas de combustión no industrial	228	193	61	54	217	188	228	193	63	55	361	308	473	400	61	54	167	139	
03 Plantas de combustión industrial	292	294	173	146	446	377	104	63	660	679	5.306	3.275	2.740	3.209	108	67	6.841	8.445	
04 Procesos industriales sin combustión	11	12	222	236	110	117	293	312	125	133	37	39	4.180	4.445			16.135	17.157	
05 Extracción y distribución de combustibles fósiles y energía geotérmica																			
06 Uso de disolventes y otros productos																			
07 Transporte por carretera			136	147	528	566	5.880	5.923			557	593	63.041	43.134	24	24	48.882	53.272	
08 Otros modos de transporte y maquinaria móvil			4	5	20	23	694	783			29	32			4	5	408	461	
09 Tratamiento y eliminación de residuos	3	4		1	14	37	18	137	3	7	12	16	14	115	4	4	5.012	5.146	
10 Agricultura																			
11 Otras fuentes y sumidores (naturaleza)																			
TOTAL SECTORES	534	504	595	588	1.335	1.308	7.218	7.412	851	874	6.302	4.262	70.448	51.303	201	154	77.444	84.620	

Fuente: Inventario CORINE-AIRE. Ministerio de Medio Ambiente

4. CALIDAD DEL AIRE

4.1. LA INFLUENCIA DEL MEDIO EN LA CALIDAD DEL AIRE

Conocer el estado general de la atmósfera es fundamental en una región y acapara de manera significativa la atención de la población, puesto que repercute directamente en su calidad de vida y se relaciona con problemas globales como la lluvia ácida, el cambio climático o la destrucción de la capa de ozono (vistos en apartados anteriores).

Las condiciones ambientales son fundamentales a la hora de estudiar el efecto de la contaminación atmosférica en un territorio. Destacan, principalmente, la meteorología, por su efecto en el transporte, difusión y transformación química de contaminantes, y las condiciones geográficas específicas, que repercutirán en la existencia de zonas especialmente sensibles y conflictivas.

La Comunidad de Madrid se encuentra con una situación de calidad del aire que varía considerablemente entre verano e invierno, debido a las variaciones climáticas estacionales (insolación, temperatura, dirección y velocidad del viento, etc.) y a los diferentes tipos de emisiones a lo largo del año.

Los episodios invernales de contaminación se producen cuando, debido a la persistencia de un anticiclón en la Península, las calmas predominan durante varios días. En esta situación, las masas de aire frío superiores tienden a descender por la acción del anticiclón y se encuentran con las masas recalentadas por el suelo insolado directamente y reforzados por el calor que produce la actividad urbana, impidiendo a estas masas su ascensión, y con ello la posibilidad de renovarse. Esta situación, denominada "inversión térmica" implica una concentración de los contaminantes típicamente inver-

nales (SO_2 , NO_2 y material particulado), procedentes de combustiones industriales, comerciales y de las calefacciones domésticas. El anticiclón impide además la producción de lluvias y la existencia de nubes que atenúen el calentamiento del suelo, por lo que esta situación persiste hasta la entrada de un nuevo frente.

En verano aparece la situación inversa. Las altas temperaturas a las que se encuentra sometido el suelo, generan corrientes ascendentes que elevan los contaminantes a gran altura, favoreciendo la dispersión de los contaminantes de óxidos de azufre, óxidos de nitrógeno y material particulado. Las calefacciones domésticas se desconectan, disminuyendo el nivel de dióxido de azufre y material particulado, principalmente en zonas residenciales donde la calefacción se alimenta de carbón. Si la calefacción es de gas natural el efecto se observa aunque en menor proporción en los óxidos de nitrógeno y el material particulado.

Con el número de horas de sol, aumenta la energía luminosa por unidad de superficie, la dirección de los rayos es más vertical y las temperaturas son elevadas. En esta situación aumenta considerablemente la emisión de compuestos orgánicos volátiles (COVs), tanto de origen biológico (terpenos, isoterpenos, pineno, etc.) como antrópico (fundamentalmente hidrocarburos) y los óxidos de nitrógeno siguen siendo emitidos por el tráfico rodado y la combustión en general. El incremento de estos contaminantes potencia la reacción química precursora del ozono y los ácidos sulfúrico y nítrico.

Bajo determinadas circunstancias se producen altas concentraciones de ozono en lugares alejados de las fuentes de precursores. Esto se produce cuando en zonas alejadas de las grandes urbes hay menor concentración de los óxidos de nitrógeno, dando lugar a un menor número de reacciones de reducción del ozono, por lo que éste aumenta.

4.2. NORMATIVA APLICABLE EN CALIDAD DEL AIRE

ANTECEDENTES

La mayoría de los países industrializados han establecido valores para los contaminantes atmosféricos, basados en estudios teórico-prácticos de los efectos sobre la salud y en el examen de factores epidemiológicos. Se trata de concentraciones que no deben superarse durante un tiempo determinado. Para ello se emplean los conceptos de Inmisión que se define como los contaminantes atmosféricos, ruido o vibraciones, luz, calor u otras radiaciones y otros factores medioambientales a los cuales están expuestos los seres humanos, animales y plantas y materiales⁵.

También está el concepto de Nivel de inmisión, que se refiere a los límites máximos tolerables de presencia en la atmósfera de cada contaminante, de forma aislada o asociado con otros. Se refieren al estado general de la atmósfera en el área de que se trate y su medida⁶ permite el seguimiento de la calidad atmosférica y el establecimiento de medidas para su protección⁷.

Ya se ha visto en el capítulo de emisiones que la ley actualmente vigente en la materia es la Ley 38/1972, de Protección del Ambiente Atmosférico.

Aunque es una ley avanzada para su época sobre el estado del ambiente atmosférico, bien es cierto que ha estado afectada por acontecimientos que han complicado ciertos aspectos de su interpretación, como el no haberse actualizado, en su día, la distribución de competencias entre las distintas Administraciones,

Estatal, Autonómica y Local implicadas en la gestión; el reparto de las mismas en áreas distintas como sanidad, industria o medio ambiente y, desde el punto de vista técnico, por la limitación en cuanto a actividades y sustancias contaminantes objeto de regulación.

Con la nueva política de la Unión Europea en materia de calidad del aire, se van a introducir aspectos novedosos, que unido a lo anterior; justifican plenamente su actualización.

Mientras todo este conjunto de disposiciones continúe en vigor, es necesario hacer referencia a conceptos derivados en ellas sin los que sería muy difícil entender la situación de tránsito actual.

Lo más significativo de la Ley en lo que respecta a la calidad del aire, es que establece la posibilidad de declarar distintas situaciones en la atmósfera:

• **Zonas de Atmósfera Contaminada**

(ZAC): donde se cumplen los niveles de emisión establecidos para las instalaciones existentes, pero la concentración de contaminantes rebasa cualquiera de los niveles de inmisión durante un cierto número de días al año. Quedan sometidas a un régimen especial de actuaciones hasta reducir los niveles de inmisión (se puede prohibir la instalación o ampliación de ciertas actividades consideradas contaminantes).

• **Situaciones de Emergencia** (de primer y

segundo grado y total) que se podrán declarar en momentos que por causas meteorológicas o accidentales se rebasen notablemente los niveles de inmisión fijados. En esos casos se podrán aplicar las medidas opcionales de las ZAC e incluso

⁵ Las nuevas Directivas hablan de aire ambiente y se refieren al aire exterior de la troposfera, excluidos los lugares de trabajo.

⁶ Las medidas de los niveles de inmisión se expresan normalmente en condiciones normales de temperatura y presión (N = 0° C y 700 mm), excepto en los NO_x y el Ozono, que se dan en condiciones estándar (20° C y 700 mm).

⁷ Las directivas emanadas de la Directiva marco aconsejan la medición de estos niveles de los contaminantes entre 1,5 m (zona de respiración) y 4 m sobre el nivel del suelo.

otras. (Todas estas condiciones se concretan reglamentariamente)

La Ley establece también las bases para crear la Red Nacional de Vigilancia y Previsión de la Contaminación Atmosférica (en un principio con competencia sanitaria, actualmente es competencia del Ministerio de Medio Ambiente), integrada por todas las estaciones estatales, locales o privadas que existan o se puedan crear en el futuro.

Es en el Reglamento de dicha Ley donde se establecen los niveles de inmisión individualizados para una serie de contaminantes (partículas en suspensión, SO₂, su mezcla, NO_x, CO, Pb, HC, Cl, ClH, FIH, SH, CS₂, y partículas sedimentables) y de periodos de exposición, a partir de los cuales se determinan las situaciones posibles en la atmósfera (ord.inaria, ZAC o emergencia). Se emplean:

- **valores límite:** referentes a concentraciones de las respectivas sustancias contaminantes que no deben superarse.
- **valores de referencia:** se trata de las concentraciones que, al ser alcanzadas, pueden dar lugar a la aplicación del régimen administrativo específico correspondiente a las situaciones de emergencia.

Como se ha mencionado anteriormente, esta Ley y su Reglamento están acompañados de una serie de disposiciones de muy variada temática, desde las que establecen niveles de inmisión para ciertos compuestos, para determinadas instalaciones y para las distintas situaciones atmosféricas, hasta las que establecen normas técnicas para la toma de muestras, los métodos de análisis y la valoración de determinados contaminantes o el funcionamiento de la Red Nacional de Vigilancia y Previsión de la Contaminación Atmosférica. También existe una

amplia normativa dedicada a las calidades y usos de combustibles y carburantes y a la reducción de la contaminación producida por los vehículos. Muchas de estas disposiciones han sido modificadas parcial y periódicamente para adaptarse a la normativa europea.

NUEVO MARCO NORMATIVO EN CALIDAD DEL AIRE

La nueva política en calidad del aire parte de la UE, se apoya en la Directiva Marco 96/62/CE, de 27 de septiembre, sobre Evaluación y Gestión de la Calidad del Aire Ambiente, que introduce el concepto de Evaluación, y lo define como cualquier método para medir, calcular, predecir o estimar el nivel de contaminante en el aire, amplía el abanico de contaminantes objeto de vigilancia y control, así como la necesidad de establecer métodos y criterios comunes. Por otra parte obliga a las Administraciones a informar al público poniendo umbrales de alerta a la población, además de disponer de planes o programas para mejorar la calidad del aire donde se superen los valores límite.

Para poner información adecuada a disposición de la población se parte de la Decisión 97/101/CE, sobre el Intercambio de Información y Datos de la Redes y Estaciones Aisladas de Medición de la Contaminación Atmosférica en los Estados Miembros. Con esta Decisión se pretende llevar a cabo un intercambio de información completo y representativo, abarca 37 contaminantes, incluye información relativa a caracterización de redes y estaciones de medición de la contaminación atmosférica y establece ciertos criterios comunes para la validación y el tratamiento de datos, de manera que la información recibida sea suficientemente representativa para poder establecer la cartografía de los

niveles de contaminación de toda la Unión Europea. En esta Decisión se realiza una clasificación de estaciones por el tipo de área donde está instalada (urbana, suburbana y rural) y por el tipo de estación, según la fuente principal de contaminación (tráfico, industrial y de fondo).

Todos estos aspectos novedosos, no contemplados hasta la fecha, constituyen el marco innovador para la gestión de la calidad del aire. Esta Directiva marco se completa con otras específicas para cada contaminante atmosférico, conocidas como Directivas Hijas. Ya están aprobadas las relativas a valores límites de dióxido de azufre, óxidos de nitrógeno, partículas y Plomo (Directiva 99/30/CE), sobre valores límite para benceno y monóxido de carbono (Directiva 2000/69/CE)⁸. Queda pendiente de su aprobación a corto plazo la relativa a valores límites para ozono y en proyecto nuevas propuestas de Directivas "hijas", para determinados metales pesados (Cd, As, Ni y Hg) e Hidrocarburos Aromáticos Policíclicos (HAPs).

Los objetivos fundamentales de estas nuevas directivas sobre calidad del aire ambiente están orientados a:

- Definir y establecer los objetivos de calidad a través de:
 - **umbral de alerta** a partir del cual una exposición de breve duración puede producir riesgo para la salud humana y a partir del cual hay que tomar medidas;
 - **valor límite** que se fija basándose en conocimientos científicos para evitar, prevenir o reducir efectos nocivos para salud humana y el medio ambiente. Debe alcanzarse en un plazo determinado y no debe superarse una vez alcanzado;

- **margen de tolerancia** o porcentaje del valor límite que se puede sobrepasar, así como las fechas en las cuales se deben cumplir dichos valores límite incrementados en margen de tolerancia.
- Evaluar la calidad del aire ambiente con métodos y criterios comunes en toda la Unión Europea.
- Disponer de información adecuada sobre la calidad del aire ambiente y procurar que el público la conozca.
- Mantener una buena calidad del aire ambiente y mejorarla en los demás casos.

Aunque a final de 2000 estas normas aún no estaban transpuestas al ordenamiento interno, los organismos gestores han tenido en cuenta sus contenidos para que a su entrada en vigor estuvieran operativos todos los dispositivos que permiten cumplir todas las obligaciones que de ellas se deriven.

4.3. REDES DE VIGILANCIA ATMOSFÉRICA

El objetivo básico de las redes de vigilancia atmosférica es conocer la concentración de cada contaminante en el aire que pueda ser respirado por los ciudadanos, afectar al medio ambiente e incluso dañar monumentos de interés histórico. Con estos criterios han nacido las disposiciones normativas en los países desarrollados (unos con normas más estrictas que otros), basándose en estudios de la Organización Mundial de la Salud, sobre la repercusión de diferentes concentraciones de contaminantes en los seres humanos y medio ambiente. Los avances del progreso técnico y científico van

⁸ Han sido transpuestas al ordenamiento interno por 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.



siendo incorporados a las legislaciones, haciéndolas cada vez más exigentes.

La Red Española de Vigilancia de la Contaminación Atmosférica a nivel regional está integrada en el Programa EMEP (European Monitoring Evaluation Programme), nacido del Convenio de Ginebra sobre la Contaminación Atmosférica Transfronteriza a Gran Distancia, y en la Red BAPMON (Background Air Pollution Monitoring Network), del Programa para la Vigilancia de la Atmósfera Global, de la Organización Meteorológica Mundial.

La gestión y explotación de ambas redes, que miden la contaminación de fondo en áreas rurales (esto es, la que pueda existir alejada de los focos de emisión), es realizada, conjuntamente por el Ministerio de Medio Ambiente (Instituto Nacional de Meteorología —observaciones medioambientales sobre el ozono, rayos ultravioleta, etc.— y Dirección General de Calidad y Evaluación Ambiental) y el Ministerio de Sanidad y Consumo (Instituto de Salud Carlos III). El MMA es responsable de la coordinación y custodia de las redes, así como de la validación de los datos y su difusión. Por su parte, el Instituto de Salud Carlos III, a través de su Centro

Nacional de Sanidad, realiza los análisis químicos y las verificaciones y contrasta los sistemas métricos empleados en las estaciones.

Las Comunidades Autónomas y diferentes Ayuntamientos (mayores de 50.000 habitantes con competencias ambientales) y empresas privadas cuentan con redes de vigilancia y control de la contaminación atmosférica en sus respectivos territorios y la canalizan hacia la Red Nacional, siendo el ya mencionado Centro Nacional de Referencia para la Calidad del Aire, del Ministerio de Medio Ambiente, el que gestiona la Base de Datos de Calidad del Aire para cumplir con los requerimientos de las normas tanto europeas como españolas vigentes. Las empresas conectan con los centros de procesos de datos de las Comunidades Autónomas y permiten vigilar ambientalmente su actividad.

También existe una red europea de calidad del aire, dependiente de la Agencia Europea del Medio Ambiente, denominada EUROAIRNET. La finalidad de EUROAIRNET es establecer una red con suficiente cobertura espacial, representatividad y calidad, para proporcionar datos básicos que permitan evaluar la calidad del aire en toda Europa.

El objetivo de las Redes de Vigilancia es conocer la concentración de cada contaminante en el aire que pueda dañar al medio ambiente o a la salud humana.

Sobre el territorio de la Comunidad de Madrid operan dos redes de control. Una de ellas de titularidad y gestión municipal por parte del Ayuntamiento de Madrid, formada por 25 estaciones remotas conectadas a un centro de recepción de datos situado en el Departamento de Contaminación Atmosférica del Ayuntamiento, en ellas se mide partículas en suspensión (PM10), SO₂, CO, NO_x, HC (hidrocarburos), BTX (benceno, tolueno y xileno) y Ozono. También se incorporan medidas de temperatura, presión atmosférica, velocidad del viento, lluvia, radiación solar y humedad relativa. En 1994 se incorporaron sonómetros en algunas estaciones para formar una Red de Vigilancia de contaminación acústica.

sentatividad de sus mediciones en los distintos ámbitos de la ciudad, a cada zona pertenece un grupo de estaciones. Esta estructura permite localizar las zonas más afectadas por altos niveles de contaminación y tomar medidas más concretas en ellas y con carácter general en todo el municipio (ver Tabla I-7).

La red de control de la calidad del aire de la Comunidad Autónoma, que cuenta con varias estaciones incluidas en EUROAIRNET (Coslada y Getafe), surge como consecuencia del primer Plan de Saneamiento Atmosférico, en 1986, con objeto de vigilar la contaminación de las principales aglomeraciones urbanas existentes en la Comunidad de Madrid, a excepción de Madrid capital, que ya disponía de su propia red.

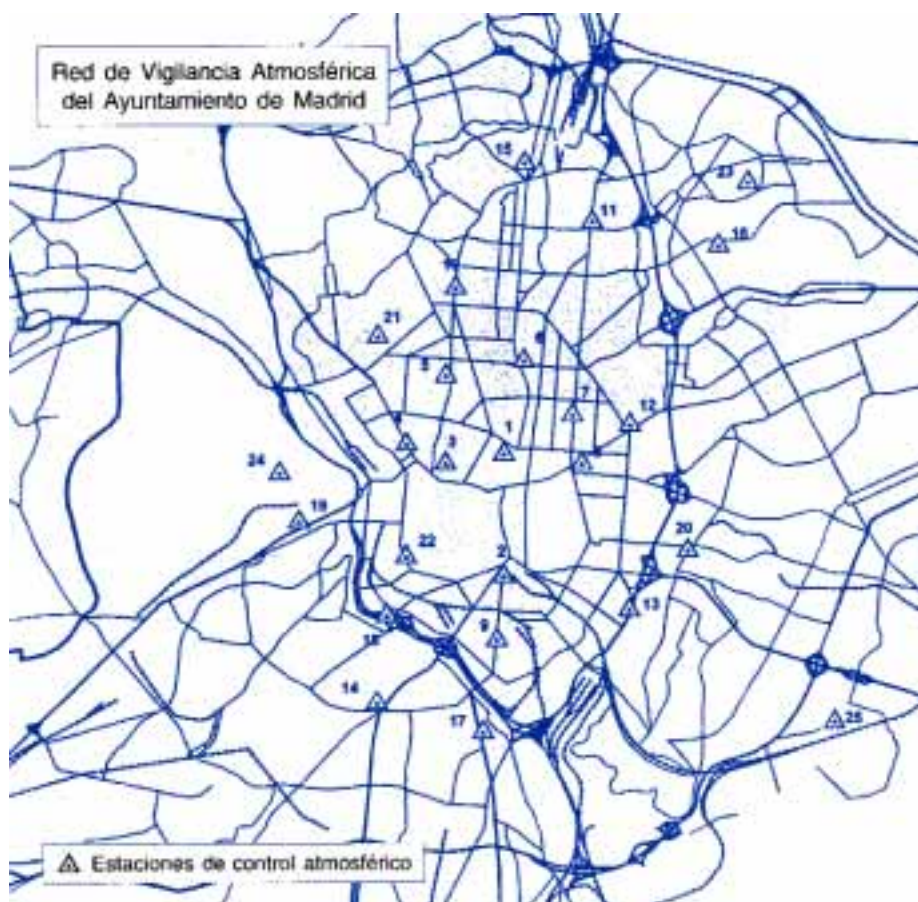
Figura I-12

Ubicación de la red de vigilancia atmosférica del Ayuntamiento de Madrid.

La Red de Vigilancia del Ayuntamiento de Madrid está dividida en 8 zonas a efectos de la repre-

Leyenda

1. Paseo de Recoletos
2. Glorieta Carlos V
3. Plaza del Carmen
4. Plaza de España
5. Glorieta de Quevedo
6. Marañón
7. Marqués de Salamanca
8. Escuelas Aguirre
9. Paseo Luca de Tena
10. Cuatro Caminos
11. Ramón y Cajal
12. Plaza Manuel Becerra
13. Vallecas
14. Fernández Ladreda
15. Plaza de Castilla
16. Arturo Soria
17. Villaverde
18. Glorieta Marqués de Vadillo
19. Alto Extremadura
20. Moratalaz
21. Isaac Peral
22. Paseo Pontones
23. Calle Alcalá (final)
24. Casa de Campo
25. Santa Eugenia



En esta red se analizan de forma continua los niveles de los contaminantes del aire más importantes: partículas en suspensión, SO₂, NO_x (NO y NO₂), CO y Ozono, además estas estaciones disponen de sistemas meteorológicos que registran los parámetros: dirección del viento, velocidad del viento, temperatura, humedad relativa, radiación solar y precipitación. También se mide plomo y se realizan estudios de material particulado mediante gravimetría, para responder a las exigencias de la Unión Europea (Norma 12341).

La Red de la Comunidad de Madrid depende de la Consejería de Medio Ambiente y en concreto a la Dirección General de Calidad y Evaluación Ambiental, quien detenta las competencias relacionadas con el medio ambiente atmosférico (según Decreto 323/99). Sus objetivos son vigilar y controlar la superación de umbrales, evaluar y gestionar la calidad del aire para

aumentar el conocimiento sobre esta materia y como objetivo final, informar al público.

La Red de Medida de la Calidad del Aire de la Comunidad de Madrid se compone de:

- **Centro de Proceso de Datos** que está instalado en la Consejería de Medio Ambiente para su seguimiento y análisis. Su función consiste en el control conjunto de las estaciones remotas. Está equipado con tecnología que permite comunicaciones en tiempo real con dichas estaciones y así poder conocer la concentración de contaminantes y su evolución temporal, mediante el tratamiento de datos que orienta las estrategias de planificación.

Paralelo a este sistema principal, existe un subsistema de comunicación con los distintos Ayuntamientos

Nº	ESTACIONES	PAR	SO ₂	CO	O ₃	NO _x	HC	BTX	LLA	UV	NS
1	Pº de Recoletos	*	*	*	*	*					*
2	Gta. E. Carlos V	*	*	*	*	*	*	*			*
3	Pl. del Carmen	*	*	*	*	*					*
4	Pl. de España	*	*	*	*	*					*
5	Bº del Pilar	*	*	*	*	*					*
6	Pl. Dr. Marañón	*	*	*	*	*	*	*			*
7	Pl. Salamanca	*	*	*	*	*	*				*
8	Escuelas Aguirre	*	*	*	*	*	*	*			*
9	Pl. Luca de Tena	*	*	*	*	*					*
10	Cuatro Caminos	*	*	*	*	*					*
11	Ramón y Cajal	*	*	*	*	*	*				*
12	Pl. Manuel Becerra	*	*	*	*	*	*				*
13	Vallecas	*	*	*	*	*	*				*
14	Fernández Ladrera	*	*	*	*	*					*
15	Pl. de Castilla	*	*	*	*	*	*	*		*	*
16	Arturo Soria	*	*	*	*	*					*
17	Villaverde	*	*	*	*	*			*		*
18	C/ Farolillo	*	*	*	*	*	*				*
19	Av. Extremadura	*	*	*	*	*					*
20	Av. Moratalaz	*	*	*	*	*					*
21	Isaac Peral	*	*	*	*	*					*
22	Pº de Pontones	*	*	*	*	*		*			*
23	Final C/ Alcalá	*	*	*	*	*	*	*			*
24	Casa de Campo	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
25	Sta. Eugenia	*	*	*	*	*				*	*
	TOTAL	25	25	25	25	25	11	7	2	3	25

Fuente: Ayuntamiento de Madrid

Tabla 1-7

Situación y dotación de las Estaciones Remotas del Ayuntamiento de Madrid (2001).

Leyenda

PAR: partículas
 BTX: benceno, tolueno y xileno
 NS: niveles sonoros
 LLA: lluvia ácida
 UV: radiación ultravioleta

donde están ubicadas las estaciones remotas, que permite el acceso directo a los datos de la estación instalada en su término municipal.

Paralelamente, con el fin de permitir el acceso a los ciudadanos a los datos obtenidos por la Red de Control, se ha elaborado una página web, cuya dirección es <http://medioambiente.madrid.org>, o enlazando desde <http://www.madrid.org>

- **Estaciones Remotas** ubicadas en las principales aglomeraciones urbanas del entorno de la capital: Alcalá de Henares, Alcobendas, Alcorcón, Coslada, Fuenlabrada, Getafe, Leganés, Móstoles y Torrejón de Ar.d.oz. En cada una de estas estaciones se miden todos los contaminantes actualmente regulados por las normas en vigor y con las técnicas de medición establecidas en la misma. El ozono se mide mediante absorción ultravioleta en todas las estaciones, y en algunas además median-

te quimioluminiscencia, para analizar la posible existencia de sustancias interferentes.

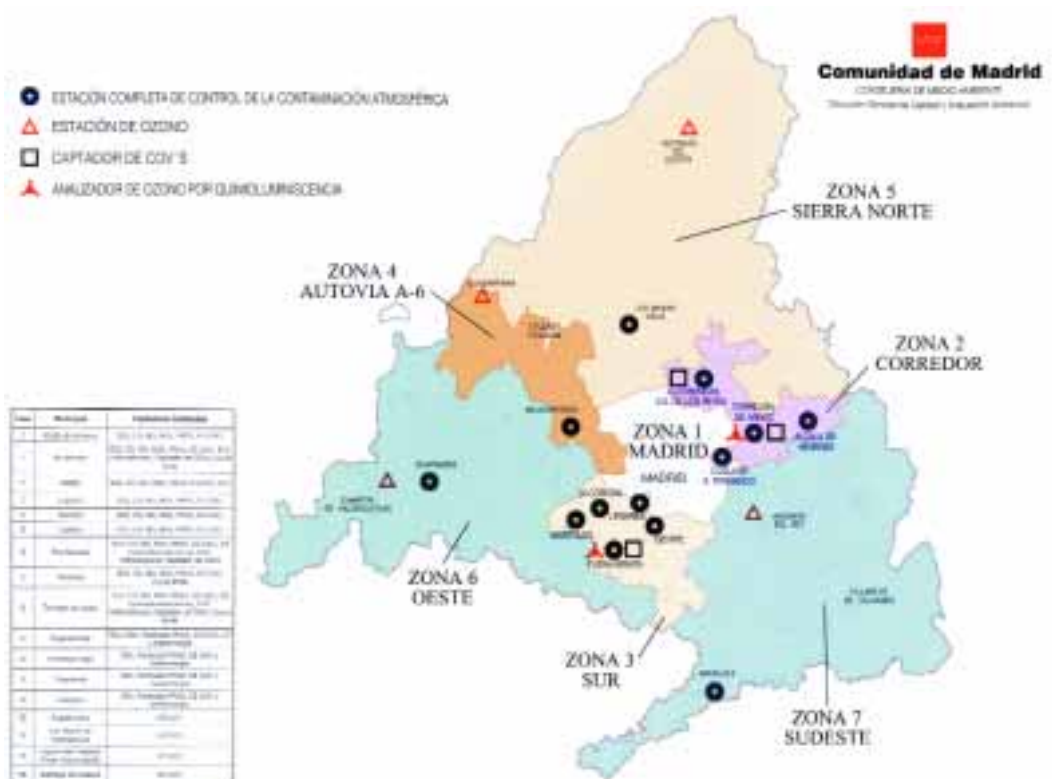
A fecha de diciembre de 2000 los analizadores instalados en cada una de las estaciones son los que aparecen en la tabla I-8.

- **Estación móvil completa** equipada como una estación de control remota y con la posibilidad de medir hidrocarburos. Su fin es el de efectuar campañas de medición en zonas de la Comunidad de Madrid no cubiertas por la Red Automática de Control.

Con la nueva legislación comunitaria en materia de contaminación atmosférica y la necesaria adaptación de los actuales mecanismos de vigilancia y control de la red a las nuevas técnicas de evaluación de la calidad del aire, surge el Plan de Saneamiento Atmosférico en la Comunidad de Madrid, para el periodo 1999-2002.

Figura I-13

Estaciones de Control Atmosférico de la Comunidad de Madrid.



Municipio	Getafe	Leganés	Alcalá de Henares	Alcobendas	Fuenlabrada	Móstoles	Torrejón de Ardoz	Alcorcón	Coslada
SO ₂	*	*	*	*	*	*	*	*	*
CO	*	*	*	*	*	*	*	*	*
NO	*	*	*	*	*	*	*	*	*
NO ₂	*	*	*	*	*	*	*	*	*
PM ₁₀	*	*	*	*	*	*	*	*	*
Ozono (UV)	*	*	*	*	*	*	*	*	*
Ozono (quimioluminiscencia)					*		*		*
BTX	*			*	*		*		
Hidrocarb. totales, metánicos y no metánicos				*	*		*		
Captador de COV _s				*	*		*		
Lluvia ácida	*			*			*		

Tabla I-8

Analizadores instalados en las estaciones de la Red de la Comunidad de Madrid hasta el año 2000.

De dicho Plan se derivan una serie de actuaciones (Figura I-13):

- Zonificación de la Comunidad de Madrid: la Comunidad de Madrid está dividida en siete zonas representativas del territorio, en función de las características de la población (densidad, número de habitantes) y diferentes niveles de calidad del aire.
- Instrumentar 4 nuevas estaciones de control de la contaminación atmosférica para SO₂, NO_x, Partículas PM₁₀, O₃ y meteorología, así como otras 4 que sólo medirán ozono.
- Reubicación de seis de las nueve estaciones de calidad del aire. Y además instalar ocho estaciones nuevas, cuatro representativas del territorio: Colmenar Viejo, Chapinería, Aranjuez y Majadahonda, con los analizadores tradicionales y cuatro de ozono: Buitrago de Lozoya, Rivas Vaciamadrid, San Martín de Valdeiglesias y Guadarrama. La reubicación responde al imperativo de las nuevas directivas en materia de calidad del aire y condiciones nuevas de macro y micro implantación.
- Elaboración de planes de control de calidad para las instalaciones que permitan unificar criterios de Control y Garantía de Calidad de las Redes de Vigilancia. Para ello está previsto instrumentar un laboratorio-unidad móvil que permitirá comparar y verificar datos de las estaciones de la Comunidad de Madrid con otras redes nacionales y europeas, además permitirá realizar controles de calidad del aire en puntos no cubiertos por la Red. Su puesta en marcha seguirá los requerimientos de Garantía y Control de Calidad (QA/QC)⁹ establecidos en las Directivas comunitarias y en EUROAIRNET.

4.4. ESTADO DE LA CALIDAD DEL AIRE EN LA COMUNIDAD DE MADRID EN EL PERIODO 1999-2000. RESULTADOS POR CONTAMINANTES.

Se resume a continuación el estado de la contaminación atmosférica en la Comunidad de Madrid en el periodo 1999-2000, teniendo en cuenta los valores que se indican en cada uno de los textos legales

⁹Los controles de calidad son procedimientos que aseguran que las medidas obtenidas por una instrumentación son correctas. Garantía de calidad es el procedimiento que asegura la reproducibilidad y la calidad de los datos de la Red.

Tabla 1-9
 Fechas de reubicación
 de las estaciones
 remotas de la Red de
 Control.

ESTACIÓN REMOTA	FECHA REUBICACIÓN
Alcalá de Henares	15 de marzo de 2000
Alcobendas	19 de enero de 2000
Fuenlabrada	29 de junio de 2000
Getafe	17 de febrero de 2000
Leganés	19 de marzo de 2000
Móstoles	6 de junio de 2000

vigentes. Para la estimación de los niveles se han tomado los datos de inmisión medidos en las 9 estaciones de la Red de Control de Calidad del Aire operativas en esas fechas, y se han elaborado una serie de datos estadísticos calculados a partir de ellos.

Se analiza la evolución de dióxido de azufre (SO₂), monóxido de carbono (CO), dióxido de

nitrógeno (NO₂), partículas en suspensión (PM₁₀), ozono (O₃) y plomo (Pb). Para cada uno de ellos se presenta una tabla con los valores límite de la legislación vigente en dicho periodo y la comparación con los valores límite incrementado en su margen de tolerancia para el año 2000 (en algunos contaminantes) según lo establecido en las nuevas Directivas.

Tabla 1-10

Periodo considerado	VALORES LÍMITE SO ₂ (µg/m ³ N)	Valor asociado partículas	
		Método humo normalizado	Método gravimétrico
Anual	Mediana de los valores medios diarios		
	80 120	>40 <40	>150 <150
1 octubre al 31 de marzo	Mediana de los valores medios diarios		
	130 180	>60 <60	>200 <200
Anual	Percentil, 98 de los valores medios diarios		
	250 También tres días consecutivos con valores superiores a 350 También tres días consecutivos con valores superiores a	>150 <150	>350 <350
Periodo considerado	VALORES GUÍA SO ₂ (µg/m ³ N)		
Anual	Media aritmética de valores medios diarios 40 - 60		
24 h	Valor medio diario 100 - 150		

Es importante, advertir, para la correcta interpretación de los datos, que durante el año 2000 se han reubicado seis de las nueve estaciones de control (las que aparecen en las tablas denominadas como 1 ó 2), por lo que en ellas los datos estadísticos no tienen el comportamiento de un año normal, ya que se refieren a puntos de control diferentes y no abarcan el año completo. Lo mismo ocurre con los cabezales de partículas que se cambiaron en las 9 estaciones, pasando de medir partículas totales PST a PM_{10} , es decir, contaminantes diferentes.

También es importante, para entender los datos que se presentan a continuación, tener en cuenta las fechas de reubicación de las estaciones remotas son las que aparecen en la Tabla 1-9.

Dióxido de azufre (SO₂): el dióxido de azufre no es un contaminante abundante en la Comunidad de Madrid, como puede verse en los valores estadísticos calculados. Este gas se produce principalmente en las

grandes instalaciones de combustión. En la Comunidad de Madrid la fuente más importante de emisión de este contaminante es la calefacción doméstica.

Para el dióxido de azufre la normativa en vigor en el periodo que nos ocupa es el Real Decreto 1613/85 que transpone la Directiva 80/779/CE relativa a niveles de SO₂ y partículas asociadas, medidas con el método del humo normalizado. Este R.D. fue modificado parcialmente con el R.D. 1321/92, y establece nuevas normas de calidad del aire en lo referente a la contaminación por dióxido de azufre asociado a partículas, dando valores para partículas según el método del humo normalizado y el gravimétrico con los valores que se registran en la tabla 1-10.

Los valores que para este compuesto establece la nueva normativa europea aparecen en la tabla 1-11.

En la tabla 1-12 aparecen los valores medios anuales correspondientes al periodo analizado 1999-

Tipo de límite	Periodo de promedio	Valor límite	Margen de tolerancia	Fecha de cumplimiento del valor límite
Valor límite horario para la protección de la salud humana	1 hora	350 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, valor que no podrá superarse más de 24 ocasiones por año civil	(43%) a la entrada de la directiva, con una reducción lineal a partir del 2 de enero del 2001, hasta alcanzar el 0% el 1 de enero de 2005	01/01/2005
Valor límite diario para la protección de la salud humana	24 horas	125 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, valor que no podrá superarse en más de tres ocasiones por año civil	Ninguno	01/01/2005
Valor límite para la protección de los ecosistemas	Año civil e invierno (del 1 de octubre al 31 de marzo)	20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Ninguno	19/07/2001

Tabla 1-11

Valores límite contemplados en la Directiva 1999/30/CE para las concentraciones en aire de dióxido de azufre.

DIÓXIDO DE AZUFRE

ÁREA: Medio Urbano

MU-E-1

INDICADOR: Concentración de SO₂ en el aire

ATRIBUTO VALORADO:

Calidad del aire

FUENTE: Consejería de Medio Ambiente y Ayuntamiento de Madrid

FECHA: 1999-2000

LEGISLACIÓN VIGENTE:

- Ley 38/1972, de 22 de diciembre, sobre Protección de la Contaminación Atmosférica
- Decreto 833/1975, de 6 de febrero, que aprueba el Reglamento de la Ley 38/72
- Orden de 10 de agosto de 1976, sobre normas técnicas para la determinación de los niveles de inmisión.
- Real Decreto 1613 /1985, de 1 de agosto, que modifica la Ley 38/1972 y establece nuevas normas de calidad del aire o valores de inmisión para el SO₂ y partículas en suspensión.
- Real Decreto 1321/1992, de 30 de octubre, por el que se modifica parcialmente el Real Decreto 1613/1985, de 1 de agosto, y se establecen nuevas normas de calidad del aire en lo referente a la contaminación por dióxido de azufre y partículas.

DESCRIPCIÓN DEL INDICADOR: Se considera la media de las concentraciones medias anuales de las nueve estaciones de la Red de Control de la Comunidad (Alcalá de Henares, Alcobendas, Alcorcón, Coslada, Fuenlabrada, Getafe, Leganés, Móstoles y Torrejón) para la Comunidad de Madrid.

Se ofrece la media del municipio de Madrid como dato aparte, debido a sus particulares dimensiones y población dentro de la Comunidad.

N: condiciones normales (0° C de temperatura y 760 mm. de presión atmosférica).

LOCALIZACIÓN / REPRESENTACIÓN / GRÁFICA DE EVOLUCIÓN:

Evolución:

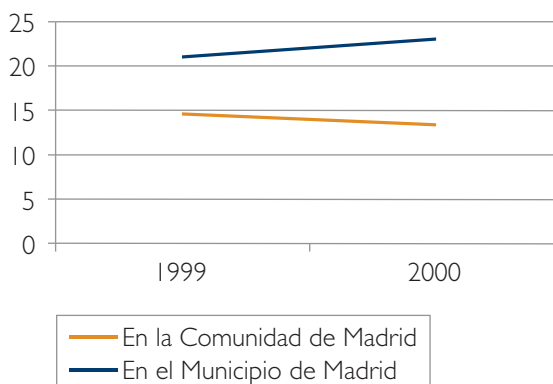
En la Comunidad de Madrid:

1999 14,57 µg/m³ N
2000 13,36 µg/m³ N

En el Municipio de Madrid:

1999 21 µg/m³ N
2000 23 µg/m³ N

EVOLUCIÓN DE LA CONCENTRACIÓN DE SO₂ EN LA COMUNIDAD DE MADRID



Estación	1999	2000
ALCALÁ I / ALCALÁ 2	18,3	29,2/13,4
ALCOBENDAS I / ALCOBENDAS 2	11,1	14,8/7,6
ALCORCÓN	12,8	12,8
COSLADA	11,4	11,0
FUENLABRADA I / FUENLABRADA 2	15,0	13,0/6,7
GETAFE I / GETAFE 2	15,5	16,0/7,6
LEGANÉS I / LEGANÉS 2	13,5	21,9/8,1
MÓSTOLES I / MÓSTOLES 2	16,7	18,5/6,1
TORREJÓN	16,9	13,8

Tabla I-12

Mediciones anuales medias de SO₂ en la red de control (µg/m³).

2000, obtenidos de la Red de Control de la Comunidad de Madrid.

En el año 2000 aparecen 2 valores: el primero corresponde a los datos obtenidos en la ubicación inicial de la estación, denominadas "1" y durante un periodo de tiempo muy corto coincidente con el invierno, que es cuando se produce mayor cantidad de gases de combustión (los datos de "Alcobendas 1" se calculan para los 18 primeros días del año, "Móstoles 1" se reubicó el 6 de junio, como ejemplos), estando por encima de lo que resultaría si se dispusiera de los datos del año completo. El segundo corresponde a valores de las estaciones reubicadas, denominadas "2", estos datos son inferiores porque los puntos de control están menos orientados al tráfico y porque el periodo muestreado presenta menos contaminación.

No se pueden establecer comparaciones entre los valores límite con los de la legislación vigente duran-

te el año 2000 salvo para las estaciones no reubicadas, ya que los valores límite vienen definidos como mediana de los valores medios diarios registrados durante un año completo. Así se puede decir que los niveles se han mantenido en estaciones como Alcorcón y Coslada y bajado ligeramente en Torrejón (Figura I-14).

No se registró ningún valor de concentración horaria o diaria superior a los valores límite horarios y diarios para la protección de la salud establecidos en la norma europea (125 µg/m³ como valor límite diario, que no podrá superarse en más de tres ocasiones por año y 350 mg/m³ como valor límite horario que no podrá superarse en más de 24 ocasiones por año civil y al que se aplicará un margen de tolerancia del 43 % a la entrada de la directiva, 500 mg/m³, con una reducción lineal a partir del 2 de enero del 2001, hasta alcanzar el 0 % el 1 de enero de 2005).

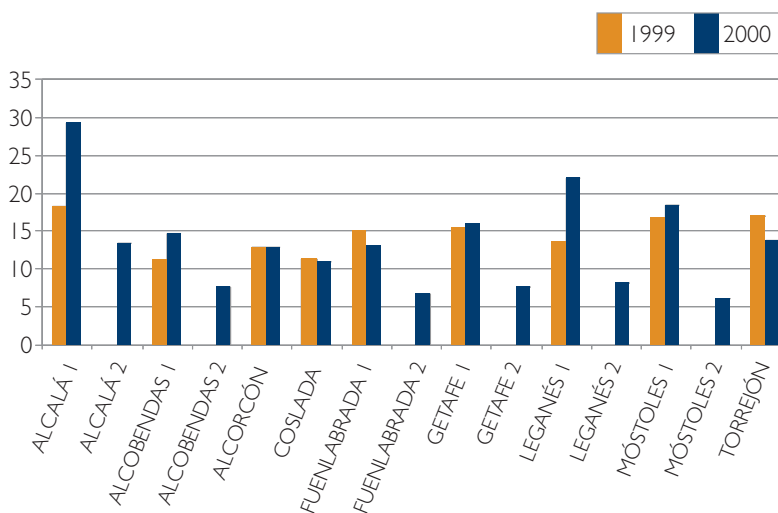


Figura I-14

Valor medio anual SO₂ (µg/m³).

ÓXIDOS DE NITRÓGENO

ÁREA: Medio Urbano

MU-E-3

INDICADOR: Concentración de NO_x en el aire

ATRIBUTO VALORADO:

Calidad del aire

FUENTE: Consejería de Medio Ambiente y Ayuntamiento de Madrid

FECHA: 1999-2000

LEGISLACIÓN VIGENTE:

- Ley 38/1972, de 22 de diciembre, sobre Protección de la Contaminación Atmosférica
- Decreto 833/1975, de 6 de febrero, que aprueba el Reglamento de la Ley 38/1972
- Orden de 10 de agosto de 1976, sobre normas técnicas para la determinación de los niveles de inmisión
- Real Decreto 717/1987, de 27 de mayo, que modifica la Ley 38/1972 y establece nuevas normas de calidad del aire en lo referente a contaminación por NO_x y Plomo.

DESCRIPCIÓN DEL INDICADOR: Se considera la media de las concentraciones medias anuales de las nueve estaciones de la Red de Control de la Comunidad (Alcalá de Henares, Alcobendas, Alcorcón, Coslada, Fuenlabrada, Getafe, Leganés, Móstoles y Torrejón) para la Comunidad de Madrid.

Se ofrece la media del municipio de Madrid como dato aparte, debido a sus particulares dimensiones y población dentro de la Comunidad.

Condiciones estándar (293° K de temperatura y 101,3 KPa de presión atmosférica (= 1013 mbar; 1atm).

Óxidos de nitrógeno (NO_x): la principal fuente de emisión de este contaminante en la Comunidad de Madrid son los vehículos a motor, siendo éste el contaminante que se encuentra en proporciones más elevadas conjuntamente con las partículas en suspensión.

Para los óxidos de nitrógeno la normativa en vigor en el periodo de 1999-2000 es el R.D. 717/1987 (Tabla I-13).

Los valores de aplicación según la nueva normativa (Directiva 1999/30/CE) aparecen en la tabla I-14.

Los valores medios anuales correspondientes al periodo analizado aparecen representados en la tabla I-15.

Las estaciones de control con medias anuales más altas (Torrejón, Alcorcón, Leganés y Getafe) son

las más cercanas a calles con tráfico intenso (Figura I-15)

En el resto de estaciones hay un comportamiento similar a otros contaminantes: las medias son más altas durante el periodo invernal, en las estaciones que aparecen como "1". En las estaciones "2" las medias son más bajas por tratarse de nuevos emplazamientos con mejores características en cuanto a menor orientación al tráfico y no incluir el periodo invernal que es el de mayor contaminación.

Si al valor límite anual para la protección humana 40 mg/m³ de NO₂ se le aplica el 50% de margen de tolerancia que permite la normativa en el año 2000, queda un valor de 60 mg/m³ (línea roja). En el año 1999 esta cifra fue superada en cuatro de las nueve estaciones, en el año 2000, como los valores quedan sesgados, no pueden tenerse en cuenta para aplicar la legislación.

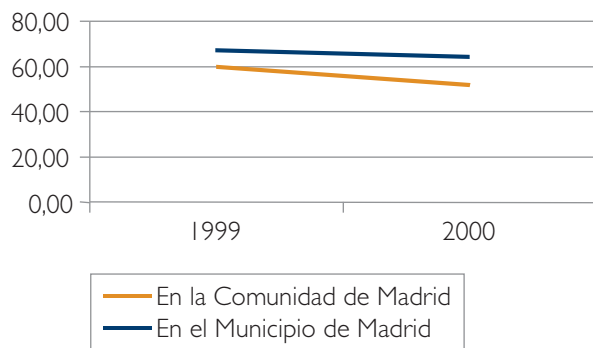
LOCALIZACIÓN / REPRESENTACIÓN / GRÁFICA DE EVOLUCIÓN:

Evolución de NO₂:

En la Comunidad de Madrid:		
1999	59,47	µg/m ³ N
2000	51,40	µg/m ³ N

En el Municipio de Madrid:		
1999	67	µg/m ³ N
2000	64	µg/m ³ N

EVOLUCIÓN DE LA CONCENTRACIÓN DE NO₂ EN LA COMUNIDAD DE MADRID (µg/m³N) 1999-2000



EVOLUCIÓN DE LA CONCENTRACIÓN DE NO_x EN EL MUNICIPIO DE MADRID 1998-2000

1998	160	µg/m ³ N
1999	157	µg/m ³ N
2000	150	µg/m ³ N

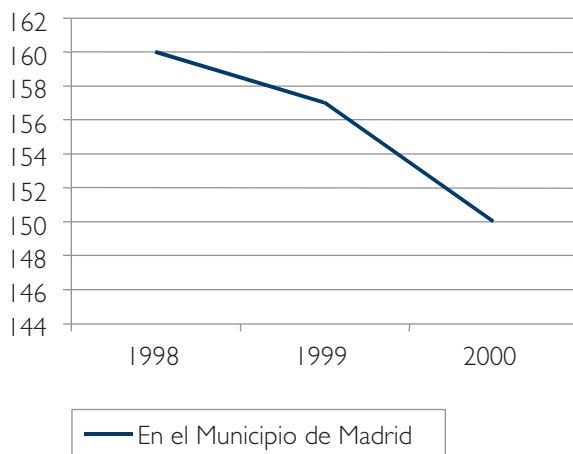


Tabla I-13

Valores límite para el NO₂ según el R.D. 717/1987.

Periodo de referencia	VALORES LÍMITE		
Anual (precisos el 75% de los datos uniformemente repartidos)	200 µg/m ³ Percentil 98, calculado a partir de valores medios horarios o periodos inferiores de tiempo		
Periodo de referencia	VALORES GUÍA		
Anual (precisos el 75% de los datos uniformemente repartidos)	50 µg/m ³ Percentil 50, calculado a partir de valores medios horarios o periodos inferiores de tiempo 135 µg/m ³ Percentil 98, calculado a partir de valores medios horarios o periodos inferiores de tiempo		
Periodo de referencia	VALORES REFERENCIA DECLARACIÓN EMERGENCIA (R.D. 833/75 de 6 de febrero)		
	PRIMER GRADO	SEGUNDO GRADO	TERCER GRADO
1 hora	957 µg/m ³	1.270 µg/m ³	1.700 µg/m ³
24 horas	565 µg/m ³	750 µg/m ³	1.000 µg/m ³
7 días	409 µg/m ³	543 µg/m ³	724 µg/m ³

Tabla I-14

Valores límite de NO₂ según la directiva 1999/30/CE.

Tipo de límite	Periodo de promedio	Valor límite	Margen de tolerancia	Fecha de cumplimiento del valor límite
Valor límite horario para la protección de la salud humana	1 hora	200 µg/m ³ , valor que no debe superarse más de 18 ocasiones por año civil	50 % a la entrada en vigor de la directiva, con una reducción lineal a partir del 1 de enero de 2001, hasta alcanzar el 0 % el 1 de enero de 2010	01/01/2010
Valor límite anual para la protección de la salud humana	1 año civil	40 µg/m ³ de NO ₂	50 % a la entrada en vigor de la directiva, con una reducción lineal a partir del 1 de enero de 2001, hasta alcanzar el 0 % el 1 de enero de 2010	01/01/2010
Valor límite para protección de la vegetación	1 año civil	30 µg/m ³	Ninguno	01/01/2010

Tabla I-15

Mediciones anuales medias de NO₂ de la red de Control (en µg/m² N).

Estación	1999	2000
ALCALÁ I / ALCALÁ2	47,9	57,1/28,7
ALCOBENDAS I / ALCOBENDAS2	48,2	59,0/37,5
ALCERCÓN	53,0	55,8
COSLADA	44,7	47,7
FUENLABRADA I / FUENLABRADA2	63,5	58,9/30,7
GETAFE I / GETAFE2	58,7	76,0/52,5
LEGANÉS I / LEGANÉS2	66,7	72,2/42,3
MÓSTOLES I / MÓSTOLES2	65,6	67,1/32,0
TORREJÓN	87,0	53,5

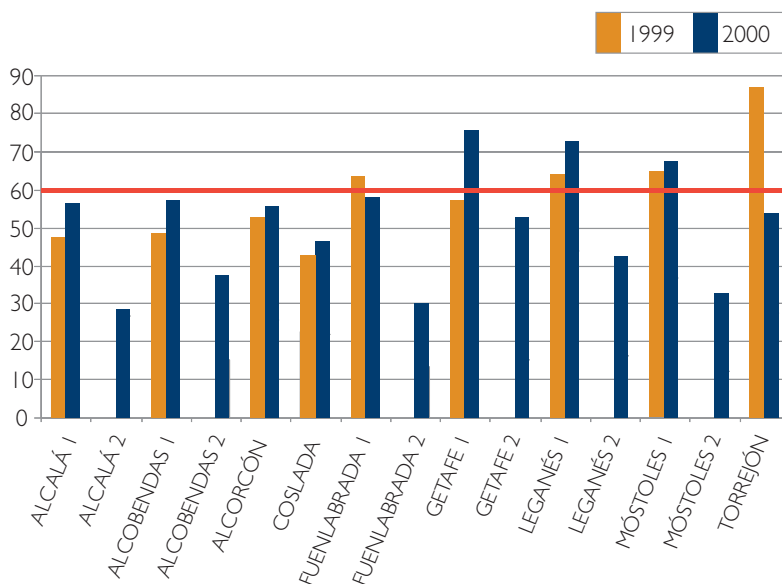


Figura I-15

Valor medio anual NO₂ (µg/m³).

Monóxido de carbono (CO): al igual que ocurre con los óxidos de nitrógeno el principal emisor en la Comunidad de Madrid son los motores de combustión.

La normativa en vigor en el bienio 1999-2000 es el Decreto 833/1975 que aprueba el Reglamento de la Ley 38/1972 de Protección del Ambiente Atmosférico (Tabla I-16).

Los nuevos valores para este compuesto, al aplicar la nueva normativa, son los que derivan de la Directiva hija 2000/69/CE, de 16 de noviembre, sobre valores límite para benceno y monóxido de carbono. Se tomarán las medidas necesarias para garantizar que las concentraciones de CO en el aire ambiente no superen el valor límite que aparece en la Tabla I-17.

PERIODO DE REFERENCIA	VALOR	SITUACIÓN
Treinta minutos	45 mg/m ³	Admisible
Octohorario	15 mg/m ³	Admisible
Diario	34 mg/m ³	Emergencia de primer grado
Diario	48 mg/m ³	Emergencia de primer grado
Diario	60 mg/m ³	Emergencia total

Tabla I-16

Valores de referencia para situaciones admisibles y de emergencia del CO según R.D. 833/1975.

Tipo de límite	Periodo de promedio	Valor límite	Margen de toletancia	Fecha de cumplimiento del valor límite
Valor límite horario para la protección a la salud humana	8 horas	10 mg/m ³	6 mg/m ³ , el 13 de diciembre de 2000, reduciendo el 1 de enero de 2003 y posteriormente cada 12 meses 2 mg/m ³ hasta alcanzar el 0% el 1 de enero de 2005	01/01/2005

Tabla I-17

Valores límite de CO según la directiva 2000/69/CE.

MONÓXIDO DE CARBONO

ÁREA: Medio Urbano

MU-E-4

INDICADOR: Concentración de CO en el aire

ATRIBUTO VALORADO:

Calidad del aire

FUENTE: Consejería de Medio Ambiente y Ayuntamiento de Madrid

FECHA: 1999-2000

LEGISLACIÓN VIGENTE:

- Ley 38/1972, de 22 de diciembre, sobre Protección de la Contaminación Atmosférica
- Decreto 833/1975, de 6 de febrero, que aprueba el Reglamento de la Ley 38/1972
- Orden de 10 de agosto de 1976, que establece normas técnicas para la determinación de los niveles de inmisión.

DESCRIPCIÓN DEL INDICADOR: Se considera la media de las concentraciones medias anuales de las nueve estaciones de la Red de Control de la Comunidad (Alcalá de Henares, Alcobendas, Alcorcón, Coslada, Fuenlabrada, Getafe, Leganés, Móstoles y Torrejón) para la Comunidad de Madrid.

Se ofrece la media del municipio de Madrid como dato aparte, debido a sus particulares dimensiones y población dentro de la Comunidad.

Condiciones estándar (293° K de temperatura y 101,3 KPa de presión).

LOCALIZACIÓN / REPRESENTACIÓN / GRÁFICA DE EVOLUCIÓN:

Evolución:

En la Comunidad de Madrid:

1999 1,95 mg/m³

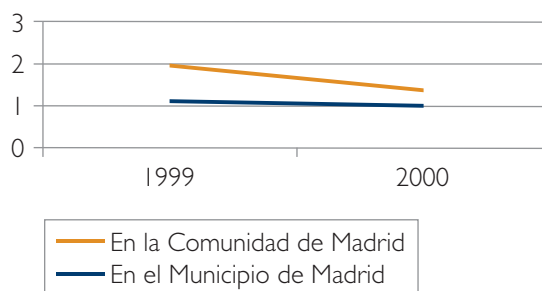
2000 1,37 mg/m³

En el Municipio de Madrid:

1999 1,1 mg/m³

2000 1,0 mg/m³

EVOLUCIÓN DE LA CONCENTRACIÓN DE CO EN LA COMUNIDAD DE MADRID (mg/m³N) 1999-2000



Los valores medios anuales correspondientes al periodo analizado 1999-2000 aparecen representados en la Figura I-16 y Tabla I-18.

Como en los casos anteriores no son comparables los datos de 1999 con los de 2000, pero la tendencia es que los niveles de CO han descendido en todas las estaciones de control (en las no reubicadas es evidente y en el resto, aunque no puedan establecerse medias comparables por no disponer del año completo, presentan la misma tendencia). Con este compuesto tampoco existen problemas de superación de valores límites actualmente en vigor, ni los que se establecen en las nuevas disposiciones europeas, incluso se cumpliría el valor límite definido para el año 2005 (Figura I-17).

Los valores límites que establece la nueva normativa europea no serían superados en ningún momento.

Partículas en suspensión (PST): en la mayor parte de las grandes aglomeraciones de la Comunidad de Madrid la calidad del aire ha mejorado de forma espectacular en los últimos años. La mejora de la calidad del aire ha sido uno de los logros de la política medioambiental, pero aún quedan algunos problemas concretos que hay que resolver de forma prioritaria en toda la UE, uno de ellos es el ocasionado por las partículas.

En principio se han fijado objetivos de calidad en relación a la concentración de partículas de diámetro inferior a 10 micrones (μm) que son las que pene-

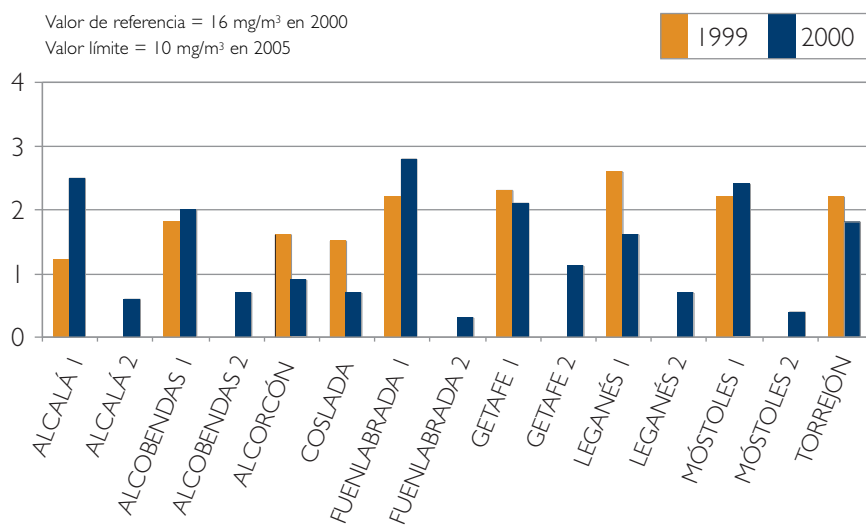


Figura I-16

Valor medio anual CO (mg/m³).

Estación	1999	2000
ALCALÁ 1/ ALCALÁ 2	1,2	2,5/0,6
ALCOBENDAS 1/ALCOBENDAS 2	1,8	2,0/0,7
ALCORCÓN	1,6	0,9
COSLADA	1,5	0,7
FUENLABRADA 1/FUENLABRADA 2	2,2	2,8/0,3
GETAFE 1/GETAFE 2	2,3	2,1/1,1
LEGANÉS 1/LEGANÉS 2	2,6	1,6/0,7
MÓSTOLES 1/MÓSTOLES 2	2,2	2,4/0,4
TORREJÓN	2,2	1,8

Tabla I-18

Mediciones anuales medias de la Red de Control para el CO (en mg/m³ N).

PARTÍCULAS EN SUSPENSIÓN

ÁREA: Medio Urbano

MU-E-2

INDICADOR: Concentración de partículas en suspensión (PST)

ATRIBUTO VALORADO:

Calidad del aire

FUENTE: Consejería de Medio Ambiente y Ayuntamiento de Madrid

FECHA: 1999-2000

LEGISLACIÓN VIGENTE:

- Ley 38/1972, de 22 de diciembre, sobre Protección de la Contaminación Atmosférica
- Decreto 833/1975, de 6 de febrero, que aprueba el Reglamento de la Ley 38/1972
- Orden de 10 de agosto de 1976, sobre normas técnicas para la determinación de los niveles de inmisión.
- Real Decreto 1613 /1985, de 1 de agosto, que modifica la Ley 38/1972 y establece nuevas normas de calidad del aire o valores de inmisión para el SO₂ y partículas en suspensión.
- Real Decreto 1321/1992, de 30 de octubre, por el que se modifica parcialmente el Real Decreto 1613/1985, de 1 de agosto, y se establecen nuevas normas de calidad del aire en lo referente a la contaminación por dióxido de azufre y partículas.

DESCRIPCIÓN DEL INDICADOR: Se considera la media de las concentraciones medias anuales de las nueve estaciones de la Red de Control de la Comunidad (Alcalá de Henares, Alcobendas, Alcorcón, Coslada, Fuenlabrada, Getafe, Leganés, Móstoles y Torrejón) para la Comunidad de Madrid.

Se ofrece la media del municipio de Madrid como dato aparte, debido a sus particulares dimensiones y población dentro de la Comunidad.

N: condiciones normales (0° C de temperatura y 760 mm. de presión atmosférica).

LOCALIZACIÓN / REPRESENTACIÓN / GRÁFICA DE EVOLUCIÓN:

En la Comunidad de Madrid:

1999 58,76 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ N

2000 76,62 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ N

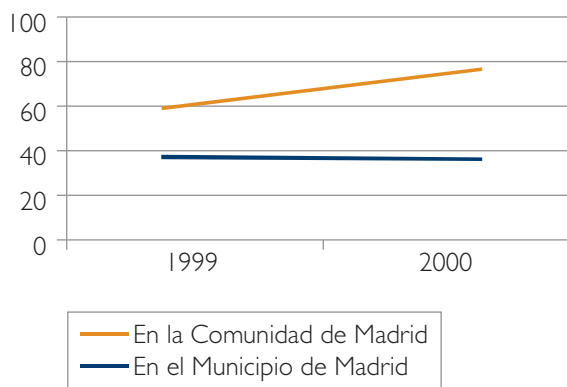
En el Municipio de Madrid:

1999 37 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ N

2000 36 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ N

EVOLUCIÓN DE LA CONCENTRACIÓN DE PARTÍCULAS EN SUSPENSIÓN

($\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$) 1999-2000



tran por las vías respiratorias. Investigaciones más recientes sugieren que son las partículas inferiores a 2,5 µm las más nocivas para la salud humana.

Resulta complejo determinar los efectos y elaborar los indicadores apropiados así como modelos de desplazamiento de partículas a fin de establecer la relación entre emisiones y concentraciones en el aire ambiente.

La legislación aplicable asociada al periodo de estudio parte del Decreto 833/1975, donde se establecen valores promedio de 24 horas para PST (300 µg/m³), posteriormente se modifica para adaptar a la Directiva 80/779/CEE con el Real Decreto 1613/1985 donde se indican los valores límite para partículas, y a su vez es complementado con el Real Decreto 1321/1992, donde se dan valores para partículas con el método del humo normalizado y con el gravimétrico. Puede verse un resumen en la tabla I-19.

Los valores límite para las partículas que deberán ser tenidos en cuenta en el futuro (cumplirlos para 1/1/05) están establecidos en la Directiva hija 1999/30/CE, pero no se refieren al total de partícu-

las, sino sólo a la fracción menor de 10 µm (PM-10), según muestra la tabla I-20.

En las estaciones de la Red de Control de la Comunidad de Madrid se registraban valores de partículas en suspensión totales mediante la técnica analítica basada en la absorción β. Con la nueva Directiva, además de los cambios que deben producirse por la necesidad de medir sólo la fracción PM-10, también se modifica la técnica analítica a emplear, que es la determinación gravimétrica de la masa captada en un filtro. Estas circunstancias hacen que en todas las estaciones de la Red, además de los cambios de ubicación, se haya procedido en la primera mitad del año 2000 al cambio de cabezales PST por cabezales de PM-10, de modo que los datos de PST no son equiparables con años anteriores puesto que no se dispone del año completo. Los resultados que aparecen en la tabla I-21 son los correspondientes a PST hasta el cambio de cabezales y en la Figura I-17 se muestra la situación de forma gráfica.

En general, los datos de 1999 no son comparables con los del 2000 en las estaciones reubicadas, aun-

Periodo considerado	VALORES LÍMITE PARTÍCULAS (expresados en µg/m ³ N)	
	Método de humo normalizado	Método gravimétrico
Anual	80 Mediana, valores medios diarios	150 Media aritmética, valores medios diarios
1 octubre al 31 de marzo	130 Mediana, valores medios diarios	-----
Anual invernal	250 Percentil 98, valores medios diarios Máximo tres días consecutivos	300 Percentil 95, valores medios diarios
Periodo considerado	VALORES GUÍA PARTÍCULAS (expresados en µg/m ³ N)	
Anual	40 – 60 Media aritmética, valores medios diarios	
24 h	100 - 150 Valor medio diario	

Tabla I-19

Legislación aplicable a PST en el periodo de estudio de 1999-2000.

Tabla I-20

Valores límite para las partículas PM10 (según la Directiva 1999/30/CE).

Fases	Periodo Promedio	Valor Límite	Margen de Tolerancia	Fecha de Cumplimiento
Fase 1				
Valor límite diario para la protección de la salud humana	24 horas	50 µg/m³ de MPI0, (que no podrá superarse más de 35 veces por año)	(50%) a la entrada en vigor de la directiva con una reducción lineal para el 1 de enero de 2001 y a continuación cada 12 meses hasta alcanzar el 0% para el 1 de enero de 2005	01/01/2005
Valor límite anual para la protección de la salud humana	1 año civil	40 µg/m³ de PM10.	(20%) a la entrada en vigor de la directiva con una reducción lineal para el 1 de enero de 2001 y a continuación cada 12 meses hasta alcanzar el 0% para el 1 de enero de 2005	01/01/2005
Fase 2				
Valor límite diario para la protección de la salud humana	24 horas	50 µg/m³ de PM10 (que no podrá superarse más de 7 veces por año)	Será equivalente al valor límite de la Fase 1.	01/01/2010
Valor límite anual para la protección de la salud humana	1 año civil	20 µg/m³ de PM10.	(50%) el 1 de enero de 2005 hasta alcanzar el 0% para el 1 de enero de 2010	01/01/2010

que parece, con las salvedades realizadas, que se produce un incremento de las concentraciones de partículas causado por coincidir el periodo de muestreo con el invierno, que es cuando mayor concentración existe de sustancias procedentes de la combustión. Como el comportamiento de las estaciones no reubicadas presenta un comporta-

miento diferente, sugiere que las causas de las modificaciones tienen carácter local.

Los datos obtenidos para PM-10 desde que se colocaron los cabezales se reflejan en la tabla I-22. Son datos obtenidos con las medias diarias y no pueden compararse con los anteriores al no tratarse de años completos.

Tabla I-21

Mediciones anuales medias de la Red de control para partículas en suspensión (µg/m³).

Estación	1999	2000	Fecha Cambio Cabezales
ALCALÁ1/ ALCALÁ2	70,6	78,0/ --	16/3/00
ALCOBENDAS1/ALCOBENDAS2	33,8	78,7/41,5	13/2/00
ALCORCÓN	81,3	51,3	1/2/00
COSLADA	53,9	80,5	12/3/00
FUENLABRADA1/FUENLABRADA2	37,6	63,1/ --	16/3/00
GETAFE1/GETAFE2	47,5	66,3/118,5	19/3/00
LEGANÉS1/LEGANÉS2	61,5	90,1/ --	18/3/00
MÓSTOLES1/MÓSTOLES2	55,7	78,6/ --	16/3/00
TORREJÓN	87,0	96,3	4/3/00

La Figura I-18 refleja gráficamente la situación. Aunque se trate de valores orientativos, se pueden ver las consecuencias del cambio de cabezales, los valores registrados de PM-10 son inferiores a los de

PST, puesto que son una fracción, además los emplazamientos nuevos están menos orientados al tráfico. Comparando estos valores con los marcados en la Directiva, incrementados en su margen de toleran-

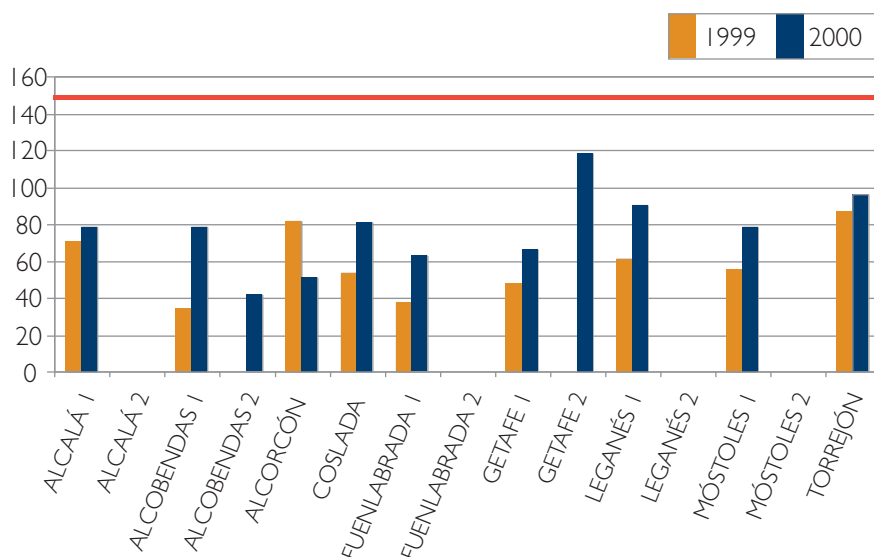


Figura I-17

Valor medio anual PST ($\mu\text{g}/\text{m}^3$).
Valor límite anual = $150 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

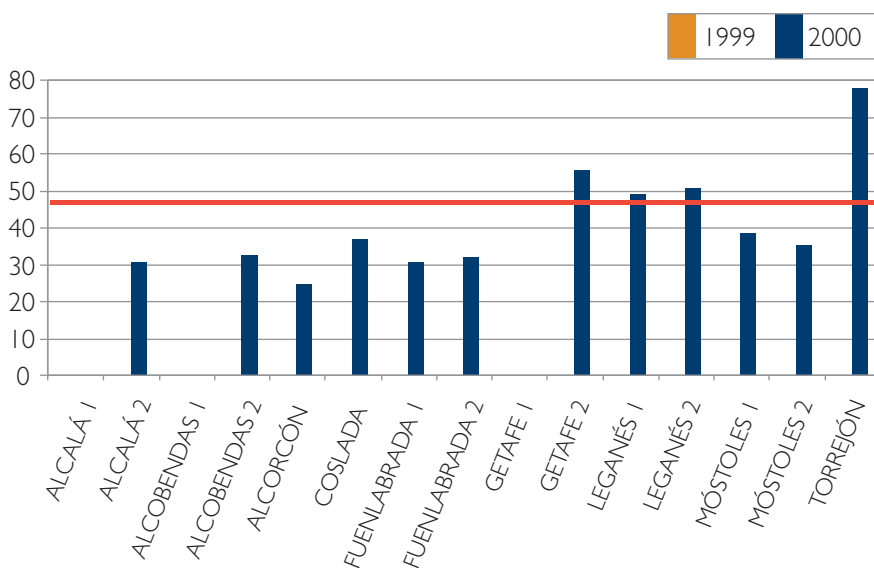


Figura I-18

Valor medio anual PM-10 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$).
Valor límite anual = $48 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Estación	1999	2000
ALCALÁ1/ALCALÁ2	--	-- / 30,6
ALCOBENDAS1/ALCOBENDAS2	--	-- /32,2
ALCORCÓN	--	24,8
COSLADA	--	36,5
FUENLABRADA1/FUENLABRADA2	--	30,8/32,1
GETAFE1/GETAFE2	--	-- /55,2
LEGANÉS1/LEGANÉS2	--	49,1/ 50,8
MÓSTOLES1/MÓSTOLES2	--	38,4/ 35,5
TORREJÓN	--	77,6

Tabla I-22

Mediciones anuales medias de la red de control para PM-10 (en $\mu\text{g}/\text{m}^3$).

cia, esto es $48 \mu\text{g}/\text{m}^3$, se superaría en algunas estaciones, aunque ya se ha indicado que no existen valores del año completo y no puede asegurarse que sea la tendencia cuando las series estén completas.

Plomo (Pb): el plomo es un metal pesado que ha sido utilizado como antidetonante en gasolinas y que se ha demostrado que afecta a la salud humana puesto que se acumula en la hemoglobina de la sangre. Como es uno de los elementos que requiere ser evaluado según las determinaciones de la nueva normativa europea, merece su atención en este contexto.

La normativa que en los años 1999-2000 regula el valor límite de este elemento en el aire ambiente es el Real Decreto 717/1987, que transpone la Directiva 82/884/CEE y establece que ese valor límite es de $2 \mu\text{g}/\text{m}^3$, calculado como media aritmética de los valores medios diarios registrados durante el año de referencia.

En la Comunidad de Madrid no se efectúan mediciones de plomo de forma continua, puesto que no es necesario por no superarse el UES (umbral de evaluación superior), sino que se realizan muestreos periódicos para evaluar el contenido de plomo en las partículas en suspensión. Esto impide, al igual que en casos anteriores, comparar con el valor límite marcado. Pero, según los datos obtenidos de la Red de Control de la Comunidad de Madrid y de modo orientativo, se puede comprobar que el valor máximo de los datos diarios registrados durante el año 2000 ha sido de $0,11 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

La Directiva 1999/30/CE establece que las concentraciones de plomo en el aire ambiente no excederán del valor límite fijado para la protección de la salud humana de $0,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$, con un margen de tolerancia del 100% cuando la Directiva entre en vigor; y reducción lineal a partir del 1/1/2001 y posterior-

mente cada 12 meses hasta alcanzar el 0% el 1/1/2005 o el 1/1/2010 en las inmediaciones de fuentes específicas. La fecha de cumplimiento será desde el 1/1/2005 o el 1/1/2010, en las inmediaciones de fuentes industriales específicas, situadas en lugares contaminados a lo largo de decenios de actividad industrial. El método de referencia del muestreo del Pb es el de PM_{10} , o cualquier otro método si los resultados son equivalentes al anterior:

Ozono (O_3): el ozono es un contaminante cuyos niveles han aumentado durante los últimos años. El periodo del año más conflictivo es el verano pues las altas temperaturas y la radiación solar favorecen la formación y su acumulación en el aire ambiente.

Como ya se vio anteriormente, el ozono es un gas tóxico cuando se encuentra en las capas bajas de la atmósfera por su elevado poder oxidante; cuando supera determinadas concentraciones puede producir daños en la salud humana, en la vegetación y en los materiales. Fue la OMS que, como consecuencia de estudios llevados a cabo en distintos países, publicó una serie de recomendaciones que han servido como base científica de la legislación europea que regula la presencia de ozono en el aire ambiente. Las principales alteraciones producidas por el ozono se centran en el aparato respiratorio y se pueden agravar cuando se realizan ejercicios físicos al aire libre. La OMS considera que los efectos respiratorios son más perjudiciales si existe una exposición prolongada a niveles moderadamente altos que si se dan valores muy elevados de manera puntual, así establece el control de la concentración en periodos de ocho horas.

La normativa en vigor parte de la Directiva 92/72/CEE, sobre contaminación atmosférica por ozono, transpuesta con el Real Decreto 1494/1995 al ordenamiento interno español. En ella se establecen los criterios que obligan a vigilar los niveles de ozono

para que no sobrepasen los límites establecidos y así poder informar a la Comisión y con esos datos adoptar medidas para reducir la formación del ozono, bien mediante la fijación de normas de calidad del aire o fijando límites de emisiones de las sustancias que los producen (NO_x, COV o HCB totales). Establece la necesidad de informar a la población cuando se supere el "umbral de información a la población" establecido en 180 µg/m³ N y el "umbral de alerta a la población", establecido en 360 µg/m³ N. También da los niveles "umbral de protección a la salud" (110 µg/m³ N) y "umbral de protección a la vegetación" (200 µg/m³ N, en 1 hora y 65 µg/m³ N en 24 horas, para la protección de cultivos frágiles y ecosistemas). Se está elaborando una nueva Directiva de las denominadas hijas sobre este contaminante, de la

que ya existe una propuesta presentada por la Comisión Europea. Parece que los niveles van a ser más restrictivos que los vigentes, pero hay que esperar a su aprobación definitiva.

Desde el año 1998 todas las estaciones de la Red Automática de la Comunidad miden este contaminante, en ningún momento se ha superado el umbral de alerta a la población (el valor máximo registrado fue el 24/5/97 en Fuenlabrada de 295,8 µg/m³ en una hora). Los valores medios anuales correspondientes al periodo analizado 1999-2000 aparecen representados en la Tabla 1-23.

La información gráfica de la tabla aparece en la Figura 1-19. Según estos datos parece que se ha producido

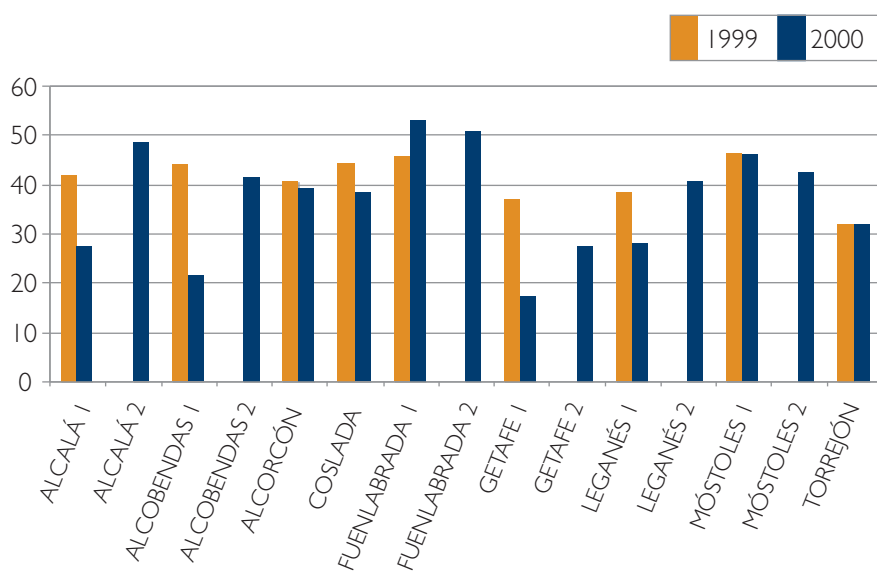


Figura 1-19

Valor medio anual
ozono
(en µg/m³).

Estación	1999	2000
ALCALÁ1/ALCALÁ2	41,8	27,3/48,5
ALCOBENDAS1/ALCOBENDAS2	43,9	21,3/41,5
ALCORCÓN	40,6	39,1
COSLADA	44,4	38,2
FUENLABRADA1/FUENLABRADA2	45,7	52,9/50,7
GETAFE1/GETAFE2	36,9	17,1/27,4
LEGANÉS1/LEGANÉS2	38,3	28,1/40,4
MÓSTOLES1/MÓSTOLES2	46,2	46,0/42,3
TORREJÓN	31,9	31,8

Tabla 1-23

Mediciones anuales
medias de la red de
Control par el Ozono
(en mg/m³).

OZONO (O₃)

ÁREA: Medio Urbano

MU-E-5

INDICADOR: Concentración de ozono troposférico

ATRIBUTO VALORADO:

Calidad del aire

FUENTE: Consejería de Medio Ambiente y Ayuntamiento de Madrid

FECHA: 1999-2000

LEGISLACIÓN VIGENTE:

- Ley 38/1972, de 22 de diciembre, sobre Protección de la Contaminación Atmosférica
- Real Decreto 1494/1995, de 8 de septiembre, sobre Contaminación Atmosférica por Ozono que realiza la transposición de la Directiva 92/72/CEE

DESCRIPCIÓN DEL INDICADOR: Se considera la media de las concentraciones medias anuales de las nueve estaciones de la Red de Control de la Comunidad (Alcalá de Henares, Alcobendas, Alcorcón, Coslada, Fuenlabrada, Getafe, Leganés, Móstoles y Torrejón) para la Comunidad de Madrid.

Se ofrece la media del municipio de Madrid como dato aparte, debido a sus particulares dimensiones y población dentro de la Comunidad.

N: condiciones normales (0° C de temperatura y 760 mm. de presión atmosférica).

LOCALIZACIÓN / REPRESENTACIÓN / GRÁFICA DE EVOLUCIÓN:

Evolución:

En la Comunidad de Madrid:

1999 41,07 $\mu\text{g}/\text{m}^3 \text{ N}$

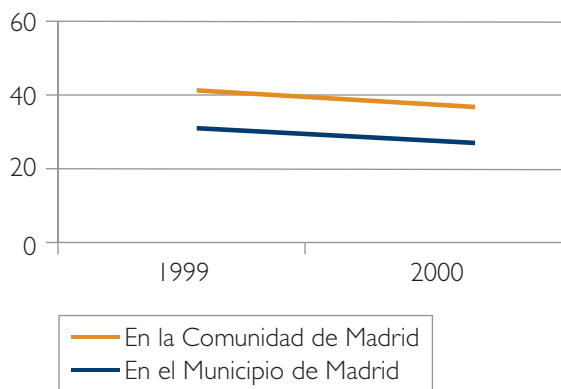
2000 36,84 $\mu\text{g}/\text{m}^3 \text{ N}$

En el Municipio de Madrid:

1999 31 $\mu\text{g}/\text{m}^3 \text{ N}$

2000 27 $\mu\text{g}/\text{m}^3 \text{ N}$

EVOLUCIÓN DE LA CONCENTRACIÓN DE OZONO EN LA COMUNIDAD DE MADRID ($\mu\text{g}/\text{m}^3 \text{ N}$) 1999-2000



un descenso significativo de los valores máximos. Las medias no son del todo comparables salvo en las estaciones no reubicadas, donde los valores de la media anual son similares. En las estaciones reubicadas, denominadas "1", bajan las medias, puesto que coincide con el periodo invernal, mientras que en la ubicación denominada "2", las medias coinciden con las estaciones de valores más altos.

En la Comunidad de Madrid se ha creado, mediante Decreto 180/2000, la Comisión Regional de Alerta por Ozono, donde se coordina, valora, propone y protocoliza la adopción de medidas tendentes a evitar la superación del umbral de alerta a la población, así como otras que resulten necesarias para paliar los efectos de superación de dicho umbral, en caso de que se produzca. En la Comisión están representadas la Administración Estatal, la Comunidad de Madrid y el Ayuntamiento de Madrid, así como otras instituciones que pertenecen a los ámbitos relacionados con la adopción de medidas que puedan considerarse necesarias.

Según esta normativa existe obligación de difundir a los medios de comunicación una serie de datos básicos a partir del umbral de información a la población, como son:

- la fecha y hora de las superaciones
- la concentración alcanzada y el umbral superado
- la zona afectada

- la previsión sobre la evolución de los niveles de ozono
- la población sensible al contaminante
- las recomendaciones preventivas básicas.

El número de superaciones del umbral de información ocurridas en la Comunidad de Madrid durante los años 1999-2000 se refleja en la Tabla I-24.

Según los datos obtenidos en la Red de Calidad del Aire las superaciones suelen tener lugar en días despejados, entre las 15:00 y las 17:00 horas solares y con temperaturas de 33-35°C. No se ha producido ninguna superación del umbral durante el invierno ni de noche. En general se observa un descenso durante el mes de agosto cuando se reduce el número de vehículos, y también cuando disminuyen las medias mensuales de NO₂, principal precursor del ozono.

Cabe destacar que en el año 2000 se ha reducido el número de superaciones del umbral de información a la población de manera considerable (de 66 horas en 1999 a 12 en todo el verano del año 2000). En estos datos se refleja una serie de circunstancias, sobre todo climatológicas, como que la velocidad media del viento registrada ha sido mayor durante este verano y además hubo algunos días de tormentas. Estos parámetros han podido registrarse a partir de los primeros meses del año 2000 puesto que se han instalado unas torres meteorológicas.

Estaciones	1999		2000	
	A	B	A	B
ALCALÁ	8	22	1	2
ALCOBENDAS	6	8	2	7
ALCORCÓN	2	4	0	0
COSLADA	13	26	1	1
FUENLABRADA	0	0	0	0
GETAFE	1	1	0	0
LEGANÉS	0	0	0	0
MÓSTOLES	2	4	0	0
TORREJÓN	1	1	1	2
NÚMERO TOTAL DE SUPERACIONES		66		12

Tabla I-24

A: número de días con superación del umbral de información a la población
 B: número de superaciones (horas) del umbral de información a la población.

5. POLÍTICAS Y PROGRAMAS DE CONTROL Y PREVENCIÓN DE LA CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA

5.1. POLÍTICAS Y OBJETIVOS DESDE LA UNIÓN EUROPEA

Gracias a los esfuerzos realizados durante una serie de años para coordinar las políticas y las medidas de actuación en toda Europa y fuera de ella para disminuir las emisiones perjudiciales y mejorar la calidad de la atmósfera, en la mayoría de los países europeos se han conseguido reducciones apreciables de diversas sustancias que constituyen una amenaza para el medio ambiente y la salud humana. La mayor parte de las emisiones se han producido como resultado de los cambios económicos y de las grandes fuentes contaminantes de los sectores de la industria y la energía. Medidas como cambios estructurales en la producción industrial y el uso de combustibles más limpios han contribuido a esta reducción.

Se han fijado objetivos cuantitativos a escala paneuropea en los convenios y protocolos para reducción de emisiones de CO₂, SO₂, NO_x y COV y en la producción de CFC.

Los gobiernos de todo el mundo respondieron ante los problemas del cambio climático en la Conferencia de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente y el Desarrollo, celebrada en Río de Janeiro, 1992, adoptando el Convenio Marco sobre el Cambio Climático (CMCC). Actualmente el Convenio ha sido suscrito por más de 160 países, entre los que se incluyen los Estados miembros de la Unión Europea. En dicho Convenio los países se comprometen a adoptar medidas encaminadas a restablecer el nivel de sus emisiones de gases de efecto invernadero en los niveles de 1990, antes del año 2000.

En la tercera conferencia de las partes signatarias del CMCC, que se celebra en Kioto en diciembre de 1997, se acuerda reducir las emisiones de 6 gases de efecto invernadero (CO₂, CH₄, HFC, PFC y SF₆) en un 5% global de las emisiones de 1990. El conjunto de reducción de emisiones debería hacerse efectivo entre 2008-2012. La UE, en conjunto, se comprometió a reducir un 8% sus emisiones. En el año 2005 están obligados a demostrar los progresos objetivos en el cumplimiento de sus compromisos. Aunque estos objetivos, si se llegan a cumplir, están lejos de los límites provisionales para asegurar la sostenibilidad (establecidos en al menos un 30-55% respecto a los niveles de 1990).

Entre las medidas propuestas en el ámbito de la Comunidad para conseguir los objetivos de Kioto aparecen:

- Los programas de eficiencia energética.
- Plantas de cogeneración de energía y calor.
- Sustitución del carbón por gas natural.
- Cambio de modalidades del transporte: potenciar el uso de transporte público (intercambiadores de transporte público, metrosur, etc.).
- Forestación de amplias zonas para permitir la absorción del carbono (ampliación del sumidero de carbono).

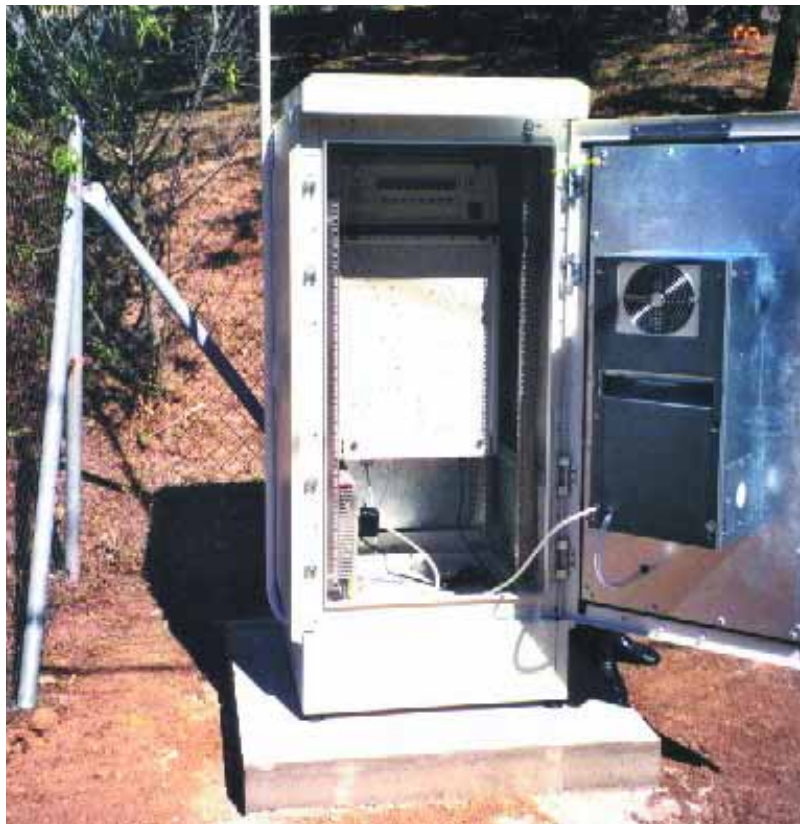
La comunidad internacional adoptó medidas para prevenir un mayor agotamiento a gran escala del ozono estratosférico cuando en 1985 se descubrió el agujero de ozono de la Antártida. En ese mismo año se firma el primer Convenio para la protección de la capa de ozono en Viena. Posteriormente, en septiembre 1987, se firma el Protocolo de Montreal, en el que se acuerda congelar el consumo mundial de determinados CFC y halones y reducir al 50% el consumo total de CFC para el año 2000, tomando como referencia las cifras de 1986. Estas medidas se endurecieron en sucesivas ocasiones, en Londres (1990) y

Copenhague (1992) se amplía su cobertura a otras sustancias; y en Viena (1995) y Montreal (1997) se acuerdan nuevos objetivos. Actualmente el Protocolo de Montreal ha sido ratificado por 162 países.

Las medidas estratégicas internacionales adoptadas para proteger la capa de ozono han dado como resultado una gran reducción de la producción mundial anual de sustancias que agotan el ozono con respecto a su valor máximo. También se ha producido un rápido descenso de las emisiones anuales. Pero dado el desfase de tiempo que existe entre la producción y la emisión de estas sustancias, que depende de las aplicaciones a las que están destinadas y de la duración de los equipos que las emplean, así como del tiempo que transcurre entre su emisión y la entrada en la estratosfera, no se ha observado todavía ningún efecto de esta estrategia en las concentraciones de ozono estratosférico o en la cantidad de radiación ultravioleta que llega a la superficie. Estas medidas son muy difíciles de poner en marcha, no se encuentra la fórmula para recoger estos compuestos mediante recogedores autorizados.

La recuperación de la capa de ozono tardará muchas décadas, pero se podría acelerar mediante una desaparición más rápida de los compuestos nocivos, como los HCFC y el bromuro de metilo, sobre todo en países en vías de desarrollo, y garantizando la destrucción sin riesgos de los CFC y halones acumulados en los almacenes y otros depósitos (frigoríficos y extintores viejos), además de impedir el comercio ilegal de las sustancias que agotan la capa de ozono.

Los efectos de la lluvia ácida observada en Europa han disminuido durante los últimos 15 años, gracias a las medidas de reducción aplicadas en las fuentes de emisión.



Estación de medida de ozono.

Dentro de las estrategias orientadas a combatir el problema de la acidificación en Europa a escala nacional e internacional nos encontramos con el primer tratado multilateral sobre contaminación atmosférica, el Convenio de Ginebra, celebrado en 1979, sobre contaminación atmosférica transfronteriza a gran distancia y por otra parte, el Quinto Programa de Acción en Materia de Medio Ambiente de la UE⁸.

En este marco se han ido firmando, de forma periódica, unos protocolos en los que se establecen objetivos concretos para reducir SO_2 y NO_x . Dichos objetivos se han ido cumpliendo, en plazo, en toda Europa, en el caso del dióxido de azufre. Estos descensos (en torno al 40% de disminución global en periodo 1980-1995) se deben fundamentalmente a las medidas de reducción aplicadas a fuentes con numerosos puntos de emisión (desulfuración de gases de combustión y car-

⁸Por la decisión 1600/2002/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 22 de julio de 2002, se establece el Sexto programa de acción comunitario en Materia de Medio Ambiente.

bón con bajo contenido en azufre), medidas como la sustitución del carbón por gas natural y la renovación de las centrales eléctricas. (Nueva Directiva sobre grandes instalaciones de combustión).

Dentro de la UE se han emprendido iniciativas para reducir a largo plazo los niveles de azufre, entre las que se encuentran la regulación a través de Directivas sobre la reducción de la concentración de azufre en derivados del petróleo, en grandes plantas de combustión y las que establecen límites para emisiones en vehículos de transporte por carretera (Segundo Programa Auto Oil), y en concreto la Directiva sobre prevención y control integrado de la contaminación (IPPC).

Los objetivos establecidos en el primer protocolo del Convenio de Ginebra sobre contaminación

atmosférica transfronteriza a gran distancia, para reducir la emisión de óxidos de nitrógeno, NO_x , también fueron alcanzados en Europa en su conjunto. Actualmente, se pretende un segundo protocolo, sobre múltiples contaminantes multiefecto, que incluye los problemas de acidificación, eutrofización y ozono troposférico, junto con las emisiones de óxido de nitrógeno (NO_x), puesto que para que se reduzcan los efectos negativos de los primeros es necesario que sigan disminuyendo las emisiones de los segundos. Para disminuir los compuestos orgánicos volátiles, se dictó la Directiva 1999/13/CE, de 11 de marzo, relativa a la limitación de las emisiones de estos compuestos debido al uso de disolventes orgánicos en determinadas actividades industriales.

Desde el Quinto Programa de Acción en Materia de Medio Ambiente de la UE se han adoptado objetivos

Tabla I-25

Tabla resumen valores límite + márgenes de tolerancia, que hay que considerar para cada año, según la Primera y Segunda Directivas Hijas.

Año	$\text{PM}_{10}^{(1)}$		$\text{SO}_2^{(1)}$	$\text{NO}_2^{(1)}$		Plomo ⁽¹⁾	$\text{CO}^{(2)}$	Benceno ⁽²⁾
	V.L. diario salud	V.L. anual salud	V.L. horario salud	V.L. anual salud	V.L. horario salud	V.L. anual salud	V.L. octohorario salud	V.L. anual salud
2000	75	48	500	60	300	1,0	16 desde 13-12-00	10 desde 13-12-00
2001	70	46,4	470	58	290	0,9	16	10
2002	65	44,8	440	56	280	0,8	16	10
2003	60	43,2	410	54	270	0,7	14	10
2004	55	41,6	380	52	260	0,6	12	10
2005	50	40	350	50	250	0,5	10	10
2006	a revisar	36		48	240			9
2007		32		46	230			8
2008		28		44	220			7
2009		24		42	210			6
2010		20		40	200			5

(1) Directiva 1999/30/CE (2) Directiva 2000/69/CE

Protocolos actuales	Año	Objetivo principal
Primer protocolo sobre el azufre (Helsinki)	1985	Reducir, para 1993, las emisiones y flujos transfronterizos de azufre en un 30% sobre los niveles de 1980.
Segundo protocolo sobre el azufre (Oslo)	1994	Fijar límites máximos de emisión a escala nacional para el 2000 (y en algunos casos para el 2005/2010) a partir del objetivo provisional de reducir en un 60% la superación del percentil 5 de la carga crítica para la deposición de azufre
Primer protocolo sobre NOx (Sofía)	1988	Estabilizar, para 1994, las emisiones y los flujos transfronterizos de NOx en los niveles de 1987.
Protocolos de la CEPE en preparación	Año (previsto)	Objetivo principal
Protocolo de múltiples contaminantes multiefecto	1999	Establecer límites máximos de emisión a escala nacional para el NOx, NH ₃ y COV en función de los efectos producidos (cargas críticas y niveles) y de la relación coste-efectividad, con el fin de reducir la acidificación, eutrofización y el ozono troposférico, además de reducir las emisiones de COVNM.
Política actual de la UE	Año	Objetivo principal
Objetivo del SPAMA para el SO ₂	1992	Reducir el nivel de 1985 en un 35% para 2000. Ya están en vigor varias directivas orientadas a la consecución de este objetivo.
Objetivo del SPAMA para el NOx	1992	Estabilizar los niveles en 1994 y reducirlos en un 30% para 2000, en relación con los niveles de emisión de 1990. Ya están en vigor varias directivas orientadas a la consecución de este objetivo.
Estrategia de la UE en preparación	Año (previsto)	Objetivo principal
Reducción de las emisiones de SO ₂ , NOx y NH ₃	1998	Reducir las emisiones de SO ₂ , NOx y SO ₂ , y NH ₃ con una estrategia basada en los efectos (cargas críticas) y en la relación coste-efectividad, a fin de alcanzar para el 2010 el objetivo provisional de reducir al menos en un 50% la diferencia (según el escenario de referencia que incluye todas las directivas vigentes y en proyecto de la UE), en cada una de las zonas de ecosistemas que superen las cargas críticas de acidez total.

Tabla I-26

Objetivos actuales y futuros de la CEPE (Comisión Económica para Europa de las Naciones Unidas) y la UE para reducir las emisiones relacionadas con la acidificación y la eutrofización.

muy similares y de manera integrada con los anteriores. En cuanto al otro compuesto de nitrógeno, el amoníaco, no se han fijado objetivos internacionales, aunque sí está incluido en las negociaciones del nuevo protocolo del Convenio de Ginebra, y se espera que una próxima Directiva introduzca niveles máximos para la emisión de amoníaco a escala nacional. También afectará en este marco conceptual la Directiva 2001/81/CE sobre techos nacionales de emisión de determinados contaminantes atmosféricos.

5.2. PLANES Y PROGRAMAS EN LA COMUNIDAD DE MADRID

La Consejería de Medio Ambiente tiene competencias en materia de prevención y corrección de la contaminación atmosférica en lo concerniente al control de la misma y a la elaboración de planes que contribuyan a la mejora de la calidad del aire, ya que el control de las emisiones en las fuentes y la verificación de su adecuación a la normativa



Estación de medida de la calidad del aire en Aranjuez.

vigente es una función realizada por la Dirección General de Industria, Energía y Minas, perteneciente a la Consejería de Economía e Innovación Tecnológica.

Para la consecución de esta mejora en la calidad del aire, la Comunidad de Madrid inició en 1999 el Plan de Saneamiento Atmosférico y el Proyecto EMMA (Integrated Environmental Monitoring, Forecasting and Warning System in Metropolitan Areas) de predicción medioambiental en áreas metropolitanas.

El Plan de Saneamiento Atmosférico, que comenzó en el año 1999 y esta operativo hasta el 2002, tiene como objetivos:

- Mejorar el sistema de evaluación de la calidad del aire en todo el territorio mediante la optimización de los sistemas actuales de vigilancia y control y la incorporación de otros sistemas no disponibles actualmente en esta Comunidad (medidas meteorológicas complementarias y modelos de difusión atmosférica).
- Conocer la exposición de los distintos receptores de la contaminación atmosférica, es decir, la población, los cultivos y los ecosistemas con otros organismos naturales, a niveles de contaminación que pudieran ser perjudiciales.
- Disponer de un sistema eficaz de intercambio de información sobre los niveles de contaminación atmosférica con otros organismos y con el público en general, especialmente en lo que respecta a la superación de umbrales.
- Estimar, con suficiente precisión, el tipo y la magnitud de las emisiones a la atmósfera procedentes de las principales fuentes de los contaminantes atmosféricos.
- Estimar las emisiones a la atmósfera procedentes de las principales fuentes de gases invernadero para así poder evaluar el impacto de dichas fuentes con vistas a su futuro.
- Disminuir las emisiones de algunos contaminantes atmosféricos emitidos a la atmósfera en la Comunidad de Madrid, incluyendo los causantes del efecto invernadero.

Las actuaciones previstas en el plan se centran en los siguientes aspectos y proyectos:

- Optimización de la red de estaciones remotas
- Red de captadores manuales de bajo volumen
- Unidad móvil
- Equipamiento complementario y realización de

actividades necesarias para la evaluación de la calidad del aire

- Explotación del equipamiento
- Proyectos adicionales de modelización de la calidad del aire
- Potenciación de la ITV medioambiental
- Recuperación de vapores en estaciones de servicio
- Energía solar para agua caliente sanitaria
- Fomento de la disminución de emisiones contaminantes

La inversión prevista por el plan es de 2.000 millones de pesetas (12 millones de euros). Como fuentes de financiación contempla, por un lado la Unión Europea a través de las Acciones Comunitarias para el Medio Ambiente (ACMA), los Fondos estructurales (Fondo Social Europeo —FSE—, Fondo Europeo de Orientación y Garantía Agrícola —FEOGA— y Fondo Europeo de Desarrollo Regional —FEDER—). Por otra parte la Administración Central y Autonómica a través de Acciones presupuestarias, Subvenciones, Programas de Desarrollo y otras fuentes.

En cuanto al Proyecto EMMA, consiste en un modelo de simulación de la calidad del aire que permitirá conocer las concentraciones de contaminantes en el espacio 3D y en el tiempo, a partir de datos de emisión y variables meteorológicas conocidos. Lleva asociado un módulo meteorológico no hidrostático (REMEST) que realiza diagnósticos y pronósticos, además lleva asociado un módulo químico que permite calcular concentraciones de contaminantes (CHEMA). El sistema se alimenta diariamente de 5 módulos: topografía, usos del suelo, sondeos verticales meteorológicos, red de monitorización de la Comunidad de Madrid y los resultados del modelo EMIMA (cálculo de las emisiones del dominio del modelo).

La Consejería de Medio Ambiente está participando en este proyecto, cofinanciado por la Dirección General XIII de la Comisión Europea dentro del programa TELEMATICS, y se espera disponer de un modelo de difusión de gran calidad, dotado de una interfase de usuario muy avanzada y con salidas en 2D y 3D, para facilitar la capacidad de análisis. ■