

Índice

Estrategia Local de Calidad del Aire de la Ciudad de Madrid

2006-2010

1	INTRODUCCIÓN	7
2	ANTECEDENTES	11
2.1	Primeras actuaciones municipales en materia de calidad del aire	13
2.2	El primer Plan de Saneamiento Atmosférico, antecedente de la actual Estrategia de Calidad del Aire	14
2.3	Incremento de la actuación en materia de calidad del aire tras la adhesión española a la Unión Europea	15
2.4	Actuación municipal en los últimos años	16
3	NORMATIVA DE REFERENCIA	19
4	LA RED AUTOMÁTICA DE VIGILANCIA DE LA CALIDAD ATMOSFÉRICA DEL AYUNTAMIENTO DE MADRID	23
5	DIAGNÓSTICO DE CALIDAD DEL AIRE	27
5.1	Dióxido de azufre (SO ₂)	29
5.2	Dióxido de nitrógeno (NO ₂) y óxidos de nitrógeno (NO _x)	31
5.3	Partículas en suspensión (PM ₁₀)	36
5.4	Monóxido de carbono (CO)	46
5.5	Plomo (Pb)	47
5.6	Benceno	48
5.7	Hidrocarburos	49
6	ORIGEN DE LOS CONTAMINANTES	51
6.1	El inventario de emisiones del Ayuntamiento de Madrid. Emisiones desde el municipio de Madrid	53
6.2	El inventario de emisiones de la Comunidad de Madrid. Emisiones desde municipios cercanos	60

Índice

Estrategia Local de Calidad del Aire de la Ciudad de Madrid

2006-2010

7.	Objetivos de la estrategia	63
7.1.	Objetivos de emisiones de NO _x	65
7.2.	Objetivos de emisión de partículas en suspensión	69
7.3.	Objetivos de emisión de gases de efecto Invernadero (GEI)	70
7.4.	Objetivos de emisión de otros contaminantes	73
8.	PROGRAMA DE ACTUACIÓN	75
8.1.	Medidas sobre tráfico rodado	78
8.2.	Fuentes fijas	213
8.3.	Medidas Fiscales	228
8.4.	Concienciación ciudadana	229
8.5.	Estudios y mejora del conocimiento	231
8.6.	Monitorización	232
8.7.	Residuos urbanos	257
8.8.	Cambio climático	258
8.9.	Otras medidas	261
9.	COSTE ECONÓMICO	265
9.1.	Introducción	267
9.2.	Estimación de costes de aplicación	267
9.3.	Valoración económica de los beneficios ambientales derivados de la mejora de la calidad del aire en el municipio de Madrid	274



Estrategia Local de Calidad del Aire de la Ciudad de Madrid 2006-2010



INTRODUCCIÓN



I. INTRODUCCIÓN

Durante los últimos años, Madrid ha demostrado ser una de las ciudades de mayor dinamismo de toda Europa, registrando un crecimiento sostenido de sus variables socioeconómicas. Esta evolución ha venido acompañada de una reducción de la concentración de la mayoría de los contaminantes presentes en la atmósfera, demostrando que con las medidas implantadas a diferentes niveles, es posible desacoplar el crecimiento económico de la degradación medioambiental.

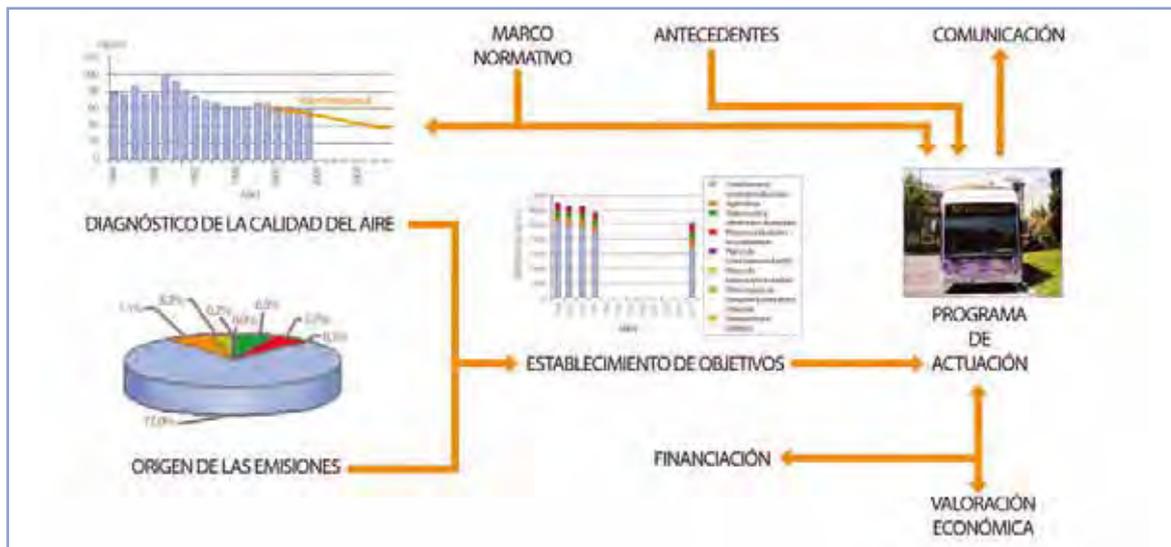
Sin embargo, el nuevo marco normativo de aplicación a partir de 2005 y 2010, según el contaminante atmosférico de que se trate, así como el mayor conocimiento sobre su impacto en la salud, impone la necesidad de reforzar las medidas encaminadas a mejorar los niveles de calidad del aire en la ciudad.

Con este fin, en los próximos años las diferentes administraciones implicadas en materia medioambiental potenciarán diversas políticas horizontales directamente relacionadas con la calidad del aire. Considerando la actual relación existente entre las fuentes emisoras y las posibilidades de actuación, el protagonismo de estas políticas exige un fuerte compromiso por parte de la administración local, que debe ser necesariamente apoyado por otras medidas de carácter regional o estatal.

La Estrategia Local de Calidad del Aire aúna las actuaciones en este ámbito del Ayuntamiento de Madrid y de otras instituciones de la ciudad en el período 2006-2010, que se desarrollarán en varios de los aspectos claves de la ciudad, como la limitación del tráfico, el fomento del transporte público o la reducción de emisiones domésticas, potenciando las actuaciones concretas que actualmente ya se están llevando a cabo y estableciendo nuevas medidas con este objetivo.

Los trabajos elaborados con objeto de la redacción de esta Estrategia han conducido a la redacción de una elevada cantidad de documentación que en formato impreso abarca necesariamente varios volúmenes. El presente documento supone una síntesis de este amplio material, elaborada con el objetivo de facilitar las tareas de diseminación y comunicación que esta Estrategia requiere. ■

Esquema del plan de trabajo acometido con objeto de la elaboración de la Estrategia



2.

antecedentes

2.1.	Primeras actuaciones municipales en materia de calidad del aire	13
2.2.	El primer Plan de Saneamiento Atmosférico, antecedente de la actual Estrategia de Calidad del Aire	14
2.3.	Incremento de la actuación en materia de calidad del aire tras la adhesión española a la Unión Europea	15
2.4.	Actuación municipal en los últimos años	16

2. ANTECEDENTES

2.1. Primeras actuaciones municipales en materia de calidad del aire

La presente Estrategia Local de Calidad del Aire supone un nuevo paso en la dilatada trayectoria de actuaciones municipales en materia de contaminación atmosférica. Desde finales de los años sesenta, la ciudad de Madrid se pone a la cabeza entre las administraciones que comenzaban a desarrollar e implementar medidas que permitiesen reducir los niveles de contaminantes en la atmósfera. De esta forma, en el Pleno de 28 de junio de 1968 se aprobó la "Primera Ordenanza Reguladora de la Actuación Municipal para Combatir en Madrid la Contaminación Atmosférica", cuyo contenido se refería únicamente a la contaminación del medio atmosférico por formas de materia.

En 1972 se aprueba la Ley de Protección del Medio Ambiente Atmosférico, posteriormente desarrollada a través de decretos, en especial el Decreto 833/1975, que establecía los valores admisibles para los niveles de inmisión, y los límites de emisión aplicables, según el compuesto de que se tratase, a industrias especialmente contaminantes. La necesidad de adaptar la normativa municipal a lo dispuesto en esa Ley y la declaración mediante el Real Decreto 3536/1977, de parte de Madrid como Zona de Atmósfera Contaminada, obligaron a una modificación y ampliación de la Ordenanza de Contaminación Atmosférica aprobada en 1968.

Con la aprobación de la primera Ordenanza de contaminación atmosférica se creó un nuevo departamento municipal llamado "Departamento de Lucha contra la Contaminación Atmosférica", cuya primera tarea fue la de documentar con mediciones y datos la situación real en la que se encontraba la atmósfera de la ciudad. Para ello, se adquirieron una serie de captadores para medir la acidez y la cantidad de humos negros en la atmósfera. A mediados de los setenta, el número de captadores ascendía a un total de 48; simultáneamente se instaló una red de equipos de medición para monóxido de carbono, óxidos de nitrógeno y plomo.

En 1975, mediante un Bando de Alcaldía Presidencia, se prohibió el empleo en Madrid de determinados combustibles con elevado contenido en azufre.

Como parte del Departamento de Lucha contra la Contaminación Atmosférica se crearon los Servicios de Inspección, destinados a verificar el funcionamiento de los focos fijos de contaminación, tanto domésticos como industriales, comprobando sus emisiones de gases y ruidos.

Durante esos años se realizaron estudios y campañas destinados a evaluar los focos que tenían mayor influencia sobre la contaminación por partículas. Al identificarse los vehículos diésel como fuente principal de las mismas, se decidió construir y equipar dos centros para el control de vehículos.

En 1978 entró en funcionamiento la primera Red Automática de Vigilancia y Control de la Contaminación, que sirvió para sustituir a la antigua red de captadores manuales. En una primera etapa la red estuvo constituida por 16 estaciones fijas de medición, dotadas de aparatos de detección en tiempo real de dióxido de azufre y partículas en suspensión. En cuatro de ellas existía, además, un equipamiento de sensores meteorológicos y medidores de monóxido de carbono. Con posterioridad, el número de estaciones fijas se amplió a 20.

En 1979, formando parte de la Policía Municipal, se creó la Unidad específica denominada Patrulla Verde. Sus misiones eran complementarias a las de los servicios de inspección, detectando incumplimientos tanto de focos fijos como de vehículos.

2 antecedentes

2.1.

En 1981 comenzaron a efectuarse los primeros recuentos de polen mediante un captador específico situado en la azotea del edificio en el que se ubicaba el Departamento de Contaminación Atmosférica. La información recabada se facilitaba tanto a los profesionales sanitarios como al público que lo solicitase.

Esta situación cambió al crearse en 1992 la Red Palinológica de la Comunidad de Madrid, que ampliaba la información disponible. La mencionada estación pasó entonces a formar parte de la red regional, conservando su carácter municipal. ■

2.2. El primer Plan de Saneamiento Atmosférico, antecedente de la actual Estrategia de Calidad del Aire

14

Pese a no registrarse superaciones de los límites establecidos por el Real Decreto 833/1975, el episodio de contaminación sufrido entre noviembre y diciembre de 1979, en el que, debido a las condiciones meteorológicas, se registraron altos índices de contaminación, condujo a la elaboración en 1982 del primer Plan de Saneamiento Atmosférico, estructurado en tres etapas:

En la primera etapa (1981-1982) se acometió la realización de un conjunto de estudios de apoyo, entre los que destacaba un primer inventario de emisiones que permitió estimar la participación de los diferentes tipos de fuentes. En esta etapa se instrumentaron tres líneas de actuación:

- Revisión periódica del parque diésel.
- Campañas de control de calidad de combustibles sólidos.
- Ampliación de la Red Automática de Control.

En la segunda etapa, desarrollada en el período 1983-1985 las acciones realizadas más destacadas fueron:

- Actualización de las Ordenanzas Municipales relacionadas con el medio ambiente, englobándose en una sola, la Ordenanza General de Protección del Medio Ambiente Urbano.
- Los servicios del Departamento de Inspección Atmosférica, en colaboración con entidades colaboradoras de la Administración, realizaron una campaña de

comprobación de los generadores de calor para calefacción comunitarios. Como consecuencia del alto número de deficiencias detectadas, se creó el Plan de Mejora de Instalaciones de Calefacción que establecía un régimen de subvenciones y condiciones especiales de financiación para las comunidades y propietarios que se acogieron a él.

□ En 1985 se firmó entre el Ayuntamiento y el Centro de Investigaciones Energéticas Medioambientales y Tecnológicas (CIEMAT) un Acuerdo Marco en el que se incluía el Plan de Vigilancia Radiológica Ambiental en Madrid.

□ Se potenciaron los Servicios de Inspección del Departamento de Contaminación Atmosférica.

Algunas de las medidas urbanísticas de la tercera etapa del Plan (1986-1989) no se llevaron a cabo, al no ser viables dentro del marco del Plan General de Ordenación Urbana de Madrid. Otras propuestas sobre aislamiento de edificios excedían el marco competencial del municipio, al requerirse una reforma de las normas básicas de edificación. ■

2.3. Incremento de la actuación en materia de calidad del aire tras la adhesión española a la Unión Europea

Con la incorporación de España a la Comunidad Europea en 1985 se traspusieron al derecho español numerosas Directivas referentes a medio ambiente, las cuales se resumen en la siguiente tabla.

Trasposición de Directivas Europeas

ASUNTO	DIRECTIVA	TRASPOSICIÓN
Dióxido de azufre y partículas	80/779/CEE	Reales Decretos 1613/1985 y 717/1987
Dióxido de nitrógeno	85/203/CEE	
Plomo	82/884/CEE	

La Directiva 80/779/CEE estableció un marco de referencia para valorar la calidad del ambiente atmosférico, en lo concerniente a las concentraciones de inmisión de dióxido de azufre y partículas en suspensión. Esa Directiva, transpuesta en 1986 al derecho español (Real Decreto 1685/1986), marca el cambio entre los primeros pasos contra la contaminación atmosférica y una etapa moderna que llega al presente.

La publicación del Real Decreto 717/1987 supuso la obligación, en el caso de las aglomeraciones urbanas, de medir de forma continua el dióxido de nitrógeno. Ésta fue una de las razones que determinó la sustitución de la primera red de control por una Red Automática de Medición y Vigilancia de la Contaminación Atmosférica. En esta nueva red se mantuvieron los emplazamientos anteriores de las estaciones, pero todos los analizadores fueron sustituidos por equipos más modernos. La dotación de medidores era la siguiente:

- 21 medidores de dióxido de azufre;
- 21 medidores de partículas en suspensión;
- 10 medidores de óxidos de nitrógeno;
- 6 medidores de monóxido de carbono;
- 3 medidores de ozono;
- 2 medidores de hidrocarburos totales y de los diferentes del metano.

Una vez que la nueva red estuvo en funcionamiento, el Ayuntamiento de Madrid y la Dirección General XI, responsable del Medio Ambiente en la Comisión de la Comunidad Europea, firmaron un convenio cuya finalidad era verificar la adecuación de la red a las especificaciones y objetivos fijados por las Directivas Europeas. Los resultados fueron satisfactorios. ■

2 antecedentes

2.4. Actuación municipal en los últimos años

En los últimos años el Ayuntamiento de Madrid ha desarrollado diferentes actuaciones destinadas a tener un mejor conocimiento tanto de la calidad del aire como del origen de las emisiones, dos aspectos esenciales para el diseño de medidas destinadas a la mejora de la reducción de los niveles de inmisión en la ciudad.

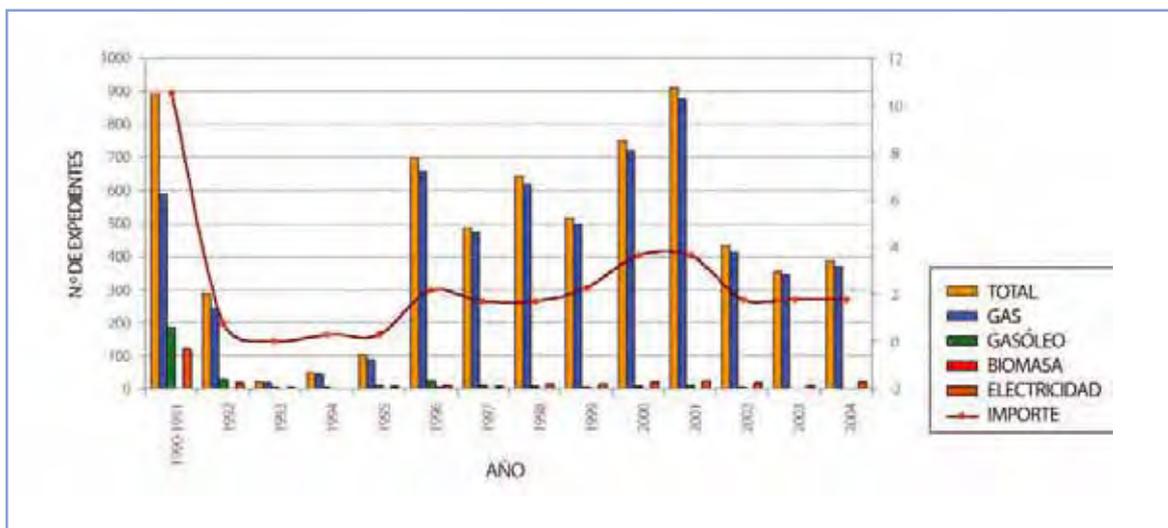
Plan de Subvenciones para la Transformación de Generadores de Calor de Carbón

Las bases de aplicación fueron aprobadas por Acuerdo Plenario el 26 de enero de 1990. El porcentaje del coste a subvencionar era creciente en función de la mayor limpieza de la energía elegida para sustituir al carbón. La iniciativa tuvo muy buena acogida entre los madrileños

y las empresas energéticas, con las que se firmaron acuerdos. Los resultados obtenidos gracias a esta medida sobre la calidad del aire, aún vigentes, son muy satisfactorios, lo que ha permitido reducir de forma sustancial las emisiones de SO₂ a la atmósfera.

En el período 1990- 2004 se han destinado a esta actuación más de 32,4 millones de euros, que han permitido la sustitución de 6.528 instalaciones de carbón.

Evolución del Plan de Sustitución de Calderas de Carbón



Realización del Inventario de Emisiones a la Atmósfera en el término municipal de Madrid

El objeto básico del inventario es proporcionar información completa, en cuanto a cobertura de actividades y contaminantes, coherente a lo largo del tiempo, transparente en cuanto al procedimiento de estimación y a la información de base utilizada, y precisa respecto a los valores estimados. Este objetivo básico, a su vez, se desglosa en los siguientes objetivos operativos:

- Recopilación de información de base.
- Diseño e implantación del sistema de gestión de la información.
- Desarrollo de los procedimientos de estimación de las emisiones.
- Verificación de las estimaciones preliminares.
- Presentación y explotación de los resultados.

El desarrollo de las tareas que requieren la puesta en práctica de los objetivos citados se lleva a cabo mediante las siguientes aplicaciones informáticas:

- Una herramienta de explotación del inventario que acceda a la base de datos alfanumérica sin necesidad de la herramienta Sistema de Información Geográfica (SIG). Esta aplicación consiste en un conjunto de programas desarrollados en Oracle Developer que facilitan las consultas de los usuarios y permiten producir las tablas de datos y representaciones gráficas requeridas por los mismos.
- Una herramienta de trabajo para la elaboración y mantenimiento del inventario conforme con un SIG que integra una base de datos alfanumérica con referencias geográficas.

La elaboración del Inventario se ajusta a los principios de la metodología EMEP/CORINAIR, proyecto que, coordinado por la Agencia Europea de Medio Ambiente, integra actualmente los inventarios de la práctica totalidad de los países europeos, y cumple los requisitos establecidos por el Grupo Intergubernamental sobre el Cambio Climático (IPCC) y el Grupo de Trabajo sobre Inventarios y Proyecciones de Emisiones a la Atmósfera de la Comisión Económica para Europa de Naciones Unidas.

El Sistema Integral de Vigilancia, Predicción e Información de la Contaminación Atmosférica

2.4.

Al igual que pasó con la segunda Red de Vigilancia de la Contaminación Atmosférica, los cambios que introdujo la Directiva 96/62/CE en el ámbito del establecimiento de los límites y umbrales de alarma e información, la metodología de muestreo y técnicas patrón en cuanto a todos los contaminantes, y la sistemática para la recopilación y transmisión de la información sobre los datos generados en la UE, así como los avances tecnológicos obligaron al Ayuntamiento a elaborar un proyecto para reemplazarla por un Sistema Integral, de prestaciones mucho más ambiciosas y con capacidad para cubrir las exigencias europeas.

Campañas de censado y comprobación de calderas colectivas

Durante las temporadas invernales de 1999-2000 y 2000-2001 se llevaron a cabo sendas campañas de censado y verificación de las calderas colectivas de calefacción existente en el municipio, con independencia del combustible que utilizaran. Se comprobaron rendimientos, emisiones, estado de conservación y el cumplimiento de las disposiciones legales, informando de la situación a sus dueños. Gracias a estas campañas fueron revisadas 14.000 calderas.

Actualización de la Ordenanza General de Protección del Medio Ambiente Urbano, Libro I, "Protección de la atmósfera frente a la contaminación por formas de materia"

En esta revisión, que entró en vigor el 8 de enero de 2003, se adaptó el texto de acuerdo con las variaciones que ha experimentado la legislación, en la que además se introdujeron modificaciones novedosas como las limitaciones a los gases de efecto invernadero producidas por los generadores de calor y agua caliente sanitaria y el cuadro de límites para la declaración de situaciones de alerta atmosférica o de información ciudadana.

2 antecedentes

2.4. **Convenio general de colaboración entre la Consejería de Economía e Innovación Tecnológica de la Comunidad de Madrid y el Ayuntamiento de Madrid para el desarrollo de iniciativas en materia energética medioambiental**

Firmado el 23 de julio de 2002, tiene como finalidad planificar acciones coordinadas entre las dos instituciones para actuar sobre usos y consumos de la energía en diferentes sectores del municipio de Madrid, garantizando el desarrollo de energías renovables, para detectar proyectos y áreas de aplicación emblemáticas buscando mecanismos para su financiación, así como para desarrollar proyectos de valorización energética de residuos.

Ordenanza Municipal sobre la captación de energía solar para usos térmicos

Aprobada por el Pleno municipal el 27 de marzo de 2003, mediante esta Ordenanza se obliga a instalar sistemas de captación de energía solar activa de baja temperatura para producir agua caliente sanitaria y calentamiento del agua en piscinas, en todas las nuevas construcciones o rehabilitaciones, reformas integrales o cambios de uso en edificios completos, siempre que el uso de la edificación se corresponda con el contemplado en la misma. ■



Estrategia Local de Calidad del Aire de la Ciudad de Madrid 2006-2010

3.

NORMATIVA DE REFERENCIA



3. NORMATIVA DE REFERENCIA

El

actual marco legislativo en materia de calidad del aire viene establecido por la Directiva 96/62/CE, de 27 de septiembre, sobre evaluación y gestión del aire ambiente, y su posterior desarrollo mediante normas específicas para diferentes contaminantes.

Estas normas incluyen la Directiva 1999/30/CE, de 22 de abril, relativa a los valores límite para el dióxido de azufre (SO₂), el dióxido de nitrógeno (NO₂), los óxidos de nitrógeno (NO_x), las partículas (PM₁₀) y el plomo (Pb); y la Directiva 2000/69/CE, de 16 de noviembre, sobre los valores límite para el benceno (C₆H₆) y el monóxido de carbono (CO). Ambas se han incorporado al ordenamiento jurídico español mediante el Real Decreto 1073/2002.

Por otro lado, la Directiva 2002/3/CE, de 12 de febrero, relativa al ozono (O₃) en el aire ambiente, ha sido traspuesta a través del Real Decreto 1796/2003, de 26 de diciembre.

Por último, recientemente ha sido aprobada la Directiva 2004/107/CE del Parlamento Europeo y del Consejo de 15 de diciembre de 2004 relativa al arsénico, el cadmio, el mercurio, el níquel y los hidrocarburos aromáticos policíclicos en el aire ambiente.

Esta legislación determina valores límite de obligado cumplimiento en diferentes fechas para cada contaminante, estableciendo márgenes de tolerancia que se reducen paulatinamente hasta coincidir en el tiempo con los valores límite. Conforme a esta legislación, cuando se superan los valores límite de los contaminantes incrementados en su margen de tolerancia, las autoridades competentes deben adoptar planes de actuación que permitan situarse por debajo del valor límite en la fecha de su entrada en vigor.

La Estrategia no se ha limitado a contemplar los contaminantes clásicos, sino que se ha querido dar un paso más y tener en cuenta las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI). El Protocolo de Kioto ha definido un nuevo escenario para el desarrollo económico y administrativo en los próximos años. Aunque los compromisos adquiridos por España en el marco de su ratificación del Protocolo deben ser cumplidos a nivel Estatal, el Ayun-

tamiento de Madrid debe colaborar en el cumplimiento de dichos compromisos, en estrecha colaboración con los agentes económicos y sociales de la ciudad. Por este motivo, se ha decidido incorporar la lucha contra el cambio climático como una parte más de la Estrategia. Para llevar a cabo con éxito esta tarea, se parte de la aplicación y cumplimiento de la normativa europea y nacional en la materia, además de incorporar un amplio conjunto de acciones voluntarias.

La legislación europea, en especial la referente al Sistema de Comercio de Derechos de Emisión, mantiene reguladas aproximadamente el 40% de las emisiones de gases de efecto invernadero de los países de la Unión Europea (las debidas a los grandes focos de emisión), por lo que para cumplir los compromisos del Protocolo de Kyoto, es necesario actuar sobre el restante 60% de las emisiones, producidas por los llamados sectores difusos; es decir, transportes, sector residencial, comercial e institucional, gestión de residuos y agricultura, todos ellos, salvo la agricultura, con importante presencia en la ciudad de Madrid.

Aunque las medidas incluidas en la presente Estrategia tienen por objeto reducir las emisiones de los gases regulados en la legislación sobre calidad del aire, se producirá necesariamente una reducción asociada de las emisiones de gases efecto invernadero, permitiendo al Ayuntamiento de Madrid contribuir a las iniciativas nacionales e internacionales de lucha contra el cambio climático.

Si bien las normas anteriores sientan las bases de actuación, la determinación de las medidas que constituyen la presente Estrategia se ha realizado teniendo también en cuenta otra normativa relacionada con la contaminación atmosférica:

- Normativa relevante en materia de emisiones provenientes de automóviles: entre otros aspectos inclu-

3 Normativa de referencia

3.

ye normas de calidad para los combustibles y el establecimiento de límites de emisión cada vez más estrictos para los automóviles (Normas Euro).

□ Normativa de edificación: directamente relacionada con las emisiones debidas al sector residencial, comercial e institucional.

□ Normativa de emisiones industriales: pese a la relativa baja presencia de este sector en el municipio, su evolución es analizada en este documento.

□ Otra normativa relacionada: el desarrollo de las medidas de la presente Estrategia ha requerido el análisis de otras normas que tienen relación con la calidad del aire o con los aspectos en los que se plantean actuaciones. Por este motivo se ha analizado la normativa municipal en materia de circulación, las normas que regulan emisiones de maquinaria de obra, el actual marco normativo en materia de fiscalidad municipal, normativa reguladora de las actividades de gestión de residuos, etc. ■

4.

la red automática de vigilancia de la calidad atmosférica del ayuntamiento de Madrid

4. la red automática de vigilancia de la calidad atmosférica del Ayuntamiento de Madrid

El

Ayuntamiento de Madrid monitoriza la calidad del aire del municipio a través de las 27 estaciones que integran la Red Automática de Vigilancia de la Calidad Atmosférica del Ayuntamiento de Madrid, destinada íntegramente a la protección de la salud humana. Esta red cuenta con completos medios que otorgan una alta fiabilidad a los valores registrados.

Los Reales Decretos 1073/2002, de 18 de octubre, y 1796/2003, de 26 de diciembre, establecen los valores límite de inmisión junto a los criterios de implantación que se han de tener presentes a la hora de designar la ubicación de los puntos de muestreo destinados al control de la calidad del aire. Por este motivo ambos parámetros han de analizarse conjuntamente a la hora de evaluar la calidad del aire del municipio.

Considerando el conjunto de la red se pueden apreciar las siguientes pautas generales:

- En cuanto a número de estaciones remotas, éste es muy superior, en la configuración actual de la red, al número de puntos de muestreo establecido por la ley vigente.
- En cuanto a la ubicación de las estaciones que conforman la red actual:
- Ausencia de estaciones en algunas áreas de la ciudad. El objetivo de la red es evaluar la calidad del aire del municipio para proteger la salud de sus habitantes. Por este motivo las ubicaciones deben ser representativas del conjunto de ambientes que se encuen-

tran en la ciudad. A nivel de macroimplantación la distribución es correcta, ya que se encuentran representadas zonas de la ciudad tanto periféricas como céntricas y hay una estación en prácticamente todos los distritos de la ciudad.

- Excesiva proporción de estaciones en ubicaciones con alto tráfico rodado en las proximidades. Considerando la microimplantación de las estaciones, se encuentran excesivamente representadas las vías con una alta densidad de tráfico, siendo muy pocas las estaciones ubicadas en calles secundarias o zonas alejadas de grandes vías de circunvalación. Por ejemplo, en el principal eje norte-sur que recorre el centro de la ciudad (Prado-Recoletos-Castellana) se encuentran 3 estaciones, y otras tres en la transitada calle de Alcalá. Solamente 3 estaciones se encuentran próximas a grandes cruces, pero un alto número de ellas se encuentran a escasa distancia del bordillo, factor especialmente influyente.

De las 27 estaciones que integran la red, 21 no se encuentran alejadas de las fuentes de emisión, es decir del tráfico rodado, y 3 estaciones se encuentran a menos de 25 metros de cruces importantes. En cuanto a los criterios específicos para medición de ozono, 18 de las 26 estaciones se encuentran a menos de 10 metros de la carretera más próxima. Este número podría ser aún mayor si se estableciera una mayor distancia en el caso de carreteras con alta intensidad de tráfico, tal y como contempla el Real Decreto 1796/2003, de 26 de diciembre.

- Emplazamiento común de varios analizadores. En cada estación se encuentra el instrumental necesario para registrar los datos de varios contaminantes. Aunque la legislación indica expresamente que a la hora de decidir la microimplantación de los puntos de muestreo se puede tener en cuenta la conveniencia de una implantación común de puntos de muestreo de varios contaminantes, también especifica que los analizadores de dióxido de nitrógeno y monóxido de carbono se deben emplazar a un máximo de 5 metros de la calzada mientras que los de partículas, plomo y benceno



4 la red automática de vigilancia...

4.

se deben ubicar próximos a la línea de edificios. Dado su tamaño, para la mayoría de las estaciones es imposible encontrar una ubicación con estas características, ya que no existe en las proximidades un espacio suficientemente grande y despejado que guarde las distancias correctas a la calzada y a la fachada, por lo que su implantación se realizó en jardines, plazas y bulevares. Por este motivo el número de estaciones que son representativas de la calidad del aire en la cercanía de la línea de edificios es muy bajo, sobre todo si tenemos en cuenta que es en su interior donde los habitantes de la ciudad realizan sus actividades la mayor parte del día. 24 estaciones no se encuentran próximas a la línea de edificios (requisito establecido para estaciones que registran las concentraciones de partículas y benceno).

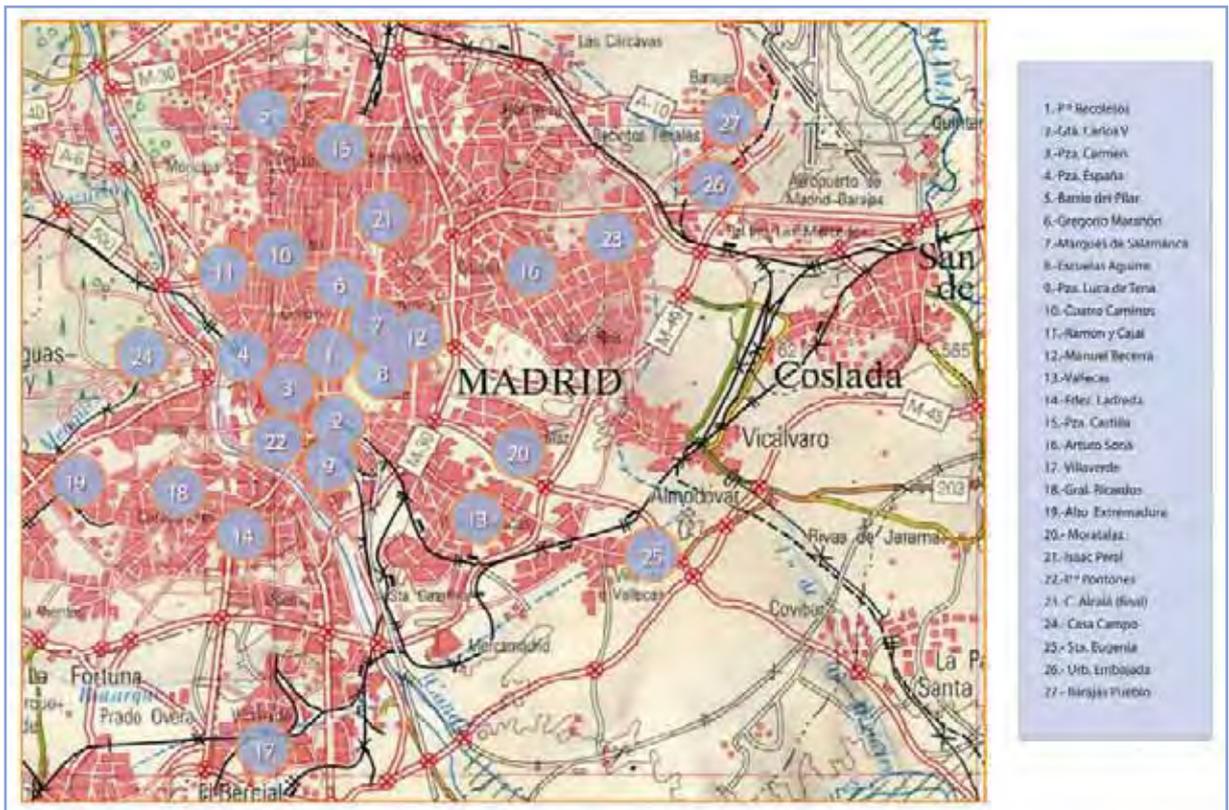
□ Posible mejora de la altura de las entradas de aire en algunas estaciones. En la estación Plaza de Fernández Ladreda la altura respecto a un jardín cercano puede

influir ligeramente al encontrarse en la zona de respiración del suelo. Las estaciones periféricas tienen como cometido ser representativas de un área más extensa que las ubicadas en el centro urbano. Por este motivo sería conveniente dotarlas en la medida de lo posible de mayor altura. La legislación establece una altura máxima de 8 metros.

□ Excesivo desarrollo del arbolado en torno a las entradas de aire. 12 estaciones presentan importantes restricciones al flujo del aire en el entorno de las entradas de aire debidas a ramas de los árboles adyacentes que se encuentran demasiado próximas a las entradas de aire.

□ Escasa minimización del impacto visual empleando vegetación. Para muchas personas las estaciones de la red de control son feas casetas cuadradas de las que desconocen su cometido. Por ese motivo sería conveniente dotarlas de mayor vegetación en sus alrededores para minimizar su impacto visual. ■

Estaciones que integran la Red Automática



5.

Diagnóstico de calidad del aire

5.1.	Dióxido de azufre (SO ₂)	29
5.2.	Dióxido de nitrógeno (NO ₂) y óxidos de nitrógeno (NO _x)	31
5.3.	Partículas en suspensión (PM ₁₀)	36
5.4.	Monóxido de carbono (CO)	46
5.5.	Plomo (Pb)	47
5.6.	Benceno	48
5.7.	Hidrocarburos	49

5. Diagnóstico de calidad del aire

Durante años, las grandes urbes se han considerado asociadas inevitablemente a una baja calidad del aire. En cambio, la evolución registrada en los últimos años por algunos contaminantes atmosféricos demuestra que, empleando las medidas adecuadas, es posible mejorar el aire de nuestras ciudades, y disociar el desarrollo económico del deterioro de la calidad ambiental. Sin embargo, son varios los problemas ambientales que persisten en este ámbito o incluso se han visto agravados, como es el caso de las emisiones de gases efecto invernadero.

Esta situación, y la concepción de que la preservación del medio ambiente urbano exige compromisos cada vez más ambiciosos, ha conducido al desarrollo de una nueva normativa mucho más restrictiva que regula las concentraciones de un número cada vez mayor de contaminantes, con el objeto de preservar la salud humana y proteger los ecosistemas. La Estrategia de Calidad del Aire de la Ciudad de Madrid pretende dar una respuesta integral a esa exigencia de reducir la contaminación atmosférica, siendo su objetivo principal desarrollar las medidas necesarias para garantizar la salud

de los grupos más vulnerables a una baja calidad del aire.

Previamente al establecimiento de medidas, la Estrategia realiza un diagnóstico de la calidad del aire durante un período mínimo de 5 años. Este análisis se realiza en función de los valores legalmente establecidos como objetivo de cumplimiento a partir de 2005 ó 2010, según cada contaminante, tal y como se recoge en la nueva normativa sobre inmisión indicada anteriormente. En base a este análisis se han determinado las medidas que conforman la Estrategia. ■

29

5.1. Dióxido de azufre (SO₂)

Los valores límite objeto de futuro cumplimiento, vienen establecidos por el Real Decreto 1073/2002, de 18 de octubre, sobre evaluación y gestión de la calidad del aire ambiente, que traspone al derecho interno español la Directiva 1999/30/CE de 22 de abril. Los nuevos valores límite aplicables al dióxido de azufre para la protección de la salud humana, son de obligado cumplimiento desde el 1 de enero de 2005.

5 Diagnóstico de calidad del aire

Valores límite para el dióxido de azufre

	PERÍODO 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 en más de 24 ocasiones por año civil.	90 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, a 31 de octubre de 2002, reduciendo el 1 de enero de 2003 y posteriormente cada 12 meses 30 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, hasta alcanzar el valor límite el 1 de enero de 2005.	1 de enero de 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 3 ocasiones por año civil.	Ninguno.	1 de enero de 2005.
Valor límite para la protección de la vegetación.	Año civil e invierno (del 1 de octubre al 31 de marzo).	20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.	Ninguno.	A 31 de octubre de 2002.

Los valores límite se expresarán en $\mu\text{g}/\text{m}^3$. El volumen se normalizará a la temperatura de 293 K y a la presión de 101,3 kPa.

Teniendo en cuenta los criterios sobre dióxido de azufre incluidos en este Real Decreto, durante el período 1999-2004 no se han registrado superaciones de los valores límite diarios ni horarios que han entrado en vigor en el año 2005. En este sentido, solamente cabe destacar que en 3 ocasiones se ha superado el valor límite diario para la protección de la salud humana vigente desde el 1 de enero de 2005 (125 $\mu\text{g}/\text{m}^3$), ya que en diferentes fechas de diciembre de 1999 y enero de 2000 la media diaria registrada en las estaciones de Cuatro Caminos, Gregorio Marañón y Marqués de Salamanca fue superior a este valor. Este límite no puede ser superado en más de 3 ocasiones al año en cada estación, por lo que, aunque hubiera estado vigente, no se habría incumplido el límite establecido para la protección de la salud humana.

El cumplimiento de los valores legales establecidos, antes incluso de su entrada en vigor, ha sido posible gracias a la permanente reducción de la concentración de

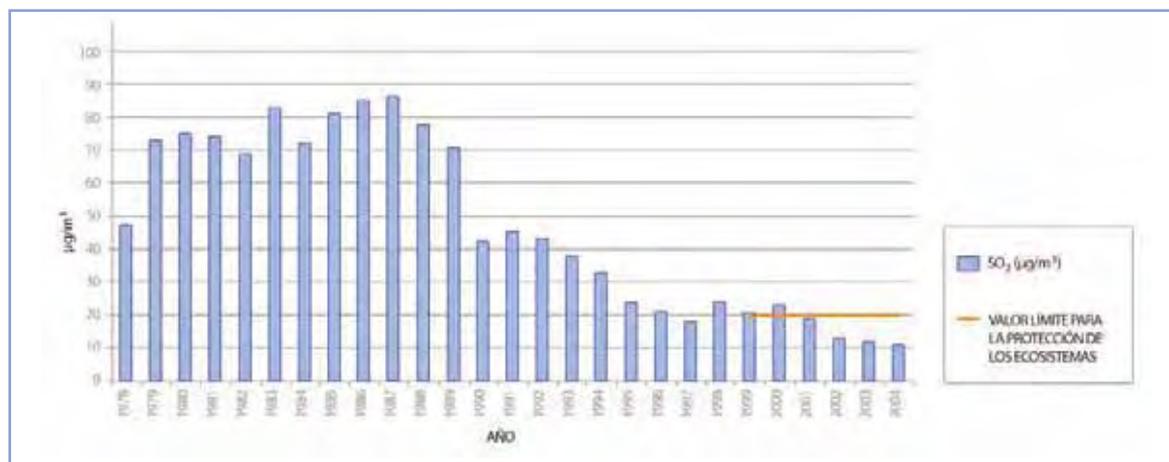
este gas en la atmósfera del municipio de Madrid. En la siguiente figura se puede apreciar la evolución de la concentración media detectada por el conjunto de la red desde el año 1978.

Esta evolución es el resultado de diferentes actuaciones. Los niveles elevados de dióxido de azufre en la década de los ochenta, llevaron al Ayuntamiento de Madrid a plantear una serie de medidas que fueron recogidas en el Plan de Saneamiento Atmosférico de 1982 y que dieron sus frutos a finales de los años ochenta.

Posteriormente, se acomete una de las mayores actuaciones realizadas en el municipio de Madrid para reducir los niveles de dióxido de azufre y partículas en suspensión, el plan de subvenciones para la transformación de generadores de calor de carbón en otros que utilicen combustibles más limpios. Entre 1990 y 2004 se ha conseguido con esta campaña la sustitución de 6.528 instalaciones de combustión.

Concentración media de SO₂ registrada por el conjunto de la estaciones de la Red del Ayuntamiento de Madrid

5.1.



Gracias a estas actuaciones, desde el año 1990 se registra un fuerte descenso de la concentración media detectada por el conjunto de la red, que ha permitido que los valores medios anuales desciendan a niveles tan bajos como 13, 12 y 11 µg/m³, durante los 3 últimos años estu-

diados. Estos valores se sitúan muy por debajo del valor límite para la protección de los ecosistemas que, pese a no ser de aplicación para un área urbana como la ciudad de Madrid, indican la buena calidad del aire de la ciudad en cuanto a este contaminante. ■

5.2. Dióxido de nitrógeno (NO₂) y óxidos de nitrógeno (NO_x)

La

Directiva 1999/30/CE, de 22 de abril, traspuesta mediante el Real Decreto 1073/2002, de 18 de octubre, establece, para este contaminante, valores límite en función de los valores horarios y de las medias anuales. Los valores establecidos en la nueva normativa para protección de la salud humana, y que son objeto de control por parte de las diferentes estaciones, entrarán en vigor el día 1 de enero de 2010. Hasta esa fecha, los valores de referencia horario y anual descenderán paulatinamente gracias a la existencia de un margen de tolerancia cada vez más reducido.

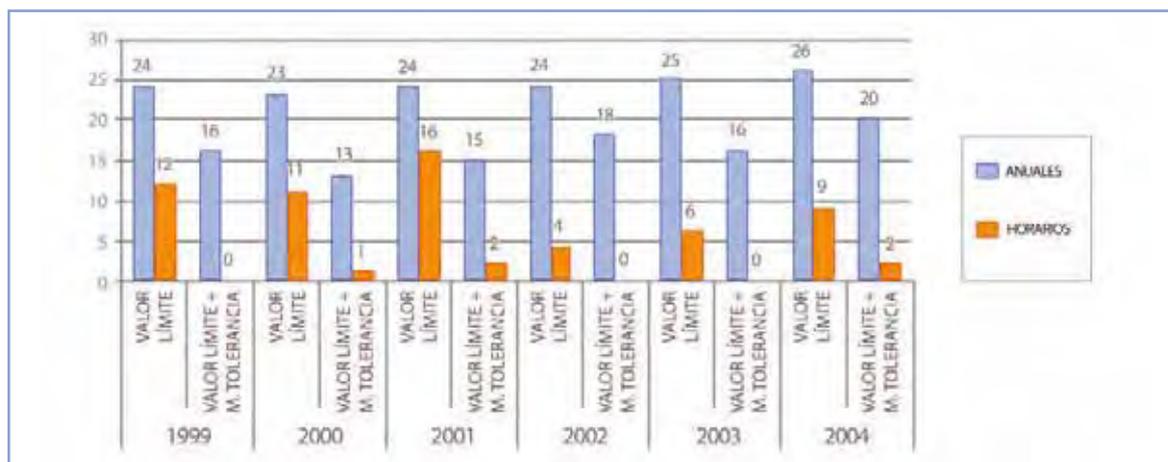
5 Diagnóstico de calidad del aire

Valores límite para el dióxido de nitrógeno (NO₂) y los óxidos de nitrógeno (NO_x)

	PERÍODO 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 de NO ₂ que no podrán superarse en más de 18 ocasiones por año civil.	90 µg/m ³ , a 31 de octubre de 2002, reduciendo el 1 de enero de 2003 y posteriormente cada 12 meses 30 µg/m ³ , hasta alcanzar el valor límite el 1 de enero de 2010.	1 de enero de 2010.
Valor límite diario para la protección de la salud humana.	1 año civil.	40 µg/m ³ de NO ₂ .	16 µg/m ³ , a la entrada en vigor del presente Real Decreto, reduciendo el 1 de enero de 2003 y posteriormente cada 12 meses 2 µg/m ³ , hasta alcanzar el valor límite el 1 de enero de 2010.	1 de enero de 2010.
Valor límite para la protección de los ecosistemas.	1 año civil.	30 µg/m ³ de NO _x .	Ninguno.	A 31 de octubre de 2002.

Los valores límite se expresarán en µg/m³. El volumen se normalizará a la temperatura de 293 K y a la presión de 101,3 kPa.

Número de estaciones que superan los valores límite (Real Decreto 1073/2002)



Analizando el período 1999-2004 se aprecia que el número de estaciones que incumplirían los valores límite horarios es siempre menor que el número de estaciones que superarían los valores anuales.

Se ha de tener presente que durante los años 2003 y 2004 se encuentran en activo 2 estaciones más que en años anteriores, por lo que se incrementa la posibilidad de incumplimiento de los valores indicados.

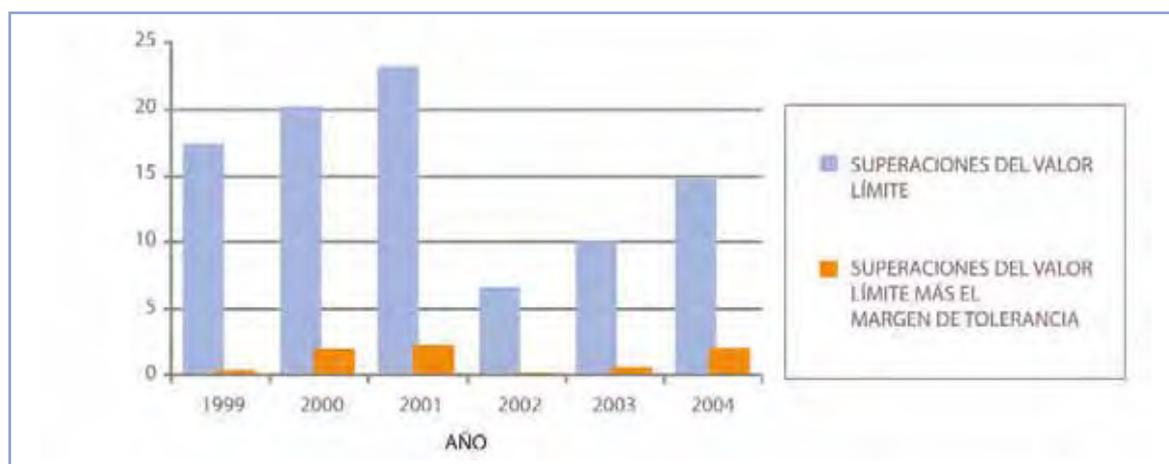
Superaciones del valor límite horario de NO₂

Este valor para la protección de la salud humana entrará en vigor en el año 2010, y hasta entonces se establece un margen de tolerancia por encima del valor límite, que se irá reduciendo hasta desaparecer en dicha fecha, y que no debe superarse en más de 18 ocasiones en cada año civil (18 horas al año).

Las superaciones del valor límite más el margen de tolerancia se limitan a únicamente 3 estaciones, Gregorio Marañón, Paseo de Recoletos y Barrio del Pilar. Un mayor número de ellas presenta superaciones del valor límite, aunque este aspecto ha mejorado sustancialmente en los 3 últimos años. Para analizar el estado del conjunto de la ciudad, la opción más adecuada es considerar el conjunto de la red como una única estación, obteniendo una concentración media de todas las estaciones que prestan servicio. Esta estación ha registrado un número de superaciones muy reducido, siendo cero en varios de los años estudiados.

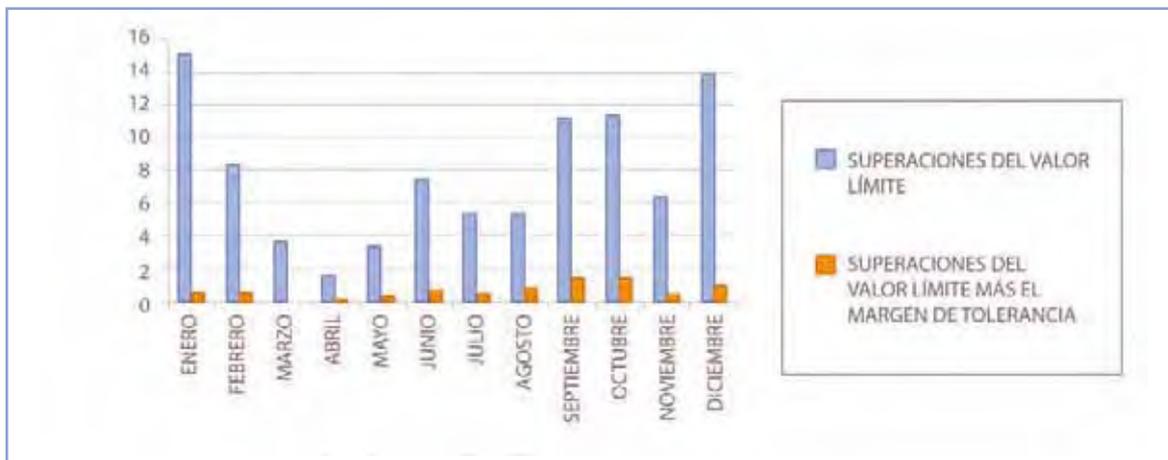
Teniendo en cuenta este hecho, a continuación se analiza en qué momento se han registrado superaciones considerando el conjunto de las estaciones de la red, con el fin de establecer qué tendencias sigue su distribución temporal. En las siguientes figuras se puede apreciar la distribución temporal de las superaciones en función de diferentes parámetros.

Distribución porcentual de las superaciones de los valores horarios contemplados en el Real Decreto 1073/2002 en el conjunto de las estaciones de la Red

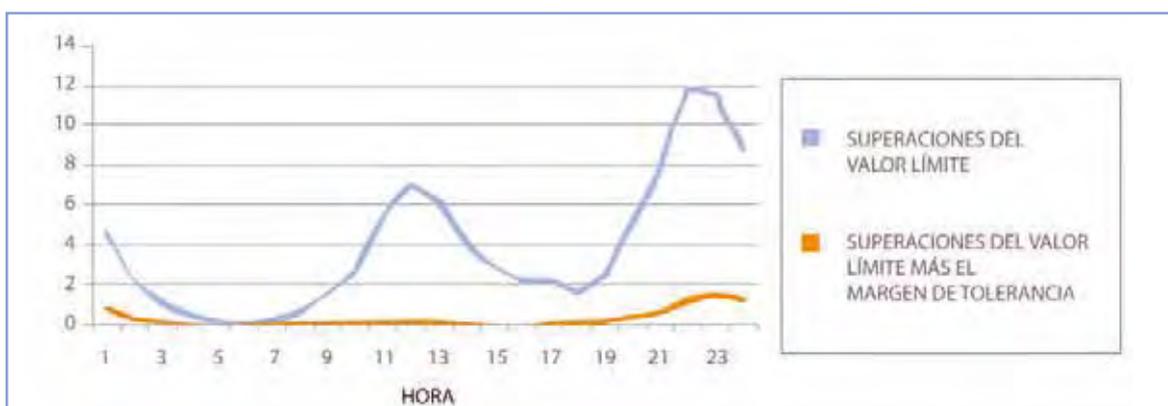


5 Diagnóstico de calidad del aire

■ Distribución porcentual de las superaciones de los valores horarios contemplados en el Real Decreto 1073/2002 en el conjunto de las estaciones de la Red ■



■ Distribución porcentual de las superaciones de los valores horarios contemplados en el Real Decreto 1073/2002 en el conjunto de las estaciones de la Red ■



■ Superaciones del valor límite anual de NO_2

Al igual que con el valor horario, se ha de tener presente el valor límite de obligado cumplimiento en enero de 2010 y el valor límite incrementado con el margen de tolerancia

para los diferentes años. El valor límite anual, que entra en vigor en 2010, sería superado por casi todas las estaciones en el período estudiado. Solamente las estaciones de Casa de Campo, a partir del año 2000, Villaverde en el año 2000, y General Ricardos en 2003, han presentado valores medios anuales que no superan los $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

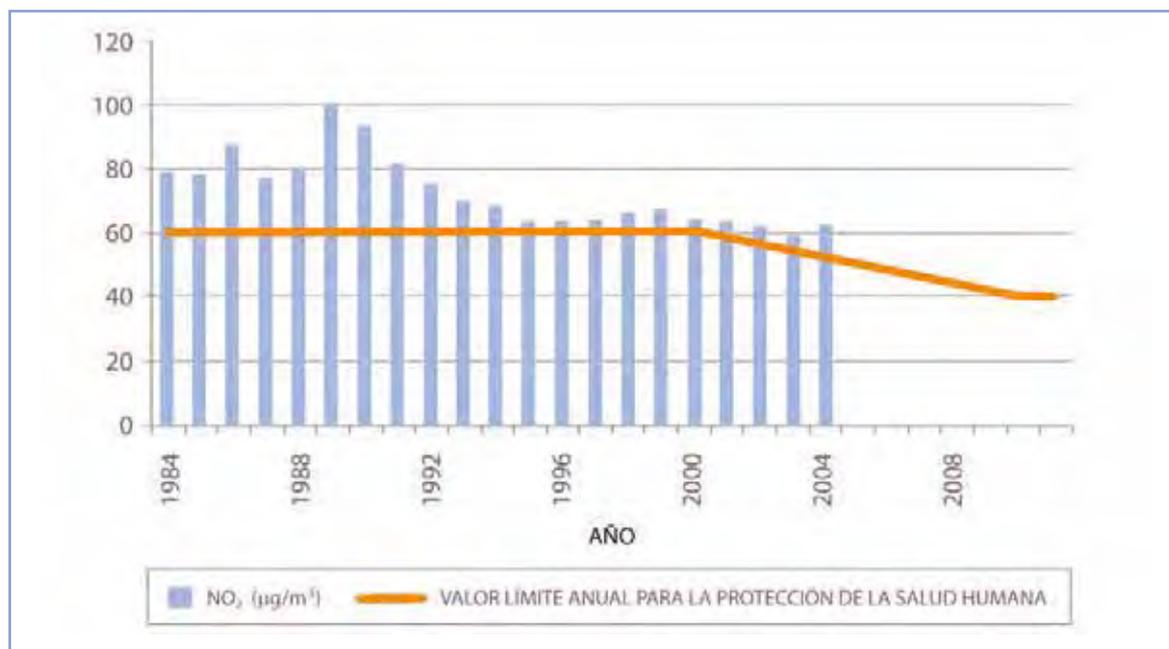
En cuanto al valor límite anual incrementado en su margen de tolerancia, la situación es más favorable. A pesar de que este nivel es cada año más restrictivo, se aprecia una estabilización del número de estaciones que lo superan. En el año 1999 se detectó que 16 estaciones no cumplían este requisito. En el año 2004, con una red constituida por 2 estaciones más y un valor límite anual más el margen de tolerancia que ha descendido desde los 60 hasta los 52 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, son 20 las estaciones que han registrado superaciones de este valor.

Fruto de esta situación, gran parte de las medidas de la presente Estrategia persiguen la reducción de las emi-

siones de NO_x con el objetivo de alcanzar, en el plazo establecido, el valor límite diario para la protección de la salud humana en el conjunto de la red.

Pese a que la normativa vigente no contempla un valor límite para zonas metropolitanas, la Red de Vigilancia de la Calidad del Aire también monitoriza el conjunto de óxidos de nitrógeno desde el año 1990. Los niveles de inmisión de este grupo de contaminantes han evolucionado favorablemente, y en poco más de una década se ha apreciado una notable reducción de la presencia de estos gases en la atmósfera, ya que de los 272 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ registrados como valor medio de la red en 1990, se ha pasado a 120 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ en 2004. ■

Concentración media anual de NO_2 registrada por el conjunto de la red



5 Diagnóstico de calidad del aire

5.3. Partículas en suspensión (PM₁₀)

Están formadas por un conjunto de partículas de compuestos de distinta naturaleza, con la característica común de poseer un tamaño inferior a 10 micras y permanecer

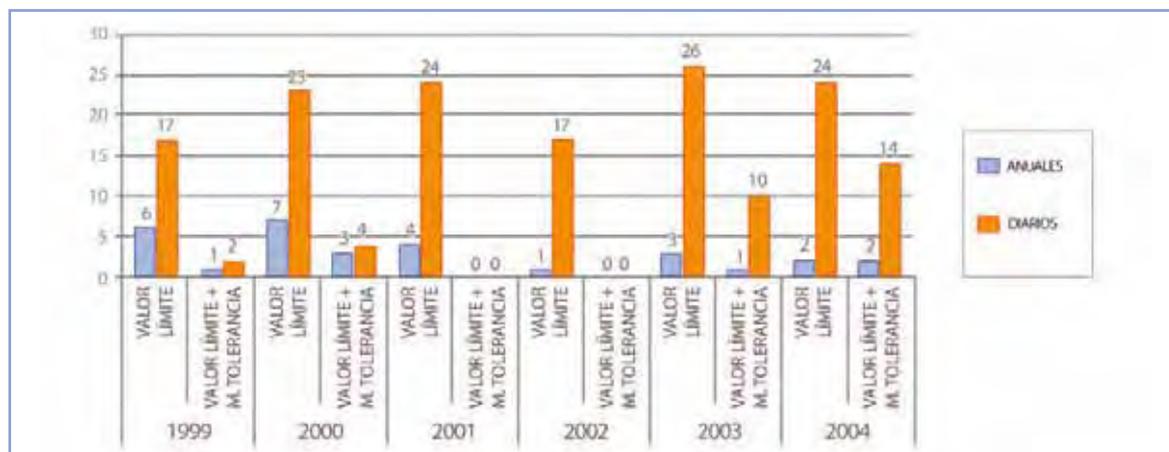
de forma estable en el aire durante largos períodos de tiempo, pudiendo ser trasladadas por el viento a grandes distancias.

Valores límite para las partículas PM₁₀ en condiciones ambientales

	PERÍODO DE PROMEDIO	VALOR LÍMITE	MARGEN DE TOLERANCIA	FECHA DE CUMPLIMIENTO DEL VALOR LÍMITE
Fase I				
Valor límite diario para la protección de la salud humana.	24 horas.	50 µg/m ³ , de PM ₁₀ que no podrán superarse en más de 35 ocasiones por año.	15 µg/m ³ , a 31 de octubre de 2002, reduciendo el 1 de enero de 2003 y posteriormente cada 12 meses 5 µg/m ³ , hasta alcanzar el valor límite el 1 de enero de 2005.	1 de enero de 2005.
Valor límite anual para la protección de la salud humana.	1 año civil.	40 µg/m ³ , de PM ₁₀ .	48 µg/m ³ , a 31 de octubre de 2002, reduciendo el 1 de enero de 2003 y posteriormente cada 12 meses 1,6 µg/m ³ , hasta alcanzar el valor límite el 1 de enero de 2005.	1 de enero de 2005.
Fase II				
Valor límite diario para la protección de la salud humana.	24 horas.	50 µg/m ³ de PM ₁₀ que no podrán superarse en más de 7 ocasiones por año.	Se derivará de los datos y será equivalente al valor límite de la fase 1.	1 de enero de 2010.
Valor límite anual para la protección de la salud humana.	1 año civil.	20 µg/m ³ de PM ₁₀ .	20 µg/m ³ el 1 de enero de 2005, reduciendo el 1 de enero de 2006 y posteriormente cada 12 meses 4 µg/m ³ , hasta alcanzar el valor límite el 1 de enero de 2010.	1 de enero de 2010.

Los valores límite se expresarán en µg/m³. El volumen se normalizará a la temperatura de 293 K y a la presión de 101,3 kPa.

Número de estaciones que superan los valores establecidos por el Real Decreto 1073/2002



37

Desde la entrada en vigor de la Directiva 1999/30/CE, de 22 de abril, incorporada al derecho nacional mediante el Real Decreto 1073/2002, de 18 de octubre, dejan de contemplarse los valores de partículas en suspensión totales y los humos negros. A partir de este momento, se habla de partículas PM_{10} , y en un futuro próximo también de partículas con diámetro inferior a $2,5 \mu m$, es decir $PM_{2,5}$.

Esta normativa de nueva aplicación establece unos valores límite diario y anual de PM_{10} que han entrado en vigor a partir del día 1 de enero de 2005. De esta manera se establecen límites más restrictivos, especialmente para los valores límite anuales. En todo caso, se han establecido valores límite anuales y diarios muy próximos entre sí, por lo que para lograr su cumplimiento se ha de registrar una concentración no solamente baja, sino especialmente constante a lo largo del año.

Analizando el grado de cumplimiento por el conjunto de las estaciones de la red se aprecia que los valores límite diarios son superados en un número mucho mayor de ocasiones que los anuales.

Esta situación es resultado de la combinación de emisiones de partículas por parte de actividades humanas junto a importantes aportes de material particulado provenientes de fuentes naturales. En el caso de Madrid las fuentes naturales de mayor importancia son:

- Transporte a larga distancia de polvo mineral: es ampliamente aceptado que Europa está afectada por frecuentes intrusiones de aire con altas concentraciones de polvo atmosférico proveniente del Sahara o del Sahel. Éste difiere considerablemente en composición y tamaño de grano de las partículas de origen antropogénico, por lo que estos episodios pueden ser determinados fehacientemente.
- Resuspensión local: en zonas áridas y semiáridas, como es el Área Metropolitana de Madrid, se da una conjunción de factores que favorece este fenómeno:
 - Pobre cobertura vegetal en las zonas periféricas de la ciudad. Adicionalmente, los cultivos de la parte sur de la región son predominantemente cultivos de secano, que mantienen gran parte del año los perfiles superiores del suelo expuestos a la acción del viento.
 - Bajo nivel de precipitaciones, que mantiene secos los perfiles superiores del suelo, y por tanto más fácilmente erosionables. Esta circunstancia también disminuye el lavado de la atmósfera.
 - Intensa dinámica convectiva, inducida por la alta insolación sobre zonas con suelos desprotegidos. Esta situación marcadamente estacional se registra generalmente durante el período estival y los últimos meses de la primavera.

En el caso de Madrid, son despreciables otras fuentes como la actividad volcánica o sísmica, pero se ha de tener

5 Diagnóstico de calidad del aire

presente que no es despreciable el efecto de accidentes puntuales, como incendios urbanos en las inmediaciones de las estaciones o, incluso, incendios forestales y quema de biomasa en zonas relativamente alejadas.

Superaciones del límite diario de PM₁₀

Como se ha indicado anteriormente, el cumplimiento de los valores límites establecidos en función de las medias diarias es el aspecto más comprometido en cuanto a este contaminante. Para tener una visión del grado de cumplimiento de los valores establecidos en la legislación por parte del conjunto de la red es necesario analizar ésta como una sola estación.

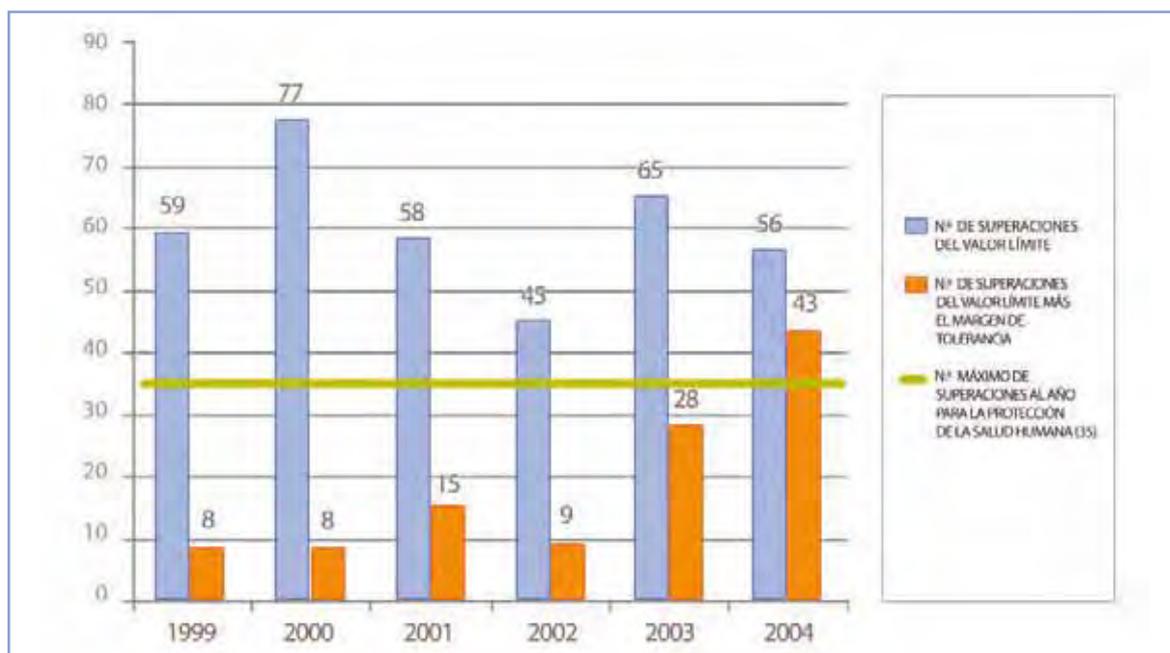
Con tal fin se establece la *Estación Red*, cuyos valores son la media de las concentraciones registradas por el conjunto de estaciones que la integran. El grado de cum-

plimiento de la legislación por parte de esta estación promedio es el mostrado por la siguiente figura.

Esta situación se ha repetido en redes de monitorización de la calidad del aire presentes en un alto número de ciudades europeas, circunstancia que indica que el nivel establecido como valor límite anual para esta primera fase es de muy difícil consecución en áreas metropolitanas. Esta situación es especialmente significativa en el área mediterránea, donde se registran aportes naturales de material particulado de elevada importancia.

Es probable que en un futuro se tenga en consideración el origen de las partículas en suspensión. Este aspecto supondría un incremento de la complejidad de las tareas de monitorización pero, también, una adaptación más realista a las condiciones locales de ciudades como Madrid. Por este motivo, el programa de actuación de la presente Estrategia contempla medidas de control de las emisio-

Número de superaciones del valor límite y del valor límite diario más el margen de tolerancia de PM₁₀ en el conjunto de las estaciones de la Red (incluyendo los episodios originados por causas naturales)



Episodios de intrusión de partículas naturales en la zona centro durante el año 2004

2004												
ORIGEN	ENE.	FEB.	MAR.	ABR.	MAY.	JUN.	JUL.	AGO.	SEP.	OCT.	NOV.	DIC.
Combustión de biomasa						19	27 a 31	1 a 4	21 a 28	1 a 7, 15, 18, 24		
Intrusiones de aire africano	8	7 a 9, 20 a 21	6, 9 a 10, 15 a 19	15 a 16	20 a 24	7-13, 27 a 30	5-6, 17, 22 a 26	1 a 2, 7 a 8, 24 a 26	3-14	4 a 8, 23 a 24	29 a 30	1

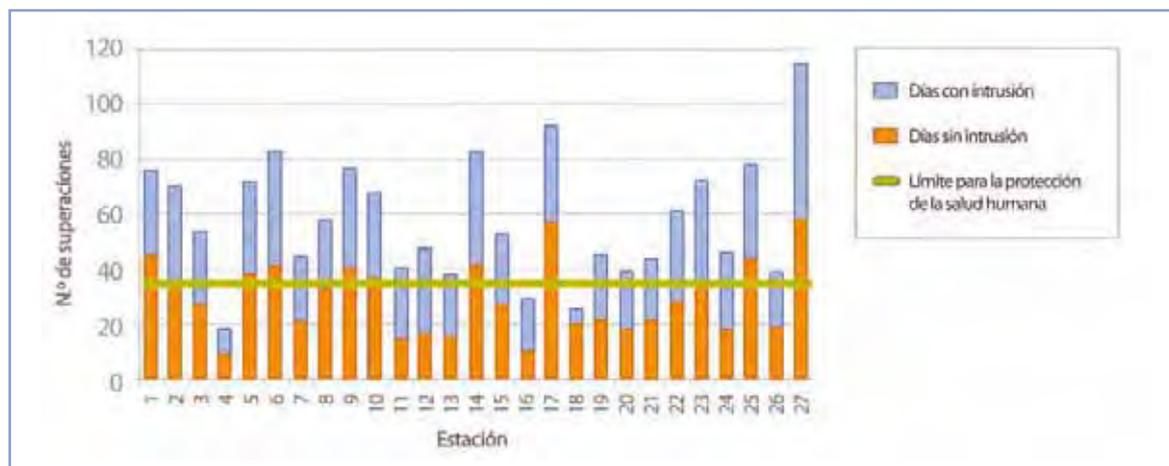
nes junto a otras destinadas al seguimiento del desarrollo normativo y científico en cuanto a este contaminante.

Con el objetivo de analizar cuál es la influencia de estos episodios en la calidad del aire de la ciudad, son de sumo interés los estudios realizados por el Centro Superior de Investigaciones Científicas (CSIC) para los años 2003 y

2004, que resumen las intrusiones para la zona centro en dichos períodos.

Analizando los datos del año 2004, y considerando la alta concentración de partículas, las superaciones registradas los días señalados anteriormente se pueden atribuir a la presencia de altas concentraciones de origen natural,

Número de días con superaciones del valor límite en las estaciones de la red durante el año 2004



5 Diagnóstico de calidad del aire

por lo que el número de días que han presentado superaciones del valor límite diario por causas antropogénicas se ve reducido sustancialmente en todas las estaciones.

Como se puede apreciar en la figura anterior, sin tener en cuenta estas intrusiones, de las 27 estaciones que configuran la Red, 24 presentarían más de 35 medias diarias superiores a los $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$, superando el valor límite que entró en vigor el año 2005. Teniendo presente la alta proporción de estos episodios atribuibles a causas naturales el número de estaciones se vería reducido a 9.

De igual manera, si no se tienen presentes las intrusiones, el número de estaciones que presentaron en más de 35 ocasiones medias diarias superiores a $55 \mu\text{g}/\text{m}^3$ durante el año 2004 fue de 15. Considerando la importancia de estos episodios, solamente 2 estaciones presentaron más de 35 superaciones, por lo que no cumplían el valor límite más el margen de tolerancia para la protección de la salud humana.

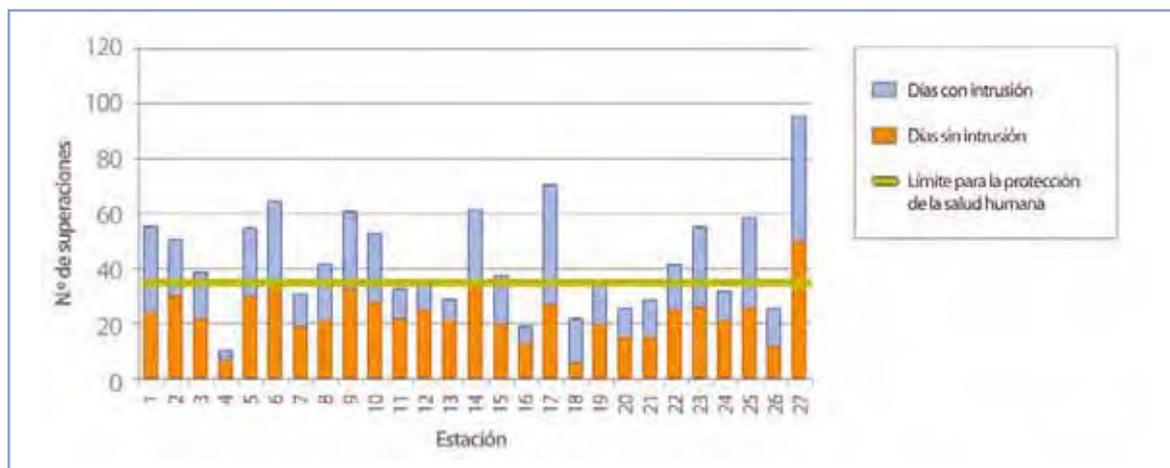
Estos cálculos pueden ser afinados mediante la realización de estudios similares restringidos a un área geográfica más reducida, el estudio de los fenómenos de resuspensión local, o el empleo de metodologías de muestreo capaces de establecer el origen del material particulado.

Durante el año 2004 se ha incrementado el conocimiento acerca de la presencia de altas concentraciones de este contaminante atribuibles a un origen natural. Estudios similares al descrito anteriormente, han detectado para este año la presencia de intrusiones de aire proveniente de África, con alta concentración de partículas en suspensión. Para este mismo año, también se ha analizado la incidencia de los aportes de material particulado originado por los incendios estivales.

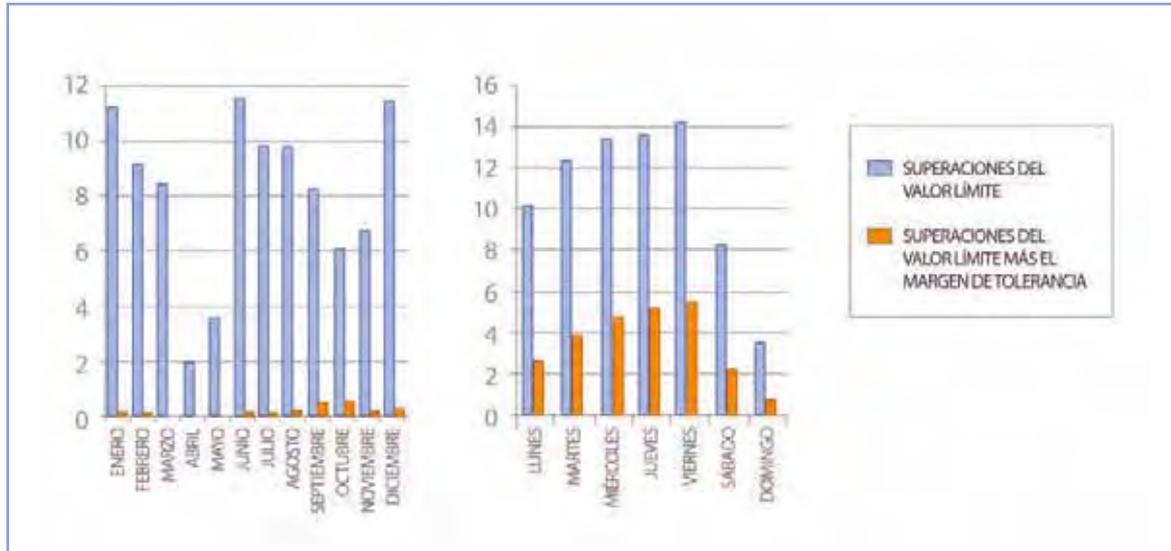
De manera similar a como se ha indicado en el caso del año 2003, la consideración de la influencia de estos episodios sobre el número de superaciones supondría un incremento del número de estaciones que darían cumplimiento del valor límite para la protección de la salud humana, así como de este valor incrementado en el margen de tolerancia, ya que durante algunos meses se ha llegado a constatar la presencia de intrusiones de aire con alta concentración de partículas en suspensión durante más del 60 % de los días.

Por último, es conveniente tener presente que la distribución temporal de las superaciones responde a pautas que se han detectado mediante el análisis del conjunto de superaciones registradas por la red durante el período 1999-2004.

■ Número de días con superación del valor límite más el margen de tolerancia en las estaciones de la red durante el año 2004 ■



■ Distribución porcentual de las superaciones de los valores contemplados en el Real Decreto 1073/2002 en el conjunto de las estaciones de la red ■



■ Concentración media anual de PM₁₀ registrada por el conjunto de las estaciones de la red ■



5 Diagnóstico de calidad del aire

Superaciones del límite anual de PM_{10}

Como ya se ha indicado anteriormente, el número de estaciones que han superado el valor límite anual o el valor límite anual más el margen de tolerancia es mucho menor que el número de estaciones que incumplen los umbrales diarios.

Durante el primer año analizado, 1999, 6 estaciones presentaban una concentración media anual superior a los $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Durante los años 2003 y 2004 solamente 3 y 2 estaciones respectivamente superaron esta concentración. Analizando la evolución de la concentración anual del conjunto de la red, también se detecta una clara tendencia a la reducción de la concentración de este contaminante.

Esta evolución permite determinar una buena calidad del aire en cuanto a este parámetro, ya que con una alta probabilidad el conjunto de la red dará cumplimiento del valor límite que ha entrado en vigor en el año 2005 ($40 \mu\text{g}/\text{m}^3$). Si se tiene en consideración cada una de las estaciones de manera individualizada, solamente se registra cierta incertidumbre en las estaciones ubicadas en puntos con una

muy alta intensidad de tráfico y en las estaciones periféricas que se encuentran próximas a zonas con una alta tasa de obras de edificación o de desarrollo de infraestructuras.

Por este motivo, la presente Estrategia contempla en su programa de actuación medidas destinadas a una reducción global de tráfico rodado y medidas destinadas al control de las partículas emitidas por actividades de construcción y de los fenómenos de resuspensión.

Ozono (O_3)

El ozono es un contaminante llamado secundario, puesto que se genera por la presencia de otros contaminantes en la atmósfera, que reaccionan entre sí por la acción de la radiación solar y en condiciones de temperatura elevada.

En el período invernal, la formación de este contaminante es muy reducida debido a la escasa intensidad de la insolación solar y las bajas temperaturas, siendo los meses de mayo a septiembre donde suelen registrarse valores más elevados.

Valores objetivo de ozono

PARÁMETRO		VALOR OBJETIVO PARA 2010 (a) (1)
Valor objetivo para la protección de la salud humana.	Máximo de las medias octohorarias del día (b).	$120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ que no deberá superarse más de 25 días por cada año civil de promedio en un período de 3 años (c).
Valor objetivo para la protección de la vegetación.	AOT40, calculada a partir de valores horarios de mayo a julio.	$18.000 \mu\text{g}/\text{m}^3 \cdot \text{h}$ de promedio en un período de 5 años (c).

- El cumplimiento de los valores objetivo se verificará a partir de esta fecha. Es decir, los datos correspondientes al año 2010 serán los primeros que se utilizarán para verificar el cumplimiento en los 3 ó 5 años siguientes, según el caso.
- El máximo de las medias octohorarias del día deberá seleccionarse examinando promedios móviles de 8 horas, calculados a partir de datos horarios y actualizados cada hora. Cada promedio octohorario así calculado se asignará al día en que dicho promedio termina, es decir, el primer período de cálculo para un día cualquiera será el período a partir de las 17 del día anterior hasta la 1.00 de dicho día; el último período de cálculo para un día cualquiera será el período a partir de las 16 h hasta las 24 h de dicho día.
- Si las medias de 3 ó 5 años no pueden determinarse a partir de una serie completa y consecutiva de datos anuales, los datos anuales mínimos necesarios para verificar el cumplimiento de los valores objetivo serán los siguientes:

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

Para el valor objetivo relativo a la protección de la vegetación: datos válidos correspondientes a 3 años.

- Estos valores objetivo y superaciones autorizadas se entenderán sin perjuicio de los resultados de los estudios y de la revisión, previstos en el artículo 11 de la Directiva 2002/3/CE, que tendrán en cuenta las diferentes situaciones geográficas y climáticas de la Comunidad Europea.

Objetivos a largo plazo para el ozono

	PARÁMETRO	OBJETIVO A LARGO PLAZO (a)
Objetivo a largo plazo para la protección de la salud humana.	Máximo de las medias octohorarias del día en un año civil.	120 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.
Objetivo a largo plazo para la protección de la vegetación.	AOT40 (1), calculada a partir de valores horarios de mayo a julio.	6.000 $\mu\text{g}/\text{m}^3 \cdot \text{h}$.

(a) Utilizando como referencia el año 2020.

(1) 0 la hora correspondiente para las regiones ultraperiféricas.

Umbral de información y alerta relativos al ozono

	PARÁMETRO	UMBRAL
Umbral de información.	Promedio horario.	180 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.
Umbral de alerta.	Promedio horario.	240 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

La Directiva 92/72/CEE ha quedado derogada el 9 de septiembre de 2003 por la Directiva 2002/3/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 12 de febrero de 2002, relativa al ozono en el aire ambiente. Esta Directiva se incorpora al derecho interno español mediante el Real Decreto 1796/2003, de 26 de diciembre, relativo al ozono en el aire ambiente. En este Real Decreto se establecen valores objetivo de concentraciones de ozono para proteger tanto la salud de las personas como la vegetación, que deberán alcanzarse, respectivamente, en el trienio o el quinquenio que comienzan en el año 2010, así como objetivos más estrictos a largo plazo.

Se regulan, asimismo, los umbrales de información y de alerta para las concentraciones de ozono, con la finalidad de que las Administraciones Públicas competentes suministren la información pertinente a la población y a la Administración sanitaria en el momento en que se superen dichos umbrales.

La Red instalada en el municipio de Madrid tiene como objetivo la protección de la salud humana, por lo que es en este aspecto en el que hay que verificar el cumplimiento del nuevo Real Decreto.

Superaciones de los umbrales de información y alerta

Analizando los datos correspondientes a los últimos 5 años, no existen problemas importantes de contaminación por ozono en este sentido. Sin embargo, se aprecian algunas estaciones que en el año 2000 llegaron a superar en al menos una ocasión el umbral de información a la población, incluso alguna de ellas superó el umbral de alerta a la población, como fue el caso de las estaciones de Casa de Campo, Paseo de Extremadura, General Ricardos, Fernández Ladreda y Luca de Tena. En

5 Diagnóstico de calidad del aire

la estación de Casa de Campo se registraron durante 3 horas consecutivas valores superiores a los $240 \mu\text{g}/\text{m}^3$, situación que actualmente hubiera supuesto el establecimiento de planes de acción a corto plazo con medidas encaminadas a una rápida reducción de los niveles de ozono. Esta situación no se ha repetido en ninguna otra ocasión.

Estos valores tan elevados se corresponden con un episodio localizado en el centro de la Península, y que afectó a estaciones del Ayuntamiento de Madrid, y en mayor medida a redes de las Comunidades Autónomas de Castilla-La Mancha, Madrid y Castilla y León, sin que se pudiesen encontrar razones para estos valores tan elevados de ozono.

En los años 2001 y 2002 desciende hasta cero el número de superaciones, pero en el año 2003, debido a la ola de calor registrada durante el verano, vuelven a aparecer superaciones del umbral de información a la población en las estaciones de Barrio del Pilar, Marqués de Salamanca, Escuelas Aguirre, Luca de Tena, Cuatro Caminos, Vallecas, Fernández Ladreda, Villaverde, Paseo de Extremadura, Santa Eugenia y Urbanización Embajada, siendo Barrio del Pilar la estación con mayor número de horas de superación.

Los datos correspondientes al año 2004, suponen una importante mejora respecto a esta situación, ya que solamente se registraron 4 superaciones del umbral de información a la población, 3 de ellas en la estación Casa de Campo y una en la Estación Urbanización Embajada. De estas 4 superaciones registradas por el conjunto de la red, 3 se produjeron durante el mismo día, el 3 de julio.

□ Superaciones del valor objetivo de ozono para la protección de la salud humana

El cumplimiento del valor límite se establece en función de los promedios tri-anales de días con concentraciones octohorarias superiores a $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Para un correcto cumplimiento es necesario que este valor promedio no sea superior a 25 días. Se aprecia una evolución totalmente diferente en cuanto al número de días anuales en los que la máxima media octohoraria es superior a este valor que la registrada en el anterior apartado. El año que resultó más comprometido en cuanto a los umbrales de

información y alerta, el año 2000, es en este caso el que ha presentado los datos más favorables, debido a que los datos de superación de dicho año son los referidos al episodio puntual anteriormente mencionado.

Al igual que ocurre con todos los parámetros analizados de este contaminante, el año 2003 es excepcionalmente negativo, presentando valores muy superiores a los años anteriores. Los datos correspondientes al año 2004 para este contaminante indican un claro descenso en cuanto al número de superaciones, y una vuelta a la normalidad de los años anteriores.

Hasta el momento, el conjunto de la red, así como cada una de las estaciones de manera individualizada, se mantienen dentro de los valores objetivo a largo plazo, pero tras 2 años con un elevado número de superaciones cabe la posibilidad de que en el próximo trienio se superen los valores establecidos. En este sentido destacan las estaciones de Villaverde y Casa de Campo, en las que el promedio correspondiente al último trienio ya se ha encontrado muy cerca del objetivo establecido a partir del año 2005.

Analizando la aparición de medias octohorarias superiores a $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ registradas en el conjunto de la red, se pueden determinar ciertas tendencias en la distribución de estos episodios. Su característica de contaminante secundario le confiere una marcada distribución espacial, de manera que la mayoría de las superaciones de este valor se registran en estaciones periféricas, ya que en la zona central de la ciudad el NO_x recién emitido puede combinarse inmediatamente con el O_3 reduciendo su concentración.

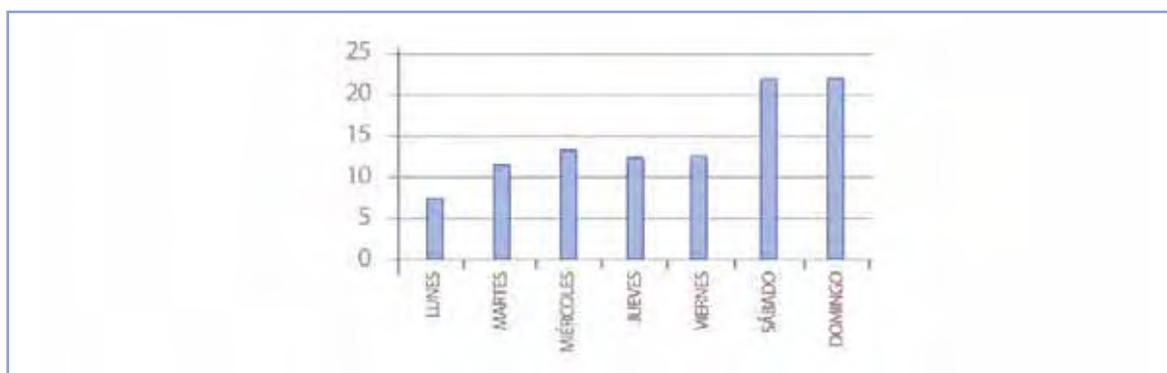
En cuanto a la distribución temporal, se aprecia que las concentraciones medias octohorarias superiores a $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ se han registrado exclusivamente durante los meses de verano. Durante el mes de septiembre se registra un número muy bajo de superaciones de este umbral.

Como se ha indicado anteriormente, este gas aparece en la troposfera a partir de precursores como los óxidos de nitrógeno y los compuestos orgánicos volátiles. Analizando la distribución de las superaciones a lo largo de las horas del día se puede apreciar una máxima frecuencia de estos episodios durante la tarde y una ausencia de ellos durante las horas nocturnas. Como consecuencia de la reducción de las emisiones de NO_x durante el fin de sema-

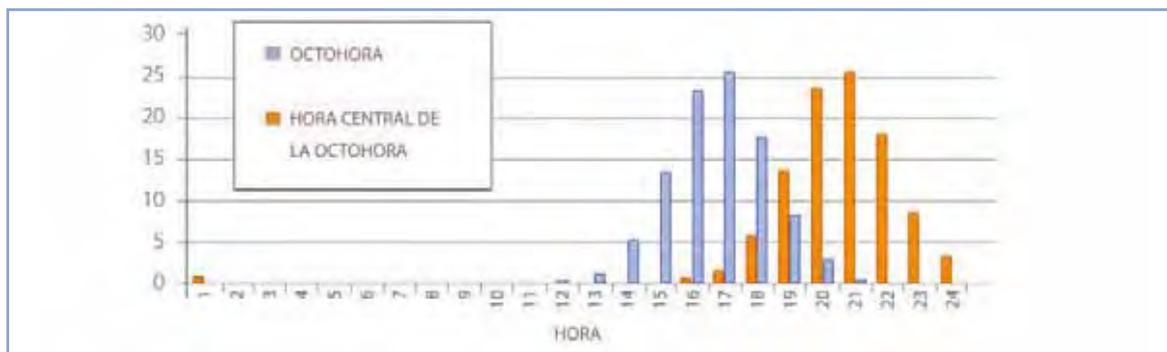
na, durante el sábado y el domingo se registra el 42% de las medias octohorarias superiores a $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ registradas durante el conjunto del período estudiado. Con el fin de asegurar la consecución de los valores objetivo a lar-

go plazo, el programa de actuación incluye medidas destinadas a la reducción de las emisiones de los precursores del ozono, los óxidos de nitrógeno y los compuestos orgánicos volátiles. ■

■ Distribución porcentual a lo largo de la semana de las medias octohorarias superiores a $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ durante el período 1999-2004 ■



■ Distribución porcentual a lo largo del día de las medias octohorarias superiores a $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ durante el período 1999-2004 ■



5 Diagnóstico de calidad del aire

5.4. Monóxido de carbono (CO)

El Real Decreto 1073/2002 establece desde el 1 de enero de 2005 como valor límite para la protección de la salud humana $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ como media de 8 horas máxima en un día.

A diferencia de otros contaminantes, para los que el valor límite y el valor límite más el margen de tolerancia establecidos para períodos inferiores a un año no han de ser sobrepasados en un determinado número de ocasiones durante un año civil, para el CO este límite no se ha de sobrepasar en ningún momento.

En las estaciones del Ayuntamiento de Madrid no existen problemas de contaminación importantes para este contaminante, salvo algunas superaciones aisladas del valor límite en un reducido número de estaciones. Desde enero de 1999 hasta diciembre del año 2004 no se han registrado superaciones del valor límite más el margen de tolerancia.

Solamente se han registrado superaciones del valor límite en 5 estaciones: Paseo de Recoletos (13), Barrio del Pilar (1), Gregorio Marañón (9), Cuatro Caminos (5) y Villa-verde (1). Analizando su distribución es posible apreciar las siguientes pautas:

- Las superaciones se han registrado exclusivamente durante los meses de otoño e invierno, ya que no se ha registrado ninguna superación en el pe-

ríodo comprendido entre marzo y septiembre. En cuanto a la distribución a lo largo de la semana, solamente se han registrado superaciones durante los días laborables centrales: martes (7), miércoles (8) y jueves (14).

- Las superaciones se han registrado en las últimas y primeras octohoras del día. Estas medias móviles se calculan a partir de los datos horarios de manera que se designa cada octohora con el nombre de la hora en la que concluye. De esta forma, la franja horaria en la cual los niveles de CO son más elevados es la que comienza a las 17.00 horas del día anterior y termina a la 1.00 del siguiente día. No se ha registrado ninguna superación en las octohoras que concluyen entre las 5.00 y las 21.00 horas.

- El número de superaciones registradas se ha visto reducido progresivamente. En el año 1999 se registraron 15 superaciones, 8 en 2000 y 6 en 2001. A partir de dicho año no se ha superado el valor límite en ningún punto de la red. Durante los últimos años no se ha superado el valor límite, por lo que previsiblemente en años sucesivos se cumplirá el valor límite establecido. ■

5.5. Plomo (Pb)

Años atrás, la principal fuente de emisión de este contaminante fueron los vehículos a motor de combustión. La reducción o eliminación del contenido de plomo en las gasolinas ha sido decisivo para reducir los niveles de emisión considerablemente. Hoy en día, el problema de la contaminación por plomo se centra en torno a industrias siderometalúrgicas, manufacturas de baterías y acumuladores u otras fuentes puntuales de emisiones de plomo. No obstante, dada la capacidad de este metal para depositarse y acumularse en la sangre, huesos y tejidos blandos del ser humano, con los riesgos que de ello se derivan, la Directiva 1999/30/CE, de 22 de abril, y el Real Decreto 1073/2002, de 18 de octubre establecen un valor límite de $0,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ como valor medio anual a partir del año 2005.

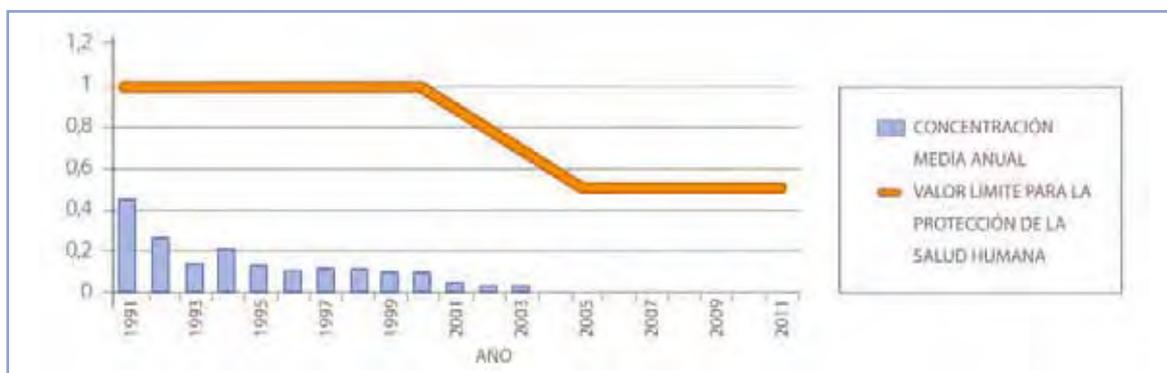
47

El control de la contaminación por plomo, al no existir métodos automáticos de análisis, se realiza fuera de la red de control mediante una red manual de captación de muestras. En el período estudiado, tanto en el conjunto de esta red como todas las estaciones de manera independiente, han presentado concentraciones medias anuales muy inferiores al valor límite establecido para la protección de la salud humana, por lo que se asegura el cumplimiento de la legislación vigente durante los próximos años. Comparando los resultados arrojados por las diferentes estaciones se aprecia que la estación instala-

da en el Paseo Marqués de Monistrol presenta una concentración que es prácticamente el doble de la registrada por el resto de estaciones, aunque no llega a los $0,1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ de valor medio anual.

El primer dato obtenido por la red manual en el año 1991 ya era inferior al valor límite. A partir de este año, se registra un fuerte descenso, de manera que la concentración registrada en el último año representa solamente el 4% del valor límite establecido como objetivo a partir del año 2005. ■

Concentración media anual de plomo registrada por el conjunto de la red



5 Diagnóstico de calidad del aire

5.6. Benceno

Este hidrocarburo cíclico pertenece al grupo de los compuestos orgánicos volátiles, cuyas fuentes de emisión principales son el transporte por carretera y el uso de disolventes. El efecto cancerígeno de este compuesto ha conducido a que su concentración atmosférica sea regulada legalmente. La Directiva 2000/69/CE que entró en vigor el 13 de diciembre de 2000, y que ha sido traspuesta mediante el Real Decreto 1073/2002, de 18 de octubre, ha establecido un valor límite anual de $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ que debe ser alcanzado a partir del año 2010.

48

Valor límite para el benceno

	PERÍODO DE PROMEDIO	VALOR LÍMITE	MARGEN DE TOLERANCIA	FECHA DE CUMPLIMIENTO DEL VALOR LÍMITE
Valor límite para la protección de la salud humana.	Año civil.	$5 \mu\text{g}/\text{m}^3$.	$5 \mu\text{g}/\text{m}^3$, a 3 de octubre de 2002, reduciendo el 1 de enero de 2006 y posteriormente cada 12 meses $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$, hasta alcanzar el valor límite el 1 de enero de 2010.	1 de enero de 2010.

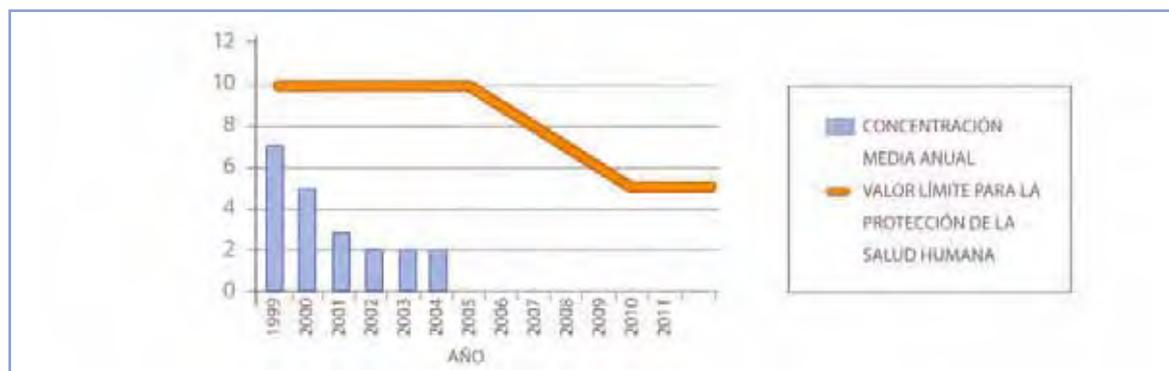
El valor límite se expresará en $\mu\text{g}/\text{m}^3$ referido a una temperatura de 293 K y a una presión de 101,3 kPa.

El valor límite más el margen de tolerancia no ha sido sobrepasado en ninguna de estas estaciones. Sin embargo, el valor límite previsto para el año 2010, sin el margen de tolerancia, sí se superó los años 1999 y 2000. A partir del año 2001, todas las estaciones que miden este compuesto han presentado concentraciones inferiores al valor límite que entrará en vigor en el año 2010.

Considerando estos datos y las mejoras introducidas en los carburantes, se puede establecer que no existe ningún riesgo en cuanto al incumplimiento de los valores legalmente establecidos. ■

Concentración media anual de benceno registrada por el conjunto de la red

5.6.



5.7. Hidrocarburos

Conforman una gran familia de compuestos emitidos directamente a la atmósfera, con un grado de toxicidad muy variable. El origen de estos compuestos se encuentra en los medios de transporte, en la combustión incompleta de combustibles fósiles y, en general, en los procesos industriales de manipulación de éstos y de sus derivados.

El Decreto 833/1975, de 6 de febrero, establecía un valor de referencia para los hidrocarburos de $140 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (concentración media en 24 horas). En ninguna de las estaciones se ha superado este valor. ■

6.

ORIGEN de los CONTAMINANTES

- | | | |
|------|---|----|
| 6.1. | El inventario de emisiones del Ayuntamiento de Madrid. Emisiones desde el municipio de Madrid | 53 |
| 6.2. | El inventario de emisiones de la Comunidad de Madrid. Emisiones desde municipios cercanos | 60 |

6. ORIGEN DE LOS CONTAMINANTES

La calidad del aire del municipio de Madrid está determinada por diferentes factores, entre los que destacan las emisiones antropogénicas, aunque en el caso de ciertos contaminantes las emisiones naturales también se han de tener presentes. La combinación de las emisiones con otros factores como los fenómenos de transporte, el clima o las transformaciones secundarias que se registran en la atmósfera, determinan la concentración de los distintos contaminantes, que es monitorizada a través del Sistema de Vigilancia de la Contaminación Atmosférica.

Con el fin de establecer cuáles son las medidas a adoptar para garantizar el cumplimiento de la normativa sobre calidad del aire es preciso, en primer lugar, identificar cuáles son las fuentes emisoras del municipio de Madrid y de los principales municipios cercanos, ya que sería inadecuado considerar el aire de Madrid como un

espacio cerrado en el que no se registran entradas y salidas hacia y desde otros municipios. La identificación de estos emisores se realiza a través de los inventarios de emisiones atmosféricas del Ayuntamiento y de la Comunidad de Madrid. ■

53

6.1. El inventario de emisiones del Ayuntamiento de Madrid. Emisiones desde el municipio de Madrid

El inventario de emisiones del Ayuntamiento de Madrid es una herramienta con la que se cuantifican y localizan las actividades emisoras dentro del término municipal. Para su realización y posteriores actualizaciones se recurre a la metodología de EMEP-CORINAIR, que 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.

Las fuentes emisoras se agrupan empleando la nomenclatura denominada SNAP (acrónimo inglés de Selected Nomenclature for Air Pollution), desarrollada en el pro-

yecto europeo CORINAIR. La nomenclatura SNAP se estructura en tres niveles jerárquicos denominados Grupo, Subgrupo y Actividad.

6 ORIGEN DE LOS CONTAMINANTES

- El nivel superior, Grupo, consta de 11 divisiones que reflejan las grandes categorías de actividades antropogénicas y naturales.
- El nivel intermedio, Subgrupo, divide al anterior en 76 clases que reflejan la estructura de las actividades emisoras de acuerdo con sus especificaciones tecnológicas y socioeconómicas.
- El nivel más desagregado, Actividad, contabiliza un total de 430 actividades/subgrupos emisores o captadores de gases atmosféricos.

Los contaminantes que contempla esta metodología se agrupan en cuatro grupos:

- Acidificadores, precursores del ozono y gases de efecto invernadero.
- Metales pesados.
- Partículas.
- Contaminantes orgánicos persistentes.

Este inventario se construye sobre una cuadrícula compuesta por celdas de 250 metros de lado sobre la que se localizan tres tipos de fuentes emisoras:

- Fuentes puntuales: se corresponden con fuentes localizadas con exactitud en un punto del espacio. Un ejemplo de estas fuentes serían las industrias y las calderas de los edificios.
- Fuentes lineales: se emplean para identificar las emisiones provenientes del tráfico rodado, ya que éstas se asocian a la presencia de vehículos en tramos de calles.
- Fuentes superficiales: se emplean superficies emisoras para grandes complejos emisores que no es conveniente restringir a un punto concreto del espacio. El mejor ejemplo de esta situación es el Aeropuerto de Barajas.

Este inventario es uno de los más detallados en lo que se refiere a variación de las emisiones en el tiempo, ya que es capaz de proporcionar perfiles de emisión por contaminante y hora del día, para cada una de las cuadrículas.

Emisiones de óxidos de nitrógeno (NO_x)

Como se aprecia en la siguiente tabla, el transporte por carretera (Grupo 07) es responsable de más de las tres cuar-

Emisiones de óxidos de nitrógeno (NO_x)

SECTORES A NIVEL DE GRUPO		PORCENTAJE	TM/AÑO
02	Plantas de combustión no industrial	6,5%	1.910
03	Plantas de combustión industrial	5,7%	1.662
04	Procesos industriales sin combustión	0,3%	74
07	Transporte por carretera	77,0%	22.585
08	Otros modos de transporte y maquinaria móvil	7,1%	2.083
09	Tratamiento y eliminación de residuos	3,2%	947
10	Agricultura	0,0%	2
11	Otras fuentes y sumideros (naturaleza)	0,2%	58
TOTAL		100%	29.321

Emisiones de partículas

SECTORES A NIVEL DE GRUPO	Porcentaje	PM _{2,5}		PM ₁₀	
		Toneladas/año	Porcentaje	Toneladas/año	Porcentaje
02	Plantas de combustión no industrial	9,03%	159	13,23%	289
03	Plantas de combustión industrial	0,68%	12	0,55%	12
04	Procesos industriales sin combustión	4,49%	79	7,23%	158
07	Transporte por carretera	78,14%	1.376	72,81%	1.591
08	Otros modos de transporte y maquinaria móvil	6,81%	120	5,49%	120
09	Tratamiento y eliminación de residuos	0,85%	15	0,69%	15
TOTAL		100,00%	1.761	100,00%	2.185

tas partes de las emisiones de este conjunto de gases contaminantes. Existen tres grupos que se reparten prácticamente por igual el resto de las emisiones: el Grupo 02, principalmente gracias al alto número de calderas de calefacción no industriales, el Grupo 03, que agrupa a la combustión industrial, y el Grupo 08, otros medios de transporte, entre los que destaca la presencia del Aeropuerto de Barajas.

La anterior tabla refleja que el transporte es el sector que más contribuye a la emisión de partículas a la atmósfera, con el 78% del total de PM₁₀ y el 85% del total de PM_{2,5}. El sector doméstico sigue al transporte pero ya con un porcentaje mucho menor, un 13% de las emisiones de PM₁₀ y un 9% de las emisiones de PM_{2,5}.

Emisiones de partículas en suspensión (PM)

La actual normativa de inmisión contempla como parámetro de control del grado de protección de la salud humana las partículas en suspensión con un diámetro inferior a 10 µm (PM₁₀), aunque indica expresamente que las medidas destinadas al control de las PM₁₀ tendrán como objetivo reducir al mismo tiempo la presencia de partículas en suspensión de un diámetro inferior a las 2,5 µm (PM_{2,5}).

Emisiones de monóxido de carbono (CO)

Para este contaminante, la contribución del transporte por carretera es aún más determinante que en el caso de los contaminantes anteriormente analizados. Más de un 91% de las emisiones de este gas provienen de los automóviles que circulan por la ciudad. Del resto de sectores, únicamente el Grupo 02 presenta una contribución destacada.

6 ORIGEN DE LOS CONTAMINANTES

Emisiones de monóxido de carbono

SECTORES A NIVEL DE GRUPO		PORCENTAJE	TM/AÑO
02	Plantas de combustión no industrial	5,4%	5.066
03	Plantas de combustión industrial	0,2%	160
04	Procesos industriales sin combustión	0,8%	743
07	Transporte por carretera	91,4%	86.198
08	Otros modos de transporte y maquinaria móvil	2,1%	2.027
09	Tratamiento y eliminación de residuos	0,1%	78
10	Agricultura	0,0%	18
11	Otras fuentes y sumideros naturales	0,0%	1
TOTAL		100%	94.291

Emisiones de óxidos de azufre

SECTORES A NIVEL DE GRUPO		PORCENTAJE	TM/AÑO
02	Plantas de combustión no industrial	68,5%	2.164
03	Plantas de combustión industrial	7,4%	234
04	Procesos industriales sin combustión	1,5%	48
07	Transporte por carretera	17,3%	545
08	Otros modos de transporte y maquinaria móvil	5,0%	158
09	Tratamiento y eliminación de residuos	0,3%	10
10	Agricultura	0,0%	0,2
11	Otras fuentes y sumideros (naturaleza)	0,0%	0,01
TOTAL		100%	3.159

Emisiones de óxidos de azufre (SO_x)

Al igual que ocurre con otros grupos de contaminantes, dentro de esta familia se agrupan diferentes compuestos. Las proporciones entre ellos están determinadas por los equilibrios que regulan su formación y destrucción. Dentro de este grupo de gases, se han determinado los valores límite de inmisión para la protección de la salud y de los ecosistemas en base a las concentraciones de SO₂. Por este motivo, el valor total de estos gases se mide en masa de este gas.

El principal sector emisor de los óxidos de azufre son las calderas no industriales (comercios, viviendas, oficinas, etc.), con más del 68% de las emisiones.

Emisiones de compuestos orgánicos volátiles no metánicos (COVNM)

Dentro de los compuestos orgánicos volátiles se realiza una división entre el metano, que se agrupa junto al resto de gases de efecto invernadero, y el resto de los compuestos orgánicos volátiles, muy importantes como precursores del ozono.

Estos compuestos son emitidos principalmente desde actividades asociadas al uso de disolventes y otros productos, que son responsables de más de la mitad de las emisiones globales. El alto volumen de vehículos presentes en la ciudad origina que una tercera parte de estos compuestos se libere a la atmósfera por el sector del transporte por carretera.

Emisiones de COVNM

SECTORES A NIVEL DE GRUPO		PORCENTAJE	TM/AÑO
02	Plantas de combustión no industrial	0,4%	204
03	Plantas de combustión industrial	0,3%	168
04	Procesos industriales sin combustión	4,9%	2.809
05	Extracción y distribución de combustibles fósiles	2,6%	1.469
06	Uso de disolventes y otros productos	53,5%	30.485
07	Transporte por carretera	33,2%	18.908
08	Otros modos de transporte y maquinaria móvil	0,9%	513
09	Tratamiento y eliminación de residuos	0,0%	18
10	Agricultura	0,1%	45
11	Otras fuentes y sumideros (naturaleza)	4,2%	2.390
TOTAL		100%	57.009

6 ORIGEN DE LOS CONTAMINANTES

Emisiones de gases de efecto invernadero

Este conjunto de gases se caracteriza por su capacidad para captar la radiación solar reflejada, contribuyendo al calentamiento global del planeta. El inventario de emisiones agrupa estos gases, haciendo posible calcular la contribución global del municipio de Madrid a este fenómeno.

Como se puede apreciar en la tabla incluida a continuación, la principal fuente de metano (CH₄) es la descomposición de los residuos urbanos. Adicionalmente

se registran cantidades menores debido a las tareas de distribución de combustibles fósiles. El CO₂ proviene de todas las combustiones realizadas. Por su volumen, los automóviles y los equipamientos del sector comercial, residencial e institucional originan que los Grupos 02 y 07 sean los de mayor importancia. Una situación muy similar es la que presenta el N₂O, aunque este gas también se libera en una considerable proporción en la producción y distribución de ciertas sustancias recogidas en el Grupo 06. Este Grupo 06, que incluye el uso de disolventes y otros productos, es así mismo el responsable de la práctica totalidad de las emisiones de SF₆, HFC y PFC.

Cantidades anuales emitidas de gases de efecto invernadero

		GASES DE EFECTO INVERNADERO					
SECTORES A NIVEL DE GRUPO		CH ₄ (t)	CO ₂ (kt)	N ₂ O (t)	SF ₆ (kg)	HFC (kg)	PFC (kg)
01	Combustión en la producción y transformación de energía						
02	Plantas de combustión no industrial	1.100	2.766	242			
03	Plantas de combustión industrial	47	592	24			
04	Procesos industriales sin combustión	1	22				
05	Extracción y distribución de combustibles fósiles y energía geotérmica	3.190	0				
06	Uso de disolventes y otros productos			147	614	95.860	687
07	Transporte por carretera	653	4.268	420			
08	Otros modos de transporte y maquinaria móvil	49	515	19			
09	Tratamiento y eliminación de residuos	48.688	226	34			
10	Agricultura	150		23			
11	Otras fuentes y sumideros (naturaleza)	326	-36	0,003			
TOTAL SECTORES		54.203	8.352	908	614	95.860	687

ORIGEN DE LOS CONTAMINANTES 6

Emisiones de metales pesados

En la siguiente tabla se muestran las cantidades de metales pesados emitidas anualmente por los diferentes sectores y su distribución porcentual. En ella se puede apreciar que la combustión no industrial es una importante fuente emisora de selenio, mercurio y, principalmente, de arsénico, del cual emite casi el 90% de las cantidades totales anuales.

Los procesos industriales son los principales emisores de cadmio, mercurio y plomo, mientras que la com-

bustión de este sector genera unas emisiones mucho menos significativas. El sector del transporte por carretera es el principal emisor de cadmio, cromo, cobre, níquel, plomo, selenio y zinc, acumulando, en algunos de estos contaminantes, más de las tres cuartas partes de las emisiones.

El sector modos de transporte no es responsable de emisiones importantes de metales pesados, sólo tienen una cierta entidad las de cobre. El sector de tratamiento de residuos es poco importante, excepto en el caso del selenio y, en menor medida, del zinc. ■

Cantidades anuales emitidas de metales pesados

SECTORES A NIVEL DE GRUPO		METALES PESADOS								
		As (kg)	Cd (kg)	Cr (kg)	Cu (kg)	Hg (kg)	Ni (kg)	Pb (kg)	Se (kg)	Zn (kg)
01	Combustión en la producción y transformación de energía									
02	Plantas de combustión no industrial	85	11	64	85	24	128	178	11	71
03	Plantas de combustión industrial	2	2	3	2	1	78	3	2	0,4
04	Procesos industriales sin combustión	6	111	56	149	63	19	2.117		8.170
05	Extracción y distribución de combustibles fósiles y energía geotérmica									
06	Uso de disolventes y otros productos									
07	Transporte por carretera		134	525	6.295		539	2.614	13	57.493
08	Otros modos de transporte y maquinaria móvil		2	8	277		11		2	163
09	Tratamiento y eliminación de residuos	4	0	8	30	4	14	25	4	4.702
10	Agricultura									
11	Otras fuentes y sumideros (naturaleza)									
TOTAL SECTORES		96	260	664	6.838	92	790	4.937	31	70.599

6 ORIGEN DE LOS CONTAMINANTES

6.2. El inventario de emisiones de la Comunidad de Madrid. Emisiones desde municipios cercanos

El inventario de emisiones de la Comunidad de Madrid presenta información sobre los municipios de la región, exceptuando la capital. La última versión de este inventario se encuentra actualizada al año 2000. Sus datos permiten, por un lado, valorar la influencia de estas emisiones en el municipio de Madrid y, por otro lado, comparar las características de las emisiones de la principal ciudad de la región con el resto de municipios.

A diferencia del inventario municipal, las actividades no se han agrupado siguiendo la clasificación SNAP, y en su lugar se han creado tres grandes grupos:

- **Doméstico:** comprende las emisiones provenientes del sector doméstico, pero también las del sector comercial y terciario, de gran relevancia en la economía regional.
- **Industrial:** se agrupan las emisiones provenientes de todas las actividades industriales, independientemente de si son derivadas de procesos de combustión o de otro tipo de procesos.
- **Transporte:** reúne todas las emisiones provenientes de actividades de transporte, aunque el sector del transporte por carretera supone la gran mayoría de las emisiones.

Se ha realizado un estudio comparativo de las emisiones de NO_x, partículas en suspensión y CO desde los municipios donde se encuentra ubicada una estación remota perteneciente a la red de control de la contaminación atmosférica de la Comunidad de Madrid. También se han estudiado los datos relativos al parque móvil y a las actividades industriales potencialmente más contaminantes de estos municipios y del municipio de Madrid para el año 2002. Los datos han sido obtenidos de las fichas municipales elaboradas por Caja España, sobre datos de la Dirección General de Tráfico y la base de datos Camerdata para las industrias.

Mientras que en el caso de algunos contaminantes la comparación entre ambos inventarios aporta resul-

tados de interés, para otros contaminantes no se ha podido llegar a ninguna conclusión como consecuencia de las diferentes metodologías utilizadas en ambos inventarios.

□ **Emisiones de dióxido de nitrógeno**

El municipio de Madrid emite aproximadamente el 64% de las emisiones de los municipios estudiados. Este dato no es suficientemente elevado como para asegurar que la influencia de las emisiones de NO_x desde municipios cercanos no es relevante en relación con las emisiones provenientes del término municipal. Se ha de tener presente que estos municipios contribuyen a la creación de un nivel basal en toda la región responsable de que, incluso en estaciones alejadas de fuentes emisoras, se registren concentraciones medias anuales superiores a los 40 µg/m³.

□ **Emisiones de partículas en suspensión**

La metodología empleada en los dos inventarios citados es muy diferente para este tipo de contaminantes, impidiendo una comparación válida entre los datos correspondientes al municipio de Madrid y a otros municipios.

Mientras que en el caso del municipio de Madrid el transporte por carretera es responsable del 87% de las

emisiones totales de partículas, en el resto de municipios el sector doméstico es el responsable de la generación de casi el 74% sobre el total, seguido por el sector industrial con más del 24% y por último el sector transporte con una contribución total menor del 2%.

Un factor que no es considerado por ninguno de los dos inventarios es el de la resuspensión local, puesto que se considera una fuente natural de partículas. Las características climáticas (baja precipitación y presencia de dinámicas convectivas), y la vegetación (cultivos de secano y terrenos deforestados) de los municipios cercanos a Madrid favorecen este tipo de procesos. Aunque actualmente no se ha cuantificado la intensidad de este fenómeno, es posible que en el período estival las aportaciones por este motivo desde los municipios próximos representen una contribución significativa en los niveles medidos en el municipio de Madrid.

□ Emisiones de monóxido de carbono

Tanto en el municipio de Madrid como en el resto de municipios, el sector transporte es el responsable de la gran mayoría de las emisiones de este gas. Se aprecia una menor importancia de este sector en el caso del municipio de Madrid que en el resto de municipios estudiados. Esta disminución se ve compensada principalmente por una mayor importancia del sector doméstico.

De todos los municipios analizados, el de Madrid reúne el 60% del total de emisiones de este gas. Otros municipios con alta cantidad de emisiones son Alcalá de Henares, Getafe y Fuenlabrada. La distancia que mantienen al municipio de Madrid permite determinar que la influencia de otros municipios sobre la calidad del aire de la ciudad de Madrid para este contaminante es reducida, aunque también se ha de tener presente. ■

7. objetivos de la estrategia

7.1.	Objetivos de emisiones de NO _x	65
7.2.	Objetivos de emisión de partículas en suspensión	69
7.3.	Objetivos de emisión de gases de efecto invernadero (GEI)	70
7.4.	Objetivos de emisión de otros contaminantes	73

7. objetivos de la estrategia

El diagnóstico de la calidad del aire ha puesto de manifiesto que la evolución de dos contaminantes, NO_2 y partículas en suspensión, apunta a un posible incumplimiento de los futuros valores límite para el NO_2 y el riesgo de incumplimiento de los valores medios diarios en el caso de las partículas.

Tras el análisis de las principales fuentes realizado en el apartado anterior, es posible relacionar las emisiones y las inmisiones, con el fin de determinar qué reducciones en los niveles de emisión son necesarias para poder alcanzar los valores límite establecidos a partir del año 2005 (en el caso de las partículas en suspensión) y 2010 (para el dióxido de nitrógeno).

Otro fenómeno preocupante a escala planetaria, como es el cambio climático, tiene en las grandes ciudades y en las Áreas Metropolitanas uno de los principales focos de emisión. El establecimiento de objetivos de reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero supone la concreción del compromiso del Ayuntamiento de Madrid para la corrección de las tendencias actualmente detectadas en este sentido.

Por último, también se determinan objetivos importantes para otra serie de compuestos que, pese a encontrarse en niveles inferiores a los límites legales, es conveniente controlar por su potencial efecto sobre la salud humana y la evolución actual de las emisiones.

Los objetivos de reducción determinados se acometerán a través de una combinación de medidas que supondrán una drástica mejora de la calidad del aire, que no sólo revertirá en el cumplimiento de la legislación vigente, sino que se traducirá en una mejor calidad de vida de todas las personas que disfrutan de esta ciudad. ■

65

7.1. Objetivos de emisiones de NO_x

El análisis de la relación entre los niveles de inmisión de NO_2 y las emisiones de NO_x indica que será necesaria una reducción a nivel general de las emisiones de NO_x para poder reducir las altas concentraciones que se registran en algunas de las estaciones más céntricas del municipio. En esta parte de la ciudad, las altas concentraciones no son solamente debidas a una mayor actividad de las fuentes emisoras, sino que se registra un proceso de acumulación de los contaminantes. Por este motivo, medidas destinadas a un control de las actividades emisoras en un ámbito reducido serían insuficientes, incluso aunque éstas redujeran drásticamente la presencia de la principal fuente emisora, el tráfico rodado.

7 objetivos de la estrategia

Por lo tanto, la presente Estrategia aborda la consecución de los futuros valores límite de NO_2 gracias a una reducción a nivel global de las emisiones del conjunto del municipio, aunque ésta presentará una mayor intensidad en la zona central del mismo. Dado su carácter flexible, el desarrollo de la Estrategia permite una implementación progresiva de las diferentes medidas en función de la eficacia que van teniendo las medidas desarrolladas. De esta forma, las medidas contempladas en el último período permiten ajustar su intensidad a la consecución de los objetivos marcados en el presente apartado.

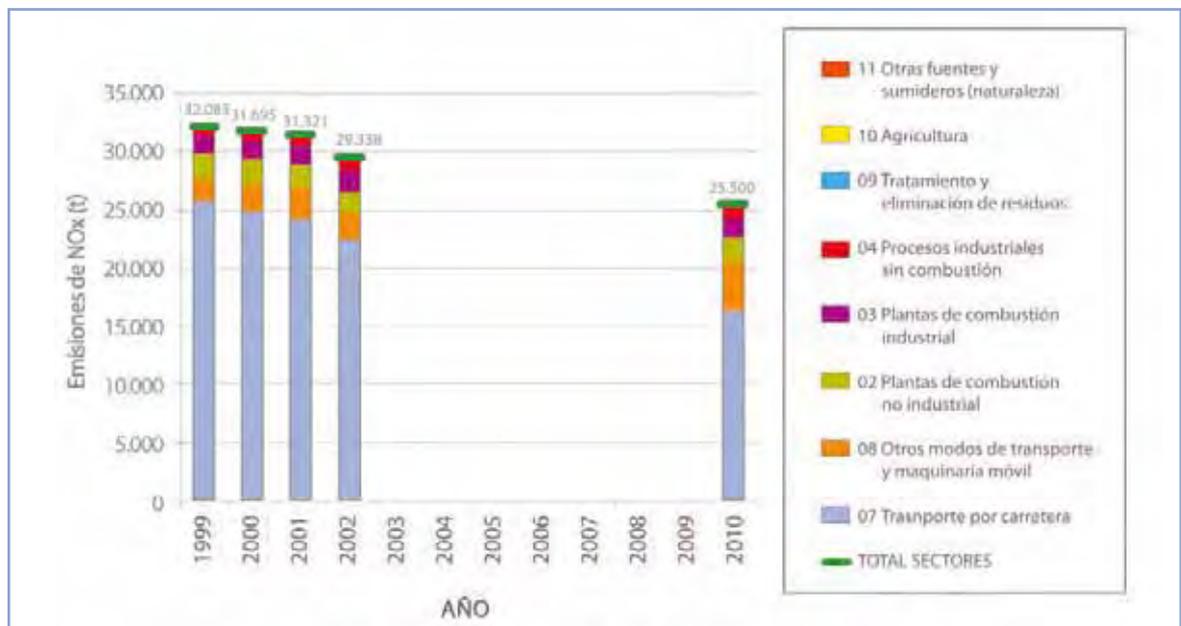
En los últimos años se ha registrado una reducción paulatina de las emisiones de óxidos de nitrógeno, atribuible fundamentalmente a un descenso de las emisiones originadas por el tráfico rodado, ya que el resto de los sectores se han mantenido prácticamente constantes.

Desde 1999 el parque de vehículos del municipio se ha visto incrementado en aproximadamente un 1% al año, incremento que se ha visto compensado sustancialmente con una mejora tecnológica de los vehículos, de manera que se registran menos emisiones por vehículo. En los últi-

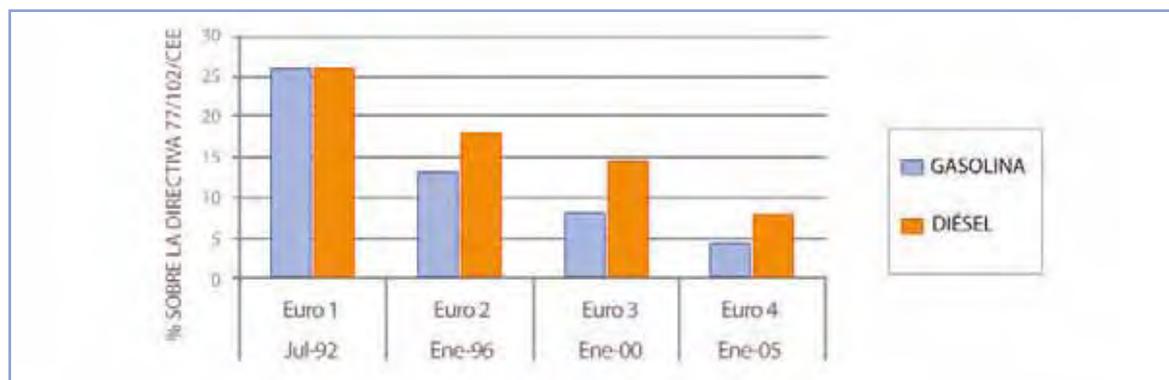
mos años se aprecia una tendencia a la adquisición de vehículos cada vez más potentes, de manera que esta mejora tecnológica está quedando anulada progresivamente.

Frente a estas tendencias negativas, la presente Estrategia supone una actuación directa sobre el tráfico rodado, con una reducción en las distancias recorridas por los automóviles privados y un empleo de vehículos menos contaminantes. Estas actuaciones permitirán mantener constante la reducción de las emisiones durante los próximos años, fijando un objetivo de emisión para el año 2010 de 16.000 toneladas anuales para este sector. Esta cantidad supone una reducción de las emisiones en más de 6.000 toneladas en un período de 8 años (2002-2010), que se acometerá desde dos líneas principales de actuación. Por un lado, la apuesta por tecnologías más limpias en el sector transporte, lo que supondrá una reducción de las emisiones de NO_x de aproximadamente 5.000 toneladas (implantación de las nuevas normas Euro y vehículos ecológicos), mientras que una combinación de medidas destinadas a la reducción del número de vehículos que circulan por las vías de la ciudad se traducirá en una reducción de las emisiones de aproximadamente 1.000 toneladas.

■ Evolución de las emisiones anuales de NO_x ■



■ Evolución de los valores límite de emisión de NO_x en turismos ■



La figura anterior muestra la variación de los valores límite de emisión en los turismos por la aplicación de las diferentes normas Euro desde la introducción de la primera norma destinada al control de las emisiones de NO_x. Cada vehículo fabricado conforme a la Norma Euro 4 emite aproximadamente la quinta parte que un vehículo de igual potencia de la Norma Euro 1, de manera que acelerar la sustitución de vehículos por aquellos que cumplen normativas más exigentes es una línea de actuación sumamente eficaz para alcanzar los objetivos de inmisión de dióxido de nitrógeno.

El segundo sector en importancia es el de otros medios de transporte, dentro del cual destaca el transporte aéreo. La ampliación del sistema aeroportuario de Madrid, gracias a la construcción de nuevas terminales y pistas en el Aeropuerto de Barajas, supondrá prácticamente doblar las emisiones de este sector. Estudios previos cifran en 4.000 toneladas las emisiones de este grupo, que crecerán hasta aproximadamente 4.000 toneladas anuales, ganando importancia respecto a otros sectores.

Según las últimas estimaciones¹, el crecimiento de la población del municipio se sitúa en un 8,8 % para el período 2000-2011. Esta variación en la población condiciona las emisiones de todos los sectores, pero especialmente las del tercer grupo emisor, las combustiones no industriales. El

¹ Centro de Estudios Demográficos (2002): *Estimaciones y Proyecciones de Población de la Comunidad de Madrid 1996-2011*.

incremento del número de instalaciones de calefacción en viviendas, comercios e instituciones limita la reducción de las emisiones de este sector. Las medidas incluidas en esta Estrategia controlarán el crecimiento de este grupo, que crecerán a un ritmo aproximado del 1% anual.

La progresiva terciarización de la ciudad no apunta hacia un incremento de las emisiones de gases del sector industrial, por lo que los objetivos de la presente Estrategia consisten en mantener sus emisiones en aproximadamente 1.700 toneladas anuales.

Las emisiones de NO_x del sector número 09, tratamiento y eliminación de residuos, son debidas fundamentalmente a la actividad de la Incineradora de Valdemingómez. Este sector ha registrado un fuerte incremento durante el año 2002, como consecuencia del desarrollo de un centro de cogeneración que valoriza el biogás extraído del clausurado Vertedero de Valdemingómez. Se contempla un incremento de la actividad de esta instalación, de manera que dentro de los objetivos de emisiones se incluye una reserva de más 50 kilotoneladas que fija las emisiones previstas para el año 2010 en aproximadamente 1.000 toneladas.

La aplicación global de las medidas contempladas en esta Estrategia permitirá situar las emisiones de NO_x en 25.540 toneladas anuales en el año 2010, tal y como se puede apreciar en la tabla. Como anteriormente se ha indicado, se estima que la consecución de los valores lími-

7 objetivos de la estrategia

Objetivos de emisiones para el año 2010

SECTOR	EMISIONES AÑO 2002 (t)	OBJETIVO DE EMISIONES 2010 (t)
01 Combustión en la producción y transformación de energía	0	170 ↑
02 Plantas de combustión no industrial	1.910	2.100 ↑
03 Plantas de combustión industrial	1.678	1.630 ↓
04 Procesos industriales sin combustión	74	80 ↑
07 Transporte por carretera	22.585	16.500 ↓↓
08 Otros modos de transporte y maquinaria móvil	2.083	4.000 ↑↑
09 Tratamiento y eliminación de residuos	947	1.000 ↑
10 Agricultura	2	2 ↔
11 Otras fuentes y sumideros (naturaleza)	58	58 ↔
TOTAL SECTORES	29.338	25.540 ↓

te en el conjunto de las estaciones que formarán parte de la red destinada al control de las concentraciones de NO₂ requiere fijar la cantidad anualmente emitida en aproximadamente 26.000 toneladas anuales, es decir, la presente Estrategia contempla una reducción de las emisiones en aproximadamente 500 toneladas extras para asegurar el cumplimiento de los valores límite. Estas 500 toneladas son un cantidad lo suficientemente elevada como para asegurar un amplio margen de maniobra, de manera que es posible la consecución de los niveles de calidad del aire incluso con ciertos cambios en el escenario previsto para la determinación de los presentes objetivos.

La consecución de estos objetivos no se plantea mediante una reducción lineal de las emisiones. Durante los años 2006 y 2007 se contempla una transferencia de las emisiones provenientes del tráfico rodado hacia el tráfico aéreo, de manera que se estabilicen las emisiones de NO_x. Es a partir del año 2008 cuando la entrada en

vigor de las medidas más eficaces y una cierta estabilización del tráfico aéreo se traducirá en una mejora sustancial de la calidad del aire de la ciudad, aunque los objetivos anuales de reducción tienen un carácter meramente informativo, y el interés fundamental de la evolución anual de las emisiones es el control de la intensidad de aplicación de las medidas más importantes de la Estrategia con el objeto de corregir las desviaciones no deseadas. ■

7.2. Objetivos de emisión de partículas en suspensión

Las partículas en suspensión son actualmente el otro contaminante que presenta superaciones de los futuros umbrales de protección de la salud humana. A diferencia del NO₂, la entrada en vigor de estos valores límite se establece en dos fases diferenciadas, la primera de las cuales concluyó el 1 de enero del año 2005.

La experiencia de la aplicación de la primera fase en el municipio de Madrid revela, en algunas estaciones de la red, una superación de los valores límite diarios, y en mucha menor medida de los valores límite medios anuales, de manera que el objetivo principal no es reducir los valores medios anuales de partículas en suspensión, sino reducir la frecuencia con la que se registran episodios puntuales de alta concentración, lo que además contribuirá a reducir los valores medios anuales.

Esta circunstancia no es provocada exclusivamente por las emisiones antropogénicas de este tipo de contaminantes, ya que es sumamente determinante la presencia de fenómenos naturales de alta concentración de partículas, como episodios de resuspensión local o de intrusio-

nes de aire proveniente del norte de África con altas concentraciones de partículas en suspensión.

Aunque establecer comparaciones entre varios contaminantes no es acertado sin observar los niveles naturales de cada uno de ellos y las diferentes reacciones que establecen sus niveles de inmisión, se puede apreciar que cada tonelada de partículas en suspensión emitida se traduce en un importante incremento de los niveles de inmisión, de manera que es posible que el inventario no recoja adecuadamente todas las fuentes. Otro dato que apunta en este sentido es la comparación de los datos correspondientes al Inventario de la Comunidad de Madrid y el Inventario Municipal de Emisiones que atribuye mayores emisiones a municipios de inferior tamaño.

■ Evolución de los valores límite de emisión de partículas de turismos diésel ■



7 objetivos de la estrategia

7.2.

Considerando que las fuentes naturales sólo son ligeramente influenciadas por actuaciones a nivel municipal, la presente Estrategia no contempla objetivos concretos de reducción de las emisiones de estos compuestos. De esta forma, aunque gran parte de las medidas que incluye conducirán a reducciones sustanciales de las emisiones, éstas no se dimensionan buscando directamente alcanzar un objetivo concreto de calidad del aire, objetivos que, por otro lado, serán prontamente modificados mediante la aparición de futura normativa comunitaria.

El principal objetivo respecto a este contaminante es mantener un seguimiento exhaustivo del progreso del

desarrollo normativo y del avance del conocimiento científico de las fuentes de este tipo de compuestos, objetivo que se logra gracias a una acción concreta dentro del programa de actuación.

Pese a no fijar un objetivo de reducción de emisiones, la coincidencia de la principal fuente emisora, y del sector sobre el que se desarrollan las medidas más completas (el tráfico rodado) asegura una fuerte reducción de la emisión de partículas en suspensión dentro de las restricciones que impone la actuación a nivel local. La siguiente figura presenta la evolución de los límites de emisión de partículas en suspensión de los turismos diésel. ■

70

7.3. Objetivos de emisión de gases de efecto invernadero (GEI)

Fruto de la necesidad de combatir el cambio climático limitando las emisiones de GEI a nivel planetario, la comunidad internacional acordó en 1997 la adopción del Protocolo de Kyoto, que fija techos de emisión para las emisiones de GEI de los países industrializados en el período 2008-2012. La Unión Europea adoptó un compromiso ejemplar: reducir sus emisiones en un 8% para dicho período respecto a las emisiones registradas en el año 1990.

La convergencia económica con el resto de la Unión Europea que ha registrado España en los últimos años se ha traducido en un fuerte incremento de las emisiones de estos compuestos, a diferencia de lo ocurrido en otros estados, en los que se ha desacoplado el desarrollo económico y el volumen anual de emisiones. En el último inventario disponible, correspondiente al año 2003, se constataba un incremento de un 42% de las emisiones de GEI respecto al año 1990 (40,6% desde el año base). Este dato supone que prácticamente se ha triplicado el

crecimiento de las emisiones autorizado por la Unión Europea para el período 2008-2012.

Este crecimiento se ha repartido de manera desigual dentro del Estado. El reparto de las emisiones de gases de efecto invernadero por Comunidades Autónomas²

² Joaquín Nieto y José Santamaría (2003): *Las emisiones de gases de efecto invernadero en España*.

establece que el incremento de las emisiones de la Comunidad de Madrid es superior a la media nacional, situándose en un 55,37%. Pese a este incremento, las emisiones de la Comunidad de Madrid suponen solamente el 6,62% de las emisiones nacionales, mientras que su peso dentro del Estado es mucho mayor, ya sea analizando su población, que representa un 13,28% de la población estatal, o el PIB, que supone un 16,92% del conjunto de la nación. Esta situación es debida a una dependencia externa en cuanto al suministro energético, de manera que un alto porcentaje de la energía consumida en su interior requiere de etapas previas que originan emisiones en otras comunidades autónomas.

La aparición de nueva normativa estatal trata de corregir esta evolución. Dentro de esta normativa se inscribe la Ley 1/2005, que regula el régimen del comercio de derechos de emisión de GEI, y que supone la trasposición al ordenamiento jurídico español de la Directiva 2003/87/CE, la iniciativa más relevante de la Unión Europea para cumplir el compromiso de reducciones dentro del Programa Europeo de Cambio Climático.

El Real Decreto 1866/2004, modificado por el Real Decreto 60/2005, del Plan Nacional de Asignación de Derechos de Emisión, tal y como se contempla en la Directiva 2003/87/CE, fija objetivos para las emisiones de CO₂ del conjunto del Estado en dos períodos. Para el primer período, que comenzó el 1 de enero del año 2005 y finaliza el 31 de diciembre de 2007, se establece una estabilización de las emisiones en la media de las emisiones de los años 2000, 2001 y 2002. En un período posterior que incluye los años 2008 a 2012 se plantea un esfuerzo adicional de reducción de emisiones, de manera que éstas supongan un 24% más de las registradas durante el año 1990. Este porcentaje se obtiene sumando el objetivo de limitación del Protocolo de Kyoto, 15%, la estimación de absorción por sumideros, 2%, y créditos adquiridos en el mercado internacional de derechos de emisiones que sumarán un 7%.

Este esfuerzo de reducción de emisiones se reparte entre dos grandes grupos. Por un lado, en la citada directiva se incluye una serie de grandes instalaciones entre las que se han repartido el 40% del volumen de emisiones mediante un proceso que establece asignaciones individuales para cada instalación. Estas instalaciones se agrupan en los sectores eléctrico e industrial, y en la actua-

lidad se han identificado 957 instalaciones en el conjunto del territorio nacional, aunque se ha de tener presente que el plan contempla una importante reserva para instalaciones futuras. También se incluye una cantidad para instalaciones de cogeneración no contempladas en la citada directiva, ya que se plantea un fuerte desarrollo de este tipo de instalaciones en un futuro inmediato. Dada la escasa importancia relativa de estas instalaciones en el Municipio de Madrid, la presente Estrategia no determina objetivos de reducciones concretos para las instalaciones reguladas, sobre las que el efecto del mercado de emisiones ya supone una medida de control de las mismas.

Las instalaciones reguladas que se encuentran en el término municipal son instalaciones de cogeneración eléctrica y una empresa del sector siderúrgico. En la tabla siguiente se detallan las asignaciones que finalmente han sido designadas para cada una de ellas.

El Plan Nacional de Derechos de Emisión determina una importancia del 60% de los sectores no incluidos en la directiva, los conocidos como sectores difusos. Para este grupo, se establece una reducción de 52.000 toneladas durante el período 2005-2007, sin que se determinen las medidas empleadas para acometer esta reducción. De esta forma, de las 191.497,8 kt CO₂ equivalentes que se emitieron de media durante el período 2000-2002 se pasará a emitir aproximadamente 139.500 kt en el conjunto del Estado.

El municipio de Madrid, consciente de su peso en el total de emisiones, acometerá las medidas necesarias para contribuir de manera significativa a esta reducción mediante el desarrollo de las medidas de la presente Estrategia destinadas a reducir el transporte por carretera, las emisiones desde los sectores residencial, comercial e institucional y las provenientes de la gestión de los residuos.

La baja proporción de instalaciones reguladas por el PNADE, fruto de una muy baja producción eléctrica instalada y la ausencia de industria pesada, origina que, en el caso de Madrid, este segundo grupo de actividades represente un porcentaje mucho mayor que el que representa en el conjunto del Estado. Si para el conjunto del Estado el PNADE establece una distribución 40:60 entre fuentes reguladas y no reguladas, en el término municipal esta distribución supone una relación de apro-

7 objetivos de la estrategia

Asignación de emisiones de GEI a instalaciones ubicadas en Madrid (en kt CO₂ equivalentes)

INSTALACIÓN	ASIGNACIÓN		
	2005	2006	2007
Aceralia Perfiles Madrid, S.L.	60.495	60.945	60.945
Central de Cogeneración Aeropuerto de Barajas	136.000	136.000	136.000
Iberia Líneas Aéreas de España	15.583	15.583	23.374
Tolsa, S.A.	43.059	43.059	43.059
TOTAL	255.137	255.139	262.928

ximadamente 1:1000. Por este motivo la presente Estrategia plantea una reducción de emisiones sobre el conjunto de las emisiones de GEI, y no contempla una división entre actividades incluidas y no incluidas en la directiva.

Esta reducción es proporcional al peso de las emisiones originadas en Madrid sobre el conjunto del Estado. Las emisiones de GEI del municipio de Madrid desde sectores no regulados por la Directiva 2003/87/CE suponen aproximadamente un 5% de las emisiones provenientes del conjunto del Estado. De igual forma, el municipio de Madrid asume el reto de reducir sus emisiones durante el período 2006-2010 en un cantidad de GEI equivalente al 4,8% de la reducción global planteada para el conjunto del Estado en este período, de manera que las emisiones municipales de GEI para el año 2010 desde sectores no regulados por la directiva se verán reducidas en 2.500 kilotoneladas equivalentes respecto a las emisiones del año 2005.

Esta reducción de las emisiones de GEI desde los sectores no regulados contrasta con la tendencia negativa prevista para las instalaciones reguladas. Para estas insta-

laciones el propio PNADE supone la medida de regulación de las emisiones, por lo que estas instalaciones no se han de concretar en los objetivos de reducción municipales. Si la aplicación de la Estrategia fija como objetivo la reducción de las emisiones desde fuente difusas en 2.500 kilotoneladas equivalentes de CO₂ en el período 2006-2010, las instalaciones reguladas por el PNADE verán incrementadas sus emisiones en el período 2005-2007 en 7,8 kilotoneladas. Se puede apreciar que, en el caso de Madrid, el incremento de emisiones desde estas instalaciones no es significativo en comparación con la reducción de las emisiones procedentes de fuentes difusas.

La determinación de objetivos de reducción de las emisiones para años posteriores a 2010 no se concreta en la presente Estrategia puesto que dicha determinación será mucho más eficiente tras la aparición de nuevas propuestas normativas y tras el estudio de los resultados de este primer período. En principio, la reducción de las emisiones de este primer período es un aspecto más comprometido que las reducciones que se plantearán en el futuro, ya que supone la creación de un punto de inflexión y la ruptura de la tendencia continuada al alza del volumen total de emisiones de GEI. ■

7.4. Objetivos de emisión de otros contaminantes

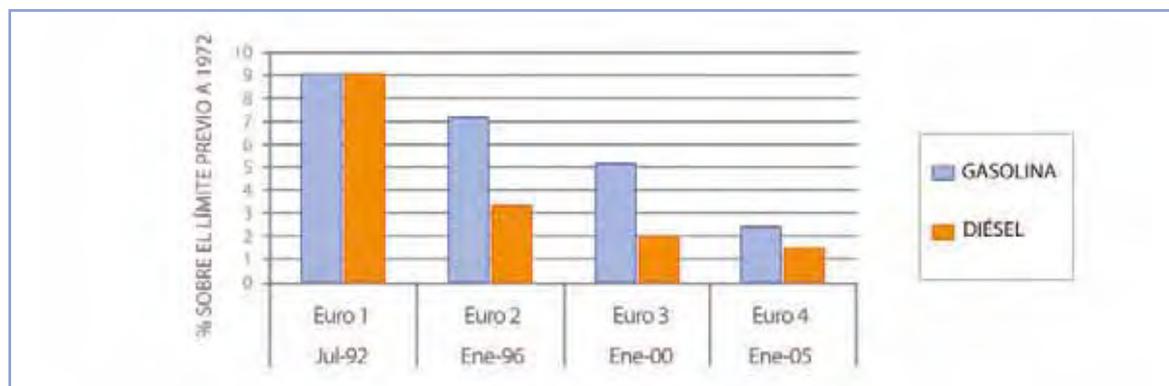
El análisis de los niveles de inmisión del resto de contaminantes durante el período 1999-2004 asegura el cumplimiento de los valores límite para la protección de la salud humana para el resto de contaminantes actualmente contemplados en la normativa destinada al control de los niveles de inmisión. Por este motivo, las medidas de la Estrategia Local de Calidad del Aire no tienen como primer objetivo la reducción de los niveles de otros contaminantes regulados, pero su aplicación reportará reducciones importantes de algunos de ellos que es conveniente destacar.

El ejemplo más claro de esta situación es el CO. Los niveles de inmisión de este contaminante se encuentran muy por debajo de los umbrales para la protección de la salud humana, de manera que no es necesario fijar objetivos de reducciones de las emisiones de este gas. De todas formas, las medidas destinadas al control de las emisiones del tráfico rodado supondrán una fuerte reducción de las emisiones de este compuesto respecto a las emisiones inventariadas en el año 2002. Entre estas medidas destaca nueva la transición hacia tecnologías menos contaminantes. En la siguiente imagen se muestra cómo cada turismo fabricado conforme a la Norma Euro 4 emite una

sexta parte que uno de igual potencia fabricado conforme a la Norma Euro 1 en el caso de vehículos diésel, y una quinta parte en el caso de vehículos propulsados por gasolina.

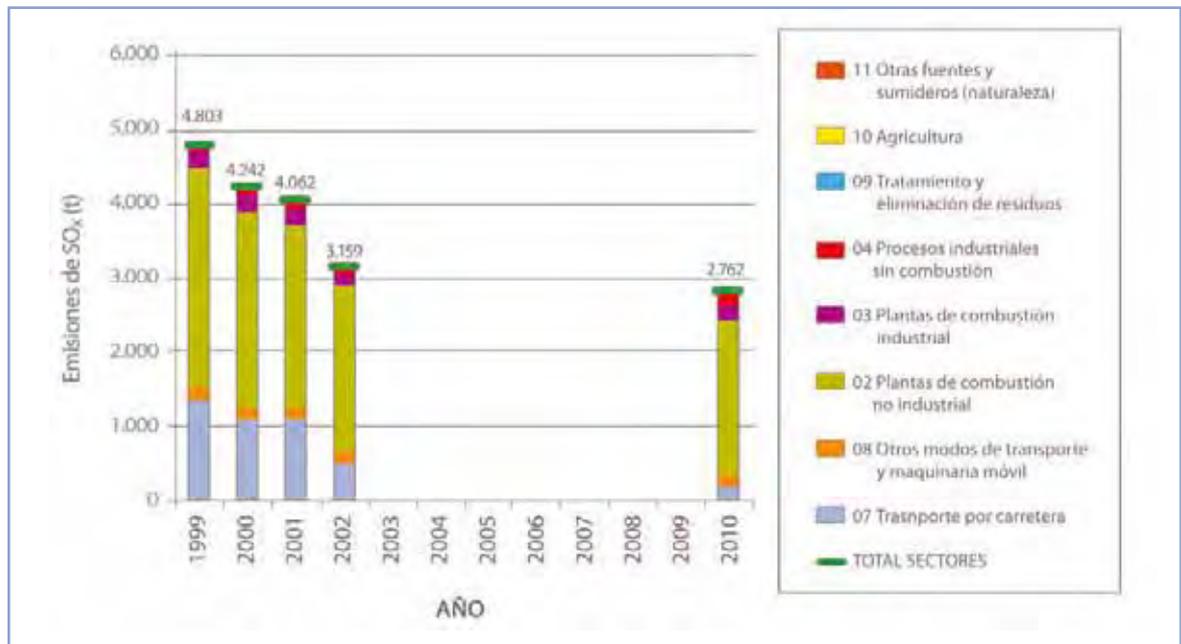
Pese a que la concentración en la atmósfera del SO₂ es baja, la Estrategia contempla un objetivo de reducción de las emisiones de este contaminante con el fin de disminuir la contribución de las emisiones del municipio de Madrid a la acidificación de los medios acuáticos y terrestres, objetivo que se completa con reducciones importantes de otros compuestos acidificantes como NO_x y

Evolución de los valores límite de emisión de CO de turismos



7 objetivos de la estrategia

Evolución de las emisiones anuales de SO_x



NH₃. En la siguiente imagen se muestran estos objetivos, logrados gracias a un control de las emisiones provenientes de la combustión no industrial y, sobre todo, del tráfico rodado que compensa sobradamente el incremento de las emisiones provenientes de otros medios de transporte.

En lo referente a los niveles de inmisión de metales pesados, el análisis de la evolución de los mismos revela que, en líneas generales, las emisiones de todos los compuestos se encuentran estabilizadas o se reducen drásticamente, como es el caso del plomo, gracias a la generalización de la gasolina sin plomo, o el arsénico, cuya reducción se ha logrado gracias al plan de sustitución de calderas de carbón del Ayuntamiento de Madrid.

Pese a que los niveles de inmisión de COVNM no se encuentran regulados actualmente, su carácter de precursores del ozono ha conducido al establecimiento de un objetivo destinado a reducir las elevadas concentraciones de ozono registradas en el conjunto de la Comunidad de Madrid. Este objetivo se ha fijado en 54.000 toneladas, 3.000 menos que las emitidas en el año 2002. Las reducciones de las emisiones de estos compuestos se obtendrán mediante una combinación de medidas sobre las fuentes fijas que emplean disolventes o productos similares y de la mejora de los mecanismos de minimización de las emisiones desde los automóviles, que, pese a no ser la principal fuente emisora, será la que contribuya de una manera más determinante a la consecución de este objetivo. ■

8.

PROGRAMA de actuación

8.1.	Medidas sobre tráfico rodado	78
8.2.	Fuentes fijas	213
8.3.	Medidas Fiscales	228
8.4.	Concienciación ciudadana	229
8.5.	Estudios y mejora del conocimiento	231
8.6.	Monitorización	232
8.7.	Residuos urbanos	257
8.8.	Cambio climático	258
8.9.	Otras medidas	261

8. programa de actuación

A

pesar del conjunto de actuaciones realizadas en años anteriores, la situación actual de la calidad del aire en Madrid refleja que el valor límite anual para la protección de la salud humana de dióxido de nitrógeno se encuentra por encima del citado valor límite incrementado en el margen de tolerancia, por lo que, de acuerdo con lo establecido en el artículo 6 del Real Decreto 1073/2002, la Administración Municipal debe adoptar planes de actuación para alcanzar el valor límite de este contaminante en el plazo fijado, es decir 40 mg/m³ como media anual el 1 de enero de 2010.

Este documento incluye el conjunto de medidas que prevé el Ayuntamiento de Madrid para mejorar la calidad del aire de la ciudad y cumplir los valores límite establecidos por la legislación en esta materia.

Las medidas a adoptar en el período 2006-2010 se pueden agrupar en 9 categorías, que se recogen a continuación:

- Tráfico rodado
- Fuentes fijas
- Medidas fiscales
- Concienciación ciudadana
- Estudios y mejora del conocimiento
- Monitorización
- Residuos urbanos
- Cambio climático
- Otras medidas

Con carácter general, muchas de las medidas de la Estrategia Local de Calidad del Aire coinciden con las propuestas que en su día se incluyeron en el Plan General de Ordenación Urbana de Madrid de 1997, algunas de las cuales se han materializado ya en actuaciones concretas.

El necesario impulso de las medidas contempladas en la Estrategia requiere la adopción de diferentes medidas de naturaleza urbanística:

Planeamiento: se incluirán desde la propia redacción y tramitación, las oportunas figuras de

planeamiento urbanístico, que propongan un diseño de los espacios públicos y zonas verdes más acorde con las medidas “ampliación de las zonas de tráfico restringido”, “recuperación del espacio urbano para el peatón”, sobre todo en aquellas áreas en las que el PGOUM ha mantenido la ordenación preexistente.

Normativa: se acometerá una revisión de las normas urbanísticas en materia de usos desde el punto de vista de su interrelación y su incidencia con los desplazamientos que se producen en la ciudad.

También se introducirán modificaciones en la normativa urbanística municipal que hagan posible la construcción de edificios que incorporen medidas medioambientales.

En cuanto a la dotación de aparcamiento, tanto pública como privada, se considera importante aportar soluciones en aquellas áreas de la ciudad donde el aparcamiento es más deficitario.

Gestión: incentivará la cooperación entre Administraciones para la realización conjunta de proyectos que contribuyan a mejorar el espacio urbano.

Un aspecto fundamental de esta Estrategia es el impacto que las medidas planteadas, fundamentalmente las que se refieren a la restricción del tráfico privado, tienen sobre el sector productivo de la ciudad.

En este sentido, la concertación con los agentes económicos y sociales es necesaria para asegurar su implicación activa especialmente, y en lo que a las medidas de restricción al tráfico se refiere, con las relacionadas con el sector comercial y turístico. Esta concertación se abordará, al menos, dentro del Consejo Local para el Desarrollo

8 programa de actuación

llo y Empleo de Madrid, y contemplará los siguientes aspectos:

- Delimitación de los perímetros de aplicación de las acciones de restricción de la movilidad privada y las características y alcance de la restricción. Valoración de la calidad morfológica y física de los espacios para delimitar el alcance de la restricción (no tiene la misma repercusión sobre áreas centrales de valor patrimonial e histórico que sobre aquellas que, a pesar de su centralidad, no lo tienen).
- Definición, dimensionamiento y horarios de utilización de emplazamientos para carga y descarga en la vida pública, en función del tamaño medio de los comercios y del producto comercializable.
- Definición de plazos, secuencias e inversiones paralelas para la implantación de las acciones.
- Estudio de las posibilidades de sinergia con otras acciones planteadas desde el sector comercial: cam-

paññas de promoción, agrupaciones comerciales, centros comerciales abiertos, reurbanización y mejora de la calidad urbana del ámbito de actuación.

- Inclusión en la concertación de aquellos aspectos de la Estrategia vinculados a las fuentes emisoras de contaminantes instaladas en los locales comerciales, con la previsión de ayudas para la mejora y transformación del elemento comercial.
- Sinergia y coordinación con otras acciones de carácter sectorial, como las derivadas de la legislación sobre ruido.

En definitiva, esta Estrategia de Calidad del Aire deberá prever no sólo los efectos de las medidas sobre la calidad del aire, sino incorporar también, en los estudios técnicos que la adopción de estas medidas requieren, el análisis de los impactos socioeconómicos, con el objetivo final de compatibilizar la protección ambiental con la necesaria vitalidad de Madrid. ■

8.1. Medidas sobre tráfico rodado

El uso del vehículo privado en desplazamientos ocasionales de media distancia goza de una serie de ventajas que son difíciles de aportar por el transporte público, como la libertad de horarios o la posibilidad de satisfacer un recorrido puerta a puerta prácticamente completo. Por el contrario, para los desplazamientos frecuentes de corta distancia, responsables de la mayoría de las emisiones provenientes del transporte privado, es donde se implementarán las medidas que supondrán un cambio modal hacia medios colectivos de transporte. Considerando esta situación, la presente Estrategia persigue la modificación del patrón de uso del automóvil, de forma que se emplee de manera preferente en desplazamientos de media y larga distancia.

De esta forma, no se contempla una drástica reducción de los ratios automóvil/habitante, sino que se plantea un menor uso de los automóviles, de forma que se reduzca sustancialmente el número de kilómetros anuales recorridos por los vehículos en el interior del municipio. En el centro urbano, que actualmente cuenta con una importante dotación de transporte público, ya se registra un elevado porcentaje de vehículos que no abandonan sus plazas de residentes durante varios días. Con la ampliación del SER, las restricciones al tráfico rodado y la mejora de la red de transporte público se busca reducir el uso del automóvil de manera significativa en un área significativa de la ciudad.

Dentro de las actuaciones previstas sobre el tráfico rodado se prevén las siguientes líneas de actuación:

- ❑ MEDIDAS DE RESTRICCIÓN AL TRÁFICO.
- ❑ MEDIDAS DE FOMENTO DEL TRANSPORTE PÚBLICO.
- ❑ MEDIDAS SOBRE LA REGULACIÓN DEL TRÁFICO.
- ❑ MEDIDAS SOBRE LOS VEHÍCULOS.
- ❑ OTRAS MEDIDAS DEL TRÁFICO.

❑ MEDIDAS DE RESTRICCIÓN AL TRÁFICO

La puesta en marcha del Programa de Actuación de la Estrategia Local de Calidad del Aire del Municipio de Madrid constituye un impulso para la implantación de las propuestas apuntadas por el propio Plan General de Ordenación Urbana de Madrid, aprobado en 1997, al incluir y desarrollar muchos de los conceptos coincidentes con sus principios, algunos de los cuales ya se han plasmado en proyectos ejecutados o en fase de ejecución y otras pendientes de acometer.

En este sentido, el propio Plan General de Ordenación Urbana de Madrid reconoce los conflictos relativos a la circulación rodada, estacionamiento, tránsito y estancia de peatones, ruido e intrusión visual en determinados ámbitos de la ciudad, estableciendo la necesidad de medidas para una reorganización general en dichos ámbitos tanto de la circulación rodada como peatonal, estableciendo jerarquías, itinerarios, áreas peatonales que contribuyan a la mejora de la calidad del espacio público y a

la reducción del impacto ambiental, social y económico derivados del tráfico.

La mejora de la calidad del aire en Madrid exige potenciar la aplicación de estos criterios, estableciendo un ambicioso programa de medidas de restricción del tráfico de vehículos privados, así como de modificación del actual reparto de los espacios públicos, que conceden mayor importancia a las necesidades de los vehículos en detrimento del peatón. Por ello, se establecen las medidas que se indican a continuación:

- ❑ Ampliación de las zonas de tráfico restringido.
- ❑ Recuperación del espacio urbano para el peatón (Madrid camina).
- ❑ Establecimiento de Zonas de Emisión Baja (ZEB).
- ❑ Modificación y ampliación del Servicio de Estacionamiento Regulado (SER).
- ❑ Modificación de la oferta de plazas en aparcamientos municipales.
- ❑ Incremento del número de plazas destinadas al aparcamiento de vehículos de dos ruedas.

SECTOR	TRÁFICO RODADO
TIPO	Restricción al tráfico
NOMBRE	Ampliación de las zonas de tráfico restringido

Antecedentes:

El Ayuntamiento de Madrid está ejecutando en la actualidad una serie de medidas que suponen restricciones a la circulación al tráfico rodado por diferentes zonas de la ciudad.

Una de las políticas más efectivas para la reducción del tráfico privado es la creación de las denominadas Áreas de Prioridad Residencial. El 22 de septiembre de 2004 se creó el Área de Prioridad Residencial del Barrio de las Letras. El 4 de mayo de 2005 entró en vigor la segunda y última fase, llegando a la totalidad del citado barrio.

8 programa de actuación

El 22 de septiembre de 2005, Día Europeo Sin Coches, entró en funcionamiento el Área de Prioridad Residencial del Barrio de las Cortes, una medida solicitada por los vecinos de la zona.

Esta nueva Área de Prioridad Residencial tiene una superficie de aproximadamente 120.000 m² y comprende el área delimitada por las calles Alcalá, Sevilla, Carrera de San Jerónimo, Plaza de las Cortes, Plaza de Cánovas del Castillo, Paseo del Prado y Plaza de Cibeles.

Otras actuaciones de menor extensión se limitan a vías concretas. Algunas de estas medidas se centran en la parte más congestionada de la ciudad. Recientemente, el horario en el que se restringe el transporte privado en la Puerta del Sol se ha ampliado en tres horas más al día, pasando a ser de nueve de la mañana a diez de la noche. La Gran Vía se cerró al tráfico durante los fines de semana de las fiestas navideñas del año 2003, y a partir de entonces permanece cerrada los días festivos de carácter comercial.

Otra serie de cierres puntuales se han ejecutado en el interior de zonas verdes de gran extensión, como el cierre durante el verano del año 2003 de algunas de las vías interiores de la Casa de Campo, el corte durante los fines de semana del principal vial interno del Parque del Oeste, el Paseo de Camoens, o el cierre permanente desde julio del año 2004 de la principal vía que atraviesa la Dehesa de la Villa.

Descripción:

El Ayuntamiento de Madrid promoverá la creación de nuevas áreas de acceso restringido al vehículo privado. En este sentido, se realizarán los estudios necesarios para la creación de nuevas Áreas de Prioridad Residencial.

La primera actuación será la declaración de Área de Prioridad Residencial del Barrio de Embajadores, reclamada por diferentes entidades vecinales, que comprende el área delimitada por la calle Concepción Jerónima, calle Atocha, Ronda de Atocha, Ronda de Valencia, Ronda de Toledo y calle Toledo.

Previamente a su ejecución, en cada una de las nuevas áreas propuestas se realizará un estudio detallado sobre los efectos que esta medida tendrá sobre el tráfico

rodado, así como de los beneficios ambientales conseguidos. De igual forma, se valorará el impacto económico que las restricciones al uso del vehículo privado tienen sobre la actividad económica de la zona y sobre el turismo, con objeto de establecer las medidas necesarias para garantizar, en su caso, un impacto nulo en las empresas que se localizan en esta zona.

Igualmente se realizará un análisis detallado de los resultados de la experiencia de los Barrios de las Letras y las Cortes para solventar los inconvenientes encontrados a la hora de implantar la medida y maximizar los beneficios obtenidos. Entre otros aspectos, se buscarán medidas que regulen el acceso de los trabajadores habituales, propietarios de plazas de aparcamiento, personas de movilidad reducida y usuarios en general.

En estas zonas, la eliminación de las plazas azules destinadas a rotación asegura unas óptimas condiciones de estacionamiento para los vehículos de carga y descarga, que verán su presencia concentrada en un corto espacio de tiempo.

La implantación de nuevas Áreas de Prioridad Residencial se acompañará del incremento del transporte público en las zonas afectadas. Éste puede recorrer el interior de las zonas reguladas, ya que la eliminación de la congestión al tráfico ofrece buenas oportunidades al transporte en superficie, de manera que es posible crear rutas de autobuses urbanos que presten un servicio más rápido. Para este tipo de servicios se han de destinar vehículos muy poco contaminantes y, si es posible, dotarlos de un nombre identificativo, como actualmente se hace con los autobuses nocturnos. En el caso de optar por la creación de nuevas líneas de transporte en las calles periféricas, se crearán, en su caso, carriles bus, ya que la periferia de estas zonas puede registrar incrementos de la intensidad de tráfico.

El control del acceso a las zonas de tráfico restringido es un aspecto fundamental para asegurar su eficacia. En una primera etapa este control es posible realizarlo manualmente, pero el alto coste que implica requiere el empleo de tecnologías que aseguren el cumplimiento de las restricciones impuestas de manera automatizada. Desde mayo de 2005, el control de accesos se realiza mediante cámaras digitales que graban las matrículas de los vehículos que acceden a esta área. Estas matrículas

las se cotejan con la base de datos de los vehículos de los residentes y vehículos autorizados; en caso de identificarse algún vehículo no autorizado, se tramita la correspondiente denuncia.

Esta primera experiencia supondrá una base firme sobre la que acometer futuras actuaciones que controlen el acceso de todos los vehículos que accedan a las zonas afectadas por algún tipo de restricción.

Los sistemas de control de acceso automatizados requieren de la elaboración de bases de datos en las que cotejar los vehículos detectados. Puesto que en el término municipal se acometerán diferentes actuaciones que requieren de la elaboración de distintos censos, su eficacia se puede ver incrementada con la creación de un único censo de automóviles que contemple de manera conjunta los siguientes aspectos:

- La residencia del usuario.

- El nivel de emisiones en función del procedimiento certificador y del año de fabricación.
- El acceso a los diferentes servicios y zonas reguladas (SER y Zonas de Prioridad Residencial).
- La categoría del usuario (general, personas de movilidad reducida, reparto, servicios municipales, servicios sanitarios, etc.).

La creación de zonas de prioridad residencial se completará con restricciones puntuales que modificarán sustancialmente las condiciones impuestas a la circulación en lugares sensibles o de especial interés como en la Cava Alta, en la Cava Baja, o en el eje peatonal Museo del Prado-Palacio Real.

La combinación de estos dos tipos de medidas conducirá, no solo a la modificación del tráfico en las zonas reguladas, sino que se logrará un efecto disuasorio generalizado del acceso al centro urbano.

CONTAMINANTES (VARIACIÓN EN LA EMISIÓN)	CO ₂ , NO _x , partículas en suspensión, CO, COVNM y metales pesados.	
OTROS EFECTOS	POSITIVOS	Reducción de la contaminación acústica Reducción de la congestión
	NEGATIVOS	
ACTORES INVOLUCRADOS	Ayuntamiento de Madrid, asociaciones de vecinos, asociaciones de comerciantes.	
PLAZO DE EJECUCIÓN	2006-2010	
INDICADORES DE SEGUIMIENTO	Extensión de Áreas de Prioridad Residencial Número de habitantes residentes en Áreas de Prioridad Residencial Número de plazas para residentes en Áreas de Prioridad Residencial	

SECTOR	TRÁFICO RODADO
TIPO	Restricción al tráfico
NOMBRE	Recuperación del espacio urbano para el peatón (Madrid camina)

Antecedentes:

Las emisiones atmosféricas se deben en gran medida a un cambio en el estilo de vida y al nuevo modelo de crecimiento urbano, que conduce a la creación de espacios especializados en ciertas actividades, como urbanizaciones residenciales, campus universitarios, polígonos industriales o centros

8 programa de actuación

comerciales. Su presencia supone un incremento del número de desplazamientos, que en su mayoría se realizan en transporte privado, al ubicarse estos usos en zonas periféricas de las ciudades a las que es complejo dotar de una buena comunicación por medio del transporte público.

En cambio, la ciudad de Madrid presenta una estructura compacta, en la que una importante área de la ciudad presenta una oferta diversificada, ya que reúne actividades residenciales, comerciales, educativas, institucionales y de otros tipos. En esta situación, incrementar el número y la distancia de los desplazamientos realizados a pie es una opción válida para disminuir la contaminación y para mejorar la calidad de vida de sus residentes.

El incremento de la movilidad peatonal ha estado asociado en su mayoría a los centros comerciales y turísticos, zonas que indudablemente ven incrementado su atrac-

tivo cuando se elimina la circulación de los vehículos. Se ha constatado que, en contra de las primeras percepciones de los comerciantes, los peatones son los que aportan la vitalidad a estas zonas, y no los conductores. En cambio, se ha obviado en un elevado número de ocasiones la posibilidad de realizar políticas eficaces a nivel global, de manera que se compaginen estas áreas reservadas al peatón con un incremento del atractivo de la ciudad para el mismo, apostando por una mejor convivencia entre éste y los vehículos motorizados.

De esta forma, las actuaciones de intensidad localizadas en ciertas calles como peatonalizaciones o cortes de tráfico, se han de acompañar con una mejora generalizada de la calidad, la extensión y la accesibilidad del espacio reservado para el peatón, que con carácter general se ve reducido a aproximadamente un 25% de la extensión total de las vías urbanas. La creación de un

■ Actuaciones peatonales en la zona centro ■



mayor número de espacios colectivos, ya sean jardines, plazas, zonas de juego o aceras amplias, supone al mismo tiempo un incremento de la capacidad de relación de sus ciudadanos, otorgando a la ciudad un carácter más habitable.

En el caso concreto de Madrid, los antecedentes de este tipo de medida son tan numerosos que resulta difícil hacer una referencia a todos ellos. La formalización urbanística de espacios urbanos completos como el conjunto de AZCA, en el Paseo de la Castellana o la peatonalización completa de las calles del Carmen y Preciados se ha mostrado como una solución exitosa para espacios concretos de la ciudad que reúnan un altísimo atractivo y una excelente dotación de transporte público.

En cambio, en otras zonas la peatonalización total puede reportar una pérdida de atractivo, especialmente para sus residentes. Por este motivo en otras áreas de la ciudad se han desarrollado medidas de menor intensidad, como el tratamiento de gran parte del Barrio de Salamanca o del Distrito Centro. En estas zonas se ha optado por mantener el acceso de los vehículos, pero creando un entorno más agradable para el peatón gracias a la presencia de aceras de mayor anchura, un incremento del número de pasos de cebra, disminución de las plazas de aparcamiento, incremento del arbolado y

la creación de pequeñas zonas verdes y peatonales en la vía pública.

La última actuación de gran extensión realizada en Madrid es el tratamiento dado al Barrio de las Letras y al Barrio de las Cortes, en las inmediaciones del Paseo del Prado, en el que se ha restringido la entrada a los vehículos pertenecientes a no residentes. De esta forma se ha creado un entorno más amigable para el peatón, que comparte el disfrute de las calles con un número mucho más reducido de automóviles.

Junto a estas actuaciones de amplitud, se ha procedido a actuaciones limitadas a vías concretas. Entre éstas se encuentran actuaciones permanentes junto con otras de duración limitada, como el corte de la Gran Vía al transporte privado durante los domingos en los que se permite la apertura de los comercios. Durante estos días parte del espacio anteriormente concedido al tráfico se destina a un incremento del espacio disponible para los peatones, reservándose el resto para transporte público, motocicletas y residentes. El objetivo de esta actuación es lograr que los clientes del gran número de comercios y zonas de ocio ubicadas en sus inmediaciones renuncien al vehículo privado y opten por realizar sus compras mediante desplazamientos a pie y en transporte público.



Aspecto de la Gran Vía durante un domingo de horario comercial

8 programa de actuación

Zonas verdes de gran extensión, como la Dehesa de la Villa, la Casa de Campo o el Parque del Oeste también registran cortes que permiten una mayor afluencia de personas que, gracias a la ausencia de automóviles, disfrutan de estas zonas paseando en un ambiente más natural.



Vista del Paseo Federico García Lorca

La concesión de un mayor espacio al peatón frente a los vehículos motorizados también ha alcanzado ciertos distritos que conservan un funcionamiento asimilable al de pequeños municipios. De esta forma, en la parte más céntrica de la Villa de Vallecas, el Paseo de Federico García Lorca constituye un amplio espacio peatonal gracias a la configuración de la calzada destinada al tráfico rodado como una vía de baja capacidad.

Junto a estas medidas de disminución del espacio otorgado al transporte motorizado en beneficio del peatón, el Ayuntamiento de Madrid ha desarrollado otra serie de medidas destinadas a lograr una mejor coexistencia entre peatones y vehículos. Entre estas medidas se encuentra la mejora de la seguridad y accesibilidad peatonal, con actuaciones como:

- La renovación de casi 300.000 m² de aceras en 13 distritos de la capital.

- La adecuación de casi 1.800 pasos de cebra con el objeto de mejorar la accesibilidad de las calles madrileñas mediante el rebaje de bordillo y el ensanchamiento de las aceras en los cruces.
- Señalización en material reflectante de nivel 3 amarillo-limón que se viene instalando en las inmediaciones de los colegios y que advierten a los conductores sobre la proximidad de una zona escolar indicando dónde han de extremar las precauciones. En estos momentos se encuentran señalizados la mayoría de los centros escolares de Madrid.
- Instalación de señales luminosas en pasos de peatones con las que se consigue que los conductores perciban con suficiente antelación la ubicación del paso de peatones y puedan tomar las debidas precauciones. El número total de pasos de peatones luminosos en los que se han instalado este tipo de señales son 449 (896 señales).
- Junto a estas señales se están instalando otras señales especiales que avisan a los conductores de que se encuentran en zonas de concentración de peatones como pueden ser parques, centro de mayores, hospitales, etc., o bien la posible irrupción en la calzada de vehículos de urgencia como Bomberos, Samur, etc.

Además de estas actuaciones, es necesario destacar las actuaciones que se están desarrollando dentro del Plan de Revitalización del Centro Urbano, en el que se proponen un conjunto de acciones de cualificación viaria. Estas actuaciones se conciben con el fin estratégico de conseguir un centro urbano más habitable en el marco de un plan integral de mejora medioambiental y sostenibilidad urbana.

Las actuaciones de mejora peatonal, sobre ejes básicos de la estructura urbana, tendrán a mejorar los espacios peatonales, potenciar el transporte público e incidir en la reducción del aparcamiento de no residentes. Las actuaciones de preferencia peatonal, sobre viario interior a la segunda ronda tendrán a aumentar las secciones de aceras, reducir al máximo el aparcamiento de no residentes e incrementar la dotación de arbolado en vía pública.

Las actuaciones de prioridad peatonal pretenden incrementar la accesibilidad peatonal, dando prioridad al transporte público frente al vehículo privado, recuperando

ambientalmente los distintos trazados y controlando el aparcamiento mediante una política integrada de aparcamientos de residentes, con eliminación progresiva del aparcamiento en superficie y control del rotatorio, en coordinación con el Servicio de Estacionamiento Regulado y la gestión de la carga y descarga.

Complementariamente se plantean actuaciones para la recuperación del concepto de bulvar. Entendido no como una recuperación mimética de su versión histórica, sino como una recuperación regeneradora del concepto, mediante trazados viarios con una componente esencial de vegetación y espacio peatonal de paseo y estancia, como filtro regulador de las funciones del intercambio y circulación que se producen en el viario asociado.

El espacio público en sus diversas opciones de plazas, calles, patios... es una gran oportunidad urbana. Intervenir en él es la mejor posibilidad para estructurar operaciones posteriores, que tendrán así una mayor articulación, penetración y posibilidad de repercusión en un mayor ámbito.

Adicionalmente, el Ayuntamiento de Madrid, a través del Área de Gobierno de Urbanismo, Vivienda e Infraestructuras, ejecuta obras de urbanización de colonias y barrios de Madrid, cuyo objetivo es el mantenimiento y conservación del espacio público, adecuando urbanizaciones de antiguo diseño y, a veces, deterioradas por el paso del tiempo y el uso, a las nuevas demandas de los ciudadanos.

Estas líneas de actuación no son exclusivas de la ciudad de Madrid, especialmente en cuanto a la creación de zonas peatonales en los centros históricos y comerciales. Ciudades de todo el mundo han realizado actuaciones de este tipo, destacando por su envergadura la Vía Nanking en Shangai, de 5 kilómetros de longitud. En Europa, la presencia de un centro peatonalizado de mayor o menor extensión es prácticamente una constante en todas sus ciudades, e incluso en Estados Unidos, paradigma de la construcción de centros comerciales en las afueras, se aprecian actuaciones en este sentido, como las realizadas en Denver o Minneapolis.

En muchas de las ocasiones se ha registrado una primera desconfianza por parte de los comerciantes, pero tras su aplicación se ha constatado que son los peatones los que realizan las compras y no los conductores.

En algunos comercios situados en zonas peatonalizadas de Bonn y Hamburgo, los comerciantes indicaron haber registrado un incremento de hasta un 50% en la afluencia de público.

En cambio, los ejemplos de apuestas decididas a nivel municipal por los desplazamientos a pie son mucho más escasos, destacando en España la ciudad de Barcelona. Esta ciudad no sólo cuenta con zonas peatonalizadas en sus áreas turísticas y comerciales, sino que realiza una actuación de mayor envergadura que incluye el fomento de la movilidad peatonal desde la página web del Ayuntamiento, la presencia de aceras extraordinariamente amplias en distintas zonas de la ciudad, la creación de paseos y áreas peatonalizadas en barrios residenciales e incluso actualmente desarrolla una actuación que supondrá la ejecución de un proyecto global de ordenación urbanística conocido como la creación de supermanzanas.

En este sentido, se han llevado a cabo simulaciones que demuestran que, con una red eficiente de transporte público, organizada en base a una trama ortogonal, sería viable peatonalizar más de dos terceras partes de las calles de Barcelona, de manera que se multiplicaría por 9 el tamaño de las unidades mínimas en las que no podrían entrar los automóviles (salvo vecinos, emergencias y, a ciertas horas, los vehículos de carga y descarga), de manera similar a la actuación actualmente acometida en Madrid en los Barrios de las Letras y las Cortes.

Descripción:

Como se ha indicado anteriormente, las medidas de peatonalización total no son las únicas que se pueden tomar a este respecto, y es conveniente tener presente que en ciertas zonas pueden no ser adecuadas. En barrios con predominancia de uso residencial, existen muchas otras medidas que van configurando el espacio urbano dificultando el uso de las calles para el tráfico rodado y dando más facilidades a los peatones, dando como resultado espacios destinados al disfrute de la ciudad para el paseo o la movilidad de las personas.

De esta forma, la presente Estrategia no plantea una solución única a nivel municipal, y aborda el incremento de la movilidad peatonal mediante una combinación de medidas adaptadas a la realidad de las diferentes zonas.

8 programa de actuación

En zonas comerciales y turísticas se podrá proceder a peatonalizaciones permanentes de las vías actualmente abiertas al tráfico. Ésta no es la opción preferente de la presente Estrategia, pero puede ser de utilidad para un número limitado de vías. En cambio, en la mayoría de las ocasiones se actuará mediante la creación de zonas de preferencia residencial, o mediante la concesión al peatón de espacio previamente destinado al tráfico rodado, como por ejemplo:

- Remodelación del Eje Prado-Recoletos. Reducción de carriles, aumento de la superficie peatonal y ampliación de aceras. Se pretende desarrollar una acción integradora que acentúe el carácter cultural y artístico de la zona y la convierta en un espacio accesible para todos los ciudadanos.
- Remodelación de la calle Serrano. Se prevé la construcción de tres aparcamientos subterráneos en la calle Serrano. Se reducirá el número de plazas de aparcamiento en superficie por la disminución de los carriles. Las aceras se ensancharán, se mantendrán cuatro carriles para la circulación de vehículos y transporte público, se aumentarán las zonas ajardinadas y se acometerá la reforma de la glorieta de la Puerta de Alcalá.
- Remodelación integral del Eje Bravo Murillo, entre Cuatro Caminos y Plaza de Castilla. Se pretende acondicionar el espacio urbano aumentando su sostenibilidad ambiental, social y económica. Dotar a la zona de una estructuración urbanística que incida positivamente en el fomento de la actividad empresarial, comercial y terciaria, estimulando su revitalización y promoción.

Este tipo de medidas buscará no alterar en profundidad los equilibrios de la vida ciudadana conservando la capacidad de circulación que los barrios necesitan, ya que se contemplará el establecimiento de exenciones para los vehículos de los residentes, el transporte público y, en un horario restringido, los vehículos de reparto de mercancías. En cambio, se reduce la presencia de vehículos privados de no residentes total o parcialmente, incrementando el atractivo de la zona para el peatón.

Se ha de tener presente que, si no es con una actuación global sobre la movilidad como la que esta Estrategia contempla, el tráfico se puede desplazar hacia zonas donde resulta menos molesto pero no se vería reducido sensiblemente. Este es un error en el que incurrieron distintas ciudades en las primeras actuaciones en las que las

restricciones para el tráfico rodado no se veían resueltas por otras alternativas aceptables. El resultado fue una insatisfacción generalizada tanto de los que necesitan desplazarse en automóvil o en medios de transporte público como de los teóricos beneficiarios de la medida, que ven cómo las dificultades de acceso hacen que el barrio languidezca.

La presente Estrategia también contempla una especial atención a la diversidad y vitalidad urbana de las zonas afectadas, realizándose un seguimiento de la evolución de las zonas reguladas y ejecutándose en caso de que sea necesario, medidas destinadas a la consecución de un mayor atractivo en las áreas reguladas. Entre éstas se incluye la mejor dotación de transporte público y la reconfiguración de los espacios urbanos para lograr un mantenimiento de la diversidad de actividades.

Las líneas de actuación en las que se actuará de manera preferente serán las siguientes:

- Incremento de la anchura media de las aceras: tanto en las zonas consolidadas como en los nuevos desarrollos urbanísticos se priorizará la creación de aceras de mayor amplitud que permitan mayor fluidez peatonal y alejar a los peatones del tráfico rodado.
- Eliminación de los obstáculos que impiden la correcta fluidez peatonal: en este sentido destaca el traslado de algunos kioscos instalados sobre la acera, actuación que ya ha comenzado, y a la que seguirá la eliminación de otros tipos de obstáculos en ciertos puntos con alta intensidad de viandantes.
- Mejora de la movilidad de las personas de movilidad reducida eliminando los obstáculos que la ciudad presenta para este colectivo: dentro de este campo se contempla la construcción de rampas en los pasos para peatones. La elevación de los pasos para peatones hasta la cota de las aceras es conveniente en puntos en los que se busca pacificar el tráfico.
- Concesión prioritaria del nivel de superficie a los espacios de uso colectivo: las grandes vías de comunicación incentivan la realización de viajes motorizados y fragmentan el territorio. En cambio la creación de una ciudad orientada al peatón y no al coche favorece un menor número de desplazamientos motorizados y una menor dependencia del transporte privado. Durante el plazo de actuación de la presente Estrate-

gia son diversas las vías que se soterrarán para crear una mayor dotación de espacios colectivos. La actuación de mayor envergadura es el soterramiento del tramo oeste de la M-30 que permitirá la creación de un espacio verde en la superficie.

□ **Pacificación del tráfico:** pese a que la mayoría del tiempo peatones y tráfico rodado no comparten plataforma, la presencia de tráfico denso y con alta velocidad supone un efecto disuasorio de primer orden para realizar desplazamientos a pie. Se localizarán los puntos en los que los vehículos protagonizan el uso del espacio público en detrimento de los peatones y se ejecutarán medidas destinadas a corregir la situación mediante un tráfico de menor intensidad y que circule a menor velocidad.

□ **Reducción de la siniestralidad peatonal:** se acometerá principalmente mediante mejoras en la señalización de los pasos de cebra, proximidad de colegios e inmediaciones de los centros de día para personas de edad avanzada. También se instalará un mayor número de vallas en el borde de la acera en las vías con elevada anchura de calzada, así como un incremento del mantenimiento de las actualmente existentes.

□ **Promoción de la movilidad peatonal:** la realización de campañas de fomento de la movilidad puede conducir a una reducción de los desplazamientos de corta distancia que se realizan empleando medios de transporte motorizados, si se acompañan con la creación de un entorno más agradable para el peatón. Dentro de esta línea de actuación es posible incidir en los siguientes aspectos:

□ En las grandes ciudades las posibilidades de un desplazamiento no motorizado son en la mayoría de las ocasiones muy infravaloradas. El tiempo de un desplazamiento peatonal es ligeramente superior al empleado en transporte público o privado si incluimos en éstos los tiempos de trasbordo, espera o aparcamiento. Demostrar de manera gráfica que el desplazamiento a pie es una alternativa a otros métodos se puede acometer mediante la creación de una red de desplazamientos urbanos de los que se indique su duración y distancia, o mediante el empleo de buscadores informatizados que indiquen cuál es la duración del desplazamiento a pie entre dos puntos determinados.

□ Realización de rutas peatonales que transiten por los lugares clave de la ciudad. Tanto si son simplemente tra-

yectos recomendados, como si son recorridos por guías que indiquen aspectos interesantes del trayecto pueden conducir a incentivar el desplazamiento a pie.

□ Caminar es un ejercicio moderado recomendado para prácticamente todos los colectivos. Teniendo presente la actual tendencia hacia una vida sedentaria en la población ciudadana, la posibilidad de compaginar salud y movilidad urbana es uno de los aspectos prioritarios en cualquier campaña de concienciación destinada al incremento de la movilidad peatonal.

□ **Creación de pasos peatonales más atractivos:** fruto de la jerarquía imperante hasta el momento, se ha concedido en demasiadas ocasiones prioridad al automóvil sobre el peatón, y, con objeto de no reducir la fluidez del tráfico rodado, este último se ve obligado a emplear pasos elevados y subterráneos. En los puntos en los que no sea posible devolver al peatón su condición de usuario preferente de la ciudad, teniendo por tanto que mantenerse la presencia de los pasos destinados a peatones, se acondicionarán éstos para dotarles de mayor atractivo, especialmente en aspectos como su seguridad y accesibilidad.

□ **Incremento de los cortes de tráfico limitados en el tiempo.** De manera similar a la actuación realizada actualmente en la Gran Vía, se incrementarán las restricciones al tráfico rodado puntuales de acuerdo con las siguientes pautas:

□ Esta medida se aplicará preferiblemente durante los fines de semana y períodos vacacionales, así como durante los períodos con una alta afluencia de público por motivos comerciales, culturales o de ocio.

□ En una primera etapa se limitarán al centro urbano; posteriormente se extenderán a otras zonas comerciales y a zonas con una alta afluencia de público.

□ Los efectos sobre la intensidad de tráfico de estas actuaciones serán analizados con el objetivo de establecer la viabilidad del establecimiento de mayores concesiones al peatón de carácter permanente.

□ Esta actuación supone un efecto directo de reducción de las emisiones al mismo tiempo que un cambio en la cultura de movilidad. Aprender vacías las calzadas que generalmente están ocupadas por tráfico denso muestra a los ciudadanos que otra ciudad es posible e incentiva el número de desplazamientos no motorizados. Por este motivo, se potenciará el efecto

8 programa de actuación

CONTAMINANTES (VARIACIÓN EN LA EMISIÓN)	CO ₂ , NO _x , partículas en suspensión, CO, COVNM y metales pesados. El efecto más importante será mejorar la calidad del aire en aquellos lugares donde el aumento en la actividad peatonal se traduzca en una menor circulación de automóviles, es decir, puntos donde la incidencia de la calidad del aire sobre la salud de la población sea elevada por el alto número de personas presentes.	
OTROS EFECTOS	POSITIVOS	Además de la mejora local de la calidad del aire se mejorarán notablemente las características de habitabilidad de la ciudad y su capacidad para acoger a todo tipo de personas incluyendo aquellas que presenten discapacidades físicas. Igualmente la señalización supone un incremento de la seguridad vial de los peatones al disminuir el número de atropellos.
	NEGATIVOS	Durante una primera etapa, se afectará negativamente la velocidad de circulación.
ACTORES INVOLUCRADOS	Ayuntamiento de Madrid, asociaciones de vecinos, asociaciones empresariales, Cámara Oficial de Comercio e Industria de Madrid y CEIM Confederación Empresarial de Madrid CEOE.	
PLAZO DE EJECUCIÓN	2006-2010	
INDICADORES DE SEGUIMIENTO	Porcentaje de desplazamientos efectuados a pie. IMD general del municipio. VMD general del municipio.	

divulgativo de estas actuaciones mediante su coordinación con actuaciones en materia de concienciación.

□ Generalmente actuaciones de este tipo se ven traducidas en incrementos del número de clientes. Aún así, el Ayuntamiento de Madrid establecerá canales de diálogo con los establecimientos afectados, con el fin de corregir cualquier evolución negativa que se pudiera apreciar. En este sentido cabe destacar que la apuesta por la peatonalización progresiva de un mayor número de áreas buscará siempre la consecución de un mayor atractivo comercial y turístico de la ciudad, obteniendo el máximo beneficio posible de las ventajas en materia de movilidad asociadas a la alta diversificación de la ciudad en relación con los centros comerciales periféricos (proximidad, alta oferta de transporte público, independencia del transporte privado, etc.).

□ También en relación con la potenciación de la ciudad como foco de atracción de actividades, estas actuaciones se impulsarán mediante la realización de manera simultánea de actividades culturales.

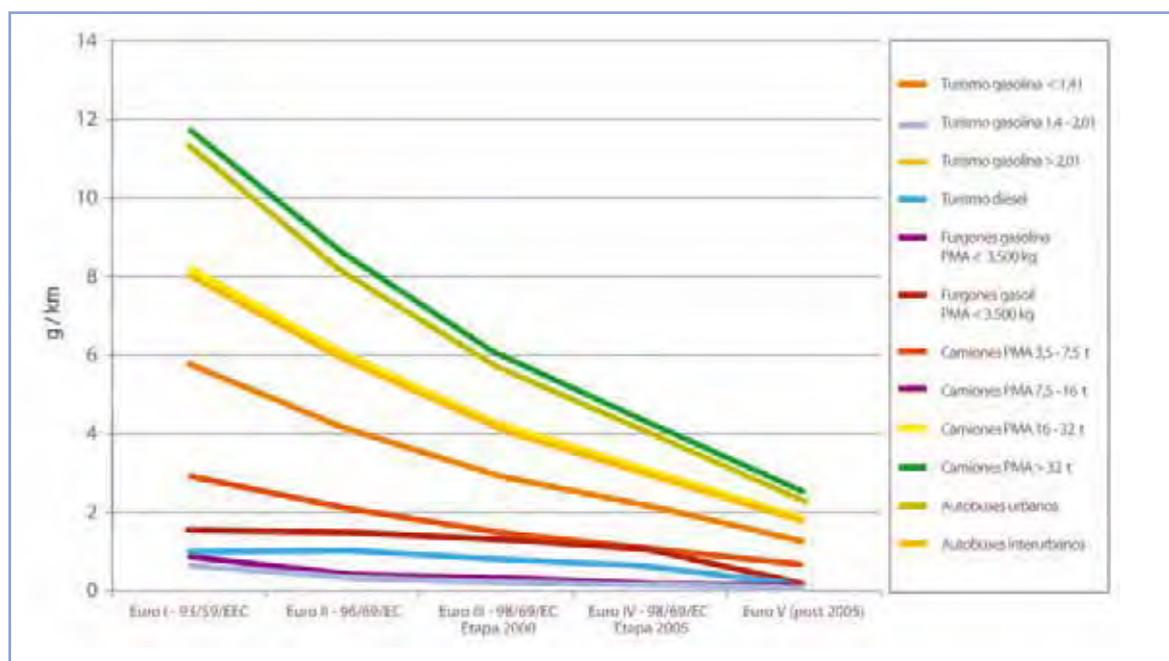
SECTOR	TRÁFICO RODADO
TIPO	Restricción al tráfico
NOMBRE	Establecimiento de Zonas de Emisión Baja (ZEB)

Antecedentes:

Las mejoras tecnológicas han permitido que los vehículos disponibles actualmente en el mercado sean mucho menos contaminantes que sus antecesores, y las mejoras impuestas por la normativa conducirán a la presencia de vehículos cada vez más respetuosos con el medio ambiente.

En las siguientes figuras se muestran cuáles son las emisiones anuales estimadas de diferentes tipos de vehículos al circular por la ciudad, teniendo en cuenta la veloci-

Emisiones de NO_x asociadas a la circulación en el interior de la ciudad



dad media de circulación, la temperatura media y las condiciones de uso. Los contaminantes que se muestran son los dos que actualmente presentan concentraciones más elevadas en relación con sus valores límite de inmisión, es decir los óxidos de nitrógeno y las partículas en suspensión.

Las emisiones debidas al tráfico rodado suponen más del 75% de las emisiones de estos contaminantes. Puesto que las emisiones de partículas en suspensión no se encuentran actualmente caracterizadas con total exactitud, solamente se muestran las emisiones provenientes de los vehículos diésel, más contaminantes que los de gasolina.

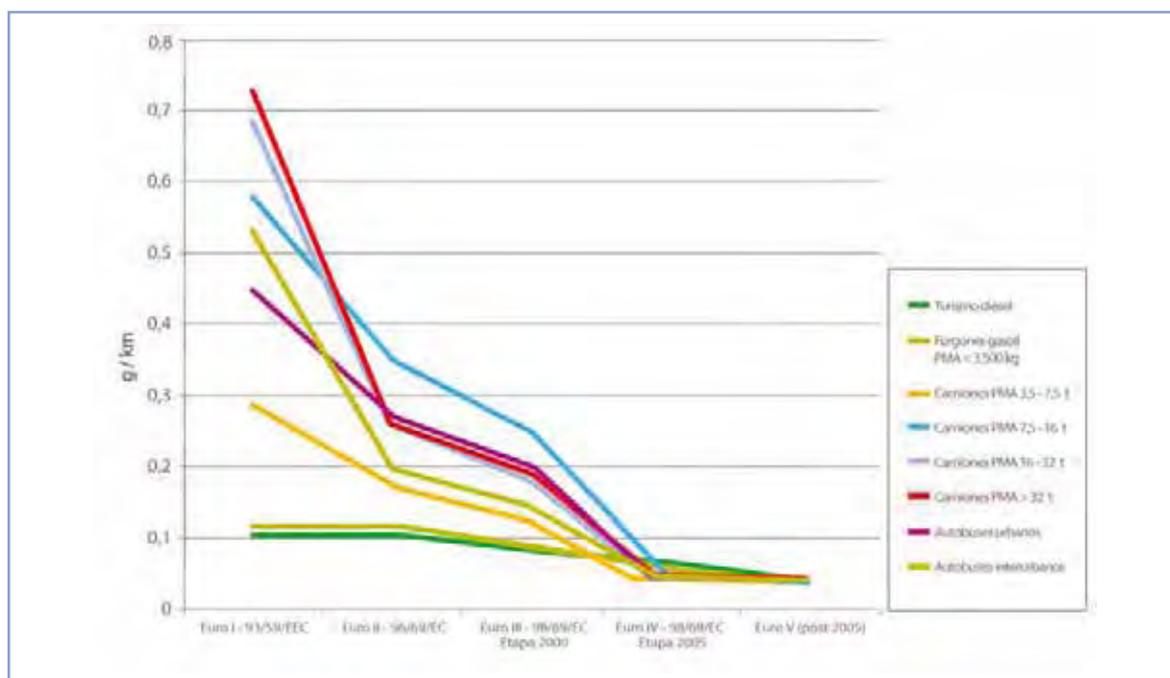
En España no existe ninguna experiencia similar de creación de zonas a las que se restringe el acceso, por razones ambientales, de determinados tipos de vehículos, teniendo que recurrir a otros países para encontrar actuaciones similares a las que esta medida supone. Desde 1996, tres ciudades suecas (Estocolmo, Goteborg y Mal-

mö) prohibieron el acceso a vehículos de más de 14 años de antigüedad y vehículos pesados que no cumplieran con la norma Euro II, lo que supuso una reducción de los niveles de PM₁₀, NO_x y de los niveles de HC. En la actualidad Londres está analizando el desarrollo de una actuación similar.

Algunas ciudades italianas han tenido que tomar medidas ante los graves problemas de contaminación registrados últimamente y han limitado el acceso del tráfico rodado al centro de las ciudades. Milán, Roma y otras poblaciones del norte de Italia prohibieron la entrada a todos los vehículos (15/01/2005), con excepción de los alimentados por GLP, metano, híbridos, tracción eléctrica y los automóviles que disponen de catalizadores de última generación, permitiendo igualmente circular a taxis, ambulancias, automóviles oficiales, los de personas con movilidad reducida y residentes. En Roma, la prohibición de circular se estableció entre las 10 y las 18 horas; mientras que en Milán fue de 10 a 19 horas.

8 programa de actuación

Emisiones de partículas asociadas a la circulación en el interior de la ciudad



En el caso de Roma, no es la primera medida que se toma, ya que ciertas zonas de la ciudad están cortadas totalmente al tráfico y por otras únicamente se puede circular en caso de contar con un distintivo en el vehículo.

Descripción:

El establecimiento de una Zona de Emisión Baja (ZEB) tiene por objeto el definir una zona de la trama urbana en la que se limita el acceso de aquellos vehículos que, por su tecnología, tienen mayores tasas de emisión. Con el fin de reducir los potenciales efectos negativos de esta medida y optimizar sus beneficios, se realizará un amplio estudio que determinará el diseño final de esta actuación.

Este estudio fijará de manera concreta los siguientes aspectos:

Extensión de la ZEB:

Para que la medida tenga la eficacia buscada se ha de dimensionar una zona suficientemente amplia, ya que zonas reducidas solamente conducen a trasladar el tráfico de unas zonas a otras de la ciudad. En principio, la determinación de la zona puede ser más reducida, de manera que posteriormente se amplíe hasta alcanzar un área mayor. Esta opción permite poner en conocimiento de la población la medida con unos efectos negativos muy reducidos, permitiendo un desarrollo experimental del que se extraigan conclusiones válidas para solventar las dificultades y tendencias negativas que se registrarán en una zona posterior de mayor extensión.

El establecimiento de esta zona tiene un efecto negativo sobre las calles periféricas, de manera que pueden ver incrementado su tráfico a causa de la presencia de los

vehículos que circunvalan la ZEB por no poder acceder a ella. De esta forma la delimitación de las posibles áreas se realizará por calles de cierta capacidad de tráfico que no

se verán incluidas en la ZEB. Un estudio preliminar de las opciones más convenientes incluye las siguientes posibilidades:

■ Opciones analizadas para la implantación de una ZEB ■



8 programa de actuación

□ Primera opción: la ZEB comprendería el área incluido en el interior de las siguientes vías: Calle Alberto Aguilera, Plaza Gran Capitán, Calle Alberto Aguilera, Glorieta de Ruiz Jiménez, Calle Carranza, Glorieta de Bilbao, Calle Sagasta, Plaza Alonso Martínez, Calle Génova, Plaza Colón, Paseo de Recoletos, Plaza Cibeles, Paseo del Prado, Plaza Cánovas del Castillo, Paseo del Prado, Plaza Emperador Carlos V, Ronda de Atocha, Ronda de Valencia, Glorieta de Embajadores, Ronda de Toledo, Glorieta de Puerta Toledo, Gran Vía de San Francisco, Plaza San Francisco, Calle Bailén, Calle Ferraz, Paseo Pintor Rosales y Calle Marqués de Urquijo.

□ Segunda opción: la ZEB comprenderá el área incluida en el interior de las siguientes vías: Plaza Cristo Rey, Paseo de San Francisco de Sales, Calle General Ibáñez de Ibero, Avenida de Reina Victoria, Glorieta de Cuatro Caminos, Calle Raimundo Fernández Villaverde, Calle Joaquín Costa, Plaza República Argentina, Glorieta de López de Hoyos, Calle Francisco Silvela, Plaza Manuel Becerra, Calle Doctor Esquerdo, Plaza Conde Casal, Calle Pedro Bosch, Calle Méndez Álvaro, Calle Ramírez de Prado, Calle Ferrocarril, Glorieta de Santa María de la Cabeza, Calle Embajadores, Glorieta de Embajadores, Ronda de Toledo, Glorieta de Puerta de Toledo, Ronda de Segovia, Calle Segovia, Paseo Virgen del Puerto, Glorieta de San Vicente, Paseo de La Florida, Avenida de Valladolid, Glorieta del Puente de los Franceses, Avenida de Séneca, Calle Martín Fierro, Avenida de Juan de Herrera, Glorieta del Cardenal Cisneros, Avenida del Arco de la Victoria y Avenida de Reyes Católicos.

□ Tercera opción: su límite se corresponde con las vías que integran la autovía de circunvalación M-30. El establecimiento de una ZEB que regule el tráfico de las vías que quedan en su interior pero sin afectar a esta importante autovía presenta una serie de ventajas que permite establecer esta opción como la más conveniente en un estudio preliminar:

- La zona es lo suficientemente extensa como para suponer una actuación muy influyente sobre la calidad del aire. A diferencia de las dos primeras opciones, que exigirían un importante esfuerzo de personal (Policía Municipal y Agentes de Movilidad), debido a la capilaridad del viario urbano, esta opción requiere de un número razonable de puntos de control.

- La capacidad de esta vía es muy superior a la de las vías que delimitan las anteriores opciones, por lo

que tiene mayor capacidad para absorber el tráfico resultante de la presencia de los vehículos que no puedan acceder al interior de la ZEB. El Ayuntamiento de Madrid está realizando actuaciones sobre un alto porcentaje de esta vía, que asegurarán una correcta absorción del incremento de la intensidad de tráfico, al mismo tiempo que se minimizarán los impactos ambientales asociados a la presencia de una mayor intensidad de tráfico.

- Actualmente ya existe una restricción a los vehículos de más de 12.000 kilogramos, que han de contar con la correspondiente autorización para acceder a una zona que es ligeramente inferior a la delimitada por esta vía. Por este motivo la regulación para los vehículos más contaminantes no es un aspecto novedoso en esta área.

- La extensión de la zona de actuación del Cuerpo de Agentes de Movilidad a un área prácticamente similar, asegura la supervisión del cumplimiento de las restricciones impuestas por la ZEB.

- Actualmente es muy reducido el número de vehículos que opta por atravesar esta área en lugar de optar por recorrer el tramo correspondiente de la carretera de circunvalación, por lo que el incremento del tráfico es más reducido que el asociado a otras opciones.

□ Cuarta opción: la ZEB se extendería por todos los barrios situados en el interior de la M-40, sin que se encuentre afectada esta vía. Esta opción presenta desventajas que en principio la hacen altamente costosa. Entre ellas se encuentra la presencia en su interior de grandes polos generadores de transporte de mercancías por carretera, como polígonos industriales y la estación de contenedores de ferrocarril, lo que acarrearía un alto coste de implantación de la medida. Además, esta vía, cuya titularidad corresponde al Ministerio de Fomento, no transcurre en su totalidad por el término municipal, por lo que sería necesaria la coordinación con el Ministerio y otros municipios o se restaría eficacia a la medida. Estos inconvenientes son apreciados en mayor medida si se consideran otras opciones como la extensión de la ZEB a la totalidad del término municipal.

□ Vehículos afectados por la ZEB:

Esta medida conducirá a la presencia de vehículos cada vez más eficientes y respetuosos con el medio ambiente.

te en la ciudad, restringiendo la circulación de los vehículos más contaminantes. Este efecto será apreciable en todo el término municipal e incluso en los municipios adyacentes, puesto que la imposibilidad de operar en una zona de la ciudad conducirá a que los propietarios de los vehículos más contaminantes renuncien a su uso, utilizando el transporte público en recorridos que no solamente se llevan a cabo por el municipio de Madrid, o los sustituyan por vehículos nuevos de menores emisiones.

Por otro lado se logra reducir la intensidad del tráfico en el conjunto del municipio, al eliminarse la posibilidad de realizar un elevado número de desplazamientos mediante automóviles. Si bien esta medida conduce por sí sola a una moderada reducción de la intensidad del tráfico, en combinación con otras medidas de la presente Estrategia como el incremento de las restricciones impuestas al tráfico rodado, permitirá que en el centro de la ciudad su efecto sí sea suficientemente apreciable.

Para conjugar los beneficios obtenidos con los inconvenientes de aplicación se planteará un calendario que establecerá qué vehículos pueden acceder al interior de la ZEB. Este calendario se desarrollará en función de las

normas que fijan los límites de emisión a nivel europeo, las últimas de las cuales son conocidas como Normas Euro. La ventaja de emplear estas normas es que su cumplimiento ha sido establecido en diferentes fechas, de manera que los vehículos fabricados se rigen cada vez por normas más estrictas. De esta forma, el establecimiento de diferentes etapas en función de estas normas es muy similar al establecimiento de diferentes etapas en función de la antigüedad de los vehículos, aunque se ha de tener presente que un número reducido de vehículos han sido fabricados conforme a límites de emisión más estrictos que los establecidos por la norma vigente en el momento de su fabricación. En la tabla siguiente se resume cuál es la correspondencia entre antigüedad y norma de emisión para la mayoría de los vehículos encuadrados en cada uno de los grupos analizados.

Con el fin de minimizar el impacto de la ZEB reduciendo los efectos negativos de su implantación, se procederá a estudiar el establecimiento de excepciones y de un procedimiento de concesión de autorizaciones especiales para ciertos servicios, de manera que, con la correspondiente autorización por parte de los servicios municipales, sea posible acceder a la ZEB pese a no cumplir los criterios de emisiones establecidos.

Períodos de vigencia de la normativa que regula la emisión desde automóviles

TIPO DE VEHÍCULO	COMBUSTIBLE	NORMA	MATRICULACIÓN
Turismos	Gasolina	Pre-ECE	1971 y anteriores
		ECE 15/00-01	1972-1977
		ECE 15/02	1978-1980
		ECE 15/03	1981-1984
		ECE 15/04	1985-1992
		Euro 1	1993-1996
		Euro 2	1997-2000
		Euro 3	(a)2001-2005 (b)2002-2006
		Euro 4	(a)2005 y posteriores (b)2007 y posteriores

8 programa de actuación

Períodos de vigencia de la normativa que regula la emisión desde automóviles (continuación)

TIPO DE VEHÍCULO	COMBUSTIBLE	NORMA	MATRICULACIÓN
Turismos	Gasoil	Convencional	1992 y anteriores
		Euro 1	1993-1996
		Euro 2	1997-2000
		Euro 3	(a)2001-2005 (b)2002-2006
		Euro 4	(a)2005 y posteriores (b)2007 y posteriores
Vehículos de mercancías ligeros de P.M.A. < 3,5 t	Gasolina	Convencional	Sep. 1994 y anteriores
		Euro 1	(P)Oct. 1994-1996 (G)Oct. 1994 -1997
		Euro 2	(P)1997-2000 (G)Oct. 1998 -2001
		Euro 3	(P)2001-2005 (G) 2002-2006
		Euro 4	(P) 2006 y siguientes (G) 2007 y siguientes
	Gasoil	Convencional	Sep 1994 y anteriores
		Euro 1	(P)Oct 1994-1996 (G)Oct 1994 -1997
		Euro 2	(P)1997-2000 (G)Oct 1998 -2001
		Euro 3	(P)2001-2005 (G) 2002-2006
		Euro 4	(P) 2006 y siguientes (G) 2007 y siguientes
Vehículos pesados	Gasolina	Convencional	Hay muy pocos, por lo que se agrupan en un solo grupo
	Gasoil	Convencional	Sep. 1993 y anteriores
		Euro 1	Oct. 1993- Sep 1996
		Euro 2	Oct . 1996-Sep 2001
		Euro 3	Oct. 2001-Sep 2006
		Euro 4	Oct. 2006-Sep 2009
		Euro 5	Oct. 2009 y siguientes

Períodos de vigencia de la normativa que regula la emisión desde automóviles (continuación)

TIPO DE VEHÍCULO	COMBUSTIBLE	NORMA	MATRICULACIÓN
Motocicletas	Gasolina	Convencional	1998 y anteriores
		Euro 1	1999-2002
		Euro 2	2003-2005
		Euro 3	2006 y posteriores
Ciclomotores	Gasolina	Convencional	1996 y anteriores
		Euro 1	1997-2001
		Euro 2	2002-2005
		Euro 3	2006 y posteriores

(a) turismos pequeños (menos de 2.500 kg); (b) turismos grandes (más de 2.500 kg); (P) hasta 1.305 kg; (G) más de 1.305 kg.

El estudio acometido por el Ayuntamiento de Madrid considerará un análisis del coste de regular el acceso de la ZEB a los diferentes tipos de vehículos, valorando las posibilidades de adquisición de nuevos vehículos que cumplan con los estándares fijados. Dada la situación actual de la calidad del aire del municipio de Madrid en relación con los valores límite recogidos en la legislación vigente, en principio este coste se confrontará con las

reducciones de NO_x y partículas logradas por la retirada de las calles de los vehículos más contaminantes. En el caso de que se modifique esta situación se procederá a revisar convenientemente el calendario previsto.

La presente Estrategia se fija como objetivo regular el acceso de todas las clases de vehículos que muestren una relación positiva entre reducción de las emisiones y núme-

Contribución a las emisiones debidas al transporte por carretera

	PORCENTAJE SOBRE LAS EMISIONES DE NO _x DEBIDAS AL TRÁFICO RODADO	PORCENTAJE SOBRE LA IMD GLOBAL DEL MUNICIPIO
Turismos	47,17%	79,08%
Furgones	12,63%	9,85%
Camiones	21,06%	4,49%
Autobuses	18,84%	2,52%
Ciclomotores y motocicletas	0,31%	4,06%

8 programa de actuación

ro de vehículos regulados, contemplando conjuntamente la viabilidad técnica y logística necesaria para regular el acceso de cada tipo de vehículos. Se plantea el establecimiento de una ZEB en dos etapas. La primera de ellas comenzaría en el año 2008 y la segunda en el año 2010. Estas dos fechas se corresponden con los objetivos de reducción de las emisiones.

Un estudio previo de las diferentes opciones respecto a la creación de una ZEB actual revela que la actuación sobre los vehículos pesados (autobuses, autocares y camiones), por su alto volumen de emisión en relación con el bajo número de vehículos afectados puede suponer los mayores beneficios. Para estos vehículos existen actualmente motorizaciones que cumplen con la norma Euro 4 e incluso con la norma Euro 5, pese a que éstas no serán obligatorias para los vehículos nuevos hasta octubre del año 2006 y 2009 respectivamente.

Estos vehículos permiten un correcto control mediante métodos manuales, ya que su elevado volumen les hace destacar sobre el resto de vehículos. Por esta característica, y puesto que presentan la mejor relación entre reducción de las emisiones y número de vehículos afectados, son idóneos para establecer las primeras etapas de la ZEB. Actualmente se baraja la hipótesis de establecer una ZEB que permita exclusivamente el acceso de los vehículos pesados fabricados conforme a las normas Euro 2 a partir del año 2008 (momento en el que tendrán más de 11 años) y Euro 3 a partir del año 2010 (en este año estos vehículos tendrán más de 8 años de antigüedad). Para vehículos fabricados conforme a la norma anterior (1 ó 2, respectivamente), se contemplará la posibilidad de circular por la ZEB, mediante la instalación de equipos adicionales de reducción de la emisión, tal y como se desarrolla en la medida correspondiente de esta Estrategia.

Por el elevado número de kilómetros recorridos en el interior de la ciudad, los vehículos ligeros de transporte de mercancías y los taxis son considerados como el segundo grupo de actuación preferente. En el caso de los taxis, con un alto número de kilómetros anuales, su vida media es reducida. Por este motivo se puede establecer un límite de acceso para todos aquellos que no cumplan con la norma Euro 1 en el año 2008. Este límite parece suficientemente asumible, ya que solamente supone restringir la circulación a vehículos de mucha antigüedad, que un número muy reducido de taxis alcanza si opera en una ciudad como Madrid. Tras esta primera etapa, se plantea una

segunda etapa que comenzará en el año 2010, que limitará el acceso a todos los taxis fabricados conforme a normas anteriores a la norma Euro 3. De esta forma, la implantación de la ZEB solamente supondrá restricciones para un número reducido de taxis, aunque muy contaminantes. Para favorecer la transformación del sector del taxi la estrategia contempla métodos específicos.

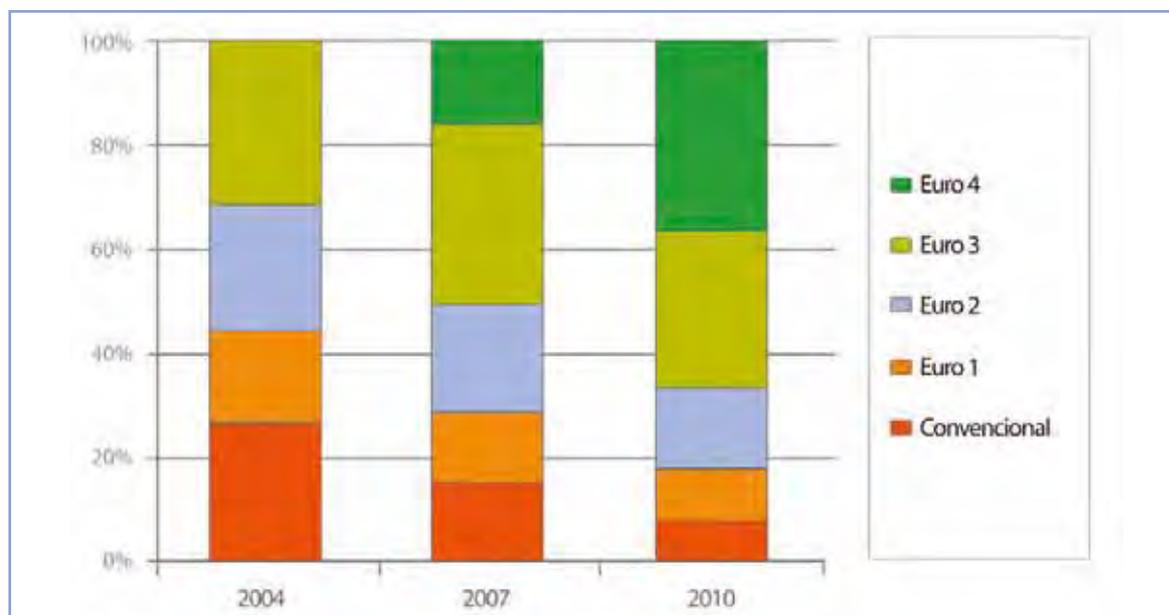
Los vehículos ligeros de transporte de mercancías presentan una situación diferente. Por un lado, en este grupo se encuadran algunos de los automóviles con condiciones de circulación más adversas de la ciudad, con frecuentes paradas y arranques, circulación relativamente veloz y bajo estado de mantenimiento. Por otro lado, es frecuente la presencia de vehículos de cierta antigüedad en este grupo, de manera que se estima que en el año 2002 aproximadamente un 20% de los kilómetros recorridos por este grupo eran atribuibles a vehículos que fueron fabricados con anterioridad a la entrada en vigor de la primera norma Euro. Para este grupo, se plantea restringir el acceso a la ZEB en 2008 a todos aquellos que no fueron fabricados conforme a la norma Euro 1 y en 2010 a los vehículos que fueron fabricados conforme a normas anteriores a la norma Euro 3. Este calendario supondrá una importante restricción de las oportunidades de circulación para los vehículos más contaminantes. Por este motivo se espera acelerar la renovación de este parque hacia vehículos equipados con tecnologías eficientes de reducción de emisiones.

La regulación del acceso de los turismos a las zonas ZEB se acompaña a los criterios establecidos para los vehículos ligeros de transporte de mercancías y los taxis.

Pese a que estos porcentajes, que se reflejan en los gráficos, suponen un elevado número de vehículos, los beneficios aportados por la imposición de restricciones a todos los turismos de gasolina no fabricados conforme a las normas Euro es una de las actuaciones más determinantes de la presente Estrategia, ya que en el año 2010 este grupo de vehículos será responsable de aproximadamente el 65% de las emisiones de NO_x debidas a la circulación de turismos de gasolina en el término municipal.

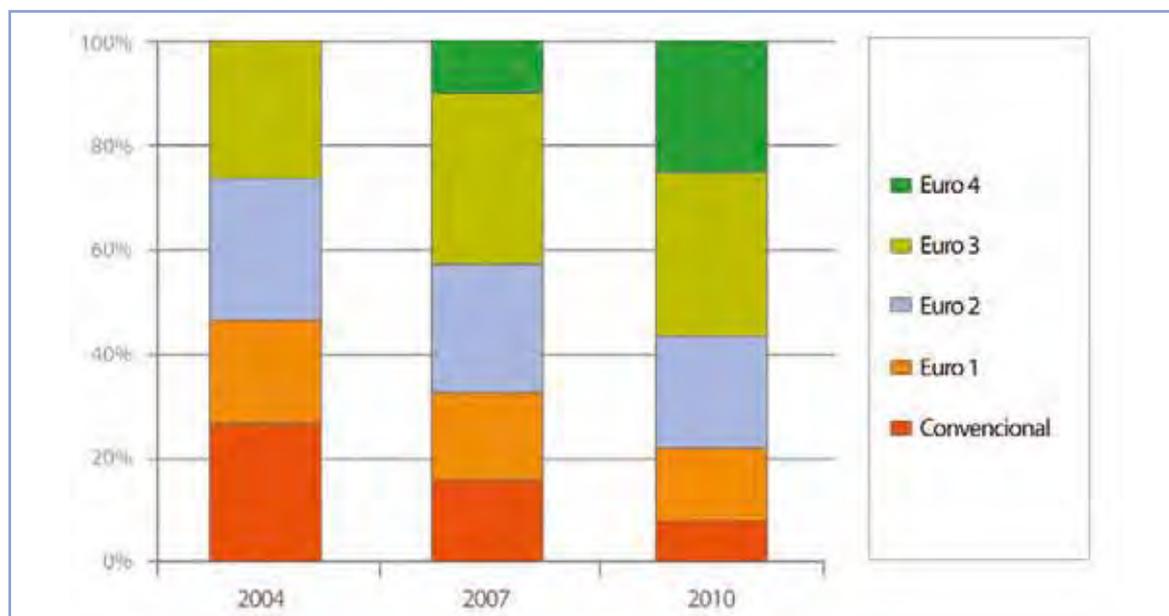
Estos datos son consecuencia de que es en este grupo en el que se ha registrado una mejora tecnológica más importante respecto a la disminución de las emisiones de NO_x , el contaminante que, teniendo presentes los objetivos locales de la Estrategia, exige un mayor esfuerzo de reducción de las emisiones.

Evolución del parque de turismos diésel y propulsados por GLP



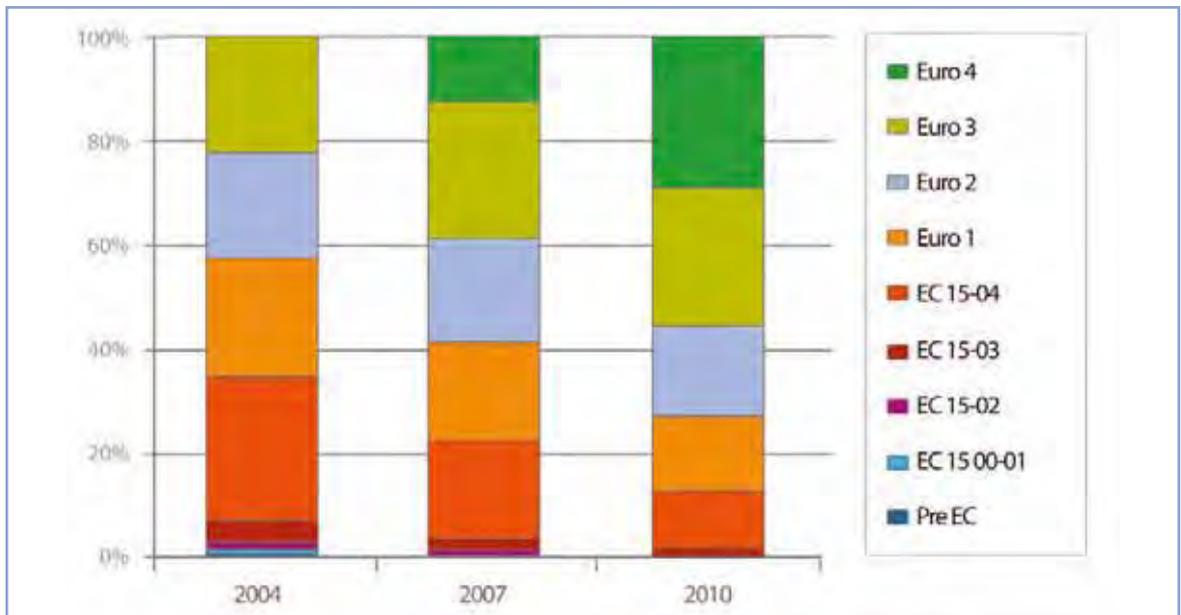
97

Evolución de las emisiones debidas a los diferentes grupos de vehículos diésel y propulsados por GLP

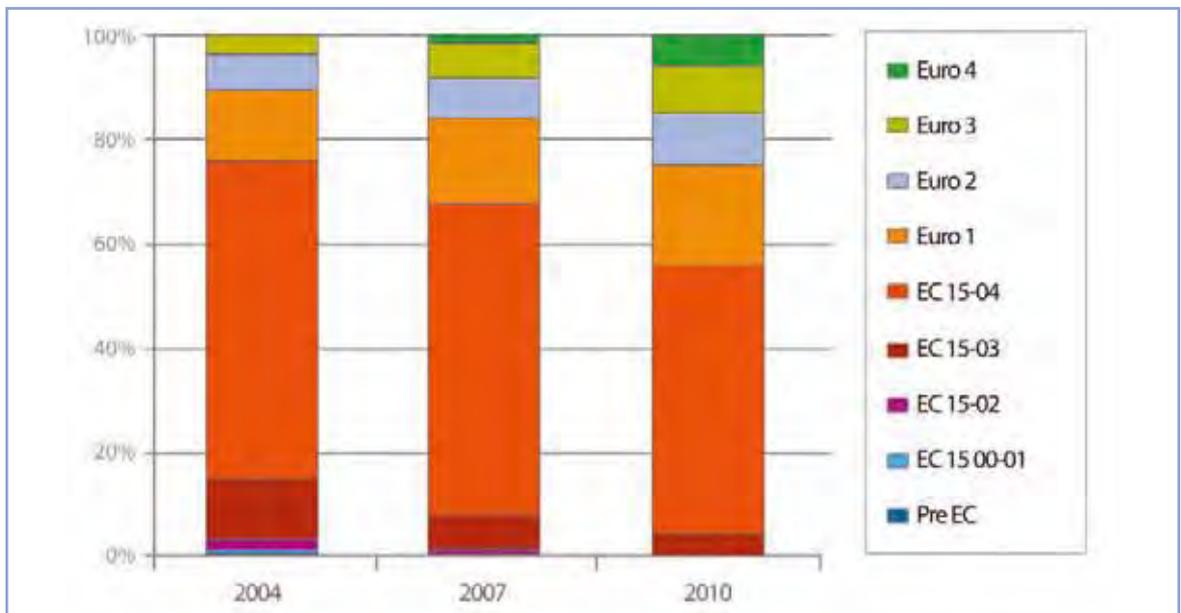


8 programa de actuación

Evolución del parque de turismos de gasolina



Evolución de las emisiones debidas a los diferentes grupos de vehículos de gasolina



Regular el acceso de motocicletas y ciclomotores en función de las normas Euro parece más complejo, ya que los porcentajes de vehículos que gozarán de tecnologías avanzadas en cuanto a sus emisiones en las dos fechas previstas, 2008 y 2010, será inferior que el de cualquiera de los grupos de vehículos de 4 ruedas. Esta circunstancia y la alta dificultad de establecer mecanismos de control de acceso eficientes conducen a que, en principio, no se establezcan limitaciones para este tipo de vehículos en función de sus características de fabricación, ya que son mucho menos contaminantes.

▣ Establecimiento de un procedimiento de control de las emisiones de los vehículos conforme a los límites establecidos de acceso al interior de la ZEB

Regular el acceso conforme a las normas de fabricación de vehículos aporta un alto número de ventajas para la modelización de la eficacia de esta medida, al mismo tiempo que permite estudiar la antigüedad del parque móvil sobre el que se está actuando. Puesto que han sido de obligado cumplimiento en diferentes fechas, se puede estimar que un vehículo de cierta antigüedad cumple, como mínimo, la norma vigente en el momento de su fabricación.

Una de las mayores ventajas del diseño de una ZEB en función de estas normas es que permite optimizar los resultados de su implantación, ya que las normas más novedosas representarán importantes reducciones de emisiones frente a sus predecesoras. De esta forma, es posible lograr una reducción de las emisiones muy superior a la reducción del tráfico asociada a la implantación de esta zona.

Por el contrario, el cumplimiento de las diferentes normas no es apreciable en el exterior del vehículo e impone importantes dificultades a la hora de implementar ZEB basadas en este tipo de criterios. La necesidad de efectuar un control sobre los vehículos que acceden a la zona regulada es uno de los principales retos de esta medida.

El acceso a la ZEB se regulará mediante la creación de un distintivo que se fijará en la luneta delantera del vehículo, de manera que sea posible la identificación de manera visual. Su diseño le diferenciará de otros distintivos similares mediante la adopción de formas y configuraciones originales.

Para la obtención de este distintivo se establecerá un procedimiento consistente en la presentación de la docu-

mentación original del vehículo, como puede ser el permiso de circulación que recoge la fecha de primera matriculación, y por lo tanto, la antigüedad del mismo. Este trámite podría ser realizado en las Juntas Municipales de Distrito, o en otras oficinas municipales. La pegatina otorgada debe llevar troquelada la matrícula del vehículo, para impedir la utilización en vehículos que no sean conformes a la norma de emisiones.

Todos los vehículos que cumplan con los criterios establecidos para el acceso al interior de la ZEB obtendrán el distintivo. En cambio, pese a que un vehículo fuese fabricado conforme a una norma que se ha detectado como válida para acceder a la ZEB, si el estado del vehículo no permite acreditar la consecución de un nivel de emisiones inferior al límite establecido para acceder a dicha zona, no obtendrá el certificado correspondiente.

▣ Control de acceso al interior de la ZEB

El control del acceso a la zona regulada se realizará mediante la combinación de sistemas automatizados y la actuación del Cuerpo de Agentes de Movilidad. Los métodos visuales se muestran eficaces sobre vehículos pesados debido a su gran tamaño, pero el control del importante número de vehículos medios y de inferior tamaño exige la implantación de sistemas automatizados de control que registren las matrículas de los vehículos que acceden al centro urbano.

El cuerpo de Agentes de Movilidad será el encargado de las tareas de control visual. En principio no es necesaria una vigilancia continuada en todos los accesos, ya que es posible plantear controles aleatorios que pueden tener una eficacia disuasoria elevada. En estos controles se verificará visualmente la presencia del distintivo adecuado en los no autorizados. El hecho de que este cuerpo pase a prestar servicio en una amplia zona de la ciudad permitirá una supervisión extensiva en la totalidad del área regulada, de manera que cualquier agente que distinga un vehículo no autorizado también procederá a su inmovilización.

La instalación de sistemas automatizados permitirá una mayor eficacia de las tareas de supervisión. Estos sistemas se basan en sistemas de identificación de matrículas. Los datos registrados por los sistemas de control de acceso se cotejarán posteriormente con la base de datos en la que quedarán inscritos todos los vehículos que superen positivamente el procedimiento certificador.

8 programa de actuación

Los puntos de control automatizados contarán con dos posibles configuraciones:

- Puntos fijos: se instalarán en ubicaciones con una alta densidad de tráfico, principalmente los puntos de acceso al interior de la ZEB.
- Puntos móviles: se instalarán en ubicaciones interiores y tendrán un carácter aleatorio. Su combinación con la presencia física de agentes destinados específicamente a tareas de supervisión de la ZEB permitirá detectar los vehículos no autorizados que circulan en el interior de dicha zona.

A este control específico se suma un control de segundo nivel realizado a través de una redefinición del Servicio de Estacionamiento Regulado (SER). Los vehículos que no tengan autorizado el acceso a la ZEB tampoco tendrán autorización para aparcar en el SER. Los agentes que localicen un vehículo estacionado sin el correspondiente distintivo o la introducción de una matrícula correspondiente a un vehículo no autorizado en los parquímetros expendedores, será tratada convenientemente, estableciendo los canales de contacto con los cuerpos de Policía Municipal y de Agentes de Movilidad para que se proceda a sancionar convenientemente al conductor.

Un aspecto adicional es el carácter disuasorio de las medidas de control. Se definirá un cuadro de sanciones específico para los vehículos no autorizados que sean localizados en el interior del área afectada. Entre los primeros aspectos que se estudiarán está el tratamiento que se ha de dar a estos vehículos, determinando si es conveniente su inmovilización y retirada por parte de la grúa municipal como consecuencia de su condición de vehículos no autorizados para circular en la ZEB.

□ Otros aspectos adicionales al establecimiento de la ZEB

La introducción de la ZEB supone una importante modificación de las condiciones de circulación en la ciudad, por lo que su diseño final se acometerá de manera prioritaria mediante la realización de un estudio de mayor alcance. En el momento en el que se defina el área afectada, se procederá a su denominación con un nombre que permita su identificación directa y se señalará en todos los accesos que en un futuro cercano se implanta-

rán restricciones de acceso a esta zona para los vehículos más contaminantes.

Tras la definición del calendario de restricciones a la circulación y el procedimiento certificador de vehículos, se realizará una amplia campaña de comunicación y divulgación que tendrá un alcance como mínimo autonómico.

Puesto que parte de los habitantes de la zona regulada se pueden ver obligados a sustituir sus automóviles, el Ayuntamiento contemplará de manera preferente a los madrileños residentes en el interior de la ZEB a la hora de la posible concesión de incentivos destinados a la adquisición de vehículos menos contaminantes y vehículos de dos ruedas, y las destinadas a la instalación de equipos de reducción de emisiones y empleo de carburantes más respetuosos con el medio ambiente.

Adicionalmente, con ciertas modificaciones, la ZEB puede constituirse también como la medida más eficaz para el control de los episodios puntuales de alta contaminación, asegurando igualmente la consecución de los valores límite establecidos en función de medias horarias (NO_2) o diarias (PM_{10}). Teniendo presente que el tráfico rodado es responsable de las tres cuartas partes de las emisiones de estos dos contaminantes, y que los NO_x son los principales precursores del ozono, un gas que se encuentra próximo a sus valores objetivo a largo plazo y que en ocasiones ha sobrepasado su umbral de información a la población, las medidas más eficaces para el control de los episodios de alta contaminación pasan por restringir el acceso a los vehículos con mayores emisiones de estos compuestos.

Por este motivo, es posible definir una mayor intensidad de esta medida en situaciones en las que se constate la presencia de niveles de inmisión próximos a los diferentes parámetros que se emplean para el establecimiento de estos valores límite. Este planteamiento supone obtener un mayor beneficio de la implantación de esta zona mediante el establecimiento de diferentes niveles. A medida que se registren mayores niveles de inmisión se incrementarían las restricciones, de manera que se limite el tráfico en una franja horaria mayor, o a grupos que anteriormente no estaban regulados y se endurezcan las restricciones impuestas a los vehículos que actualmente ya se encuentran regulados.

Un último aspecto complementario, es la posibilidad de establecer una regulación no continuada de la zona

afectada. Teniendo presente que existen ciertos puntos de coincidencia de la distribución del tráfico rodado y de los niveles de inmisión de NO_x , se puede establecer una desregularización de acceso al interior del ZEB durante ciertas horas del día y en los fines de semana.

Con este planteamiento, se logra reducir el número de horas en las que se ha de realizar un control del parque que circula por su interior, reduciendo sensiblemente el coste de implantación de esta medida. En cambio su eficacia no se ve reducida de manera significativa, ya que se eliminan las necesidades de control de acceso exclusivamente durante los períodos en los que la intensidad del tráfico es más reducida. Por este motivo el establecimiento de una ZEB limitada a un horario es uno de los aspectos que se abordará de manera prioritaria en los estudios que el Ayuntamiento de Madrid acometerá previamente al desarrollo de esta medida.

▣ Reducción de las emisiones asociadas al establecimiento de la ZEB

A falta de los estudios previos para el desarrollo de esta medida, es posible hacer una estimación de la reducción de emisiones alcanzada con esta medida. Para esta valoración se han utilizado los siguientes criterios:

- ▣ La ZEB afecta al área comprendida en el interior de la M-30.
- ▣ La velocidad media de circulación es la registrada en el programa informático VMD 2003, elaborado por el Área de Gobierno de Seguridad y Servicios a la Comunidad, establecida en 27 km/h.
- ▣ La longitud total del viario municipal es de 4.500 kilómetros.
- ▣ Se tiene constancia de la Intensidad Media Diaria (IMD) en 1.142 kilómetros a través del programa IMD 2002 del Área de Gobierno de Seguridad y Servicios a la Comunidad.
- ▣ Los 3.358 kilómetros correspondientes a tramos de viario no aforados son en su mayoría calles de baja intensidad. Se ha estimado para ellos la IMD observada en tramos equivalentes: 1.990 vehículos al día.
- ▣ Teniendo en cuenta estos datos los vehículos recorren en la ciudad al cabo del año 14.362.260.000 kilómetros.

▣ La distribución entre los diferentes tipos de vehículos se ha realizado en función de una encuesta realizada para el Inventario de Emisiones, mediante observación directa en diferentes puntos de la ciudad. Las normas que cumplen cada uno de ellos se han estimado en función de su antigüedad. Considerando estos factores conjuntamente se ha creado un vehículo tipo que a efectos de emisiones es el único que circula por la ciudad, recorriendo al año la cifra de kilómetros anteriormente indicada.

▣ Las temperaturas medias, decisivas en cuanto a la estimación de emisiones de algunos contaminantes, son las facilitadas por el Instituto Nacional de Meteorología a partir de los datos registrados en la Estación de Retiro.

Con estos supuestos es posible realizar una estimación de los beneficios de la presente medida. Ésta se realiza empleando el modelo de cálculo de emisiones Copert III, que constituye la metodología propuesta por la Agencia Europea del Medio Ambiente para la estimación de emisiones provenientes del tráfico rodado destinada a la realización de los inventarios de emisiones que se ajustan a las indicaciones de Corinair. La siguiente tabla muestra la importante reducción que permitirá la aplicación de la ZEB propuesta.

Este planteamiento supone que la IMD global del municipio se verá reducida en un 10%, reducción que se logrará por un menor número de desplazamientos mediante transporte privado gracias a la implantación de la ZEB en compañía de otras medidas de la presente Estrategia. Entre éstas cabe destacar la ampliación y mejora del transporte público en todos sus parámetros y una serie de medidas que supondrán restricciones de acceso al tráfico rodado con carácter general, como la ampliación del poder disuasorio del Servicio de Estacionamiento Regulado o el incremento de superficie afectada por Zonas de Preferencia Residencial.

La aplicación de la ZEB según los supuestos anteriores, se traduciría en una reducción especialmente importante de NO_x , que constituye el objetivo principal de esta Estrategia. Gracias a la gran diferencia entre los factores de emisión de estos contaminantes en los vehículos nuevos respecto a sus predecesores, las emisiones se verán reducidas en prácticamente 8.000 toneladas, una cantidad superior al objetivo de reducción de emisiones que se plantea para esta fuente emisora.

8 programa de actuación

Reducción de las emisiones asociada a la implantación de la ZEB

CONTAMINANTE	2004	2010	REDUCCIÓN (%)
NO _x (t)	16.750	8.789	47,53
CO (t)	96.431	82.477	14,47
PM (t)	1.120	704	37,14
CO ₂ (kt)	4.227,7	3.895,8	7,85

CONTAMINANTES (VARIACIÓN EN LA EMISIÓN)	NO _x , partículas en suspensión, CO ₂ , CO, COVNM y metales pesados. El desarrollo de la medida permitirá una reducción especialmente importante de los dos primeros contaminantes.	
OTROS EFECTOS	POSITIVOS	Reducción de la contaminación acústica. Reducción de la congestión. Reducción de la siniestralidad y de las consecuencias de los accidentes (motivada por un parque de vehículos más actualizado). Reducción del consumo de combustible.
	NEGATIVOS	Incremento de las necesidades de inspección (se verán asumidas por el Cuerpo de Agentes de Movilidad, la Policía Local y el Cuerpo de Vigilantes del SER, que serán dimensionados convenientemente).
ACTORES INVOLUCRADOS	Ayuntamiento de Madrid, asociaciones de vecinos, asociaciones de transportistas, fabricantes de vehículos, taxistas, EMT, operadores de autobuses interurbanos, operadores de flotas, Cámara Oficial de Comercio e Industria de Madrid y CEIM Confederación Empresarial de Madrid CEOE.	
PLAZO DE EJECUCIÓN	2006-2010	
INDICADORES DE SEGUIMIENTO	IMD media del municipio. IMD en el interior de las zonas ZEB. Vehículos que causan baja según su antigüedad. Petición del distintivo de entrada en la ZEB. Vehículos no autorizados detectados. Distribución del parque de vehículos en función de su antigüedad.	

En cambio, la tabla anterior pone de manifiesto que la reducción de las emisiones de CO₂ no es suficientemente elevada. Esta situación es debida a que la metodología propuesta no contempla la mejora tecnológica como medida destinada a la reducción del consumo, pese a que existen diferentes acuerdos voluntarios de la industria del automóvil destinados a la reducción de las emisiones de CO₂ por kilómetro recorrido. De esta forma el modelo empleado no presupone que la sustitución de un vehículo por otro más actual se traduzca necesariamente en un menor consumo. Puesto que el cálculo de las emisiones de CO₂ se realiza en función de las cantidades de combustible consumidas, la reducción real puede ser superior a la estimada si se mantiene la relación entre los tipos de vehículos.

SECTOR	TRÁFICO RODADO
TIPO	Restricción al tráfico
NOMBRE	Modificación y ampliación del Servicio de Estacionamiento Regulado (SER)

Antecedentes:

La actuación sobre la oferta de aparcamiento en el interior de la ciudad supone una de las medidas disuasorias más importantes del uso del transporte privado de la presente Estrategia, ya que altera las posibilidades de empleo de los automóviles, al disminuir y modificar las condiciones de uso del espacio destinado al aparcamiento.

Esta modificación de la oferta de aparcamiento de la ciudad se acomete mediante una combinación de medidas que incrementan la oferta de aparcamiento en el exterior de la ciudad y disminuyen la oferta en su interior. Dentro de este grupo la ampliación y modificación del Servicio de Estacionamiento Regulado (SER) es la medida más importante. Este servicio establece un sistema de tarifas para estacionar dentro de un horario determinado en las zonas afectadas, que se denominan Zonas de Regulación. El sistema de tarifas se basa en una distinción entre plazas para residentes y no residentes.

Los residentes tienen la posibilidad de adquirir un distintivo por un precio reducido que les permite estacionar sin coste adicional en las plazas identificadas con el color verde. Se consideran residentes las personas físicas que se encuentren dentro de los siguientes grupos:

- Propietarios de un vehículo, empadronados y residentes de hecho en la Zona de Regulación que corresponda a su domicilio.
- Propietarios de un vehículo, empadronados fuera de los límites de la Comunidad de Madrid que transitoriamente fijen su residencia temporal en un domicilio incluido en la Zona de Regulación.
- No propietarios que tienen disponibilidad de un vehículo, mediante contrato de renting, leasing u otro similar, suscrito a su nombre o al de una empresa. El distintivo se otorgará para el domicilio particular del usuario, siempre que se encuentre encuadrado en la Zona de Estacionamiento Regulado.

Se considera no residentes al resto de usuarios de cada una de las Zonas de Regulación y a aquellos residentes que sean adjudicatarios de una plaza en los Aparcamientos para Residentes o de uso mixto, excepto cuando sean propietarios de más de un vehículo, en cuyo caso se facilitarían distintivos para el acceso de vehículos, siempre que se cumplan los requisitos establecidos en la Ordenanza de Movilidad para la Ciudad de Madrid. Para estos usuarios se reservan preferentemente las plazas diferenciadas con el color azul.

Para abonar las tarifas el usuario adquiere un ticket en un parquímetro introduciendo monedas hasta alcanzar el importe deseado. Este ticket se ha de dejar en el interior del vehículo en un lugar visible para que los vigilantes del servicio puedan comprobar el pago de las tarifas.

También es posible adquirir una tarjeta monedero. Ésta se introduce en el parquímetro que descuenta del saldo disponible el importe del ticket adquirido. La recarga de tarjetas puede realizarse en todos los parquímetros mediante la introducción de monedas.

La regulación afecta a la mayoría de los automóviles pero contempla una serie de vehículos excluidos:

- Las motocicletas, ciclos, ciclomotores y bicicletas.
- Los estacionados en zonas reservadas para su categoría o actividad.
- Los autotaxis que estén en servicio y su conductor esté presente y los vehículos de alquiler de servicio público con conductor, en idénticas condiciones.

8 programa de actuación



Tarjeta de prepago del SER

- ❑ Los de representaciones diplomáticas acreditadas en España, externamente identificados con matrícula en régimen diplomático, y a condición de reciprocidad.
- ❑ Los destinados al transporte de personas de movilidad reducida en los que se exhiba la autorización especial correspondiente, con sujeción a las prescripciones y límites establecidos en la autorización especial y siempre que se esté transportando al titular de dicha autorización.
- ❑ Los de residentes quedan excluidos de la limitación de la duración del estacionamiento, pero sujetos al pago de la tasa establecida, cuando el estacionamiento se produzca en el barrio de su residencia autorizado en el distintivo que a tal efecto posean.

Este servicio comenzó a funcionar el día 1 de noviembre de 2002 en los distritos de Salamanca, Retiro, Centro y Chamberí. Posteriormente se han ejecutado dos ampliaciones que han doblado el número de plazas reguladas, afectando actualmente a 32 barrios de 8 distritos en dife-

rente medida. La última de estas ampliaciones se realizó en junio del año 2004. En la siguiente figura se muestra la evolución del número de plazas afectadas y del número de vigilantes asignados.

En función de la tipología de los diferentes barrios, y con objeto de adecuar la oferta y la demanda de plazas destinadas preferentemente a residentes, la Ordenanza de Movilidad para la Ciudad de Madrid establece que el porcentaje mínimo de plazas verdes en los distritos situados en el interior de la M-30 será del 75% del total de plazas disponibles en cada barrio, y del 65% en los distritos situados en el exterior de la M-30.

Descripción:

La evaluación de los resultados de este servicio es sumamente positiva, ya que se ha constatado que su implantación ha tenido un efecto descongestionador del centro urbano.

La ampliación y modificación del SER como instrumento de mejora de calidad del aire supondrá una reducción aún mayor de las emisiones provenientes de los vehículos en las zonas con niveles de inmisión más elevados en la ciudad. Este crecimiento seguirá los siguientes criterios:

- ❑ Se realizará tras el análisis detallado de los estudios de viabilidad que el Ayuntamiento está realizando actualmente. Estos estudios tienen como cometido analizar las modificaciones de la implantación del servicio sobre el tráfico rodado y por tanto sobre la calidad del aire. Puesto que las plazas creadas son en su mayoría para residentes, el principal efecto buscado es reducir el número de vehículos que acceden

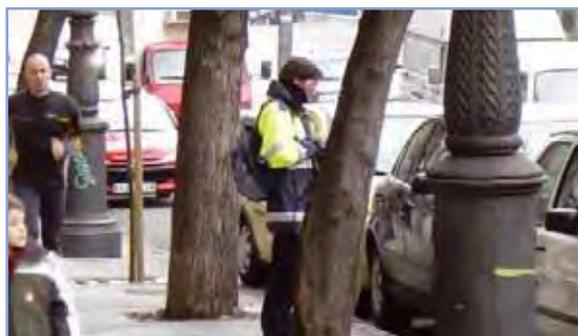
Horario del SER

		AGOSTO	RESTO AÑO
Laborables	Lunes a viernes	de 9 a 15 horas	de 9 a 20 horas
	Sábados	de 9 a 15 horas	de 9 a 15 horas
Domingos y festivos		Sin regular	

a la capital desde otros municipios (que actualmente ronda el medio millón de automóviles diarios) entre un 50 y un 60 %. Dado que los residentes solamente pueden estacionar de manera gratuita en la zona en la que residen, también se afectará al número de desplazamientos internos, aunque en una proporción menor.

Con el objetivo de mitigar el efecto barrera, se ampliará la extensión de zonas actualmente afectadas a barrios periféricos que actualmente han visto desbordada su demanda de plazas por la presencia de vehículos que buscan eludir las zonas reguladas. Barrios como el de Prosperidad, vías concretas, como el Paseo de Camoens y otras zonas similares, serán estudiadas como alternativas. En líneas generales durante la presente Estrategia el servicio se ampliará a la mayor parte de la ciudad, tras la realización del correspondiente estudio.

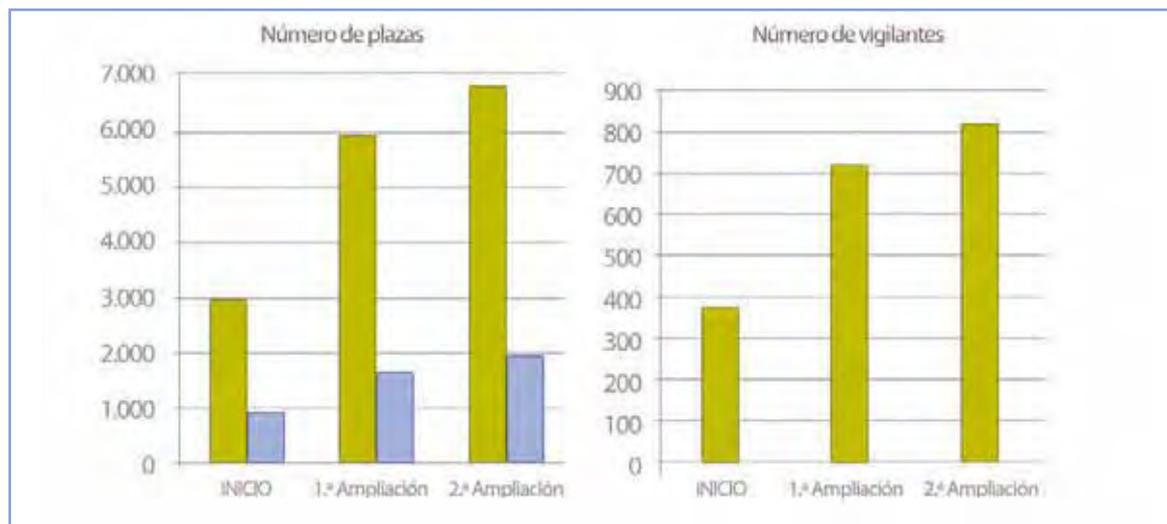
A diferencia de otras grandes ciudades europeas, el término municipal ha ido ampliándose hasta agrupar todos los núcleos urbanos que actualmente forman la ciudad. De esta forma distritos como Fuencarral u Hortaleza, que anteriormente eran municipios independientes, se han integrado dentro del municipio sin que se pueda apreciar una interrupción en la continuidad



Vigilante del SER

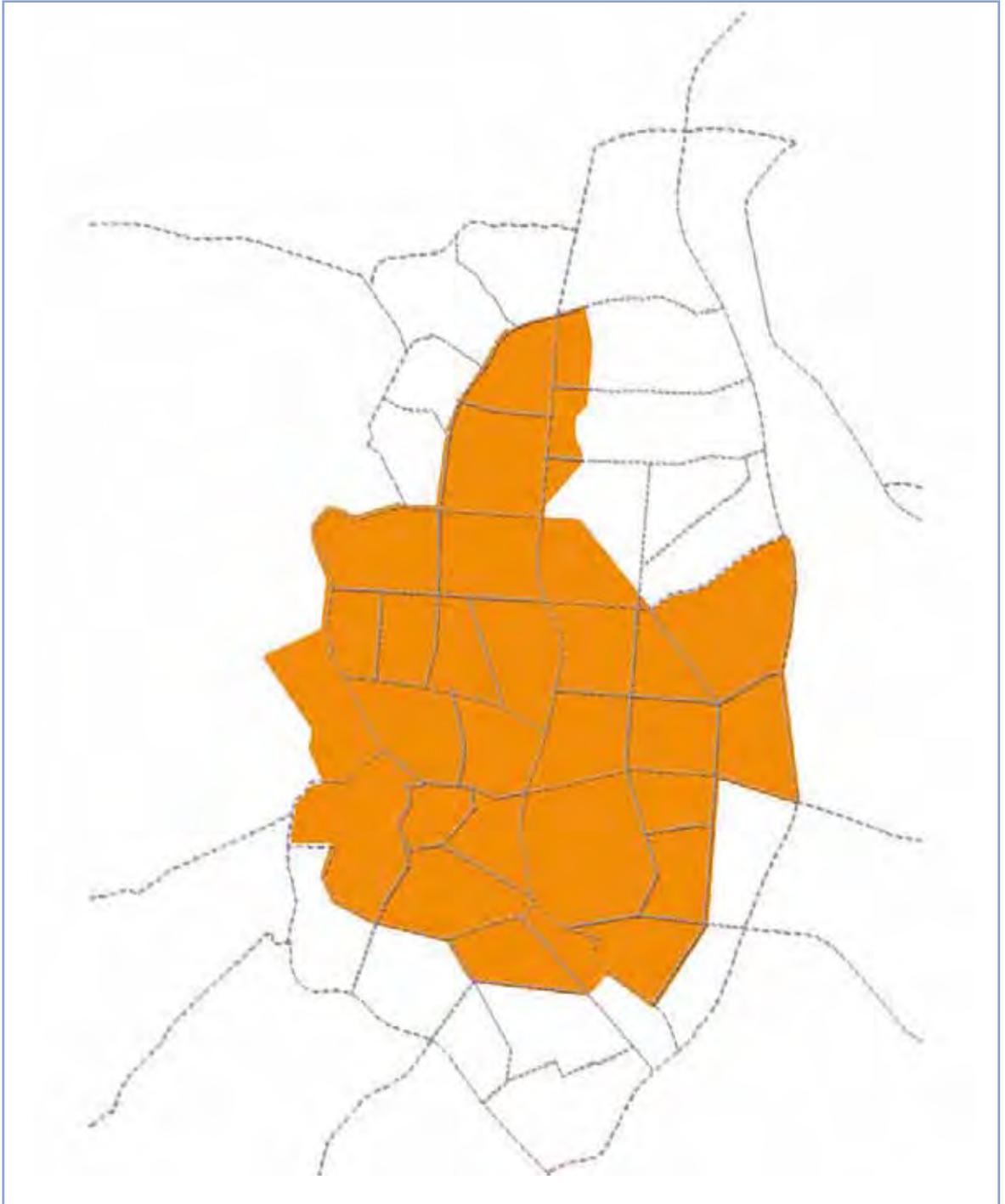
de la urbe. Sin embargo existen núcleos urbanos que pese a encontrarse integrados en el término municipal siguen funcionando como pequeños núcleos de centralidad de manera que el centro del municipio original sigue agrupando una fuerte oferta de equipamientos y servicios en relación con el resto del distrito. Es el caso de Vicálvaro, Villa de Vallecas o el centro del antiguo Pueblo de Barajas. El Ayuntamiento realizará los correspondientes estudios para analizar los beneficios de la implantación del SER en el centro urbano de estos distritos, que registran una alta demanda de plazas de aparcamiento.

Evolución del número de plazas reguladas y del número de vigilantes del SER



8 programa de actuación

■ Extensión actual del SER ■



□ Se podrán establecer, dentro del Servicio de Estacionamiento Regulado, Áreas Diferenciadas, que, por sus peculiares características precisan de una regulación específica y diferente del resto de las plazas. En principio, las Áreas Diferenciadas previstas son las siguientes:

- Alta Rotación: el tiempo de estacionamiento máximo se fija en treinta minutos.
- Ámbito Sanitario: el usuario podrá estacionar su vehículo por un tiempo máximo de cuatro horas.
- Ejes comerciales: el tiempo de estacionamiento máximo es de una hora y media.
- Espectáculos públicos: el usuario podrá estacionar su vehículo un máximo de cuatro horas, haciéndolo coincidir con el último tramo horario del SER.
- Prioridad Residencial: el objetivo fundamental es impedir el estacionamiento de vehículos de propietarios no residentes en esos ámbitos de actuación.

Esta medida se ajusta al concepto de “quien contamina paga”, ya que solamente se grava el uso de los vehículos que desean acceder a las zonas más congestionadas.

Con el fin de lograr una mayor percepción pública de los objetivos ambientales que el SER persigue, los servicios municipales dotarán al servicio de una mayor orientación medioambiental de la que actualmente posee, actuando sobre las medidas de comunicación e información, de manera que los usuarios y las personas que renuncian a emplear su automóvil para sus desplazamientos sean conscientes de su contribución al medio ambiente.

Junto a esta ampliación del servicio a nuevas zonas de la ciudad se realizarán modificaciones en el mismo que lograrán incrementar el beneficio ambiental que persigue. Se introducirán mejoras en los parquímetros, consiguiendo un mayor control del estacionamiento. Los no residentes de la zona SER deberán teclear la matrícula de su vehículo en el parquímetro, cumpliendo de forma más efectiva la Ordenanza de Movilidad, que señala, “transcurrido el plazo de una o dos horas, dependiendo del tipo de plaza en que se estacione, el vehículo deberá abandonar el barrio en el que ha estacionado, no pudiendo volver a estacionar en él hasta que hayan transcurrido cuatro horas desde el tiempo límite anterior”.



En este caso, los parquímetros no permitirán obtener otro tique en esa zona.

Gracias a esta actuación y a la modificación de las normas de uso se lograrán los siguientes objetivos:

- Incremento de la rotación de plazas. Actualmente los usuarios del servicio aparcen durante largos períodos de tiempo mediante la adquisición de varios tickets de manera sucesiva. Para evitar esta situación el parquímetro registrará los vehículos que han adquirido el ticket en un período determinado para no volver a facilitar un nuevo ticket. Sistemas de comunicación entre los parquímetros permiten que no sólo el parquímetro en el que se adquirió el ticket no facilite un nuevo período de aparcamiento, sino que tampoco sea posible en los situados en un determinado radio. De esta forma es posible establecer cuál es la distancia que un usuario debe desplazarse para adquirir un nuevo ticket. Esta distancia será establecida de modo que la mayoría de los usuarios la considere excesiva para realizarla caminando, de manera que tenga que retirar su vehículo. Esta situación permite regular de manera eficiente el tiempo máximo de estacionamiento, incrementando el efecto disuasorio del SER.
- Ocupación de plazas de aparcamiento por obras privadas: en la actualidad, una gran cantidad de obras privadas ocupan plazas de aparcamiento en las zonas reguladas, aprovechando el espacio no solamente para la ubicación de contenedores, sino como almacén y preparación de materiales de construcción, e incluso como parking privado de los trabajadores. Se vigilará por parte de los agentes del SER la ocupación de estas

8 programa de actuación

CONTAMINANTES (VARIACIÓN EN LA EMISIÓN)	CO ₂ , NO _x , partículas en suspensión, CO, COVNM y metales pesados.	
OTROS EFECTOS	POSITIVOS	Reducción de la contaminación acústica. Incremento de la oferta de aparcamiento para los residentes. Disminución del tiempo empleado en conseguir una plaza de aparcamiento en superficie. Mejora de la fluidez del tráfico.
	NEGATIVOS	
ACTORES INVOLUCRADOS	Auntamiento de Madrid.	
PLAZO DE EJECUCIÓN	2006-2010	
INDICADORES DE SEGUIMIENTO	Número de plazas azules reguladas. Número de plazas verdes ofertadas. Número de infracciones sancionadas por los vigilantes del SER. Número de estacionamientos efectuados en plazas azules. Número de estacionamientos efectuados en plazas verdes. Ratio plaza/número de estacionamientos.	

obras, ya que, sobre todo en la zona central de la ciudad, representan una gran pérdida en cuanto a plazas de estacionamiento reguladas disponibles.

□ Reducción paulatina del número de plazas. Tras el análisis de la evolución de la oferta y demanda de plazas de aparcamiento en superficie, se reducirá de manera progresiva el número de plazas disponibles en el servicio. El espacio liberado se destinará a los siguientes fines:

- Plazas de aparcamiento para vehículos de dos ruedas.
- Plazas destinadas a carga y descarga.
- Concesión de mayor espacio a los desplazamientos no motorizados (peatones y ciclistas).

□ Mejora del sistema de pago. Teniendo presente que el SER es una medida disuasoria del uso del automóvil, actualizar los métodos de pago de las tarifas dotándolos de mayor facilidad puede restarle poder disuasorio, pero esta circunstancia puede verse compensada por una sensible mejoría de la aceptación popular de este servicio. De esta forma, la creación de sistemas de parquímetros que devuelvan cambio o que acepten tarjetas de crédito es un aspecto que requiere de un mayor grado de análisis.

SECTOR	TRÁFICO RODADO
TIPO	Restricción al tráfico
NOMBRE	Modificación de la oferta de plazas en aparcamientos municipales

Antecedentes:

Pese a no ser tan aparente por encontrarse bajo tierra, la oferta de plazas de los Aparcamientos Municipales es tan importante como la del Servicio de Estacionamiento Regulado, ya que alcanza más de 86.000 plazas. Estas plazas se destinan a residentes o a rotación, existiendo aparcamientos ocupados exclusivamente por residentes y otros en los que parte de las plazas pueden ser ocupadas por visitantes.

Para la obtención de una plaza, los residentes empadronados en el área de acción han de inscribirse en la Junta Municipal de Distrito correspondiente. Tras el plazo de admisión se realiza un sorteo público entre los solicitantes y se adjudican las plazas por un período de 50

años. El adjudicatario debe abonar una cantidad fijada por el Ayuntamiento en concepto de derecho de uso, no en concepto de propiedad.

Una vez entregadas las plazas, el adjudicatario está obligado a pagar los gastos generales del aparcamiento, que incluyen costes y gastos fiscales, canon anual, vigilancia

permanente y seguros. Si no está al corriente de pago, el Ayuntamiento puede rescatar la plaza.

El 2% de las plazas de residentes están destinadas a personas con minusvalía en el aparato locomotor y hasta un 8% del total de las plazas pueden ser adquiridas por los comercios en primera línea del aparcamiento.

Distribución actual de las plazas de los aparcamientos municipales o de concesión municipal

DISTRITO	PLAZAS DESTINADAS A ROTACIÓN	PLAZAS DESTINADAS A RESIDENTES
Centro	6.504	3.961
Arganzuela	0	4.403
Retiro	490	6.822
Salamanca	3.985	8.604
Chamartín	1.661	6.156
Tetuán	1.202	5.479
Chamberí	1.160	8.251
Fuencarral-El Pardo	0	6.455
Moncloa-Aravaca	1.389	3.930
Carabanchel	0	4.728
Latina	0	5.096
Usera	0	1.293
Puente de Vallecas	0	772
Moratalaz	104	6.692
Ciudad Lineal	171	5.735
Hortaleza	0	3.504
Villaverde	0	1.139
Villa de Vallecas	0	994
Vicálvaro	0	848
San Blas	0	1.124
Barajas	0	212
TOTAL	16.666	86.198

8 programa de actuación

Las personas a las que no se les adjudica una plaza, y los residentes que lo deseen se inscriben en una lista de espera. Las plazas que quedan libres se adjudican en función del orden de inscripción en dicha lista.

Los distritos céntricos ofertan, junto a las plazas para residentes, un número de plazas para visitantes o de rotación. Estas plazas se usan mediante el abono de una tarifa por el tiempo de estacionamiento empleado.

Descripción:

Se ampliará la oferta de Plazas de Aparcamiento para Residentes (P.A.R.), para lo cual se estudiarán entre 45 y 50 nuevos aparcamientos, atendiendo a las necesidades actuales de cada distrito y barrio y a la congestión de las calles, completando las actuaciones ya iniciadas por el Área de Gobierno de Seguridad y Servicios a la Comunidad, que está ejecutando actualmente 8 PAR en distintas zonas de Madrid.

La construcción de nuevos aparcamientos municipales, así como los nuevos aparcamientos privados que pasen a tener concesión municipal, se destinará de manera preferente a la creación de plazas para residentes, contemplándose exclusivamente la creación de plazas destinadas a rotación en ubicaciones singulares de interés

público como las inmediaciones de equipamientos sanitarios, educativos y de otra índole.

Por otra parte, en los aparcamientos existentes se intensificará la reducción de las plazas destinadas a rotación en favor de la creación de un mayor número de plazas destinadas a residentes y Personas de Movilidad Reducida (PMR).

El incremento de la oferta de plazas en los aparcamientos incentiva el uso del automóvil. Por ese motivo su construcción vendrá acompañada por una redefinición del aparcamiento en superficie destinada a reducir el número de plazas si fuera necesario. En caso de que el aparcamiento se ubique en la zona afectada por el SER, la creación de plazas destinadas a residentes o a rotación se compensará con una reducción del número de plazas verdes o azules en superficie respectivamente.

Por otro lado, se va a intensificar la vigilancia sobre el cumplimiento de las normas relativas a las plazas P.A.R. para lograr erradicar los alquileres indebidos en las mismas.

Asimismo y para evitar situaciones irregulares, se cruzará la base de datos de los P.A.R. con la base de datos de distintivos de residentes SER.

CONTAMINANTES (VARIACIÓN EN LA EMISIÓN)	CO ₂ , NO _x , partículas en suspensión, CO, COVNM y metales pesados.	
OTROS EFECTOS	POSITIVOS	Reducción de la contaminación acústica. Incremento de la oferta de aparcamiento para los residentes. Mejora de la fluidez del tráfico.
	NEGATIVOS	Disminución del número de visitas desde otros municipios.
ACTORES INVOLUCRADOS	Ayuntamiento de Madrid, asociaciones de vecinos, asociaciones de comerciantes.	
PLAZO DE EJECUCIÓN	2008.	
INDICADORES DE SEGUIMIENTO	Número de plazas para residentes en los Aparcamientos Municipales. Número de plazas de rotación en los Aparcamientos Municipales. Ratio plaza de rotación/número de estacionamientos.	

Dentro de esta medida, se estudiará una modificación de las tarifas de aparcamiento, que contemple la categoría de emisión en la que se encuentran los vehículos, de manera que se incentive el empleo de automóviles poco contaminantes y se grave especialmente a los muy contaminantes.

Esta medida se coordinará con el establecimiento de Zonas de Emisión Baja (ZEB). En los aparcamientos que se encuentren en el interior de una de estas zonas, el Ayuntamiento asegurará las medidas de supervisión necesarias para que los vehículos que emplean los aparcamientos municipales cumplan con los criterios fijados en las ZEB. Esta medida afectará a todos los vehículos que accedan al aparcamiento, pero es posible establecer un calendario diferenciado para las plazas de rotación y las destinadas a residentes.

SECTOR	TRÁFICO RODADO
TIPO	Restricción al tráfico
NOMBRE	Incremento del número de plazas destinadas al aparcamiento de vehículos de dos ruedas

Antecedentes:

En la actualidad uno de los inconvenientes a los que se enfrentan los propietarios de motos y ciclomotores es la escasa disponibilidad de oferta de plazas de aparcamiento específicas para estos vehículos, situación que se ve agravada por el fuerte incremento del número de los mismos, lo que ha provocado un aumento de la demanda de espacios para su estacionamiento, principalmente en la zona centro. Esta situación obliga a los usuarios a estacionar sobre las aceras, en muchas ocasiones de forma inadecuada, creando molestias a los peatones y rechazo hacia este tipo de vehículos.

Descripción:

Para fomentar el cambio hacia este tipo de transporte, el Ayuntamiento de Madrid realizará las siguientes actuaciones:

Información de las condiciones de estacionamiento sobre la acera

La Ordenanza de Movilidad para la Ciudad de Madrid, aprobada por el Pleno del Ayuntamiento de Madrid el 26 de septiembre de 2005 y publicada en el *Boletín Oficial de la Comunidad de Madrid* el 17 de octubre de 2005, establece que los vehículos de dos ruedas (motocicletas, ciclomotores y bicicletas) estacionarán en los espacios específicamente reservados al efecto. Cuando no los hubiere, siempre que esté permitido el estacionamiento, podrán estacionar en la calzada junto a la acera en forma oblicua a la misma y ocupando una anchura máxima de un metro treinta centímetros, de forma que no se impida el acceso a otros vehículos o el paso desde la acera a la calzada. Cuando no sea posible el estacionamiento en los espacios previstos en el apartado anterior y no estuviera prohibido o existiera reserva de carga y descarga en la calzada, podrán estacionar en las aceras, andenes y paseos de más de 3 metros de ancho con las siguientes condiciones:

- A una distancia no inferior a 50 centímetros del bordillo.
- A más de 2 metros de los límites de un paso de peatones o de una parada de transporte público.
- Entre los alcorques, si los hubiera, siempre y cuando el anclaje del vehículo no se realice en los árboles u otros elementos vegetales.
- Paralelamente al bordillo cuando las aceras, andenes o paseos tengan una anchura superior de 6 metros.
- El acceso a las aceras, andenes y paseos se realizará con diligencia. Únicamente se podrá utilizar la fuerza del motor para salvar el desnivel de la acera.
- Dejar al menos 15 metros libres en las paradas de transporte público.
- Dejar libres los pasos para peatones y no estacionar a menos de 2 metros de los mismos.
- No estacionar junto a las fachadas.

En general el usuario de este tipo de vehículos desconoce estas condiciones, y procede a aparcar en el sitio que considera menos molesto o donde aprecia que hay otros vehículos estacionados. El Ayuntamiento emprenderá actuaciones de información sobre estas condicio-



8 programa de actuación

nes de estacionamiento mediante la implantación de placas informativas en los lugares en los que se aprecie que la alta presencia de motocicletas puede suponer una importante restricción de las condiciones de tránsito y disfrute del espacio público.

En caso de que no sea suficientemente eficaz esta medida, el cuerpo de Agentes de Movilidad prestará especial atención al estacionamiento de vehículos de dos ruedas en lugares inapropiados de las aceras.

□ Creación de estacionamientos específicos para vehículos de dos ruedas

El Ayuntamiento desarrollará el denominado Plan Motos, para la creación de nuevos aparcamientos para que estos vehículos cuenten con una alta oferta de espacios, fomentando así su empleo. Actualmente estos vehículos no se encuentran afectados por el Servicio de Estacionamiento Regulado (SER), de manera que pueden estacionar de manera gratuita.

Como una primera acción, el Ayuntamiento de Madrid se ha marcado como objetivo la creación de 14.076 nuevas plazas de aparcamiento destinadas a motos antes de 2007, que unidas a las 881 existentes alcanzará la cifra de casi 15.000 plazas, que permitirán despejar las aceras mejorando la movilidad y seguridad de los peatones. Para la creación de estas nuevas plazas se estudiará la posibilidad de establecer aparcamientos mixtos, analizando la demanda horaria de reserva de motos. Igualmente, se estudiará la señalización necesaria para establecer las reservas de una forma uniforme y de acuerdo con el mobiliario urbano existente en la zona.



□ Instalación de dispositivos antirrobo

El bajo peso de estos vehículos hace que en ciudades con alta implantación se aprecie un incremento del número de sustracciones. Éstas se realizan mediante el arrastre o la elevación del vehículo, de manera que se anula la eficacia de los dispositivos antirrobo que tienen como cometido la inmovilización de las ruedas. En las plazas de estacionamiento delimitadas específicamente para vehículos de dos ruedas se instalarán dispositivos de anclaje evitando que sus usuarios opten por estacionar en lugares no adecuados pero en los que existe un objeto que les permite asegurar su vehículo mediante un dispositivo de seguridad.

Como alternativa a los sistemas actuales de aparcamiento para motocicletas (descritos en párrafos anteriores) puede contemplarse la construcción de aparcamientos subterráneos específicos para motos similares a los *Bicebergs* (ver medida "Fomento del uso de la bicicleta").

□ Estacionamiento de más de un vehículo en cada plaza de aparcamiento privada

Actualmente la Ley de Propiedad Horizontal establece la asignación de una plaza de aparcamiento a un solo vehículo de motor. Pese a que el Ayuntamiento no tiene competencias para modificar esta Ley de manera directa, promoverá durante el desarrollo de la presente Estrategia, la modificación en esta Ley para permitir que dos vehículos ocupen legalmente una plaza de aparcamiento.

□ MEDIDAS DE FOMENTO DEL TRANSPORTE PÚBLICO

La adecuada integración de las políticas de transporte y medio ambiente tiene una importancia capital en la calidad del aire de Madrid. En este sentido, la calidad de vida se encuentra básicamente condicionada por dos tipos de factores: la accesibilidad en términos de seguridad de medios, capacidad y tiempos de viaje, y por las condiciones medioambientales, en cuanto a espacios libres, contaminación y ruido.

Conviene, asimismo, señalar que gran parte de las actuaciones del sector de la movilidad y de los transpor-

CONTAMINANTES (VARIACIÓN EN LA EMISIÓN)	CO ₂ , NO _x , partículas en suspensión, CO, COVNM y metales pesados.	
OTROS EFECTOS	POSITIVOS	Reducción de la congestión. Incremento de la velocidad media de circulación.
	NEGATIVOS	Ocupación de las aceras.
ACTORES INVOLUCRADOS	Excepto la modificación de la Ley de Propiedad Horizontal, los servicios municipales pueden acometer esta medida de manera independiente. Esta última parte requiere del establecimiento de los contactos necesarios con instituciones de ámbito estatal.	
PLAZO DE EJECUCIÓN	2006-2010	
INDICADORES DE SEGUIMIENTO	Número de plazas destinadas a vehículos de dos ruedas. Proporción de la IMD que es debida a los vehículos de dos ruedas. Incremento anual de ciclomotores en el censo del Impuesto sobre Vehículos de Tracción Mecánica del Ayuntamiento de Madrid.	

tes tienen una importante dimensión de carácter medioambiental. Entre ellas, el fomento del transporte colectivo en general, la primacía de modos de transporte de bajo consumo energético y poco contaminantes como son los modos ferroviarios, la estrategia multimodal, la consideración de nuevos aspectos del diseño de vías urbanas, los nuevos métodos de gestión de la demanda o los tratamientos específicos en zonas residenciales y del centro, constituyen un conjunto de opciones y campos de actuación de indudable proyección medioambiental.

En este sentido, el Plan General de Ordenación Urbana de 1997 proponía ya un conjunto de medidas en materia de transporte destinadas a aminorar su impacto sobre el medio ambiente, entre las que destaca la aplicación de métodos de gestión de la demanda en las que el transporte público juega un papel fundamental.

Con el fin de promover el uso del transporte público, en el marco de la Estrategia Local de Calidad del Aire se proponen las siguientes medidas:

- Extensión del carril Bus-VAO.
- Actuación en intercambiadores de transporte público.

- Ampliación y mejora de la red de carriles bus.
- Construcción de aparcamientos disuasorios.
- Mejora de la información facilitada sobre movilidad.
- Uso eficaz de las Tecnologías de la Información y Comunicaciones (TICs) para reducir la congestión del tráfico.
- Ampliación y mejora de la red de la EMT.
- Mejora del Metro.
- Mejora del servicio de ferrocarriles de cercanías.
- Desarrollo del transporte público en los polígonos industriales y empresariales.
- Creación del Abono de Transporte de Empresa y otros títulos de transporte.
- Creación de un título multimodal de transporte público.
- Creación del Taxi Bono.

8 programa de actuación

SECTOR	TRÁFICO RODADO
SUBSECTOR	Fomento del transporte público
NOMBRE	Extensión del carril Bus-VAO

Antecedentes:

La presente Estrategia aúna medidas restrictivas sobre el tráfico rodado con la presencia de un transporte público más eficaz. La actuación conjunta en estas dos líneas de trabajo conducirá a un cambio modal desde medios de transporte privados hacia medios de transporte colectivos, cuyas características permiten unas emisiones menores de contaminantes por kilómetro y pasajero transportado.

Esta medida se sitúa en un punto intermedio entre estas dos grandes líneas de actuación, ya que su come-

tido es el de priorizar el acceso a la ciudad del transporte público gracias a la creación de plataformas exclusivas. La construcción de éstas supone una disminución del espacio anteriormente destinado a la circulación en general. De esta manera el espacio disponible para el transporte privado se ve reducido, lográndose un efecto disuasorio sobre su uso.

Junto a esta perspectiva, la medida contempla el fomento de una cultura responsable acerca de la movilidad. Puesto que las emisiones de un turismo son en gran medida independientes del número de pasajeros que transporte, incrementar la tasa de ocupación de los vehículos privados permite que un determinado número de viajeros recorra una cierta distancia con emisiones inferiores a las asociadas a una menor tasa de ocupación.

Por este motivo las plataformas creadas, denominadas carriles Bus-VAO, se encuentran reservadas a autobuses y a turismos con al menos 2 pasajeros que podrán

Emisiones de CO₂ (g) por pasajero y por kilómetro recorrido

	OCUPACIÓN	2004	2007	2010
Turismo pequeño	1	196	187	176
Turismo pequeño	2	98	93	88
Turismo mediano/grande	1	219	208	197
Turismo mediano/grande	2	109	104	98
Ciclomotor	1	64	58	53
Motocicleta	1	94	90	86
Autobús urbano	35	26	26	25
Autobús urbano	50	18	18	18
Autobús interurbano	35	25	25	24
Autobús interurbano	50	18	17	17
Tren de pasajeros	318	14	14	14
Tren de pasajeros	636	7	7	7

Fuente: Elaboración propia conforme a los datos aportados por TREMOVE y RENFE

acceder a la ciudad de manera más rápida. En cambio, los desplazamientos realizados por conductores que circulen en solitario se verán reducidos, ya que se enfrentarán a una mayor congestión y a una menor velocidad media.

La creación de estos carriles, en combinación con los intercambiadores modales existentes y los que se construirán en sus extremos urbanos, supone una apuesta decidida por las posibilidades del transporte de pasajeros mediante autobuses interurbanos, que se verán dotados de mayor velocidad comercial y una conexión más rápida con otros modos, como los autobuses urbanos, el metro y el tren de cercanías.

Si bien el autobús interurbano no permite unas emisiones por pasajero y kilómetro transportado tan reducidas como el ferrocarril, presenta un coste mucho menor de implantación y una mayor libertad de circulación que le hace su perfecto complemento o sustituto allí donde el ferrocarril no está disponible.

En las tablas siguientes se muestran las estimaciones de las cantidades emitidas por pasajero y kilómetro para distintos tipos de vehículos. Éstas se han realizado teniendo en cuenta la previsible evolución de las demandas de movilidad y del parque de vehículos. Obviamente, las emisiones dependen de la ocupación de los vehículos. En el caso del tren de pasajeros, se muestra un ejemplo de la ocupación media de un convoy en el núcleo de Cercanías de Madrid. Se puede apreciar cómo en el caso de las emisiones de CO₂ y partículas (PM) el autobús representa una opción válida para el control de las emisiones y sus ratios se aproximan a los del ferrocarril si registra altas tasas de ocupación. También se puede apreciar que los autobuses presentan emisiones muy inferiores a las de turismos, especialmente si éstos circulan exclusivamente con un pasajero, que es la ocupación más frecuente en los vehículos que acceden regularmente a la ciudad.

Se ha de tener presente que la emisión de los vehículos que circulan por carretera se realiza en su lugar de circulación. En cambio, las asociadas al transporte del

Emisiones de NO_x (g) por pasajero y por km recorrido

	OCUPACIÓN	2004	2007	2010
Turismo pequeño	1	0,676	0,488	0,339
Turismo pequeño	2	0,368	0,300	0,244
Turismo mediano/grande	1	0,676	0,488	0,339
Turismo mediano/grande	2	0,368	0,300	0,244
Ciclomotor	1	0,055	0,086	0,113
Motocicleta	1	0,106	0,125	0,149
Autobús urbano	35	0,311	0,268	0,224
Autobús urbano	50	0,218	0,188	0,157
Autobús interurbano	35	0,288	0,244	0,200
Autobús interurbano	50	0,202	0,171	0,140
Tren de pasajeros	318	0,032	0,027	0,022
Tren de pasajeros	636	0,128	0,124	0,121

Fuente: Elaboración propia conforme a los datos aportados por TREMOVE y RENFE

8 programa de actuación

Emisiones PM (g) por pasajero y por km recorrido

	OCUPACIÓN	2004	2007	2010
Turismo pequeño	1	0,001	0,001	0,001
Turismo pequeño	2	0,000	0,000	0,000
Turismo mediano/grande	1	0,055	0,039	0,031
Turismo mediano/grande	2	0,027	0,019	0,015
Ciclomotor	1	0,000	0,000	0,000
Motocicleta	1	0,000	0,000	0,000
Autobús urbano	35	0,012	0,010	0,008
Autobús urbano	50	0,008	0,007	0,005
Autobús interurbano	35	0,011	0,009	0,007
Autobús interurbano	50	0,008	0,006	0,005
Tren de pasajeros	318	0,015	0,015	0,015
Tren de pasajeros	636	0,008	0,008	0,007

Fuente: Elaboración propia conforme a los datos aportados por TREMOVE y RENFE

ferrocarril se pueden originar a gran distancia, en el punto en el que se genera la energía eléctrica necesaria para su funcionamiento.

En la carretera A-6 está actualmente en funcionamiento el primer carril Bus-VAO, que se encuentra constituido por una calzada destinada exclusivamente a la circulación de autobuses y/o vehículos con 2 o más ocupantes (Vehículos de Alta Ocupación). Esta concepción se ha mostrado sumamente eficaz a la hora de fomentar el empleo del transporte público y el uso compartido del vehículo, reduciendo el número de vehículos privados con un solo pasajero.

Los carriles de esta calzada son reversibles, de manera que se habilitan en dirección a la ciudad a primera hora del día y en sentido contrario al llegar la tarde, cuando muchos trabajadores y visitantes regresan desde la capital a los municipios del noroeste de la provincia. Comprende 16 kilómetros que se dividen en dos tramos diferenciados:

TRAMO BUS-VAO: solamente está permitido el acceso de autobuses y de vehículos de alta ocupación a los 2 carriles centrales. Recorre 12,3 kilómetros y el acceso a la calzada central se realiza por 3 embarques.

Esquema del Carril Bus VAO



Esquema del Carril Bus-VAO



TRAMO BUS: solamente está permitido el acceso de autobuses. Comprende 3,8 kilómetros y concluye en el intercambiador de Moncloa, en el que es posible acceder a las líneas 3 y 6 de Metro.

La mayor eficacia de este sistema se logra en las horas de máxima intensidad de tráfico, es decir entre las 7 y 10 horas, período en el que un alto número de personas acceden desde otros municipios a la ciudad por motivos laborales. En esta franja, el carril Bus-VAO permite una velocidad de circulación muy superior a la de las calzadas con dirección Madrid, lo que supone un fuerte incentivo a los conductores para compartir su vehículo o para optar por el desplazamiento en transporte público.

Cada día, de lunes a jueves, 13.000 vehículos emplean el carril Bus-VAO de la A-6 mientras que los viernes su ocupación se incrementa hasta los 20.000 vehículos. Durante el fin de semana el número de usuarios desciende notablemente.

El sistema ha demostrado una alta eficacia como medio para transportar un alto volumen de pasajeros, uno de los principales inconvenientes de las autovías frente a otros medios de transporte. Pese a una alta ocupación del espacio y un alto volumen de emisiones a la atmósfera una autovía difícilmente logra alcanzar tasas de más de 10.000 pasajeros a la hora, cifras que logran superar ampliamente los transportes sobre raíles con una ocupación del espacio inferior.

Durante la franja de máxima intensidad, entre las 7 y las 10 horas, los dos carriles de la plataforma Bus-VAO permiten el acceso a la ciudad de aproximadamente 27.000 viajeros, distribuyéndose éstos de manera prácticamente equitativa entre autobuses y turismos. En esta misma franja, el resto de carriles de acceso, sin restricciones en cuanto a ocupación, permiten aproximadamente 18.000 viajeros. Estos datos suponen que la capacidad de cada uno de los carriles Bus-VAO es aproximadamente el triple que la de los carriles convencionales. En estas circuns-

8 programa de actuación

tancias el transporte de pasajeros por carretera supone una alternativa válida al transporte ferroviario, suponiendo unas emisiones muy inferiores a las asociadas a un uso convencional del automóvil.

Descripción:

El éxito del Bus-VAO indica que la extensión de este sistema a otros corredores supone un apoyo a una movilidad responsable en el conjunto del área metropolitana, permitiendo el desplazamiento de un alto número de viajeros con un moderado nivel de emisiones. En el plazo de ejecución de la presente Estrategia, el Ayuntamiento de Madrid analizará la posibilidad de ampliar la extensión de este sistema a otras entradas de la ciudad mediante estudios que analicen sus efectos sobre el tráfico rodado y acometerá las actuaciones necesarias para fomentar su creación frente a los diferentes agentes implicados.

El desarrollo de nuevos carriles Bus-VAO requiere de la coordinación de un alto número de agentes. Entre éstos cabe destacar el Ministerio de Fomento y la Direc-

ción General de Carreteras de la Comunidad Autónoma de Madrid, ya que son los entes encargados de la conservación y mantenimiento de las principales vías de entrada a la ciudad, y varios ayuntamientos próximos, puesto que un carril Bus-VAO eficaz requiere cierta longitud. El Ayuntamiento de Madrid mantendrá los contactos necesarios con estos agentes para promover la extensión de estas infraestructuras a nuevos corredores. La estrategia del Ayuntamiento de Madrid en cuanto a la creación de nuevos carriles se basa en tres pilares fundamentales:

- Recientemente se ha procedido a inaugurar una serie de autopistas radiales de pago que suponen una alternativa a varias de las principales vías de entrada a la ciudad. Estas autovías concluyen en la autovía M-40 que circunvala la ciudad y suponen un sobredimensionamiento del viario de acceso a la ciudad.
- Esta situación permite reservar parte del espacio de las autovías a vehículos de alta ocupación y al transporte público, a costa de un menor número de carriles concedidos a los vehículos ocupados exclusivamen-

Red viaria de acceso a Madrid

VÍA	GESTOR	IMD ENTRADA	IMD SALIDA	AUTOPISTA RADIAL ALTERNATIVA	PRESENCIA DE INTERCAMBIADOR MODAL
A-1	Ministerio de Fomento	74.146	83.169	En desarrollo	Plaza de Castilla Chamartín
A-2	Ministerio de Fomento	64.896	75.597	R-2	Av. de América
A-3	Ministerio de Fomento	49.101	43.432	R-3	Conde de Casal
A-4	Ministerio de Fomento	50.339	52.478	R-4	
A-42	Ministerio de Fomento	78.333	75.647	En proyecto	Plaza Elíptica
A-5	Ministerio de Fomento	66.167	68.107	R-5	Príncipe Pío
A-6	Ministerio de Fomento	58.306	65.820	En estudio	Moncloa
M-607	D.G. Carreteras C.M.	33.309	35.363		Plaza de Castilla Chamartín

CONTAMINANTES (VARIACIÓN EN LA EMISIÓN)	CO ₂ , NO _x , partículas en suspensión, CO, COVNM y metales pesados.	
OTROS EFECTOS	POSITIVOS	Incremento de la velocidad de circulación de los autobuses interurbanos.
	NEGATIVOS	
ACTORES INVOLUCRADOS	Ayuntamiento de Madrid, Ayuntamientos de municipios cercanos, Ministerio de Fomento, Comunidad de Madrid.	
PLAZO DE EJECUCIÓN	2006- 2010	
INDICADORES DE SEGUIMIENTO	Kilómetros de carriles Bus-VAO. IMD de las vías con carriles Bus-VAO. IMD en el interior de los carriles Bus-VAO. Número de viajeros de las vías con carriles Bus-VAO. Número de viajeros en los carriles Bus-VAO. Número de viajeros transportados por los autobuses interurbanos.	

te por un conductor. Este planteamiento supone que este último grupo de vehículos se enfrentará a una mayor congestión en las horas punta en caso de continuar empleando las autovías. Una proporción de sus usuarios optará por el transporte colectivo o por acceder a la ciudad empleando las nuevas autopistas radiales, cuyo precio también supone un instrumento disuasorio.

□ La eficacia de estas actuaciones depende en gran parte de la presencia de un punto eficaz de transbordo entre el Metro y los autobuses interurbanos que se benefician de la presencia de un carril Bus-VAO. De esta manera se permite una distribución eficaz y rápida de los pasajeros de los autobuses interurbanos a nivel municipal.



Intercambiador de Plaza de Castilla



Intercambiador de Aluche

8 programa de actuación

Las actuaciones en los intercambiadores seguirán las líneas marcadas en los actuales intercambiadores de Moncloa y Avenida de América, situándose en los puntos en los que las autovías se introducen en el centro urbano a la altura de su confluencia con la autovía de circunvalación M-30 o a una reducida distancia en el interior de ésta. Contarán con plataformas de acceso exclusivo para autobuses en la medida de lo posible y un rápido acceso a los medios de transporte urbanos (autobuses de la EMT y Metro). Con estas actuaciones todos los grandes corredores, excepto la Autovía A-4, contarán con un intercambiador modal en su cabecera, de manera que a nivel del área metropolitana se produce un sensible incremento del atractivo del transporte público sobre el privado.

Además de la construcción de este tipo de vías, se potenciará la inspección y control de los vehículos privados que circulen por los carriles Bus-VAO, en coordinación con la Guardia Civil de Tráfico.

SECTOR	TRÁFICO RODADO
TIPO	Fomento del transporte público
NOMBRE	Actuación en Intercambiadores de transporte público

Antecedentes:

Dada la complejidad que presenta el transporte en el conjunto de la ciudad y del área metropolitana, el modelo de movilidad más adecuado es aquel que optimiza el funcionamiento de los distintos modos de transporte. Una de las medidas más eficaces es la creación de intercambiadores modales en los que es posible un rápido y cómodo transbordo entre autobuses y medios de transporte ferroviarios (Cercanías y Metro).

Estos medios cumplen funciones diferentes en la actual red multimodal de transporte de la ciudad. La completa red de Metro constituye un medio de gran capacidad, con alta frecuencia y con una velocidad comercial muy elevada en distancias medias en el interior de la ciudad, ya que no se ve afectado por la congestión.

Frente a éste, los autobuses interurbanos, con un coste de implantación mucho menor y con una gran libertad de actuación pueden comunicar de manera eficiente diferentes poblaciones, aunque se muestran muy poco eficientes en entornos con alta densidad de tráfico. En España la tradición por este medio de transporte es elevada, y los autobuses se han empleado en las últimas décadas como medio sustituto o complementario al ferrocarril para desplazamientos interurbanos.

Las actuaciones ejecutadas por el Consorcio Regional de Transportes en cuanto a los intercambiadores han sido muy numerosas y han ido ganando en complejidad y eficacia. En una primera etapa se buscaron emplazamientos que, por ser entradas naturales a la ciudad, presentasen una alta concentración de líneas de autobuses interurbanos. En estos puntos se procedió a concentrar las paradas en una única terminal y a acortar su penetración en el interior de la ciudad, confiando la distribución en el interior de la ciudad al Metro y a los autobuses de la EMT.

En la actualidad los autobuses interurbanos concluyen sus rutas en solamente 21 terminales, existiendo 7 terminales con más de 1.000 servicios al día. Con el fin de facilitar el tránsito de los pasajeros entre autobuses y Metro se han ido creando diferentes infraestructuras con una mayor complejidad.

Las primeras actuaciones se realizaron en superficie. Es el caso del intercambiador de Aluche, que se puede apreciar en la imagen. La actuación ejecutada en 1986 ha permitido un rápido trasbordo entre Metro, Cercanías, y 11 líneas de autobuses que se detienen muy próximas a los andenes. Se encuentra en una amplia glorieta con un rápido acceso desde vías de alta capacidad en la que también se encuentra un amplio aparcamiento.

Otra actuación en superficie fue la construcción en 1993 del intercambiador de Plaza de Castilla. En este punto se procedió al cubrimiento de un amplio espacio con marquesinas. En éste se detiene un alto número de pasajeros provenientes de localidades ubicadas al norte de la ciudad para acceder a la estación de Metro ubicada en su interior.

Posteriormente se construyeron dos intercambiadores subterráneos, el de Moncloa y el de Avenida de América. La construcción bajo superficie aporta la posibilidad

de crear mayores espacios, libera la superficie permitiendo un uso peatonal y disminuye sensiblemente el tiempo de acceso al Metro. El primero de estos intercambiadores es el de Moncloa que actualmente consta de 2 niveles subterráneos. En el superior se encuentran 14 dársenas para autobuses interurbanos provenientes de municipios situados al noroeste de la ciudad. En el inferior se ubica una zona comercial y el acceso a las líneas 3 y 6 de Metro.

Con el fin de asegurar el acceso de los autobuses al intercambiador, se encuentra conectado con el carril Bus-VAO de la autovía A-6, que conduce directamente hasta el intercambiador.

El otro gran intercambiador subterráneo se encuentra en la parte más céntrica de la Avenida de América, continuación de la autovía A-2, principal vía de entrada a la ciudad desde el noreste. Este intercambiador supuso una inversión de 25,4 millones de euros aportados por la iniciativa privada a cambio de la concesión de la explotación de la instalación durante 25 años.

Construido en su gran mayoría de manera subterránea, sobre la superficie sólo se aprecia la presencia de claraboyas y un pabellón acristalado, estando ocupado el resto del espacio sobre el intercambiador por una zona peatonal abierta.

El intercambiador consta de cuatro niveles diferenciados:

- Nivel 1: acceso principal, zona comercial y 18 dársenas para autobuses de largo recorrido.
- Nivel 2: 19 dársenas destinadas a autobuses urbanos e interurbanos.
- Nivel 3: acceso principal al Metro, área comercial y 269 plazas de aparcamiento de rotación.
- Nivel 4: 396 plazas de aparcamiento adjudicadas a residentes de la zona.

El acceso de los autobuses se realiza a través de un túnel de 480 metros de longitud. Puesto que esta zona está congestionada en la actualidad, la presencia de esta plataforma de uso exclusivo permite un ahorro a los autobuses que operan en la instalación de hasta 15 minutos en hora punta.

Descripción:

Todas las instalaciones descritas anteriormente han atraído un gran tránsito de viajeros y suponen piezas clave de la red de transporte municipal y regional. El Consorcio Regional de Transportes es el organismo que aúna el esfuerzo de las instituciones privadas y públicas por conseguir un transporte público eficaz, atractivo y accesible en la Comunidad de Madrid. Es este organismo el que, gracias a su capacidad global sobre diferentes medios de transporte público promueve la construcción de nuevos intercambiadores que supongan una mejora global de la movilidad en el conjunto del área metropolitana de Madrid. La construcción de éstos seguirá las siguientes pautas generales:

- Se ubicarán en el interior de la ciudad, en zonas que supongan un polo de atracción de desplazamientos por sí mismo y no exclusivamente por la presencia del intercambiador.
- Se ubicarán en puntos en los que actualmente operan un alto número de autobuses interurbanos. Estos puntos son la continuación de las grandes autovías de entrada y salida a la ciudad.
- Se asociarán a la creación de nuevos carriles Bus-VAO y carriles Bus.
- Contarán con excelente comunicación con la red de metro. Algunos de los nuevos intercambiadores permitirán también una rápida conexión con los ferrocarriles de cercanías constituyendo grandes centros de conexión multimodal.

En el período de actuación de la presente Estrategia se realizarán seis actuaciones en intercambiadores que permitirán un incremento de su capacidad a partir de marzo de 2007. Estas actuaciones, impulsadas por la Comunidad de Madrid a través del Consorcio Regional de Transportes en colaboración con el Ayuntamiento de Madrid, agilizarán los transbordos al casi medio millón de usuarios que los utilizarán a diario, de manera que se fortalecerá la conexión entre las redes públicas de transporte urbanas e interurbanas, y entre los diferentes medios de transporte que implican.

En su conjunto, las seis actuaciones suponen una inversión de más de 240 millones de euros que serán aporta-

8 programa de actuación

dos por la iniciativa privada, que participará a modo de concesionarios, ya que tendrán la responsabilidad de explotar las nuevas infraestructuras bajo la tutela del Consorcio.

En total, esta medida añadirá, a las 51 dársenas actualmente existentes en los intercambiadores de Moncloa y Avenida de América, 198 nuevas dársenas que se distribuirán entre las siguientes actuaciones.

El Intercambiador de Chamartín

La creación de este intercambiador implica la construcción de aproximadamente 1,09 kilómetros de túnel, que permitirán la prolongación de la línea 1 de Metro, que actualmente concluye en plaza de Castilla, hasta una nueva estación que conectará el final de esta línea con la prolongación de la línea 4.

La construcción de este tramo supone desviar más de 700 metros de la actual línea 10, pero permitirá reunir en un punto 2 líneas de Metro (la 1 y la 10), autobuses urbanos e interurbanos y la segunda estación más importante de la red de RENFE en el municipio, con un alto número de líneas de cercanías y de largo recorrido. En este punto se construirá un intercambiador modal que constará de 33 dársenas.

El Intercambiador de Príncipe Pío

En este punto se ubica una gran estación de ferrocarril que ha perdido su carácter de estación de largo



Extensión del intercambiador de Avenida de América

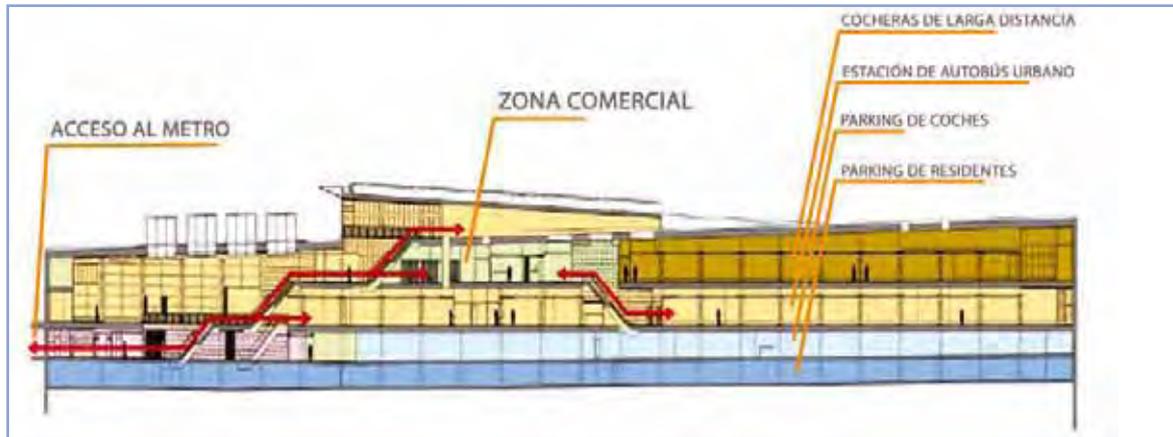


Sección del Intercambiador de Moncloa



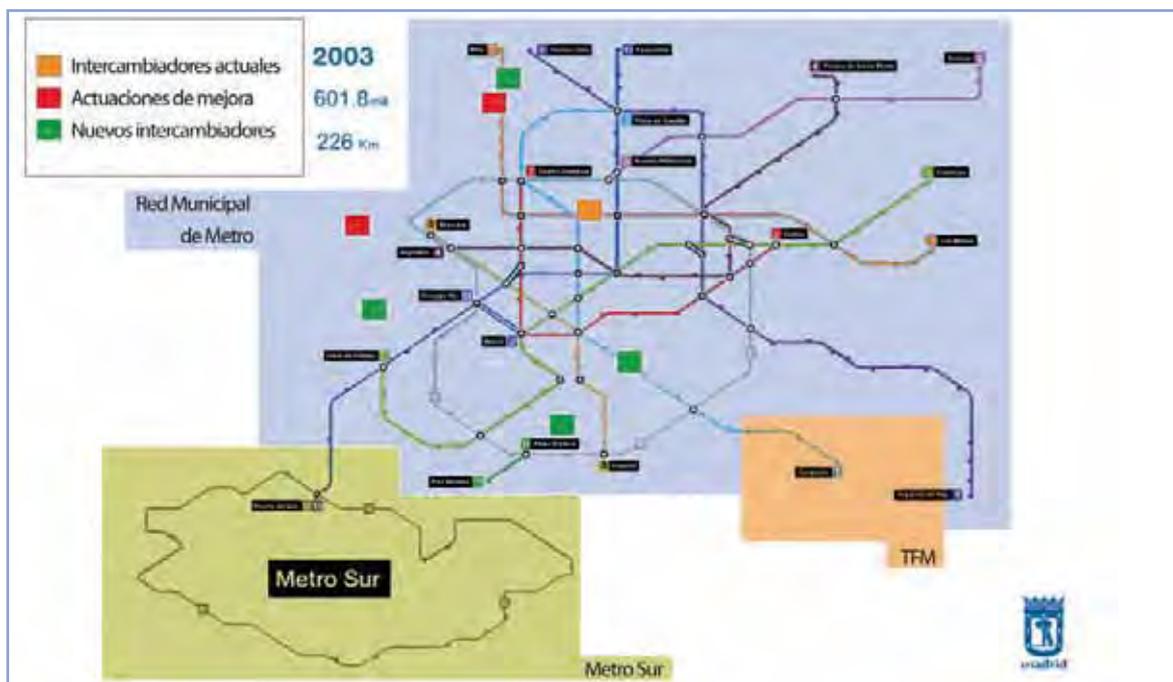
Dársena del Intercambiador de Moncloa

Sección transversal del Intercambiador de Avenida de América



123

Actuaciones en intercambiadores



8 programa de actuación

recorrido, por lo que se dispone de una superficie de actuación importante. Su ubicación es ideal para la creación de un gran intercambiador modal ya que se encuentra a escasa distancia del punto en el que confluyen la Avenida de Portugal (prolongación de la autovía A-5) y la M-30, siendo el intercambiador que se ubicará más próximo al centro urbano.

Este punto de la ciudad agrupa un alto número de medios de transporte público. En la actual estación efectúan parada las líneas C7 y C10 de Cercanías y 2 líneas y un ramal de Metro. El aparcamiento de la estación es la cabecera de 10 líneas de autobuses interurbanos que comunican la ciudad con los municipios del suroeste y en las vías aledañas efectúan paradas 8 líneas de autobuses urbanos. También a escasa distancia se encuentra la estación de autobuses de largo recorrido de la empresa La Sepulvedana.

La creación de dos niveles subterráneos bajo el aparcamiento de la estación de ferrocarriles permitirá una mayor conexión entre todos los medios disponibles actualmente y el incremento de la oferta de transporte público. En total se construirán 34 dársenas para autobuses que se distribuirán entre un nivel superior destinado a autobuses de larga distancia y otro inferior destinado a metropolitanos. La construcción de túneles permitirá el acceso directo de los autobuses al intercambiador desde la A-5 y la M-30.

Ampliación del Intercambiador de Moncloa

Las casi 90.000 personas que usan a diario este intercambiador hacen que sea necesaria su ampliación, que incluirá la construcción de 3 nuevos módulos que permitirán pasar de las actuales 14 dársenas para autobuses a 59. Esta actuación permitirá ampliar la oferta de transporte en este punto que actualmente reúne 2 líneas de Metro, 14 de la EMT y 35 líneas de autobuses interurbanos.

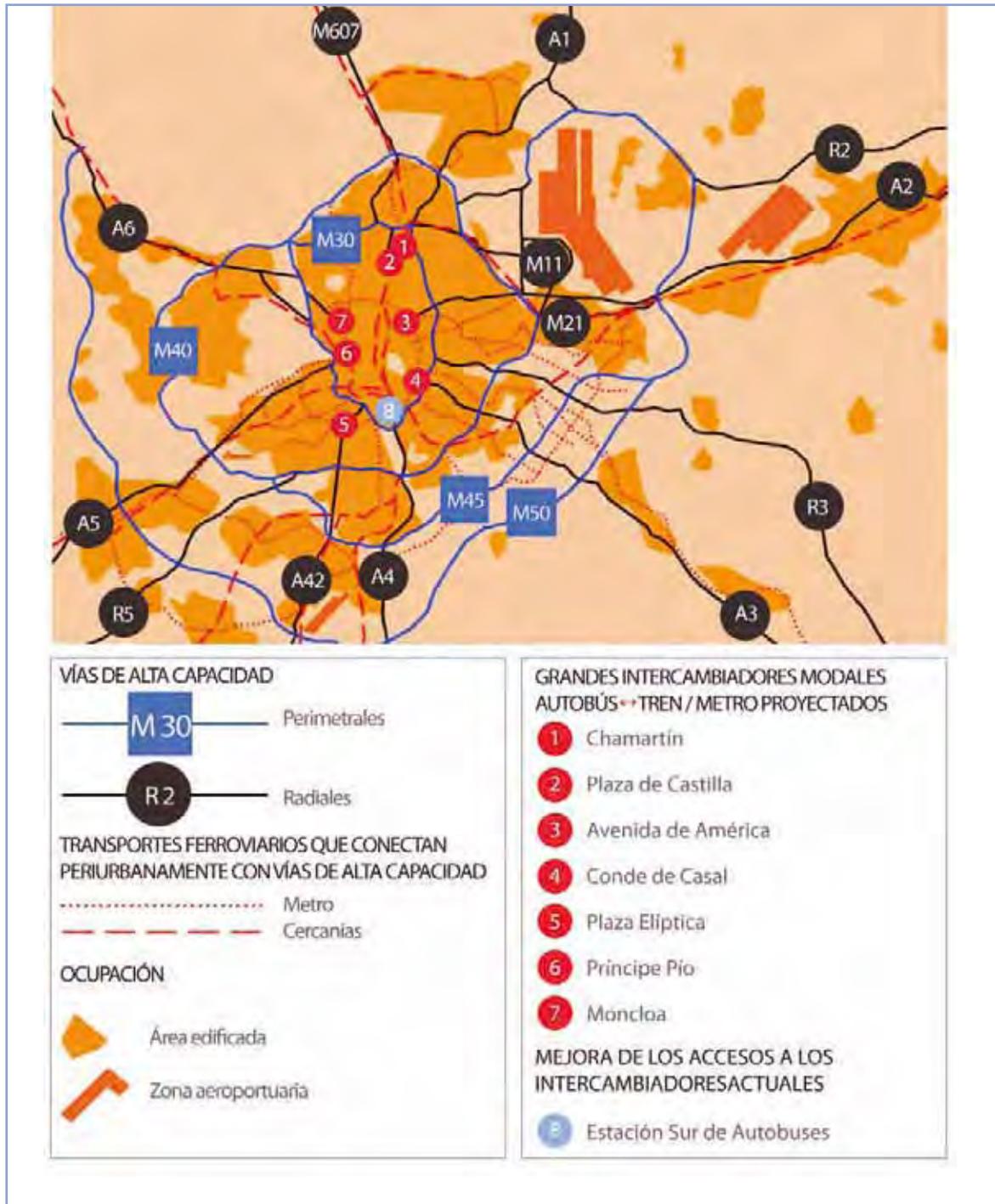
Soterramiento del Intercambiador de Plaza de Castilla

En este punto confluyen actualmente las líneas 1, 9 y 10 de Metro, 16 líneas de la EMT y 36 de autobuses interurbanos, ya que esta plaza se encuentra en la continuación de las autovías A-1 y M-607. Las actuales marquesinas que constituyen este intercambiador en superficie desaparecerán para dar paso a un intercambiador subterráneo con menores tiempos de transbordo y mayor capacidad. Éste constituirá la puerta norte de entrada a la ciudad, beneficiando a 33 millones de viajeros al año. Sus tres niveles permitirán la creación de 48 dársenas para autobuses, un aparcamiento y una zona comercial. Para asegurar un acceso rápido de los autobuses contará con un túnel subterráneo de más de un kilómetro de longitud. La actuación en este punto de la ciudad supone un gran reto técnico al plantear conjuntamente la prolongación de la línea 1 y la creación de nuevas cocheras subterráneas para el Metro.

Sección del futuro intercambiador de Príncipe Pío



Red de intercambiadores del municipio de Madrid



8 programa de actuación

□ Intercambiador de Plaza Elíptica

Este nuevo intercambiador para autobuses de largo recorrido y autobuses urbanos e interurbanos se situará próximo a la glorieta de Fernández Ladreda, al inicio de la A-42, por la que acceden diariamente a la ciudad en torno a 75.000 vehículos. La presencia de una alta densidad de autobuses que realizan recorridos urbanos, interurbanos y de larga distancia junto a la parada de Metro de Plaza Elíptica (confluencia de las líneas 6 y 11) permite la creación de un intercambiador subterráneo eficaz.

El nuevo intercambiador ocupará el espacio delimitado por el Parque Emperatriz María de Austria y las líneas 6 y 11 de Metro. Constará de 22 dársenas e incluirá accesos directos a través de túneles desde y hacia la A-42 y la Vía Lusitana.

□ Intercambiador de Conde de Casal

Este nuevo intercambiador se situará entre la glorieta de Conde de Casal y la M-30, bajo la Avenida del Mediterráneo que es la prolongación de la autovía A-3. Se trata de una zona muy activa de la ciudad en la que actualmente confluyen 8 líneas de autobuses urbanos, 14 paradas de autobuses interurbanos, 2 paradas de taxi, la estación de autobuses de larga distancia de la empresa Auto Res y la estación de Metro de la línea 6 Conde de Casal.

El diseño final del intercambiador depende de si incorpora o no las dársenas necesarias para los autobuses de esta empresa. En el caso de que se destine exclusivamente a autobuses urbanos e interurbanos, constaría de una sola planta con 33 dársenas. Si se incorporan las líneas de larga distancia que actualmente emplean las instalaciones de Auto Res necesitará de 2 plantas.

□ Mejora de los accesos a la Estación Sur de Autobuses

En la actualidad esta estación acoge un alto número de líneas de largo recorrido y regionales, contando con un rápido acceso a las estaciones de Metro y Cercanías de Méndez Álvaro. El Ayuntamiento de Madrid ha iniciado durante el año 2005 las actuaciones necesarias para dotar a estas líneas de mayor facilidad de acceso a la estación mediante la construcción de 2 túneles. El primero de ellos

será de uso exclusivo para autobuses y conectará directamente la Estación Sur con la Avenida del Planetario. Una vez en la Avenida del Planetario, tras un pequeño tramo en superficie ya con tráfico compartido, los autobuses accederán a un segundo túnel que conectará con la M-40 y la A-4, y que transcurrirá bajo la M-30.

Tras la conclusión de estas actuaciones, la ciudad contará con una malla de intercambiadores modales que reducirá sensiblemente el tiempo empleado en acceder a otros medios de transporte público por los usuarios de autobuses interurbanos, gozando éstos de mayor velocidad comercial gracias a la creación de accesos exclusivos.

Estas instalaciones posibilitarán la mejora de la red de este tipo de autobuses de manera que, junto con la ampliación del metro y los ferrocarriles de cercanías, se registrará una sensible mejoría del transporte público en el conjunto del área metropolitana.

Durante el período 2008-2010 el Ayuntamiento de Madrid y el Consorcio Regional de Transportes analizarán la eficacia de estas instalaciones y acometerán actuaciones destinadas a corregir las posibles deficiencias detectadas. Se prestará especial atención a la consecución de accesos de mayor rapidez para los autobuses que operan en los intercambiadores y a las líneas de la EMT que dan servicio a estas instalaciones.

Por otro lado, el Área de Seguridad y Servicios a la Comunidad está llevando a cabo diferentes estudios para la creación de las denominadas **"Áreas Intermodales de transporte"**.

La primera Área Intermodal de Transportes, inaugurada en julio de 2005, está situada en el Distrito de Moratalaz, con accesos desde las calles Encomienda de Palacios, Fuente Carranatona y Hacienda de Palacios. En esta área se centralizan 9 líneas de autobuses y una línea de Metro.

Asimismo, durante el cuatrienio 2005-2008 se llevará a cabo la construcción de 7 áreas más, en Jacometrezo, Canillejas, Cruce de Villaverde, Colonia Jardín, Colonia Aviación, Plaza de Castilla y Pinar de Chamartín. En 2009 existirá una instalación de este tipo en todos aquellos puntos donde la ampliación de la red de Metro y la disponibilidad de suelo lo permitan.

CONTAMINANTES (VARIACIÓN EN LA EMISIÓN)	Reduce indirectamente las emisiones de CO ₂ , NO _x , partículas en suspensión, CO, COVNM y metales pesados al retirar de la circulación los vehículos particulares. Aunque la disminución será efectiva a nivel del conjunto del término municipal, será especialmente importante en las grandes autovías de acceso a la ciudad, puntos que actualmente registran una alta tasa de emisiones.	
OTROS EFECTOS	POSITIVOS	Se incentiva el uso del transporte público. Se disminuye la congestión del tráfico rodado. Se disminuye el tiempo empleado en los transportes públicos. Se potencia la oferta cultural y comercial.
	NEGATIVOS	La fase de construcción de estas infraestructuras supone afecciones al tráfico rodado.
ACTORES INVOLUCRADOS	Consortio Regional de Transportes, Ayuntamiento de Madrid, EMT, Metro, empresas concesionarias de los intercambiadores, empresas privadas de autobuses metropolitanos.	
PLAZO DE EJECUCIÓN	2006-2010	
INDICADORES DE SEGUIMIENTO	Número de dársenas para autobuses disponibles en intercambiadores modales. Número de autobuses interurbanos que operan en intercambiadores modales. Porcentaje de autobuses interurbanos que operan en intercambiadores modales. Número de viajeros que utilizan los intercambiadores modales. Número de pasajeros de los autobuses interurbanos. Número de pasajeros del METRO. Número de pasajeros de los ferrocarriles de cercanías. Número de pasajeros de la EMT.	

127

SECTOR	TRÁFICO RODADO
TIPO	Fomento del transporte público
NOMBRE	Ampliación y mejora de red de carriles bus

Antecedentes:

Los autobuses urbanos suponen un medio de transporte eficaz para recorridos de corta distancia, pero ven reducida sensiblemente su velocidad comercial en vías con alta congestión. Para asegurar una velocidad comercial competitiva en el interior de las ciudades es conveniente la creación de carriles bus en las vías principales, por las cuales además transitan varias líneas.

En la actualidad los 112 kilómetros de carriles bus de la ciudad de Madrid registran una frecuente invasión por parte del transporte privado. Esta invasión supone no sólo la circulación de vehículos no autorizados (en la ciudad de Madrid los autobuses, taxis y motocicletas tienen autorizado transitar por ellos), sino un alto número de detenciones no autorizadas, especialmente con motivo de la carga y descarga de personas y mercancías.

Esta situación impide que los carriles bus cumplan su cometido de asegurar un tránsito eficaz de los autobuses, ya que éstos deben salir y entrar continuamente en estos corredores, reduciendo su velocidad e incrementando la congestión.

Para paliar esta situación el Ayuntamiento de Madrid y la EMT han adoptado en los últimos años diferentes medidas que han demostrado diferente eficacia:

8 programa de actuación

□ Delimitación del carril bus mediante una mediana. Esta medida se ha ejecutado en un tramo de 4,9 kilómetros del Paseo de la Castellana y supone la creación de una calzada exclusiva de un carril para los autobuses. Se ha detectado que es un método eficaz de protección del carril bus pero sólo aplicable en vías de gran amplitud como ésta, por lo que no se puede trasladar a la mayoría de puntos de la ciudad.

□ Delimitación mediante dispositivos visuales. Estos dispositivos se empotran en el asfalto y se encienden de manera sucesiva para crear una sensación de ráfaga que recorre el límite entre el resto de carriles y el carril-bus, se muestran eficaces para evitar la circulación de vehículos no autorizados en amplias avenidas pero ineficaces para controlar las detenciones no autorizadas.

□ Carriles bus contrasentido delimitados por banda sonora. En calles de varios carriles se ha dispuesto la circulación general en un sentido, reservando un único carril en sentido contrario como carril bus. Se ha revelado una medida eficaz aunque en ocasiones supone un incremento de la siniestralidad durante los primeros meses de implantación. Para permitir una mayor seguridad tanto para los conductores como para los peatones se puede proceder a la instalación de vallas separadoras de la acera y de otros dispositivos separadores de los carriles de circulación contraria. Actualmente cuentan con esta configuración 3,4 km de carril bus. En el Paseo de la Delicias se encuentran 1,6 kilómetros y en la Calle Atocha 425 metros, mientras que otros cinco tramos de menor longitud suman el resto.

□ Conos flexibles de goma y bandas sonoras: se mostraron insuficientes, aunque pueden presentar cierta eficacia en combinación con otro tipo de medidas.

□ Bordillos de obra. Pese a mostrarse eficaces como medida destinada a reducir la invasión del carril bus, su excesiva consistencia y reducida visibilidad para el conductor les confería una alta peligrosidad, por lo que actualmente se descarta su uso.

Descripción:

La ampliación de las redes de Metro y Cercanías, con mayor rapidez aunque con mayor tiempo de acceso, absorberán la mayoría del incremento de pasajeros del transporte público que se registrará durante el plazo de actuación de esta Estrategia. Los puntos de la ciudad en los que se origine una mayor oferta de estos medios de transporte registrarán un descenso de la demanda de autobuses urbanos. Esta situación permite a la EMT realizar una apuesta por un servicio en el que se priorizará el incremento de la calidad frente al de la cantidad.

Las actuaciones en este sentido se basan en tres puntos fundamentales:

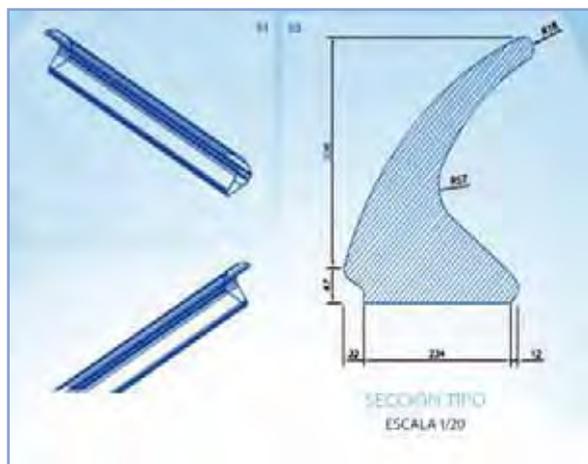
□ **Ampliación de la red de carriles bus**

Las ampliaciones de esta red se centrarán en calles principales de las nuevas actuaciones urbanísticas y en los puntos del viario actual en los que se detecte una alta congestión que reste velocidad a los autobuses urbanos. En conjunto, sumando todos los tipos de corredores reservados para autobuses, se establece como objetivo el incremento de un 30% de la longitud total de viario destinado exclusivamente a estos vehículos durante el plazo de ejecución de la Estrategia.

Estos carriles no solamente tienen un efecto global sobre la movilidad urbana, ya que pueden ayudar a solucionar los problemas de fluidez para los autobuses en puntos concretos de la trama urbana. Por este motivo no se plantea exclusivamente un incremento del número de kilómetros, sino que la planificación de detalle de éstos es un aspecto de vital importancia. Es este sentido cabe destacar la planificación de nuevos carriles bus de manera coordinada a la creación de carriles Bus-VAO en los corredores de acceso a la ciudad, de manera que conecten con estos últimos.

La creación de nuevos carriles bus contemplará también las actuaciones realizadas en intercambiadores de transporte para permitir la presencia de líneas de autobuses que gocen de alta velocidad comercial en su interior o en sus proximidades. Se ha de tener presente que las actuaciones en intercambiadores suponen no solamente un incremento de su capacidad, sino que también

Separadores actualmente instalados



se contempla la creación de corredores exclusivos para facilitar el acceso de los autobuses a su interior, recurriendo a corredores subterráneos que en ocasiones alcanzan longitudes próximas al kilómetro.

La configuración de estos carriles buscará la consecución de la máxima fluidez para el transporte público de superficie, de manera que se procederá a la reordenación del tráfico de las vías afectadas y las vías próximas a éstas si fuera preciso. En este sentido cabe destacar la gran eficacia mostrada por los carriles contrasentido y los carriles bus creados en plataformas exclusivas. Pese a que exigen una reordenación viaria, se analizarán los lugares en los que la creación de carriles bus con esta configuración sea posible.

La concesión de parte del espacio de las vías públicas al transporte público supone una medida adicional de control del tráfico privado, constituyendo una herramienta disuasoria del uso del automóvil particular en las vías afectadas. El Ayuntamiento abordará esta medida desde un planteamiento a nivel municipal que establece la concesión de prioridad en el espacio de superficie al transporte público y a la movilidad no motorizada.

La separación física de los carriles bus que transcurren junto a carriles destinados al tráfico general es necesaria

para incrementar la velocidad comercial de los autobuses. Por ello, el Ayuntamiento de Madrid ha optado por la instalación de separadores de polietileno de alta densidad, un material flexible, resistente, ligero y de fácil montaje y desmontaje.

Estos separadores tienen una altura de aproximadamente 35 centímetros y poseen una sección con forma de ola o aleta de tiburón. Se orientan de manera que ofrecen su perfil convexo hacia el tráfico general.

Su intenso color azul y la presencia de dispositivos reflectantes les confiere alta visibilidad, que se incrementa con la instalación de señalización luminosa de mayor altura entre los separadores en puntos concretos.

La creación de estos ejes permitirá evaluar de manera suficientemente amplia las posibles correcciones necesarias para obtener el máximo beneficio de la extensión de este sistema a todos los puntos de la ciudad en los que los carriles bus sufran una invasión por vehículos no autorizados que reduzca su velocidad comercial.

Un aspecto relacionado es la instalación de vallas en la parte externa de la acera. Éstas han demostrado reducir la siniestralidad peatonal y al mismo tiempo guardan relación con la presencia de vehículos mal estacionados para efectuar tareas de carga y descarga, ya que sus usuarios optan por puntos cercanos que les permiten realizar estas tareas de manera más sencilla. Por este motivo se contemplará la instalación conjunta de separadores físicos en la calzada y de vallas suficientemente elevadas en el borde de la acera como medida destinada a la reducción de la invasión de los carriles bus.

Supervisión de la invasión del carril bus

Como ya se indicó anteriormente, las detenciones de vehículos en el carril bus limitan su eficacia. Por ello se intensificará la vigilancia del cumplimiento de las normas de circulación y aparcamiento, con especial atención a la ocupación del carril bus y la doble fila, por parte de los Agentes de Movilidad, Policía Municipal y Servicio de Apoyo al Control del Estacionamiento (SACE).

8 programa de actuación

CONTAMINANTES (VARIACIÓN EN LA EMISIÓN)	Esta medida reducirá el uso del transporte privado, por lo que se reducirán las emisiones de CO ₂ , NO _x , partículas en suspensión, CO, COVNM y metales pesados. Al permitir una mayor fluidez de los autobuses que operan en la ciudad supondrá al mismo tiempo una reducción directa de las emisiones desde éstos de CO ₂ , partículas en suspensión y NO _x .	
OTROS EFECTOS	POSITIVOS	Incrementa la calidad del servicio de los autobuses urbanos e interurbanos. Disuasión del empleo del uso del automóvil privado.
	NEGATIVOS	
ACTORES INVOLUCRADOS	EMT, Consorcio Regional de Transportes, Ayuntamiento de Madrid.	
PLAZO DE EJECUCIÓN	2006-2010	
INDICADORES DE SEGUIMIENTO	Kilómetros de carriles bus. Kilómetros de carriles bus protegidos. Velocidad comercial de la flota de autobuses de la EMT.	

130

SECTOR	TRÁFICO RODADO
SUBSECTOR	Fomento del transporte público
NOMBRE	Construcción de aparcamientos disuasorios

Antecedentes:

Con el término "aparcamiento disuasorio" se definen aquellas zonas que se sitúan en el exterior o en la periferia de la ciudad, permitiendo a los conductores estacionar y completar su trayecto hasta el interior de la ciudad empleando el transporte público.

Existen aparcamientos disuasorios en otros municipios de la corona metropolitana, situados en las estaciones de Metro y RENFE (por ejemplo Rivas Vaciamadrid dispone de 2, con 173 y 279 plazas). Sus principales inconvenientes son que o disponen de pocas plazas o se encuentran alejados de las autovías y grandes vías de penetración en la ciudad, por lo que carecen de eficacia para usuarios de otros municipios.

A nivel internacional el concepto de aparcamientos disuasorios es más conocido por su denominación inglesa, "park and ride". Los ejemplos son numerosos y tal vez quepa destacar la ciudad de Oxford, que pese a su reducido tamaño (aproximadamente 135.000 habitantes en el año 2001) goza de una completa oferta de plazas en sus 5 aparcamientos disuasorios, que se ubican en las principales vías de acceso a la ciudad.

Estos autobuses tienen una frecuencia de 8 minutos en hora punta y la mayoría de ellos comienzan su trayecto en uno de los aparcamientos disuasorios, se dirige al centro urbano y concluye su trayecto en un aparcamiento disuasorio situado en la parte opuesta de la ciudad.

Descripción:

Las pautas de desarrollo territorial que han afectado al Área metropolitana de Madrid han propiciado una ubicación de los nuevos asentamientos a una media de unos 27 km de Madrid, mientras que, fundamentalmente, el centro no sólo ha sido el lugar donde se

han continuado manteniendo niveles de empleo elevados sino que, además, como consecuencia de las rentas de situación, ha sido el lugar preferente de creación de empleo.

Como consecuencia de estos movimientos de población, no sólo se ha incrementado el número de kilómetros recorridos diariamente por persona sino que, además, la dispersión dificulta el desarrollo de una red de transporte colectivo que pudiera ser capaz de servir a toda esta demanda, cada vez más dispersa, de viajes pendulares (ida y vuelta al trabajo).

Este fenómeno hace que disminuyan progresivamente las posibilidades de accesibilidad tolerable al sistema de transporte colectivo con la finalidad de viajar a los centros urbanos para una parte creciente de ciudadanos.

Una opción eficaz para modificar estos escenarios es confiar una porción elevada de los trayectos realizados a cierta distancia de la ciudad al transporte privado, ya que goza de la libertad suficiente como para acceder a puntos de baja densidad en los que el transporte público pierde su eficacia. En cambio, en las zonas urbanas, donde la densidad de usuarios es muy elevada, se ha de potenciar el transporte público, ya que es en estas situaciones donde muestra su gran capacidad para transportar un elevado número de personas con rapidez, a un bajo coste y con bajas emisiones asociadas.

Este planteamiento exige la creación de puntos en el exterior de la ciudad donde los usuarios puedan estacionar sus automóviles y realizar una rápida transición a un medio de transporte público. La presente medida contempla la construcción de aparcamientos disuasorios en la periferia de la ciudad con un buen acceso a las redes de transporte público, grandes vías de comunicación y carriles bici. La combinación de un incremento de la oferta de aparcamiento en la periferia con un incremento de las dificultades para estacionar en el centro urbano fomentará un cambio en el patrón de uso del vehículo privado, de manera que se efectúe un mayor número de desplazamientos en los que éste se combine con otros medios de transporte.

Con el objetivo de maximizar los beneficios de esta medida, el Ayuntamiento de Madrid fomentará, con el resto de Administraciones involucradas, la creación de la

Red de Aparcamientos Disuasorios. Previamente a su creación se está realizando, en cooperación con el Consorcio Regional de Transportes, un estudio detallado que analizará los siguientes factores:

- Se estudiará su viabilidad en ubicaciones que permitan la reducción de las entradas de vehículos desde otros puntos a la ciudad. Por este motivo se buscarán implantaciones próximas a las grandes autopistas, autopistas y en el entorno de la M-40.
- Se buscarán implantaciones con un óptimo acceso a la red de transporte público: Metro, trenes de cercanías o autobuses.
- La construcción en superficie supone una reducción muy importante de los costes de construcción de este tipo de instalaciones. Por este motivo se buscarán de manera prioritaria ubicaciones en las que la disponibilidad de suelo lo permita.
- Dado el crecimiento actual de la ciudad, en ocasiones no será posible una implantación en el interior del término municipal, ya que si estas instalaciones quedan dentro de la zona congestionada pierden gran parte de su eficacia. En estas situaciones el Ayuntamiento de Madrid procederá a fomentar la creación y explotación de estas instalaciones estableciendo los contactos necesarios con las instituciones competentes de la Comunidad de Madrid y del Estado.
- Se seguirán una serie de actuaciones que optimicen el empleo de estos aparcamientos para el fin para el que han sido concebidos. Entre éstas, la asignación de una tarifa suficientemente reducida que los haga competitivos tanto con los aparcamientos de rotación que existen en el interior de la ciudad como con el SER, la búsqueda de fórmulas que aseguren al usuario la presencia de una plaza libre, la dotación de plazas suficientes para Personas de Movilidad Reducida (PMR), y el establecimiento de servicios de vigilancia en los mismos.
- Diferentes accesos a la ciudad reúnen en un corredor grandes autopistas cuyo trazado es en gran parte coincidente con una vía de ferrocarril. Es el caso de las autopistas A-5, A-6, A-2 y M-607. A escasa distancia de estas vías circula un elevado número de tre-

8 programa de actuación

nes de cercanías que comunican Madrid con los municipios de su entorno. Por este motivo, en estas vías son muy numerosas las potenciales ubicaciones de aparcamientos disuasorios. En estos casos, no solamente se plantea la creación de nuevas infraestructuras de aparcamiento, puesto que el Ayuntamiento de Madrid mantendrá los contactos y acuerdos necesarios con el Consorcio Regional de Transportes y con los municipios implicados para incrementar la oferta de plazas en los aparcamientos de las estaciones de ferrocarril de la línea, sino que también se mejorarán sus accesos desde la auto-vía y se llevarán a cabo campañas de información en municipios con y sin estación.

Teniendo presente estas directrices es posible determinar cuál es la capacidad de cada una de las principales vías para la creación de aparcamientos disuasorios, dependiendo de la presencia de transporte público en la vía o en un punto de rápida conexión.

En principio, los medios colectivos que aportarán mayor atractivo a estas instalaciones son el ferrocarril y el metro, que no se ven afectados por la congestión del tráfico rodado. Se ha de tener presente que la presencia de vías ferroviarias de distribución perimetral, como son Metro Sur o la ampliación sureste del Metro Ligero, resultan menos eficientes que la posibilidad de acceder a líneas radiales, ya que éstas aportan un acceso más rápido al centro urbano. En cuanto al autobús, los intercambiadores modales pueden suponer un atractivo al asegurar una conexión rápida con el Metro, pero la opción ideal es la presencia de corredores prioritarios para estos vehículos.

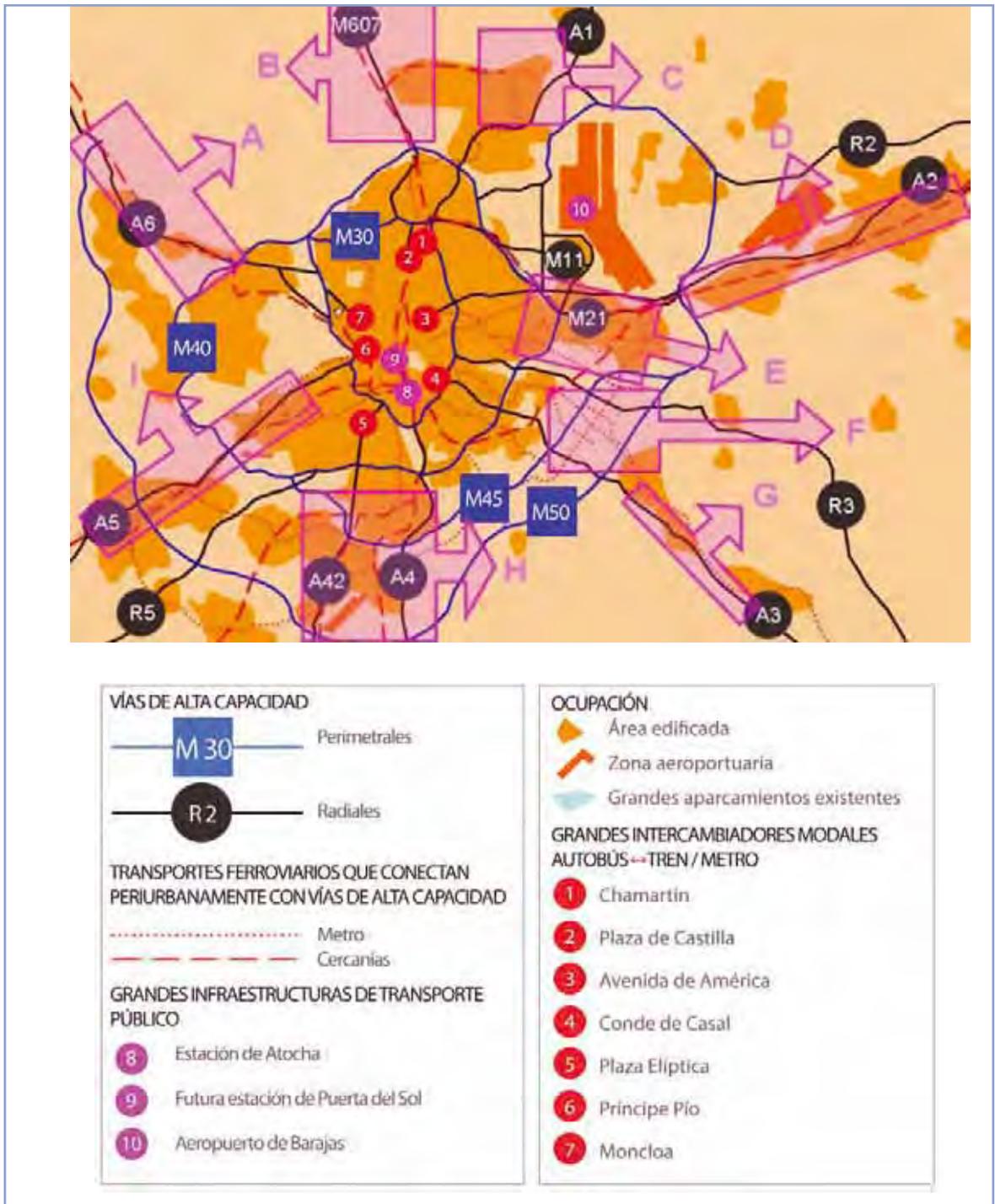
En la tabla y mapa siguientes se recogen las infraestructuras presentes así como las de futura construcción que ya están actualmente planificadas dentro del plazo de ejecución de la presente Estrategia. Igualmente se describen las zonas prioritarias para acometer aparcamientos disuasorios en el futuro.

Infraestructuras de transporte público en las inmediaciones de las principales vías de entrada a la ciudad de Madrid

VÍA	IMD TOTAL	TRANSPORTE FERROVIARIO ADYACENTE	INTERCAMBIADOR DE TRANSPORTE	OTROS DATOS
A-1	157.315	Metro Norte en San Sebastián de los Reyes Línea C-1 de Cercanías en la Estación de Alcobendas-San Sebastián de los Reyes	Plaza de Castilla Chamartín	
R-2	Desconocida (nueva creación)	No	Plaza de Castilla Chamartín	Autopista de Peaje. Dispone de acceso a San Sebastián de los Reyes
A-2	140.493	Líneas de Cercanías C-1, C-2 y C-7 en diferentes puntos Futura construcción del Metro ligero junto a la Autovía adyacente M-21 Línea 5 de Metro en Canillejas	Avenida de América	
R-3	Desconocida (nueva creación)	Extensión Sureste del Metro ligero a la altura de la M-45	No	Autopista de Peaje
A-3	92.533	Línea 9 de Metro a la altura de Rivas Vaciamadrid y Arganda Próxima a la ampliación de la línea 1 de Metro a la altura de Santa Eugenia y alrededores.	Conde de Casal	
A-4	102.817	Metro ligero en las inmediaciones del Casar Cercana a la línea de Cercanías C-3 entre Pinto y Getafe	En estudio	
R-4	Desconocida (nueva creación)	Línea C-3 de Cercanías a la altura de la M-50 Línea de Cercanías C-4 a la altura de Parla		No aparece en el Mapa. Finaliza en la M-50 entre la A-4 y la A-42
A-42	153.980	Metro Sur Líneas C-4 de Cercanías en Parla y Getafe	Plaza Elíptica	
R-5	Desconocida (nueva creación)	Metro Sur	Plaza Elíptica	Autopista de Peaje
A-5	134.274	Línea C-5 de Cercanías a la altura de Alcorcón Línea 10 de Metro en Cuatro Caminos, Aviación Española y Puerta del Sur Línea 5 de Metro en Campamento Metro Sur a la altura de Alcorcón y Móstoles Metro ligero en Navalcarnero	Príncipe Pío	
A-6	124.126	Líneas C-8 y C-10 de Cercanías a la desde Villalba hasta las inmediaciones de Aravaca	Moncloa	Carril Bus-VAO
M-607	68.672	Línea C-7 de Cercanías desde Alcobendas hasta Colmenar Viejo Línea C-1 de Cercanías en diferentes puntos de Alcobendas Metro Sur en Alcobendas	Plaza de Castilla Chamartín	

8 programa de actuación

Ubicación de las zonas dedicadas a Aparcamientos Disuasorios



En base a esta distribución es posible definir varias zonas con elevado potencial para realizar actuaciones en materia de intercambiadores públicos. Cada una de las zonas definidas ofrece oportunidades concretas de actuación que las diferencia del resto. Éstas son:

Zona A: en esta zona del corredor noroeste, el Cercanías transcurre de manera paralela a la Autovía A-6. Por tanto, las posibles ubicaciones de un intercambiador en esta área son muy elevadas. También es posible optar por actuar de manera conjunta en las diferentes estaciones de Renfe que se encuentran a lo largo de este corredor para facilitar el acceso desde la A-6 e incrementar las plazas de aparcamiento disponibles.

Otra posibilidad consiste en la obtención de un mayor beneficio del sistema formado por el carril Bus-VAO y el Intercambiador Modal de Moncloa, que verá incrementada su capacidad en los próximos años. Con tal fin se pueden crear aparcamientos junto a la autovía que permitan estacionar el vehículo privado y acceder a un autobús. Éste gozaría de mayor velocidad y menores emisiones por viajero y kilómetro recorrido.

Pese a que en España generalmente se planifica la creación de aparcamientos disuasorios planteando su conexión con el centro urbano mediante transportes ferroviarios (tren, Metro, tranvía) se ha de tener presente que en otros países se ha optado por autobuses que circulan por su conexión con corredores prioritarios, demostrando ser también una opción válida.

Zona B: la conocida como Autovía de Colmenar transcurre paralela al corredor norte de Cercanías, permitiendo una actuación en todas sus estaciones de tren. Otra opción es la creación de un nuevo intercambiador de moderada capacidad (se ha de tener presente que es uno de los corredores con menor IMD) en la parte más próxima a la ciudad. En las inmediaciones de Fuencarral y Alcobendas se encuentran ubicaciones con presencia de Metro y Cercanías, pero la disponibilidad de suelo es reducida.

Zona C: la Autovía A-1 conocida como Autovía de Burgos carece de ferrocarril en sus inmediaciones. Teniendo presente las actuaciones planteadas, la ubicación de un intercambiador en las inmediaciones de la Estación de Cercanías de Alcobendas-San Sebastián de los Reyes reuniría la presencia del Metro Norte y de la línea C-1 de Cer-

canías. Para que este intercambiador sea eficaz debe gozar de un elevado número de plazas, y mejorar sus accesos a grandes rutas de comunicación. Este intercambiador también puede resultar atractivo para los conductores que circulan por la M-607 y la R-2 si se crean eficaces accesos desde dichas vías.

Zona D: la Autovía A-2 transcurre paralela al Corredor del Henares de Cercanías, por lo que es posible plantear una mayor capacidad y mejores accesos a los aparcamientos de las estaciones de RENFE de Alcalá de Henares, La Garena y Torrejón de Ardoz. A partir de este punto la línea de ferrocarril y la autovía transcurren a mayor distancia, siendo más conveniente plantearse intercambiadores que permitan un acceso a alguna de las numerosas estaciones de Metro que se crearán en esta zona. En este sentido, se estudiará la viabilidad de implantar en el Parque Olímpico un aparcamiento disuasorio, dado que cuenta en su interior con más de 5.000 plazas de aparcamiento, próximo al arco este de la M-40 y comunicado con las líneas 5 y 7 de Metro, varias líneas de la EMT y con el ferrocarril (conexión entre Chamartín, Coslada y Vicalvaro).

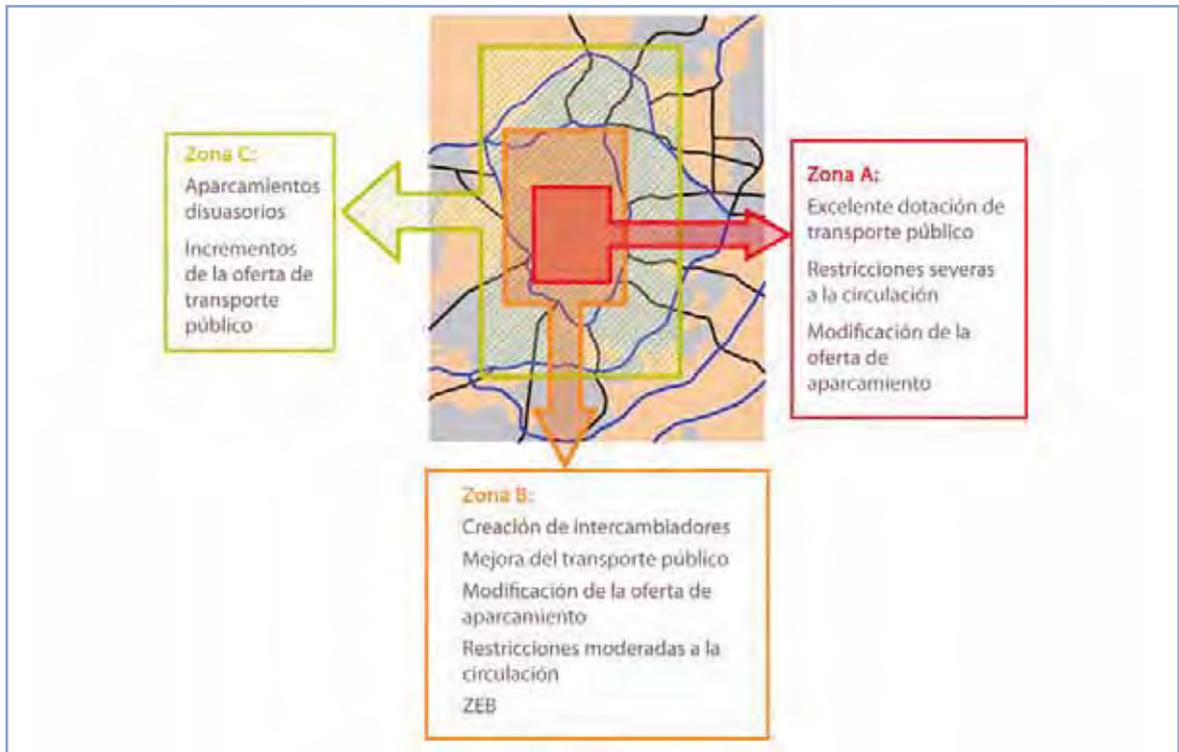
Zona E: otra opción para reducir el número de vehículos que acceden al interior de la ciudad a través de la Autovía A-2 es buscar puntos adecuados en su tramo más próximo a la ciudad. Entre las posibles actuaciones cabe destacar Coslada y San Fernando, con presencia conjunta de Cercanías y de paradas en un futuro próximo de la prolongación de la línea 7 de Metro, conocida como Metro Este. Estas ubicaciones se encuentran en el interior de las poblaciones, a cierta distancia de la Autovía y con una reducida disponibilidad de espacio, por lo que se habría de planificar con exactitud la creación de nuevos intercambiadores.

También se debe tener presente que la estación de Canillejas, en la línea 5 de Metro, se encuentra prácticamente sobre esta autovía. Junto a ella se encuentra un aparcamiento de reducidas dimensiones sobre el que se puede actuar para dotarlo de mayor número de plazas y de accesos a la Autovía.

Zona F. En diversas ciudades se han mostrado eficaces aparcamientos que se ubican sobre vías de circunvalación y no sobre las radiales. Este planteamiento puede ser útil en esta zona de la ciudad, ya que la Autovía A-3 y la Autopista R-3 transcurren a cierta distancia del Metro y el ferrocarril. En cambio las numerosas autovías de cir-

8 programa de actuación

Planificación global de la movilidad



convalección de esta zona presentan puntos de coincidencia con los tramos actuales y con los de futura creación de las líneas 9 y 1 de Metro.

Zona G: la presencia de la línea 9 de Metro en Rivas-Vaciamadrid y Arganda permite la creación de eficaces intercambiadores que ayuden a reducir la intensidad de tráfico de la Autovía A-3. Actualmente ya se han ejecutado actuaciones en este sentido que es conveniente potenciar.

Zona H: en la parte sur de la ciudad la presencia del Metro Sur supone un reducido atractivo a la creación de aparcamientos disuasorios, ya que implica un largo trayecto en Metro para acceder al interior de la ciudad. En cambio la presencia del ferrocarril es posiblemente la opción más conveniente, ya que existe un elevado número de líneas de este medio. A cierta distancia de la ciudad se registra la presencia en un área reducida de la A-4, A-42 y R-4 (esta última no se aprecia en el Mapa puesto que concluye en la M-50 entre las dos anteriores). Tenien-

do presente esta situación es posible plantear la construcción de un amplio intercambiador en las proximidades de la M-50 o bien de la M-40. Éste permitiría a los viajeros que desean acceder a la ciudad estacionar y continuar su recorrido mediante la línea C-3 o C-4 de Cercanías dependiendo de su ubicación.

En la zona más interior de la ciudad es conveniente tener presente la prolongación de la línea 3 de Metro bajo la Avenida de Andalucía. Esta actuación permitiría buscar ubicaciones en la periferia de la ciudad para un intercambiador destinado a los vehículos que acceden por la A-4, pero en un principio, una actuación de este tipo contaría con una muy baja disponibilidad de suelo libre y con la posibilidad de que quede en el interior de la zona congestionada en hora punta.

Zona I: posiblemente la A-5 es la vía que mayores oportunidades presenta para la creación de estos aparcamientos. Por un lado, hay que tener presente que en la zona

de Alcorcón se pueden encontrar ubicaciones cercanas a la línea C-5 de Cercanías. En cambio las mayores posibilidades se encuentran en las estaciones de la línea 10 de Metro de Aviación Española y Cuatro Vientos, con cierta disponibilidad de suelo en sus inmediaciones. También se encuentra próxima la estación de la línea 5 de Campamento, aunque en sus inmediaciones se registran congestiones en hora punta. Deberá tenerse muy en cuenta la planificación en esta zona a la hora de desarrollar la nueva Operación Campamento.

Por último, se ha de tener presente que la creación de aparcamientos disuasorios responde a una planificación global de la movilidad que se resume en la imagen anterior. De esta forma, el éxito de estas infraestructuras depende en gran medida de la aplicación de otras medidas de la presente Estrategia que supondrán un efecto disuasorio sobre el empleo del automóvil en el interior de la ciudad. Frente a este escenario, el número de automovilistas que opten por emplear los aparcamientos disuasorios y continuar sus desplazamientos mediante transporte público se verá incrementado sensiblemente.

Teniendo presente este planteamiento general del tráfico, y que la mayoría de las zonas con potencial

actuación para la creación de aparcamientos disuasorios se encuentran en el exterior del término municipal, se puede indicar que posiblemente esta medida sea la que exija una mayor coordinación a nivel supramunicipal. En caso de que no sea así, se corre el riesgo de crear un escenario en el que la ciudad de Madrid plantee restricciones cada vez mayores a la entrada de vehículos en su interior, obligando a los municipios de la corona metropolitana a acometer actuaciones posteriores para dar acogida a un mayor número de vehículos.

Para no incurrir en esta situación, se ha de lograr una actuación coordinada entre todos los agentes implicados, de manera que las medidas destinadas a crear un nuevo patrón del uso del automóvil privado en el conjunto del área metropolitana se planifiquen y ejecuten conforme a un calendario consensuado.

El Ayuntamiento de Madrid, consciente de que la ordenación del tráfico implica a un elevado número de agentes, liderará las actuaciones en este sentido, realizando los esfuerzos necesarios para crear los foros, convenios y acuerdos para lograr una mejora de la movilidad en el conjunto de la Comunidad de Madrid.

CONTAMINANTES (VARIACIÓN EN LA EMISIÓN)	Esta medida reducirá el uso del automóvil, permitiendo una reducción de las emisiones de CO ₂ , NO _x , partículas en suspensión, CO, COVNM y metales pesados	
OTROS EFECTOS	POSITIVOS	Reducción de la congestión. Incremento de la velocidad media de circulación. Incremento del uso del transporte público.
	NEGATIVOS	La construcción de estas infraestructuras puede conducir a un ligero
ACTORES INVOLUCRADOS	Ayuntamiento de Madrid, empresas constructoras, Consorcio de Transportes, Comunidad de Madrid, Área de Gobierno de Urbanismo, Vivienda e Infraestructuras, RENFE, Metro.	
PLAZO DE EJECUCIÓN	2007-2010	
INDICADORES DE SEGUIMIENTO	Número de plazas en aparcamientos disuasorios. Ocupación media anual de los aparcamientos disuasorios. IMD de las vías de entrada a la ciudad. IMD global del municipio. Número de viajeros de las estaciones o accesos a las redes de transporte público ubicadas junto a aparcamientos disuasorios.	

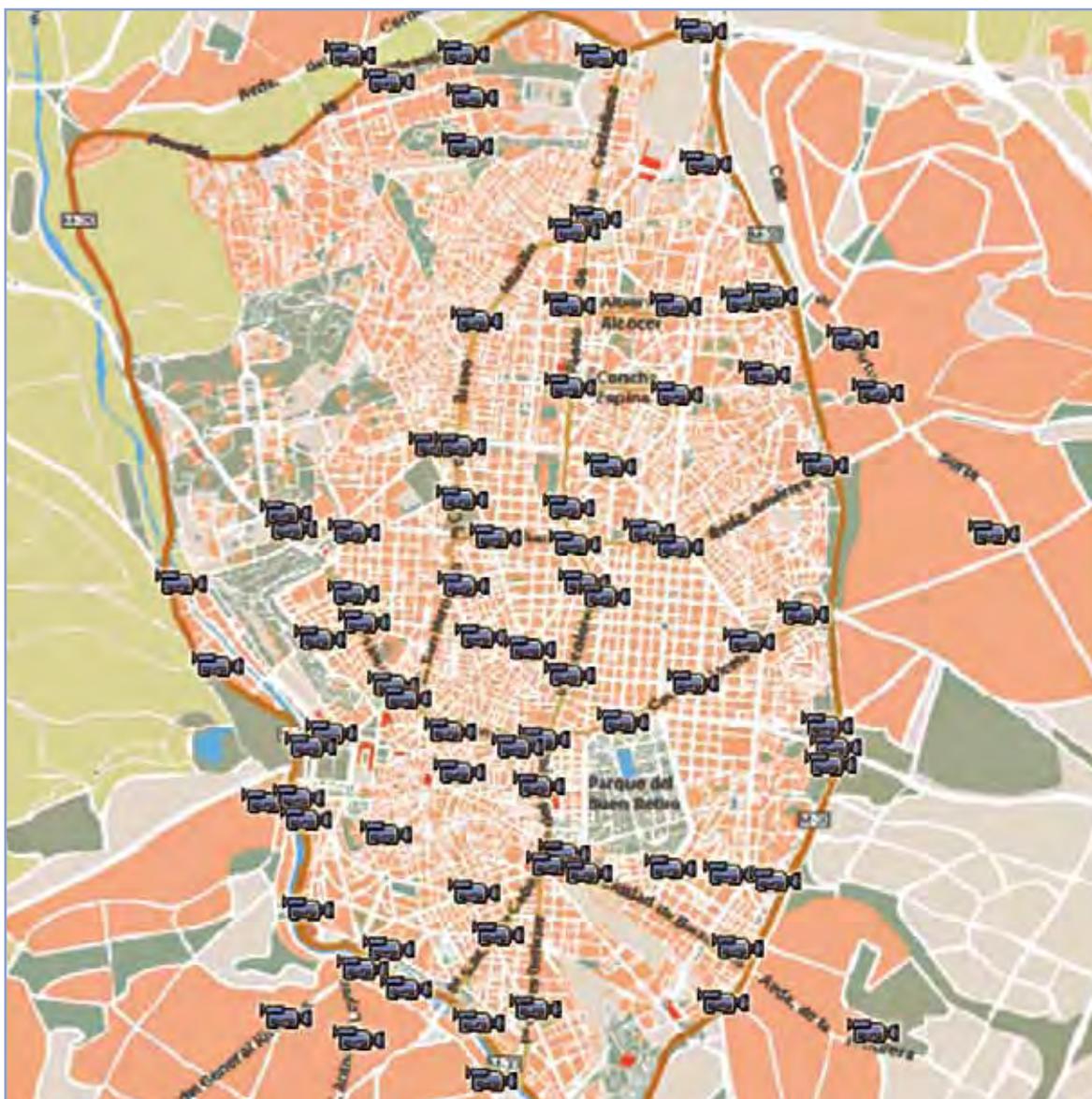
8 programa de actuación

SECTOR	TRÁFICO RODADO
TIPO	Fomento del transporte público
NOMBRE	Mejora de la información facilitada sobre movilidad

Antecedentes:

En entornos urbanos, las emisiones debidas al transporte por carretera están directamente relacionadas con la congestión del tráfico. Esta situación se debe, no sólo a las emisiones provenientes de los vehícu-

Red municipal de cámaras de control del tráfico



los, sino también a las asociadas al tipo de circulación que supone el tránsito de vehículos en condiciones de saturación, con numerosas paradas y arranques que incrementan considerablemente las emisiones contaminantes.

Adicionalmente, la congestión supone un incremento de la siniestralidad y de la contaminación atmosférica, al mismo tiempo que reduce el tiempo disponible tanto para actividades productivas como de ocio, traduciéndose en un coste económico directo e indirecto para las zonas que padecen episodios de este tipo.

La Estrategia Local de Calidad del Aire reúne una serie de medidas destinadas a reducir el tráfico en la ciudad a nivel general. Estas actuaciones se traducen directamente en una disminución de la congestión, pero, sin las convenientes medidas destinadas a la información de los conductores, el tráfico rodado seguiría siendo excesivamente vulnerable a la presencia de accidentes o situaciones anómalas de circulación.

La presente medida supone la creación y potenciación de diferentes canales dirigidos a los conductores, de manera que la mayor información disponible les permitirá optar por el itinerario más adecuado al desplazamiento que realizan. De esta forma se reducirán las consecuencias de las retenciones, al reducir el número de vehículos que quedan atrapados en ellas.

Esta actuación basa su implantación en la presencia de una densa red de vías de alta capacidad en el interior y en las inmediaciones de la ciudad que permite la posibilidad de plantear itinerarios alternativos frente a un elevado número de eventuales incidencias.

El primer paso para poder facilitar información eficaz acerca del estado del tráfico es tener un conocimiento detallado y actualizado de su estado. El Ayuntamiento de Madrid gestiona un sistema del control del tráfico elaborado en el marco del proyecto europeo CITIES. Éste consta de una red de cámaras que permiten visualizar el estado de las principales vías urbanas.

Plano en tiempo real del estado de la circulación del Ayuntamiento de Madrid



8 programa de actuación

Con los datos obtenidos por estas cámaras y con los facilitados por los sensores capaces de detectar la intensidad de tráfico se elabora un plano en tiempo real del estado del tráfico. En éste aparece la densidad del tráfico de las principales vías e información complementaria, como es la presencia de obras y accidentes o el estado de ocupación de los aparcamientos.

En la página web del Ayuntamiento de Madrid (<http://www.munimadrid.es>) se ha puesto en marcha una página dinámica, en tiempo real, denominada "Movilidad Urbana", actualizada sistemáticamente, con el fin de dar a conocer toda la información que afecta a la movilidad de una forma rápida y fiable para el ciudadano. En esta página web se pueden consultar detalles como situación, incidencias de tráfico, intensidad y velocidad media, aparcamientos, SER, la situación de todos los medios de transporte urbano e interurbano y realizar gestiones on line.

Asimismo, y dado que se están ejecutando por las Administraciones Estatal, Regional y Local diferentes obras de mejora de las infraestructuras de transporte en Madrid, se pueden consultar los detalles de cada una de las obras y afecciones al tráfico, minimizando los impactos que pudieran ocasionar al ciudadano.

Puesto que las carreteras de acceso a la ciudad se encuentran controladas por la Dirección General de Tráfico (DGT), en la página web del Ayuntamiento de Madrid existe un enlace que permite acceder directamente a la página correspondiente de la DGT.

El cometido de este sistema no es solamente el de facilitar información acerca del tráfico rodado, ya que también contribuye a lograr una mayor fluidez. Los datos de intensidades de tráfico, junto con los datos geométricos de la infraestructura viaria, permiten determinar en cada momento las estrategias y los planes de regulación semafórica más adecuados para cada situación de tráfico.

La información obtenida por este sistema se emplea para la elaboración de mensajes breves y concisos que se facilitan a los conductores a través de los paneles instalados en diferentes puntos de la ciudad.

Estos paneles son de distinto tipo. Desde hace varios años, en las inmediaciones de la Plaza de Cibeles un

panel informa de qué recorrido es más conveniente para dirigirse hacia el norte de la ciudad, el Paseo de la Castellana o la Calle Velázquez. Paneles ubicados en la M-30, vía de circunvalación englobada en el casco urbano y de gestión municipal, informan del tiempo estimado hasta las diferentes salidas y de las incidencias acontecidas.

En este último aspecto destaca la creación de un procedimiento para la gestión de las incidencias que determina los pasos a seguir por el centro de control municipal del tráfico. El procedimiento establece las pautas de actuación en cuatro etapas consecutivas:

- Localizar y comprobar la incidencia: ya sea mediante la visión directa a través de las cámaras, o por los datos aportados por los sensores de intensidad del tráfico que permiten detectar en qué punto se registra una circulación anómala.
- Señalizar la incidencia: se incluye en el sistema informático destinado a la gestión del tráfico. De esta forma la incidencia aparece en el plano de tráfico en tiempo real.
- Rellenar el parte: todas las incidencias quedan registradas en un fichero informático. De esta manera, se detecta la presencia de puntos conflictivos y se planifican más eficientemente las actuaciones de mejora del viario urbano.
- Comprobar la señalización: se revisa que la señalización de los paneles informativos se ajuste a las circunstancias del tráfico.

A diferencia del enfoque otorgado al tráfico rodado, en el que la mejora de la información se orienta a una reducción de la congestión, en el caso del transporte público, mejorar la información facilitada a sus usuarios supone un incremento de su atractivo que fomenta un uso más eficiente. Una parte importante de la percepción que el usuario tiene del transporte público reside en factores ajenos al servicio propiamente dicho. Por este motivo la facilidad de uso, la accesibilidad, la temperatura, o el entorno en el que se espera el acceso a los vehículos son de suma importancia a la hora de completar un viaje satisfactoriamente, y en ocasiones pueden llegar a ser tan importantes como la puntualidad o la velocidad.

En la actualidad, en todas las paradas de Metro y en la mayoría de las paradas de autobús y en los propios vehículos se encuentra información impresa sobre la red de transporte público que incluye horarios, planos, mapas, tarifas y condiciones de uso. Adicionalmente en los andenes de las líneas de metro se incluyen paneles que indican el tiempo que hace que el último convoy ha abandonado el andén o el que queda para que llegue el próximo.

Descripción:

Durante el plazo de actuación de la Estrategia Local de Calidad del Aire, se ejecutarán diferentes actuaciones destinadas a incrementar la información facilitada al conductor con el objetivo de reducir la frecuencia e intensidad de las retenciones y lograr una mayor fluidez del tráfico rodado. Éstas se agrupan en varias líneas de actuación:

□ Creación de una emisora de radio que transmita información sobre el estado del tráfico rodado. Pese a que los últimos sistemas de telecomunicaciones superan las posibilidades de este medio, su presencia en prácticamente todos los vehículos de más de dos ruedas sigue aportando enormes oportunidades a la radio como sistema para transmitir información sobre el estado del tráfico. El Ayuntamiento de Madrid acometerá la creación de una emisora que difunda de manera continuada los datos que el centro municipal de control del tráfico tenga disponibles.

La presente Estrategia supondrá una nueva cultura de la movilidad que incrementará el número de desplazamientos que combinarán transporte privado y público. Por ese motivo, la emisora creada también informará sobre el estado del transporte público, indicando las condiciones de circulación de las redes de Metro, ferrocarriles y autobuses urbanos e interurbanos. De esta forma, la emisora estará dirigida a los conductores, a los usuarios del transporte público y a aquellas personas que combinan ambas modalidades.

□ Mayor información facilitada a través de los paneles informativos. Estos paneles poseen un sumo interés, ya que permiten advertir directamente a los conductores afectados de las incidencias detectadas. Se

incrementará su número, especialmente en las vías de alta capacidad, de manera que sea posible avisar con la suficiente antelación a un mayor número de conductores de la presencia de condiciones anómalas de circulación. También se procederá a una mejora de la calidad de la información facilitada, dirigiéndose en mayor medida al establecimiento de itinerarios alternativos si éstos están disponibles.

□ Mayor coordinación entre los organismos implicados en la gestión del tráfico. La situación administrativa de la ciudad conduce a un reparto de las competencias en esta materia, de manera que la gestión de las vías recae en autoridades estatales, autonómicas y locales. El Ayuntamiento establecerá los contactos destinados a la integración de todos los datos disponibles, de manera que su difusión sea más eficiente. Esta actuación también permitirá una mayor eficiencia de los sistemas del Ayuntamiento de Madrid destinados al control del tráfico rodado.

□ Campañas de difusión de los canales de información. Pese a que los medios disponibles ya ofrecen una buena información a los conductores, su consulta se ha revelado poco frecuente. El Ayuntamiento desarrollará diferentes actuaciones de difusión tanto de los nuevos medios creados como de los actualmente existentes.

En cuanto al transporte público, son diversas las líneas de actuación que se emprenderán o se potenciarán para lograr que su uso sea más atractivo. Dentro de éstas, una parte importante busca mejorar el ambiente en el que los usuarios esperan para acceder a los diferentes vehículos. La instalación de sistemas que permiten al usuario del transporte público ser consciente del tiempo de espera que le resta hasta la llegada del próximo vehículo permite una eficiente selección entre el alto número de medios de transporte disponible en la ciudad.

En cuanto a los transportes ferroviarios, con un recorrido fijo y la posibilidad de instalar sensores sobre la vía, es relativamente sencillo determinar en qué punto de su ruta se encuentran. En cambio, en el caso de los autobuses, con mayor libertad de circulación, la determinación de su posición requiere de sistemas de mayor complejidad.

Estos sistemas basan su funcionamiento en la instalación en cada autobús de un ordenador, un sistema para

8 programa de actuación

emitir y recibir mensajes, y un elemento de localización por satélite GPS. De esta forma, cada vehículo envía datos relativos a su posición y a la velocidad a la que se desplaza en cada momento. Un ordenador central es el encargado de recibir y procesar los datos de manera que se puedan tratar y enviar a paneles instalados en cada marquesina estimaciones sobre el tiempo que resta para la llegada de cada autobús. Este sistema está ya disponible en el conjunto de la red de la EMT.

Un usuario informado de que una incidencia repercutirá en su tiempo de espera, puede optar por otro medio de transporte alternativo o, en caso de que no le sea posible, es consciente del retraso que le supondrá en su desplazamiento. La instalación de sistemas de seguimiento de vehículos permite la implantación de alertas que incrementan la información facilitada a los usuarios. Las incidencias pueden indicarse por medio de las pantallas instaladas en las marquesinas o por medio de otras formas de comunicación, como SMS enviados a teléfonos móviles e internet.

Este sistema reporta una serie de beneficios adicionales, como la optimización de la gestión y explotación de la red de autobuses urbanos de manera que se mejora la calidad global del servicio. A medio plazo, es posible aprovechar todas las ventajas de este sistema combinándolo con un sistema de control del tráfico. De esta forma se logra un incremento de la velocidad comercial del conjunto de la flota de autobuses urbanos y especialmente de aquellos que circulan con retraso frente al horario previsto.

Estos sistemas pueden ofrecer una regulación semafórica positiva al transporte público, de manera que los autobuses encuentran a su paso una alta proporción de los semáforos en verde, ya que se detecta cuando un autobús se aproxima a un semáforo para prolongar el tiempo en el que permanece en verde o disminuir el que permanece en rojo según convenga.

Adicionalmente, con el fin de incrementar la eficacia de la información facilitada a los usuarios del transporte público se incidirá en tres líneas de actuación preferente:

- Incremento de la información multimodal facilitada: con el fin de lograr una mayor interconexión entre los diferentes medios de transporte público se

potenciará la información disponible en un medio de transporte sobre el resto de medios. Para ello, se procederá a la instalación de señales indicativas de la dirección conveniente para realizar un transbordo entre diferentes tipos de transporte público y se crearán nuevos planos que incluyan información sobre los recorridos de diferentes medios de transporte.

- Mayor información para las personas invidentes: actualmente los diferentes medios de transporte urbano son empleados por este colectivo, para los que una vez familiarizados con un recorrido relativamente accesible, pueden suponer una opción eficaz para su movilidad. Por el contrario, es muy escasa la información que se les facilita en la actualidad. La instalación de un mayor número de sistemas sonoros en andenes y marquesinas, junto con la creación de información en braille facilitará el acceso a personas ciegas a los diferentes medios de transporte. También se analizarán las ventajas e inconvenientes de la instalación de pavimentos diferenciados en las estaciones de metro y las paradas de autobús que sean fácilmente identificados por este colectivo.

- Tratamiento conjunto de la información referente a medios de transporte colectivos y privados: la presente Estrategia supone un cambio global en las pautas de movilidad en el conjunto del área metropolitana. Entre otros aspectos se registrará un incremento de la intermodalidad, de manera que un mayor número de conductores combinará el uso de sus automóviles con el de medios de transporte colectivo. Por este motivo, se potenciará la creación de canales que informen del estado del transporte público en sus accesos, en las vías de alta capacidad destinadas al tráfico rodado o en otros puntos. Se incrementará la información difundida de forma deslocalizada, como la facilitada en internet o a través de la futura emisora de radio creada a tal fin. Reunir en el mismo medio de comunicación información referente a transporte privado y colectivo supondrá una reducción del tiempo total de viaje al permitir a los usuarios planificar eficientemente la totalidad de sus trayectos.

CONTAMINANTES (VARIACIÓN EN LA EMISIÓN)	El incremento de la fluidez del tráfico y el mayor número de usuarios de transporte público se traducirá en una disminución de las emisiones de NO _x , partículas en suspensión, CO, CO ₂ , COVNM y metales pesados principalmente.	
OTROS EFECTOS	POSITIVOS	Reducción de la congestión.
	NEGATIVOS	
ACTORES INVOLUCRADOS	Ayuntamiento de Madrid, EMT, Consorcio Regional de Transportes, Dirección General de Tráfico.	
PLAZO DE EJECUCIÓN	2006-2010	
INDICADORES DE SEGUIMIENTO	Número de paneles informativos. Número de oyentes de la emisora municipal.	

SECTOR	TRÁFICO RODADO
TIPO	Fomento del transporte público
NOMBRE	Uso eficaz de las Tecnologías de la Información y Comunicaciones (TICS) para reducir la congestión del tráfico

Antecedentes:

La presente medida está relacionada con la "Mejora del tráfico mediante la utilización de las TICS" del Libro Blanco y la "Estrategia para la Implantación de la Sociedad de la Información en Madrid".

Esta medida supone un mejor aprovechamiento de las Tecnologías de la Información y Comunicaciones (TICS) para disminuir la congestión del tráfico en la ciudad de Madrid, ofreciendo información sobre vías alternativas para el transporte privado y haciendo más atractivo el transporte público.

Uno de los elementos más complejos de gestionar en una gran ciudad es, sin duda, el desplazamiento de las personas y mercancías y la accesibilidad a los servicios que requieren empresas y ciudadanos.

La mejora en cualquiera de los procesos, bien porque lo hagan funcionar mejor o bien porque hagan más atractivas las propuestas de transporte público, tiene una gran

importancia para los ciudadanos ya que gran parte de su tiempo transcurre en esta situación.

Descripción:

Durante el plazo de actuación de la Estrategia Local de Calidad del Aire, se ejecutarán diferentes actuaciones destinadas a incrementar la información facilitada al conductor y que estarán basadas en la aplicación intensiva de las TICS para reducir significativamente el tráfico de la ciudad de Madrid.

Por un lado, y en cuanto al tráfico de vehículos privados, la difusión de información multicanal en tiempo real sobre el estado del tráfico en la ciudad de Madrid más allá de lo que es un servidor web con esta información del Ayuntamiento conectado a Internet.

Esta información multicanal ha de ser utilizable por teléfonos móviles vía SMS, o por los ciudadanos que dispongan de navegadores equipados con dispositivos GPS, o en un futuro, utilizando la red del proyecto europeo Galileo. Para ello, se harán desarrollos específicos de manera que la información sobre movilidad pueda aprovecharse en movilidad.

Por otro lado, se procurará la mejora de la información sobre transporte público, por distintos canales y en tiempo real, de manera que el ciudadano pueda cono-

8 programa de actuación

cer mejor en cada momento cuál es el medio de transporte más eficaz. También, y para hacer más atractivo el transporte público, se procurará habilitar conectivi-

dad inalámbrica de voz y datos en medios de transporte públicos, para que el usuario pueda aprovechar el tiempo de viaje.

CONTAMINANTES SOBRE LOS QUE ACTÚA	NO _x , partículas en suspensión, CO, CO ₂ , COVNM, y metales pesados.	
OTROS EFECTOS	POSITIVOS	Fomento innovación tecnológica.
	NEGATIVOS	
ACTORES INVOLUCRADOS	Ayuntamiento de Madrid.	
PLAZO DE EJECUCIÓN	2006-2010	
INDICADORES DE SEGUIMIENTO		

SECTOR	TRÁFICO RODADO
TIPO	Fomento del transporte público
NOMBRE	Ampliación y mejora de la red de la EMT

Antecedentes:

La Empresa Municipal de Transportes de Madrid, S.A. (EMT) es la entidad de titularidad municipal que presta el servicio regular de transporte colectivo de viajeros de superficie en el término municipal de Madrid. Desde la

creación del Consorcio Regional de Transportes de la Comunidad de Madrid y la incorporación del Ayuntamiento de Madrid al mismo, la EMT pasa a prestar su servicio de transporte como operador bajo la autoridad del Consorcio.

La red de la EMT está formada por 190 líneas, en la que son válidos los títulos de transporte habituales: billete sencillo, Metro-Bus y Abono Transporte. De las 190 líneas, 159 componen la Red Diurna Integrada (RDI), 26 son líneas nocturnas y 5 corresponden a servicios especiales.

En la actualidad, la EMT cuenta con una flota de 1.969 autobuses, con una antigüedad media de 5 años.

Flota de Autobuses de la EMT

VEHÍCULO	N.º UNIDADES	COMBUSTIBLE	NORMATIVA EUROPEA
MAN NL/202-F Piso Bajo	127	Gasoil	EURO I y EURO II
MAN 14220 HOCL Piso Bajo	136	Gasoil	EURO II
MAN NL/313-F Piso Bajo	6	Gasoil	EURO II
IVECO CITYCLASS Piso Bajo	275	Gasoil	EURO II
IVECO 623/E II	159	Gasoil	EURO II
MERCEDES O/405-N2 Piso Bajo	140	Gasoil	EUROII
MERCEDES O.520 CITO Piso Bajo	20	Gasoil	EURO II
RENAULT CITY BUS Piso Bajo	40	Gasoil	EURO II
DAF GSE II	25	Gasoil	EURO II
MERCEDES O-530 CITARO P. Bajo	117	Gasoil	EURO II y EURO III
RENAULT CITYLINE Piso Bajo	106	Gasoil	EURO II y EURO III
MAN NL/263-F Piso Bajo	182	Gasoil	EURO III
MAN NG/313-F Articulado Piso Bajo	81	Gasoil	EURO III
SCANIA N-94/UB OMNACITY Piso Bajo	125	Gasoil	EURO III
IVECO 5522 GNC	31	Gas Natural comprimido	EURO III
IVECO CITYCLASS 12.29 CURSOR	272	Gasoil	EURO III
MAN NL/233-F GNC Piso Bajo	20	Gas Natural comprimido	VEM (Vehículo Ecológico Mejorado)
MAN NL/313-F GNC Piso Bajo	25	Gas Natural comprimido	VEM (Vehículo Ecológico Mejorado)
IVECO CITYCLASS GNC Piso Bajo	79	Gas Natural comprimido	VEM (Vehículo Ecológico Mejorado)
MERCEDES O.530 BZ (Citar Cell) Piso Bajo	3	Hidrógeno	No emite ningún contaminante (incluye VEM)

Fuente: EMT. Actualizada a 31 de octubre de 2005

8 programa de actuación

Desde hace tiempo, la EMT tiene un claro compromiso con el medio ambiente, que desde el año 2003 se ha intensificado con dos líneas de actuación con clara incidencia sobre la calidad del aire:

□ La renovación intensiva de la flota, con la adquisición de nuevos vehículos, lo que ha dado lugar a una significativa reducción de las emisiones a la atmósfera entre 1999 y 2003 de más del 20% para los NO_x, cerca del 50% para las partículas y hasta casi el 80% para el CO.

□ La participación en proyectos de I+D relacionados con el uso de energías alternativas:

□ Gas natural. En 1994, comienza a prestar servicio el primer autobús experimental "ECOBUS", impulsado por Gas natural comprimido, con el fin de desarrollar el Proyecto Comunitario de análisis de diferentes alternativas energéticas al amparo del programa THERMIE, patrocinado por la CEE.

En la actualidad, se ha consolidado su uso en explotación comercial. La EMT posee una flota de 155 vehículos de gas natural y una estación de repostado con una capacidad de carga en "parking" de 62 puestos, que permite que los vehículos reposten por la noche, a medida que regresan de su servicio. Tanto sus características, como sus dimensiones, la configuran como una de las principales de Europa en su género.

□ Propulsión combinada diésel-eléctrica. Este sistema de propulsión, que utiliza energía eléctrica que optimiza el comportamiento del motor diésel convencional, fue introducido en el año 2000, con vehículos de reducido tamaño que facilitan la circulación por el casco histórico de la ciudad. En la actualidad la flota consta de un total de 20 unidades.

□ Pila de combustible. La pila de combustible que utiliza hidrógeno como vector energético primario es un sistema mediante el que se produce la energía eléctrica necesaria para la tracción del autobús. Se genera como único subproducto vapor de agua, por lo que estamos hablando del denominado vehículo de contaminación nula. La EMT participa en la actualidad en dos proyectos de estas características y dispone de 3 vehículos propulsados por hidrógeno.

□ Utilización de derivados de aceites vegetales (biodiésel). En 2005 la EMT y el IDAE han suscrito un Convenio que permitirá que toda la flota de autobuses del depósito de Fuencarral (250 unidades) utilice biodiésel, obtenido a partir de aceites vegetales, que contribuye a la reducción de emisiones de contaminantes. La utilización de biodiésel supone además una importante reducción de las emisiones netas de CO₂, al tratarse de un combustible de origen vegetal.

Descripción:

El objeto de esta medida es la apuesta por el transporte sostenible en la ciudad de Madrid, mediante la mejora continua de la EMT. Por ello, se desarrollarán las siguientes actuaciones:

□ Renovación de la flota, sustituyendo los vehículos más antiguos, de mayores emisiones, por vehículos adaptados a normas EURO más avanzadas.

□ Incremento de la utilización de energías alternativas en la flota de autobuses, especialmente el biodiésel, así como otros combustibles como el bioetanol.

□ Estudiar la viabilidad de la implantación de catalizadores en la flota de autobuses para reducir las emisiones de partículas, hidrocarburos, monóxido de carbono y óxidos de nitrógeno, mediante la realización de pruebas piloto en condiciones de circulación real.

Aparte de las mejoras tecnológicas en la flota de autobuses, esta medida debe contemplar la actualización y optimización de rutas. Algunas de las medidas propuestas para lograr la reducción en las emisiones de tráfico rodado pasan por la restricción de accesos a ciertas zonas de la ciudad, que deben ser adecuadamente dotadas con medios de transporte público que ofrezcan una alternativa a los desplazamientos al vehículo privado. Por ello, se determinará, en su caso, la ampliación o modificación de las líneas existentes para garantizar la accesibilidad de los ciudadanos a aquellos ámbitos de la ciudad en los que no será posible el acceso en vehículo privado.

CONTAMINANTES (VARIACIÓN EN LA EMISIÓN)	NO _x , partículas en suspensión, CO, CO ₂ , COVNM y metales pesados principalmente.	
OTROS EFECTOS	POSITIVOS	Incentivo del transporte público. Sirve de apoyo a otras medidas.
	NEGATIVOS	
ACTORES INVOLUCRADOS	EMT, Consorcio Regional de Transportes, ciudadanos.	
PLAZO DE EJECUCIÓN	2006-2010	
INDICADORES DE SEGUIMIENTO	Número de líneas. Número de paradas por línea. Número de kilómetros que abarca la red de la EMT. Número de plazas de autobús disponibles en hora punta por línea.	

SECTOR	TRÁFICO RODADO
TIPO	Fomento del transporte público
NOMBRE	Mejora del Metro

Antecedentes:

La movilidad de la ciudad no puede plantearse exclusivamente a nivel municipal, ya que los intercambios de pasajeros y mercancías son uno de los elementos esenciales de la funcionalidad del área metropolitana de Madrid. En los últimos años se han mejorado sustancialmente las redes de transporte, gozando en la actualidad de mayor extensión, una mayor intermodalidad y un mejor servicio.

En este escenario, el Metro se ha mostrado como el medio de transporte más eficiente para la realización de recorridos de media distancia y año tras año muestra los

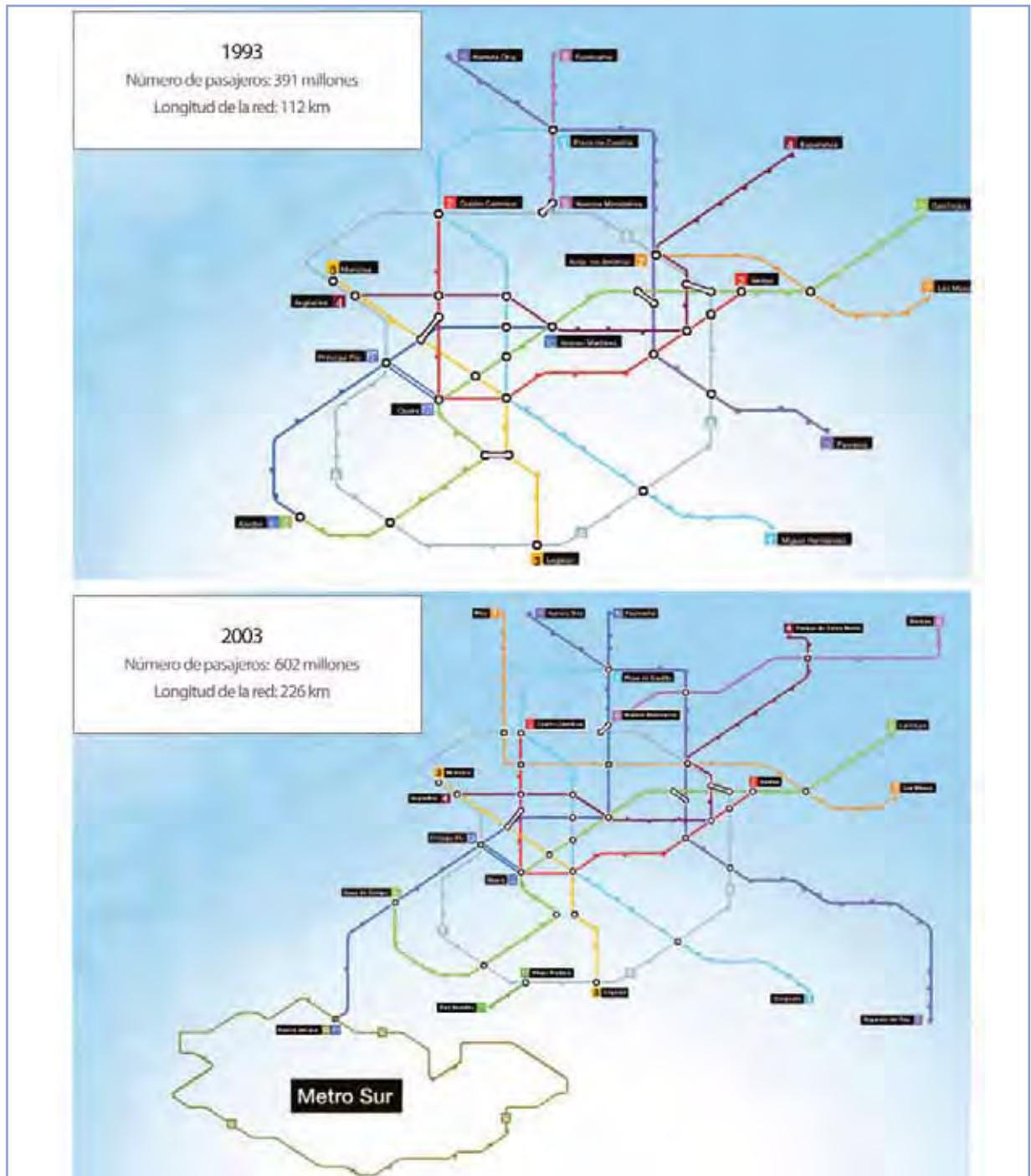
mejores valores en las encuestas destinadas a conocer la percepción ciudadana en materia de movilidad.

La mejoría se ha registrado en todos los aspectos (frecuencia, capacidad, material rodante, etc.) aunque posiblemente el aspecto que ha mostrado una evolución más espectacular es el crecimiento de la red. Para ilustrar este hecho, en las siguientes imágenes se muestra la evolución que ha registrado el Metro en 10 años. Entre 1993 y 2003 la longitud de las líneas de Metro se ha duplicado, de manera que en la actualidad no se circunscriben únicamente al término municipal de Madrid, alcanzando diferentes municipios de la corona metropolitana.

Esta ampliación de la extensión de la red ha conducido a que un mayor número de personas tengan acceso a este rápido medio de transporte y se incremente considerablemente el número de pasajeros anuales. En la actualidad un 75% de la población de la ciudad se encuentra a menos de 300 metros de una parada de autobús o de una entrada de metro, mientras que prácticamente el 100% de la población reside a menos de 600 metros.

8 programa de actuación

■ Evolución de la red de Metro en el período 1993 - 2003 ■



Descripción:

El Metro continuará su mejora durante el plazo de ejecución de la presente Estrategia en diferentes aspectos. Cabe destacar el incremento de la red existente para que un mayor número de personas tengan acceso a este medio de transporte.

En este sentido, existen actuaciones completamente proyectadas y que ya se encuentran en ejecución, mientras que otros proyectos de ampliación se encuentran en una etapa de desarrollo más temprana. Como norma general, las primeras ampliaciones concluirán en torno al año 2007 y supondrán un importante crecimiento de la red, las segundas se ejecutarán durante los años finales de la Estrategia. Las actuaciones previstas son:

Prolongaciones de líneas completamente planificadas:

- Prolongación de la línea 10 (Metro Norte).
- Prolongación de la línea 4 (Metro Oeste).
- Prolongación de la línea 1 hacia Pinar de Chamartín.
- Prolongación de la línea 4 hasta Pinar de Chamartín.
- Prolongación de la Línea 2 hasta La Elipa.
- Prolongación de la línea 5 (Alameda de Osuna).
- Prolongación de la línea 1 (P.A.U. de Vallecas).
- Prolongación de la línea 3 (Villaverde).
- Prolongación de la línea 11 (Carabanchel Alto).
- Prolongación de la línea 8 (Nuevo Edificio Terminal de Barajas).

Otras prolongaciones de líneas no completamente definidas:

- Prolongación bajo la Castellana (operación Chamartín).
- Extensión Sureste paralela a la M-45.
- Extensión Norte.

Nuevas estaciones planificadas:

- Aviación Española en la línea 10.
- Arganzuela en la línea 6.
- Pinar del Rey en la línea 8.
- Nueva estación en la línea 5.
- Nueva estación en la línea 7.

Metro ligero planificado:

- Metro ligero Metro Sur- Navalcarnero.
- Metro ligero a Pozuelo.
- Metro ligero a las Rozas.
- Metro ligero a Boadilla.
- Metro ligero Majadahonda
- Metro ligero entre Pinar de Chamartín y Metro Norte.

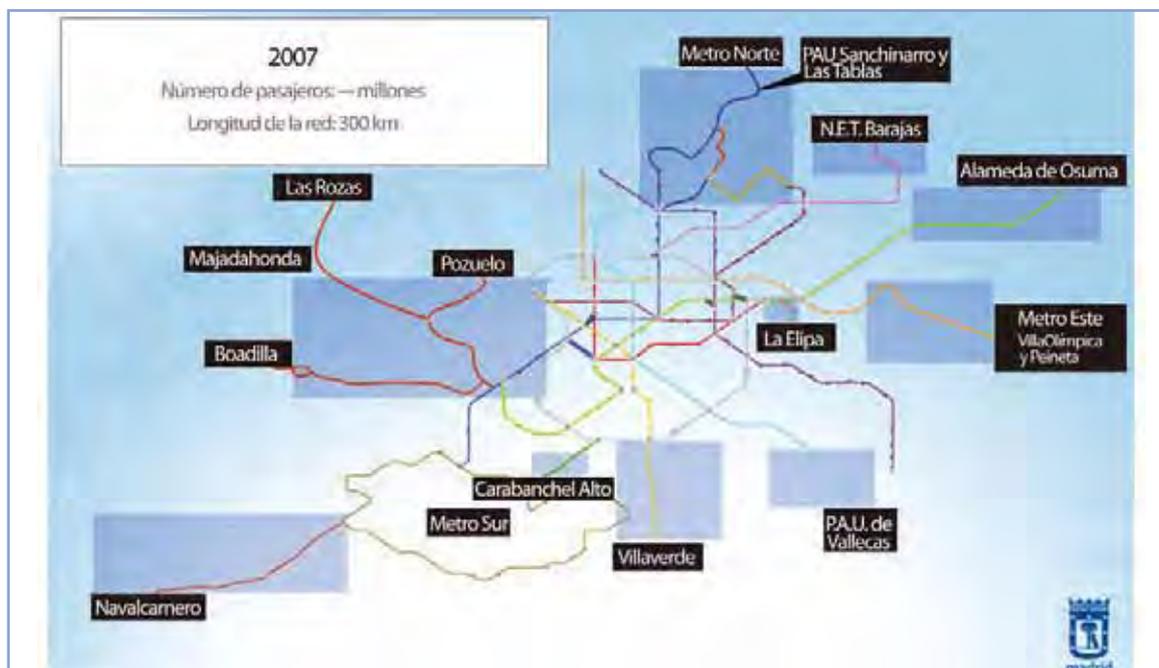
Otras actuaciones de Metro ligero no completamente definidas:

- San Fernando/Getafe/El Casar.

De esta forma, la futura red de Metro contará con aproximadamente 300 kilómetros de longitud en el año 2007. A diferencia de la red actual, parte de las líneas transcurrirán en superficie (son las denominadas líneas de Metro ligero).

8 programa de actuación

Previsión 2007



Estas actuaciones se encuadran a nivel supramunicipal, ya que una de las características de la ampliación prevista es la extensión a municipios que carecían de este medio de transporte. Por este motivo, las actuaciones previstas son promovidas desde la Comunidad de Madrid, pero su incidencia sobre el tráfico rodado de la capital es sumamente importante. Solamente la línea hacia Navalcarnero puede considerarse de menor incidencia en cuanto a su efecto directo sobre la movilidad a nivel municipal.

Junto a estas actuaciones se realizará una mejora de la red existente que se centrará en la adquisición de nuevo material móvil y la remodelación de las estaciones para incrementar su capacidad.

El Ayuntamiento de Madrid promoverá una serie de cambios destinados a mejorar el servicio y permitir una reducción de las emisiones. Entre éstas destacan:

- La elaboración de estudios de viabilidad para extender la red de metro a aquellas zonas de la ciudad que carecen de un acceso razonable a este servicio públi-

co, así como a los nuevos desarrollos urbanísticos previstos en los próximos años.

- Respecto a los horarios de apertura debe estudiarse la posibilidad de abrir al público los fines de semana las 24 horas, como medida complementaria a los Búhos de la EMT, estableciendo los mecanismos necesarios para compensar los sobrecostes de esta medida.

CONTAMINANTES (VARIACIÓN EN LA EMISIÓN)	Esta medida reducirá el uso del transporte privado, por lo que se reducirán las emisiones de CO ₂ , NO _x , partículas en suspensión, CO, COVNM y metales pesados principalmente.	
OTROS EFECTOS	POSITIVOS	Incentivar el uso de la bicicleta. Reducción de la congestión. Reducción de la contaminación acústica.
	NEGATIVOS	
ACTORES INVOLUCRADOS	Metro, Consorcio Regional de Transportes.	
PLAZO DE EJECUCIÓN	La mejora del servicio de Metro es una actuación continuada durante el conjunto de la Estrategia pero cabe destacar el periodo 2006-2007, ya que las actuaciones de ampliación se encuentran completamente definidas en la actualidad.	
INDICADORES DE SEGUIMIENTO	Kilómetros de Metro. Accesibilidad de la población a la red de Metro.	

SECTOR	TRÁFICO RODADO
TIPO	Fomento del transporte público
NOMBRE	Mejora del servicio de ferrocarriles de Cercanías

Antecedentes:

Las emisiones asociadas al transporte ferroviario son sumamente reducidas en relación con otros medios de transporte. Estas emisiones incluyen las realizadas de forma directa, cuando se producen por equipos diésel, y emisiones indirectas, las realizadas por convoyes de tracción eléctrica, en los que las emisiones asociadas se generan en las centrales productoras de energía eléctrica.

A nivel estatal la electrificación de las líneas de ferrocarril es muy elevada, y los trenes de pasajeros propulsados por motores diésel recorren menos del 3% del total de kilómetros. Teniendo presente la prácticamente total electrificación de la red ferroviaria del conjunto de la Comunidad de Madrid y la reducida producción eléctrica de la ciudad, a nivel local, potenciar este medio de transporte supone una de las herramientas más eficaces para reducir las emisiones asociadas a la movilidad y mejorar la calidad del aire.

La oferta ferroviaria ha evolucionado notablemente en los últimos años, de manera que en la actualidad es competitiva con diferentes medios de transporte. Los ferrocarriles de cercanías se han mostrado como el medio más eficaz para desplazamientos frecuentes a nivel de la Comunidad de Madrid, pero otros tipos de trenes también realizan una contribución importante, como es el caso de los trenes de largo recorrido, mercancías o incluso de alta velocidad.

La red de cercanías de RENFE de la Comunidad de Madrid, comprende más de 318 kilómetros de vías con 12 líneas en funcionamiento. Es este servicio el que ha supuesto una mayor contribución al transporte de pasajeros, estimándose que a nivel nacional 9 de cada 10 pasajeros son transportados por estos trenes, mientras que el resto se reparte entre los regionales, las grandes líneas y los trenes de alta velocidad.

Durante un día laborable medio, 880.000 personas emplean los ferrocarriles del núcleo de cercanías de Madrid. Para prestar servicio a este elevado volumen de pasajeros, el núcleo de cercanías cuenta con 95 estaciones y más de 250 trenes, prestando un servicio sumamente atractivo y eficaz con un índice de puntualidad próximo al 99% de las circulaciones.

8 programa de actuación

De esta forma, durante el año 2003, aproximadamente 244 millones de pasajeros eligieron un tren de cercanías frente a otros medios de transporte. Se puede estimar que como mínimo se evitaron 55 millones de desplazamientos de vehículos privados, cuya circulación hubiera acarreado unos costes indirectos asociados (congestión, accidentes, ruido, etc.) de 160 millones de euros.

Descripción:

La ciudad de Madrid se encuadra en una amplia área metropolitana desde la que recibe un alto número de viajeros de manera habitual. Al mismo tiempo se trata de una ciudad orientada hacia el turismo y los servicios, que la convierte en un importante polo de atracción de viajeros de larga distancia.

De esta forma, la creación de nuevas líneas de ferrocarril planificada por el Ministerio de Fomento en el periodo 2006-2010 puede contribuir a reducir las emisiones generadas en la ciudad desde dos aspectos fundamentales. Por un lado, las actuaciones en líneas de alta velocidad realizadas a nivel estatal contribuyen a una menor presencia de aeronaves en el Aeropuerto de Madrid. Se considera que en recorridos de menos de 500 kilómetros este medio de transporte es plenamente competitivo con el avión, por lo que prácticamente todas las líneas radiales creadas a nivel estatal pueden contribuir sensiblemente a reducir la presencia de aviones en la ciudad. De hecho, el único corredor plenamente operativo en la actualidad, el que transcurre entre Madrid y Sevilla, ha supuesto una

importante reducción de los vuelos entre estas dos ciudades. Pese a que esta modalidad de transporte ferroviario es la que exige un mayor consumo de energía, sus emisiones asociadas son muy inferiores a las de las aeronaves que realicen trayectos similares, y se localizan en puntos alejados de la ciudad.

A nivel local, es más relevante el incremento de la red de ferrocarriles convencionales, que se destinará en su mayoría a incrementar la oferta de Cercanías. Son tres las actuaciones que destacan en este campo:

- La creación de un nuevo túnel de conexión entre las estaciones de Atocha y Chamartín, que permitirá la creación de dos nuevas estaciones en la parte más céntrica de la ciudad, Sol y Alonso Martínez. Ambas presentarán correspondencia con varias líneas de Metro incrementando las posibilidades intermodales de la red de transporte público.
- La segunda actuación en este sentido es el desarrollo del arco noroeste de la red actual. Se trata de un tramo actualmente construido pero al que se le está dando uso comercial insuficiente. La creación de nuevas líneas que recorran esta zona permitirá dar servicio a nuevos desarrollos urbanos, el principal parque de exposiciones y congresos y nuevos polígonos empresariales presentes en esta parte de la ciudad. Incluso un ramal específico conectará la ciudad con el Aeropuerto de Barajas.

Mapa esquemático de las ampliaciones previstas de la red de ferrocarriles



153

ACTUACIONES DE ALTA VELOCIDAD	
1	AVE Madrid-Lérida-Barcelona
2	AVE Madrid-Valladolid
3	AVE Atocha-Chamartín
4	AVE Madrid-Valencia /Alicante
5	Remodelación estación de Chamartín
ACTUACIONES DE CERCANÍAS	
6	Túnel Atocha-Chamartín
7	Arco Noroeste
8	Nueva estación de Sol
9	Nueva estación de Alonso Martínez
10	Remodelación de la estación de Atocha
11	Acceso al Aeropuerto de Barajas

8 programa de actuación

La ampliación de la red se verá acompañada de un incremento del parque móvil. A los trenes de alta velocidad que actualmente operan (12) se añadirán 44 trenes para dar servicio en los nuevos tramos construidos. En Cercanías se estima un crecimiento de un 28% del parque, de manera que de las 131 unidades actualmente disponibles se pase a 168. De esta forma la capacidad máxima a la hora pasará de 129.000 a 169.000 pasajeros, y la media diaria podría crecer hasta 1.200.000 pasajeros.

Estos datos suponen un incremento del peso de este medio de transporte en cuanto a la distribución modal de los desplazamientos urbanos. La aplicación conjunta de medidas de incentivo del transporte público junto a restricciones del uso del transporte privado y la realización de campañas de concienciación será el origen de este cambio.

Adicionalmente se ha de tener presente que son varias las líneas emprendidas por RENFE para que este medio de transporte sea aún menos contaminante. Cabe destacar tres líneas de reducción de las emisiones actualmente emprendidas:

- Mejora de la eficiencia de la red: gracias a la incorporación de nuevo material rodante de última generación como el modelo Civia, se logran unos ratios de consumo eléctrico por pasajero y kilómetro cada vez más reducidos. De esta forma es posible transportar un mayor número de pasajeros sin que las emisiones necesarias para la operación de los equipos se incrementen. Para ello RENFE apuesta por sistemas de ahorro energético como el freno de recuperación, los equipos de tracción trifásica o la gestión remota del consumo de las unidades.
- Estaciones bioclimáticas: RENFE ha desarrollado en la actualidad dos estaciones de este tipo. Si los resultados son satisfactorios se aplicará este concepto a otras estaciones de Cercanías.
- Sustitución de gases contenidos en los equipos: a partir del año 2004 se considera que no existen equipos de extinción de incendios que incluyen halones. La sustitución de los CFCs y HCFCs por HFCs supone un menor potencial de destrucción de la capa de ozono.

CONTAMINANTES (VARIACIÓN EN LA EMISIÓN)	Esta medida reducirá el uso del transporte privado, por lo que se reducirán las emisiones de CO ₂ , NO _x , partículas en suspensión, CO, COVNM y metales pesados principalmente.	
OTROS EFECTOS	POSITIVOS	Incentivar el uso del transporte público. Descongestión de tráfico en el municipio. Disminución de la contaminación acústica.
	NEGATIVOS	
ACTORES INVOLUCRADOS	Consortio Regional de Transportes, Cercanías, RENFE.	
PLAZO DE EJECUCIÓN	Medio plazo.	
INDICADORES DE SEGUIMIENTO	Km de red. Número de estaciones. Capacidad máxima a la hora. Número de viajeros anuales. Emisiones por pasajero/kilómetro. Emisiones por vehículo/kilómetro.	

SECTOR	TRÁFICO RODADO
SUBSECTOR	Fomento del transporte público
NOMBRE	Desarrollo del transporte público en los polígonos industriales y empresariales

Antecedentes:

Directamente relacionado con la figura del gestor de movilidad en las empresas, está el desarrollo del transporte público en los polígonos empresariales.

En la Zona Franca de Barcelona se decidió formar un Comité Técnico de Movilidad con el fin de mejorar el transporte público y los accesos al polígono. Las funciones del comité pasan por analizar las necesidades de las diferentes empresas del polígono, estudiar la localización de nuevas paradas de autobús y fomentar el uso compartido del vehículo privado.

Descripción:

Según datos oficiales, más del 70% de los desplazamientos diarios que se realizan están motivados por el trabajo. Actualmente, muchas de las empresas que se localizan en el municipio de Madrid se están desplazando a nuevas zonas empresariales en las afueras de la ciudad, haciendo que el ideal de ciudad compacta sea difícil de alcanzar,

lo que obliga a planificar el transporte urbano desde una nueva perspectiva y dotar a los polígonos industriales y empresariales de una adecuada comunicación.

Las actuaciones que deben estudiarse para aplicar esta medida son las siguientes:

- Crear nuevas líneas de transporte público que comuniquen con los polígonos.
- Reforzar los servicios existentes.
- Incrementar el número de líneas que conduzcan hasta los intercambiadores donde salen los autobuses interurbanos.
- Crear un servicio municipal interurbano en colaboración con los municipios de destino donde se sitúan los polígonos.

El Ayuntamiento realizará un estudio pormenorizado de los polígonos industriales y empresariales localizados dentro del municipio (por ejemplo Avda. de Manoteras), realizando un estricto análisis de cada uno de ellos, así como de sus previsiones futuras y de las necesidades de transporte público que tienen.

Una vez realizado este análisis inicial, conjuntamente con la EMT y el Consorcio Regional de Transportes se propondrán y estudiarán las diferentes soluciones posibles.

8 programa de actuación

CONTAMINANTES (VARIACIÓN EN LA EMISIÓN)	Esta medida supondrá el acceso de un menor número de automóviles a los polígonos, reduciendo las emisiones de CO ₂ , NO _x , partículas en suspensión, CO, COVNM y metales pesados principalmente.	
OTROS EFECTOS	POSITIVOS	Se incentiva el uso del transporte público. Se descongestiona el tráfico hacia las zonas afectadas. Se evita que vehículos privados aparquen en zonas prohibidas reduciendo las molestias que esto genera.
	NEGATIVOS	
ACTORES INVOLUCRADOS	Ayuntamiento de Madrid, Consorcio Regional de Transportes.	
PLAZO DE EJECUCIÓN	2008-2010.	
OTRAS MEDIDAS RELACIONADAS	Ampliación y mejora de la red de la EMT. Mejora del Metro. Mejora del servicio de ferrocarriles de cercanías.	
INDICADORES DE SEGUIMIENTO	Número de líneas que comunican los polígonos con la ciudad.	

156

SECTOR	TRÁFICO RODADO
TIPO	Fomento del transporte público
NOMBRE	Creación del Abono Transporte de Empresa y otros títulos de transporte

Antecedentes:

El Ayuntamiento de Madrid y la Comunidad de Madrid proporcionan a sus empleados el Abono Transporte, incentivando entre sus trabajadores la utilización del transporte público, más eficiente energéticamente y con menos emisiones de contaminantes por pasajero.

Actualmente, para la utilización del transporte público en Madrid existen diferentes Títulos, los cuales se detallan a continuación:

- Billete sencillo, válido tanto para Metro como para autobús de la EMT.

- Metrobús, billete de 10 viajes válido tanto para Metro como para autobús de la EMT.
- Abono Transporte mensual, válido para viajar en todas las líneas de EMT, Metro y Cercanías (según zona de validez) durante todo el mes.
- Abono Transporte anual, válido para viajar en todas las líneas de EMT, Metro y Cercanías (según zona de validez) durante todo el año.
- Bonotet, billete de tarifa reducida de 10 viajes, válido tanto para Metro como para autobús de la EMT.
- Abono turístico, válido para Metro, EMT y RENFE (dependiendo de la zona de validez) y que puede ser utilizado por un período de 1 a 7 días.

Descripción:

Desde el Ayuntamiento se realizarán las gestiones necesarias para llegar a un acuerdo con las empresas ubicadas

en la ciudad de Madrid para que éstas proporcionen el Abono Transporte a sus empleados.

Otra forma de articular la presente medida será mediante la creación de un Abono Transporte cuyo titular sea una persona jurídica, una empresa, pero que el usuario o beneficiario sea cualquier persona física empleada en dicha empresa. De esta manera todos los empleados pueden beneficiarse del uso de este título para sus desplazamientos por motivos de trabajo dentro del municipio.

Desde el Ayuntamiento, conjuntamente con EMT, Consorcio Regional de Transportes, Metro y RENFE se estudiará la posibilidad de potenciar la utilización del denominado "Abono Turístico" entre las empresas vinculadas al turismo, así como la posibilidad de llegar a acuerdos con IFEMA para que con la inscripción a los congresos y ferias que se desarrollen en sus instalaciones se entregue un abono de este tipo, válido para los días que se celebre el evento.

CONTAMINANTES (VARIACIÓN EN LA EMISIÓN)	No tiene una repercusión directa sobre la emisión de contaminantes. Sin embargo, al incentivar el uso del transporte público se obtendrá una reducción de las emisiones de CO ₂ , NO _x , partículas en suspensión, CO, COVNM y metales pesados principalmente.	
OTROS EFECTOS	POSITIVOS	Reducción de la densidad de tráfico rodado en las calles de Madrid Incentivo del uso del transporte público.
	NEGATIVOS	
ACTORES INVOLUCRADOS	EMT, Metro, Cercanías, Consorcio Regional de Transportes, IFEMA, Cámara Oficial de Comercio e Industria de Madrid, CEIM Confederación Empresarial de Madrid - CEOE, empresas, trabajadores.	
PLAZO DE EJECUCIÓN	2007-2008	
INDICADORES DE SEGUIMIENTO	Ventas de Abono Transporte. Ventas del Abono Turístico.	

157

SECTOR	TRÁFICO RODADO
TIPO	Fomento del transporte público
NOMBRE	Creación de un título multimodal de transporte público

Antecedentes:

La unificación de las formas de pago para la utilización del transporte público es una constante que se puede apreciar tanto en Madrid como en cualquiera de las grandes capitales del mundo con extensas zonas metropolitanas. Las principales dificultades para unificar los medios

de pago se centran en la distribución de los ingresos entre los diferentes agentes. El método que se ha seguido en Madrid consiste en la creación de un organismo que engloba a los diversos actores, el Consorcio Regional de Transportes.

Constituido en el año 1986 con el objetivo de agrupar los esfuerzos de instituciones públicas y privadas relacionadas con el transporte público, este organismo ha supuesto una mejor coordinación de los servicios, las redes y las tarifas, de forma que el usuario tiene a su disposición una mejor calidad de transporte público. El Estado, la Comunidad de Madrid, los municipios y empresas públicas y privadas colaboran en este ente, que ha demostrado su eficacia para potenciar el transporte público en

8 programa de actuación

toda la Comunidad de Madrid. De los 951 millones de viajeros transportados en 1986 se ha pasado a casi 1.564,2 millones de viajeros en el año 2004, lo que da una clara idea del esfuerzo inversor y de coordinación que la creación de este organismo ha supuesto.

Entre los factores que más han contribuido a este incremento en el uso del transporte público se encuentra la creación de varios títulos y abonos multimodales que permiten una utilización flexible en función de un claro esquema de coronas tarifarias. Uno de éstos es el Abono Transporte en sus diferentes formas (abono joven, abono normal y abono tercera edad) que, por una cuota men-

sual o anual, permite emplear ilimitadamente los autobuses, el metro y los ferrocarriles de una determinada corona y de todas las que se encuentran en su interior. Puesto que prácticamente la totalidad de la Comunidad de Madrid supone el área de influencia directa de la ciudad de Madrid, la mejora de la movilidad urbana necesariamente implica actuaciones de ámbito autonómico o incluso a un nivel superior. En el caso del Abono Transporte, el servicio ha alcanzado zonas de la cercana Comunidad Autónoma de Castilla-La Mancha y de Castilla y León que registran un alto número de viajes al interior de la Comunidad Autónoma de Madrid, especialmente a su capital.

■ Evolución de la demanda global (en millones) ■

AÑO	METRO	EMT	RENFE	INTERURB.	TOTAL
2000 %var. 00/99	523,6 9,3%	494,4 (*) -6,5%	161,2 7,2%	270,1 6,2%	1.449,3 2,6%
2001 % var. 01/00	543,0 3,7%	496,0 0,3%	176,5 9,5%	284,9 5,5%	1.500,4 3,5%
2002 % var. 02/01	565,6 4,1%	478,4 -3,5%	198,6 12,5%	272,5 -4,3%	1.515,2 1,0%
2003 % var. 03/02	604,0(**) 6,8%	470,7 -1,6%	192,4 -3,1%	276,8 1,6%	1.543,9 1,9%
2004 % var. 04/03	618,4(**) 2,4%	473,7 0,6%	195,9 1,8%	276,2 -0,2%	1.564,2 1,3%

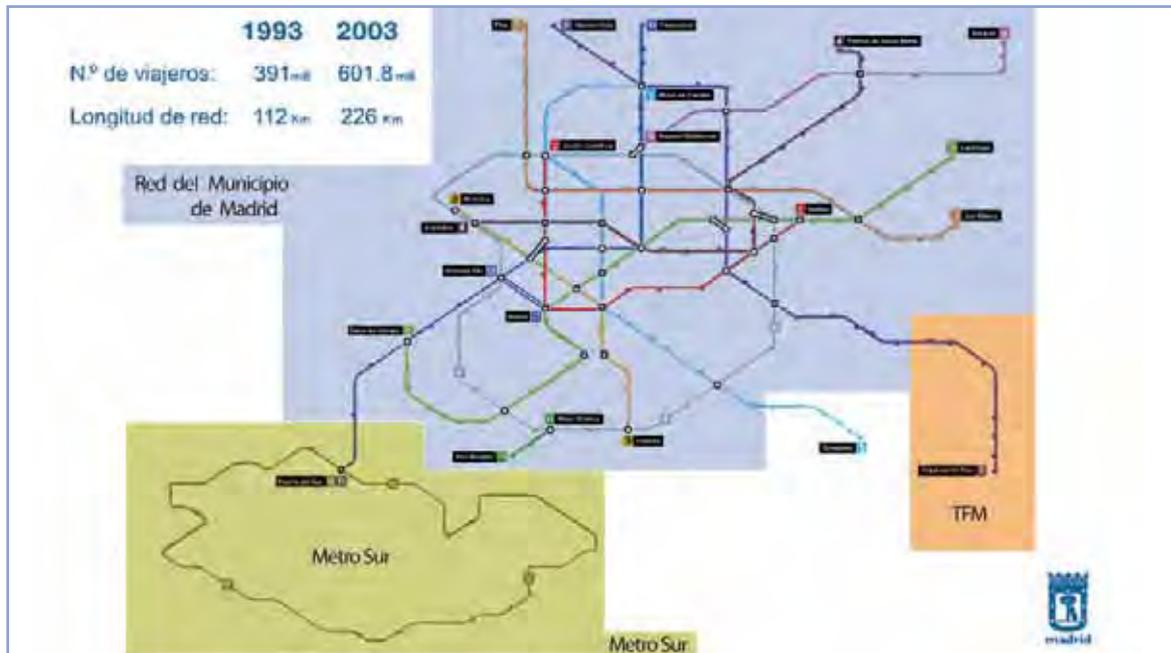
(*) En el año 2000 se modifica el procedimiento de cálculo de viajes (cancelaciones en lugar de encuesta domiciliaria)

(**) Incluyen los viajes internos a Metro Sur y a TFM

El segundo título de mayor difusión es el MetroBús, que permite realizar 10 viajes en los autobuses de la EMT o en el Metro del municipio de Madrid. Otro título de menor uso es el billete sencillo, que permite realizar exclusivamente un viaje en autobús o en Metro, aunque en este último caso

permite emplear la totalidad de la red de Metro, es decir, permite realizar viajes por el Metro Sur y TFM, tramos de la red de metro que trascurren por municipios periféricos de la ciudad. Por último, existen títulos de 10 viajes específicos para estos dos últimos tramos de la red de Metro.

Diferentes tramos de la red de Metro



159

En la actualidad el sistema de cancelación de todos los abonos y títulos es mecánico, de manera que se realiza mediante su introducción en torniquetes y máquinas canceladoras. Los títulos de transporte de más de un viaje sí admiten una cancelación múltiple por parte de diferentes usuarios que viajen juntos.

Descripción:

El usuario del transporte público necesita en un alto porcentaje de las ocasiones utilizar sucesivamente diferentes medios de transporte para realizar un trayecto urbano. Actualmente, el acceso sucesivo a diferentes medios de transporte es posible con los abonos, que suponen un uso ilimitado de los ferrocarriles de Cercanías, el Metro y los autobuses de la EMT e interurbanos. En cambio, el Metrobús y el billete sencillo presentan una serie de desventajas que les resta atractivo a la hora de realizar un empleo combinado de los diferentes medios de transporte colectivo que operan en la ciudad:

- No permiten el acceso de los usuarios de Metrobus a los ferrocarriles de cercanías, exigiendo la adquisición de un billete específico para este medio de transporte. Esta circunstancia resta eficacia a la actual red metropolitana de RENFE como medio de transporte urbano.
- La utilización sucesiva de los dos medios de transporte a los que permiten el acceso (autobuses urbanos y Metro) supone la necesidad de cancelar dos viajes para completar un trayecto.
- La utilización consecutiva de dos líneas de autobús para realizar un desplazamiento supone la cancelación de dos viajes, de manera que se disuade de la realización de transbordos entre diferentes líneas, una práctica que sí es posible realizar de manera gratuita en el Metro.

El Ayuntamiento de Madrid acometerá conjuntamente con el Consorcio Regional de Transportes el estudio técnico y económico para la creación de un título de transporte con mayor grado de multimodalidad que el

8 programa de actuación

aportado actualmente por los títulos disponibles. Este billete aportará una mayor facilidad de uso y un menor coste a los usuarios del transporte público y fomentará su utilización, especialmente entre las personas que requieren de un número medio de viajes al mes y operan desde o hacia zonas con una oferta de autobuses urbanos superior a la del Metro. La creación de estos títulos permitirá acentuar aún más la actual planificación coordinada de las líneas de Metro y EMT, ya que los intercambiadores y paradas de autobuses situadas en las proximidades de las bocas de metro registrarán un incremento del número de pasajeros.

Esta medida supone la creación de títulos que permitan la realización, como ya existe en otras ciudades, de un número ilimitado de transbordos entre diferentes medios durante un período de tiempo determinado. Una vez cancelados estos títulos, no se procederá a la cancelación de un nuevo viaje al introducir el título en otra máquina canceladora, salvo que se introduzca dos veces en la misma línea de autobús o en el metro. De esta forma el usuario abonará un solo viaje cuando para un desplazamiento emplee una combinación de varias líneas de autobús o una combinación de líneas de autobús y Metro. El tiempo de validez del viaje determinará en gran medida la eficacia de esta medida. Éste debe permitir realizar un recorrido suficientemente amplio en relación a la extensión del término municipal, pero tiempos muy elevados conducen a que se desvirtúe el cometido del billete, ya que puede ser usado para realizar trayectos de ida y vuelta. Teniendo en cuenta la extensión de la ciudad tiempos máximos de transbordo de aproximadamente una hora y media podrían ser adecuados.

Buscando una mejora en la facilidad de uso del transporte público se buscará el desarrollo de sistemas automatizados del control de acceso, tanto para los bonos y títulos actualmente disponibles como en los de nueva creación. Actualmente es posible sustituir los bille-

tes de papel por tarjetas monedero, ya que se trata de una tecnología que, pese a que no ha gozado del grado de implantación que se le auguraba hace unos años, incorpora un chip que ha demostrado un alto grado de seguridad. La implantación de este tipo de sistemas requiere la modificación de las máquinas canceladoras y la implantación de sistemas de comunicación e informáticos que permitan que se reste de las tarjetas el importe resultante de cada trayecto. Este sistema facilita las tareas de control y de diseño del servicio, incrementando su eficacia.

En un futuro cercano la instalación de sistemas basados en tarjetas dotadas de "transponders" pasivos accionados por medio de sistemas tipo escáner supone una alternativa viable a los métodos que requieren del contacto entre billete y máquina canceladora. Otra posibilidad que puede ser implementada en un futuro cercano son los sistemas que permitan la recarga y adquisición de los diferentes títulos y bonos desde los teléfonos móviles mediante mensajes cortos. El Ayuntamiento de Madrid analizará estas y otras soluciones tecnológicas buscando la implantación de sistemas que logren una simplificación aún mayor del uso del transporte público con el fin de potenciar su uso frente al transporte privado.

Se ha de tener presente que esta y otras medidas destinadas a la modificación del sistema tarifario del transporte público solamente pueden ser planteadas en la actualidad como propuestas por parte del Ayuntamiento de Madrid. El actual sistema, diseñado en el seno del Consorcio Regional de Transportes, está configurado por múltiples factores que permiten repartir los gastos y los ingresos generados entre los agentes implicados. Su modificación solamente es viable mediante un replanteamiento del conjunto del sistema, que requiere el análisis de un alto número de elementos muy interrelacionados y que responden a una configuración de equilibrio.

CONTAMINANTES (VARIACIÓN EN LA EMISIÓN)	No tiene una repercusión directa sobre la emisión de contaminantes. Sin embargo, al incentivar el uso del transporte público, se obtendrá una reducción de las emisiones de CO ₂ , NO _x , partículas en suspensión, CO, COVNM y metales pesados principalmente.	
OTROS EFECTOS	POSITIVOS	Reducción del tráfico rodado al incentivar el uso del transporte público.
	NEGATIVOS	Requiere un replanteamiento global del sistema tarifario.
ACTORES INVOLUCRADOS	Ayuntamiento de Madrid, Consorcio Regional de Transportes.	
PLAZO DE EJECUCIÓN	2006	
INDICADORES DE SEGUIMIENTO	Número de abonos transporte vendidos. Número de títulos generales vendidos. Número de títulos multimodales vendidos. Número de títulos monomodales vendidos.	

SECTOR	TRÁFICO RODADO
TIPO	Fomento del transporte público
NOMBRE	Creación del Taxi Bono

Antecedentes:

La imposición de fuertes restricciones al tráfico rodado en el centro urbano puede suponer un importante inconveniente para las Personas de Movilidad Reducida (PMR), que necesitan un medio de transporte que permita un recorrido puerta a puerta. El taxi es un medio de transporte que reúne esta característica, pero su elevado precio en relación con otros medios de transporte limita, en muchos casos, que estas personas recurran a él con cierta frecuencia.

La creación de una tarjeta que permita una reducción de las tarifas del servicio de taxi para este colectivo puede paliar esta situación, reduciendo sustancialmente los inconvenientes originados por las restricciones al transporte privado que se encuadran dentro de la presente Estrategia. El sistema Taxi Bono propuesto permite identificar a estos usuarios mediante un carné o una tarjeta. A cada uno de ellos es posible asignarles un número determinado de desplazamientos en función de sus con-

diciones personales. Una parte de estos trayectos puede ser costeada por el Ayuntamiento, mientras que el usuario pagaría una tarifa reducida. Sistemas análogos se han desarrollado en otras ciudades europeas, como por ejemplo en Londres donde se denomina TaxiCard.

Descripción:

La creación de una tarjeta que permita una reducción de las tarifas del servicio de taxi para el colectivo de las PMR puede mejorar la calidad de vida de este colectivo, reduciendo especialmente los inconvenientes originados por las restricciones al transporte privado que se encuadran dentro de la presente Estrategia y que pueden suponer una merma de su movilidad. El sistema Taxi Bono permite identificar a estos usuarios mediante un carné o una tarjeta. A cada una de ellos es posible asignarles un número determinado de desplazamientos en función de sus condiciones personales. Una parte de estos trayectos puede ser costeada por el Ayuntamiento, mientras que el usuario pagaría una tarifa reducida.

Dentro de la presente Estrategia, las Zonas de Preferencia Residencial suponen una de las mayores restricciones al tráfico rodado. El Ayuntamiento estudiará con el sector del Taxi la viabilidad de establecer este sistema en un Área de Prioridad Residencial, analizando la posibilidad de asumir una parte del coste de los desplazamientos.

8 programa de actuación

CONTAMINANTES (VARIACIÓN EN LA EMISIÓN)	No se reduce de manera directa la emisión de ningún contaminante.	
OTROS EFECTOS	POSITIVOS	Incremento de la calidad del servicio de Taxi. Mejora de la calidad de vida de las PMR. Mejora de la aceptación popular de las Zonas de Prioridad Residencial.
	NEGATIVOS	
ACTORES INVOLUCRADOS	Asociaciones de taxistas, Ayuntamiento de Madrid.	
PLAZO DE EJECUCIÓN	2008-2010	
INDICADORES DE SEGUIMIENTO	Número de PMR que se pueden acoger al sistema Taxi Bono. Número de taxis acogidos al sistema Taxi Bono. Número de desplazamientos realizados empleando el sistema Taxi Bono.	

tos necesarios para asegurar la movilidad puerta a puerta de las PMR que residan en estas zonas. En caso de que la medida demuestre su eficiencia, el servicio podrá ser ampliado a otras zonas de la ciudad.

Se buscará la priorización del abono a taxis poco contaminantes, de manera que se establezca una conexión entre esta medida y la medida destinada a reducir las emisiones del sector del taxi.

▣ MEDIDAS SOBRE LA REGULACIÓN DEL TRÁFICO

SECTOR	TRÁFICO RODADO
TIPO	Regulación del tráfico
NOMBRE	Control de la velocidad de circulación

Antecedentes:

Uno de los mecanismos que existen hoy en día en Madrid para controlar la velocidad de circulación por las principales vías es la regulación sincronizada de los semáforos. Existen una serie de detectores incrustados en la calzada

capaces de cuantificar el número de vehículos y la velocidad a la que se circula; toda esta información, junto con los datos geométricos de la infraestructura viaria, se utiliza para determinar las estrategias y los planes de regulación de semáforos más adecuados para cada situación de tráfico.

La reducción de los límites de velocidad en las vías urbanas y carreteras interurbanas es una alternativa para ahorrar combustible y reducir las emisiones de gases contaminantes procedentes de los vehículos a motor. En este sentido, en el apartado referido a transporte del Plan Nacional de Asignaciones, publicado en el BOE de 7 de septiembre de 2004, se apunta que una medida que podría suponer importantes reducciones en la emisión de gases de efecto invernadero a corto plazo es *"la disminución de la velocidad máxima permitida, tanto en la red urbana como interurbana, cuyo impacto positivo no sólo se haría sentir sobre las emisiones, sino también en la reducción de la accidentalidad y en el incremento apreciable de la seguridad del transporte por carretera"*.

A mediados de 2004 se procedió, por parte del Ayuntamiento de Madrid, a instalar una serie de radares en determinados puntos de la M-30, lo que ha supuesto la disminución de la velocidad de circulación por esta vía (limitada a 90 km/h), con la consiguiente reducción en los niveles de contaminantes.

En Mataró se ha desarrollado el Proyecto PROSPER (Project for Research On Speed Adaptation Policies on European Roads), proyecto que está impulsado y financiado por la UE en el que se están estudiando temas relacionados con la velocidad de circulación y la seguridad vial.

Descripción:

Con respecto al control de la velocidad de circulación se desarrollarán las siguientes acciones:

Templado del tráfico

Con objeto de regular la velocidad de los vehículos que circulan por el municipio se realizarán actuaciones puntuales de templado del tráfico (glorietas, badenes, etc.). Esta acción se ha realizado en los últimos años en algunos de los barrios de Madrid, como es el caso del barrio de Salamanca, donde en algunas calles (Ayala, Lagasca, Claudio Coello, Hermosilla, Recoletos, etc.) se han instalado badenes. Para evitar problemas de seguridad vial se están instalando badenes de goma natural con bandas amarillas y negras, paralelas a la dirección de la marcha. Se está elaborando una recomendación para la instalación de los mismos: las calles deberán reunir una serie de condiciones (intensidades de tráfico, velocidades, etc.).

Para lograr velocidades menores de 50 km/h, estos badenes tendrán como dimensiones, 60 cm de ancho y 3 cm de altura; para velocidades menores de 40 km/h, 90 cm de ancho y 5 cm de altura, y para lograr velocidades menores de 30 km/h, 120 cm de ancho y 7 cm de altura.

Actualmente se han instalado un total de 50 badenes de goma y 55,8 metros lineales (calles El Toboso, José Paulete, Deyamira, Costa Rica, Alfonso XII, Avda Arcenales, Crta. de Carabanchel a Villaverde, Maqueda, Avda. Abrantes, Besolla).

Esta línea de actuación se desarrollará a lo largo del período de vigencia de esta Estrategia, con el objeto de delimitar zonas coherentes de templado del tráfico en los distintos Distritos.

Control de la limitación de velocidad

El pasado 2004 se procedió a la instalación en la M-30 de radares para el control de la velocidad. Actualmente está en fase de prueba un nuevo radar fijo en la M-30. En los próximos años se incrementará el número de radares fijos y portátiles en las principales vías rápidas, sobre todo en la M-30.

Desde el Ayuntamiento se está estudiando la posibilidad de ampliar esta acción e instalar estos dispositivos en otras vías de la ciudad, como pueden ser el Paseo de la Castellana, el Paseo de Recoletos y otras en las que la velocidad de circulación suele ser elevada. Igualmente, se instalarán radares fijos para evitar los excesos de velocidad en los túneles.

Innovación tecnológica

Adicionalmente, el Ayuntamiento de Madrid trabajará en la línea marcada por el proyecto PROSPER. En éste, como elemento sancionador y pedagógico, se contempla la instalación —en los vehículos cuyos conductores hayan infringido los límites de velocidad y hayan sido multados— de un dispositivo limitador de la velocidad vía satélite que obliga a circular a la velocidad fijada en las vías urbanas.

El dispositivo instalado en el coche es una caja-registro informatizada y conectada a un GPS ubicada en el motor, conectada al cable tensor del pedal del acelerador.



Dispositivos y funcionamiento Proyecto PROSPER

8 programa de actuación

dor. Si el conductor supera la velocidad permitida, se bloquea paulatinamente la aceleración hasta conseguir la velocidad reglamentaria.

Inmediatamente un pequeño monitor instalado en el salpicadero del vehículo lanza una señal acústica y visual advirtiendo del exceso.

El Proyecto PROSPER valora en 1.000 euros cada dispositivo. Sólo sería necesaria una única sala de recepción

de datos para todo el municipio, mientras que la regulación de velocidad podría realizarse de forma totalmente automática.

Dadas las características del municipio de Madrid, sería muy difícil aplicar esta medida a la totalidad de sus vías. Por lo tanto, sería conveniente seleccionar puntos conflictivos/negros, donde se haya detectado un alto índice de siniestralidad o de violación de los límites de velocidad, para instalar el sistema.

CONTAMINANTES (VARIACIÓN EN LA EMISIÓN)	La reducción de la velocidad de los vehículos supone menos emisiones de NO _x , partículas en suspensión, CO, CO ₂ , COVNM y metales pesados.	
OTROS EFECTOS	POSITIVOS	Reducción de la siniestralidad en carreteras y ciudad.
	NEGATIVOS	
ACTORES INVOLUCRADOS	Ayuntamiento de Madrid, conductores, asociaciones de automovilistas, Dirección General de Tráfico.	
PLAZO DE EJECUCIÓN	2008-2010	
INDICADORES DE SEGUIMIENTO	Incremento de la velocidad media diaria.	

SECTOR	TRÁFICO RODADO
TIPO	Regulación del tráfico
NOMBRE	Ampliación del cuerpo de Agentes de Movilidad

Antecedentes:

A mediados de 2004 el Ayuntamiento de Madrid creó el cuerpo de Agentes de Movilidad, destinado exclusivamente a regular el tráfico rodado e integrado por 150 agentes. Este cuerpo es independiente del cuerpo de Policía Municipal.

Las funciones específicas de este nuevo cuerpo son las de ordenar, señalizar y regular el tráfico dentro de la

ciudad, aspectos que están estrechamente relacionados con la calidad del aire. Para llevar a cabo su cometido, tienen la condición de agentes de la autoridad. La labor de los agentes de movilidad resulta imprescindible para descongestionar el tráfico en las vías de la capital que presentan mayores problemas debidos a los atascos; también consiguen incrementar la frecuencia de paso de los autobuses ya que dedican especial atención a liberar el carril bus. Ambos factores repercuten directamente en la calidad del aire y en la calidad del servicio de transporte público.

A finales de 2004 se incorporaron 646 nuevos funcionarios para sumar un total de aproximadamente 800 agentes de movilidad. Con esta nueva ampliación se pretende cubrir todo el área del centro de la capital (interior del círculo que dibuja la M-30), aunque también podrán

actuar en las calles tradicionalmente más conflictivas de fuera de la circunvalación.

Descripción:

Desde la puesta en marcha del cuerpo de Agentes de Movilidad la circulación en las principales vías de la ciudad se ha visto mejorada y los estacionamientos en doble fila y las ocupaciones indebidas de los Carriles Bus han descendido.

Desde el Ayuntamiento se realizará un estricto seguimiento de las labores de estos agentes, incrementando su presencia en aquellas vías que presenten mayor número de problemas de circulación y en las que el funcionamiento de los carriles bus no sea el esperado.

Como complemento a la presencia de los agentes de movilidad, desde el Ayuntamiento se estudiará la incorporación al servicio de vehículos equipados con el denominado Sistema Móvil de Identificación de Vehículos (SMIV), del que en Madrid se han realizado pruebas piloto y en otras ciudades de España (Vigo, Bilbao, etc) está funcionando con enorme éxito.

Este tipo de vehículos cuenta con dos cámaras que registran las matrículas de los coches mal estacionados, mediante un sistema GPS y un mecanismo cartográfico que permite conocer la ubicación de los vehículos infractores. Los datos obtenidos por estos sistemas se remiten por GSM al Centro de Control de Trafico donde se actualizan de forma permanente y contrastada. En las ciudades en las que se utiliza este sistema SMIV se han obtenido buenos resultados en el control de las zonas de carga y descarga, carriles bus y eliminación de doble fila.

CONTAMINANTES (VARIACIÓN EN LA EMISIÓN)	Permitirá una reducción de las emisiones provenientes del tráfico, principalmente NO _x , partículas en suspensión, CO ₂ , CO, COVNM y metales pesados.	
OTROS EFECTOS	POSITIVOS	Incremento de la seguridad ciudadana Disminución de la congestión
	NEGATIVOS	
ACTORES INVOLUCRADOS	Ayuntamiento de Madrid	
PLAZO DE EJECUCIÓN	2006 - 2010	
INDICADORES DE SEGUIMIENTO	Incremento de la velocidad media de circulación en los diferentes cinturones de la ciudad Incremento de la velocidad de circulación de los autobuses	

8 programa de actuación

□ MEDIDAS SOBRE VEHÍCULOS

SECTOR	TRÁFICO RODADO
TIPO	Medidas sobre vehículos
NOMBRE	Reducción de las emisiones provenientes del sector del taxi

Antecedentes:

El sector del taxi constituye la mayor flota cautiva de Madrid, estando integrada por vehículos que realizan una gran cantidad de kilómetros cada año. El número de licencias de taxi habilitadas en el Área Integrada de Madrid asciende en la actualidad a 15.646, de las que 1.883 son vehículos mixtos que utilizan gasolina y GLP como combustible, mientras que los 14.438 restantes corresponden a motores diésel.

La media de edad del parque de taxis de la ciudad es de unos 5 años. Esto significa que el parque de taxis de Madrid está en continua renovación y, por tanto, está preparado para la introducción de tecnologías y combustibles limpios.

Descripción:

En la actualidad, la norma que regula el sector del taxi a nivel municipal es la *Ordenanza Municipal Reguladora de Vehículos de Alquiler con Aparato Taxímetro*. Desde el Área de Gobierno de Seguridad y Servicios a la Comunidad se está trabajando en la elaboración de la nueva Norma que regula las características de los modelos de automóviles para el servicio público de Taxi de Madrid, en la que se detallarán las características que se deben exigir

a los vehículos que soliciten la autorización para su uso como taxi.

Con la finalidad de reducir las emisiones provenientes del sector del taxi y en colaboración con las asociaciones representativas de este sector se estudiarán las siguientes acciones:

□ Introducción de tecnologías y combustibles limpios en los taxis

Como ya se ha comentado anteriormente, la mayoría de los taxis que circulan por la ciudad utilizan gasóleo como combustible. Actualmente existen en Madrid varios puntos de distribución de biodiésel; aprovechando esta situación, se pretende fomentar el consumo de este tipo de combustible por parte de los taxistas de la ciudad, estableciendo una serie de ayudas e incentivos económicos.

Una forma de potenciar el uso de este combustible mediante bonificaciones, puede ser a través del descuento en el pago anual del Impuesto sobre Vehículos de Tracción Mecánica, una cantidad a determinar correspondiente al volumen de biocombustible consumido (nunca superior al 75% según lo establecido en la Ley 51/2002, Reguladora de las Bases Locales).

Otro combustible que se debe potenciar dentro del sector del taxi es el gas licuado de petróleo (GLP, un combustible menos contaminante que el diésel y la gasolina, y presenta la ventaja de que los motores de GLP pueden usar indistintamente GLP y gasolina). En la actualidad tan sólo 883 de los casi 16.000 taxis existentes lo utilizan, cuando hasta hace pocos años era el combustible utilizado por casi 12.000 taxis de Madrid. El GLP en nuestro país es un combustible muy poco utilizado, aproximadamente por 4.000 vehículos, a diferencia de otros países europeos, como se ve en la Tabla siguiente:

Situación consumo GLP

PAÍS	VENTAS (TM/AÑO)	VEHÍCULOS	ESTACIONES DE SERVICIO
Italia	1.188.000	1.220.000	2.150
Polonia	1.070.000	1.100.000	2.000
Holanda	440.000	229.000	2.100
Francia	166.000	180.000	1.851
Reino Unido	100.000	105.000	1.272
Bélgica	100.000	93.000	600
Hungría	40.000	75.000	483
Portugal	25.000	35.000	150
España	18.000	4.000	36
TOTAL	3.147.000	3.102.000	10.642

Fuente: AEGLP 1/1/2004.

Esto se debe fundamentalmente a la escasez de modelos comercializados, a los avances en el campo del diésel y a las trabas impuestas por las marcas de fabricantes de vehículos homologados para taxi a la conversión de vehículos gasolina a GLP.

Se contemplan las siguientes acciones con el fin de fomentar el uso del GLP:

- Establecer los mecanismos administrativos, como convenios de colaboración, para que los fabricantes de automóviles comercialicen modelos que incorporen motores bi-fuel (adaptados al GLP), cubiertos por las correspondientes garantías.
- Bonificar el consumo de GLP, a través del descuento en el pago anual del Impuesto sobre Vehículos de Tracción Mecánica.

- Establecimiento de una línea de subvenciones para la adquisición de vehículos que utilicen GLP.

La industria automovilística cada vez está más concienciada con temas ambientales, lo que ha supuesto la aparición en el mercado de vehículos híbridos; fomentar la utilización de este tipo de vehículos dentro del sector del taxi ayudará a reducir las emisiones y el consumo de combustible en este sector.

Los motores híbridos son capaces de ahorrar gran cantidad de combustible, debido a que en situaciones de parada o bajas revoluciones pueden utilizar el motor eléctrico.

En la actualidad se comercializan varios modelos de coches híbridos en nuestro país, pero ninguno se encuentra homologado para poder ser utilizado como taxi. Para

8 programa de actuación

promover su utilización, desde el Ayuntamiento se realizarán las siguientes acciones:

- Autorización de vehículos híbridos para su uso como taxi
- Establecimiento de una línea de subvenciones para la adquisición de vehículos híbridos.

La introducción de criterios de eficiencia energética y mecanismos para la reducción de emisiones será otro punto clave dentro del sector del taxi. Con esta finalidad se introducirán criterios ambientales en la futura Norma que regula las características de los modelos de automóviles para el servicio público de taxi de Madrid tales como la posible adaptación de los motores a la Norma EURO IV u otras exigencias de similares naturalezas.

□ Control de emisiones e introducción de vehículos limpios a través de un inventario de la flota de taxis de Madrid.

Para llevar a cabo una adecuada vigilancia de las emisiones de los taxis será necesario realizar un control de ciertos datos sobre cada uno de los vehículos. Para ello, se tendrá como base de la acción la ficha de automóvil propuesta en el *Programa de Creación de un Inventario de Consumo, Emisiones y Generación de residuos de la flota municipal*, la cual incluye características generales y técnicas del automóvil.

Para desarrollar de una manera satisfactoria esta acción, se colaborará con las gremiales de taxis para que ellas sean las encargadas de difundir entre sus afiliados la existencia de estos controles. Los taxis serán sometidos a unos controles voluntarios, siendo obligatorios en el caso de querer acceder a bonificaciones por el consumo de biocombustibles y GLP.

□ Formación Ambiental a profesionales del sector del taxi.

La formación y sensibilización ambiental dentro del sector del taxi puede ser un elemento clave.

Se elaborarán una serie de guías para su difusión, cuyos contenidos serán:

- El impacto del transporte en el medio ambiente.
- Los tipos de combustible y sus ventajas ambientales.
- La realización de las labores de mantenimiento y reparación.
- La conducción respetuosa con el medio ambiente.

Igualmente, se van a incluir en el examen de capacitación profesional del taxi temas sobre concienciación medioambiental.

□ Fomento de una flota de taxis sostenibles.

El sector del taxi cuenta con aproximadamente 21.000 trabajadores, y representa un grupo diana muy visible, en el que puede resultar relativamente sencillo fomentar hábitos de conducción más sostenible y respetuosa con el medio.

Para llevar a cabo esta acción se puede crear un distintivo que acredite al vehículo como respetuoso con el medio ambiente y que será concedido a aquellos taxis que implanten tecnologías más limpias. Entre los criterios que se pueden tener en cuenta se considerarán al menos:

- El uso de tecnologías limpias o biocombustibles.
- El control voluntario de emisiones en los centros de control de vehículos del Ayuntamiento de Madrid.
- La asistencia a la jornada de Conducción Sostenible (descrita en párrafos anteriores).
- Como otra herramienta para el fomento de una flota más sostenible, aquellos que consigan el distintivo podrán obtener bonificaciones o incentivos fiscales.

Localización de paradas.

Actualmente, la recepción de pasajeros en el taxi se puede realizar en cualquier sitio, es decir, el taxi no tiene que estar estacionado en una parada sino que puede recoger a un pasajero mientras circula por la ciudad, siempre que no esté ocupado.

Para evitar la continua circulación de los taxis se estudiará la posibilidad de que en la Zona de Emisión Baja solo se permita recoger pasajeros a aquellos taxis que se encuentren estacionados en la parada correspondiente, para lo que se estudiará una posible localización de nuevas paradas de taxis, analizando aquellas zonas en las que la demanda es mayor.

Así mismo, se establecerán paradas en las que todos los vehículos que operen deban cumplir una serie de requisitos ambientales, como por ejemplo: vehículos que operen con carburantes de baja /nula emisión más respetuosos con el medio ambiente.

CONTAMINANTES (VARIACIÓN EN LA EMISIÓN)	NO _x , Partículas en suspensión, CO, CO ₂ , COVNM, y metales pesados principalmente.	
OTROS EFECTOS	POSITIVOS	Reducción de los costes de explotación (menor consumo de combustible)
	NEGATIVOS	
ACTORES INVOLUCRADOS	Asociación Gremial del Taxi, Federación Profesional de Taxi de Madrid (FPTM), otras asociaciones gremiales y sindicales y Ayuntamiento de Madrid	
PLAZO DE EJECUCIÓN	2006 - 2010	
INDICADORES DE SEGUIMIENTO	Número de taxis que cumplen cada una de las normas que regulan los límites de emisión de vehículos a motor (Normas Euro) Número de taxis que emplean tecnologías poco o nada contaminantes Porcentaje de taxis certificados en función de su nivel de emisiones	

SECTOR	TRÁFICO RODADO
TIPO	Medidas sobre vehículos
NOMBRE	Reducción de las emisiones asociadas al transporte y reparto de mercancías

centaje de las emisiones de NO_x y partículas en suspensión, y al mismo tiempo suponen una importante reducción de la fluidez debido a sus dimensiones y condiciones de circulación.

Dentro de este grupo es posible diferenciar las actividades de reparto, realizadas por pequeños vehículos en su mayoría, del transporte a larga distancia, en el que se emplean vehículos de mayores dimensiones.

Antecedentes:

El elevado tráfico que actualmente registra la ciudad es debido no solamente a las necesidades de transporte de pasajeros, sino también a un elevado tráfico de mercancías. Los vehículos destinados al reparto de mercancías que operan en la ciudad son responsables de un alto por-

Los vehículos de reparto son imprescindibles para el funcionamiento de la ciudad, especialmente para completar los trayectos finales de la cadena de distribución hasta el cliente o usuario final. Estos vehículos contribuyen notablemente a las emisiones debidas al tráfico rodado porque añan dos aspectos diferentes. Por un lado el alto número de vehículos, la relativa alta antigüedad del

8 programa de actuación

parque, y sus condiciones de uso, con frecuentes paradas y arranques, conducen a que estos vehículos sean responsables directos de un alto porcentaje de las emisiones debidas al tráfico rodado. Por otro lado, la actividad de estos vehículos supone un incremento generalizado de las emisiones del conjunto del tráfico rodado, ya que sus estacionamientos, en ocasiones realizados en doble fila, ralentizan la velocidad de circulación en general y muy especialmente la de los autobuses, puesto que el estacionamiento en los carriles Bus se ha revelado especialmente frecuente.

Considerando estos hechos, el Ayuntamiento ya ha regulado este servicio mediante la creación de plazas destinadas exclusivamente a carga y descarga dentro de un horario (en general, de 8:00 a 14:00 y de 16:30 a 19:00 horas). En las zonas comerciales existe un horario concreto que regula el acceso de los vehículos de reparto. A la zona peatonal de Preciados y Carmen solamente tienen permitido el acceso desde las 11 de la noche a las 11 de la mañana. En las Zonas de Prioridad Residencial del Barrio de las Letras y del Barrio de las Cortes el reparto puede realizarse desde las 8 a las 11 de la mañana.

En cuanto a los vehículos de gran tamaño destinados al transporte de mercancías, la importancia del municipio como nudo central de la red estatal de carreteras impide que el Ayuntamiento de Madrid desarrolle una regulación estricta de las condiciones de circulación a los camiones, ya que ésta se traduciría en una importante pérdida de competitividad del conjunto de la región y del Estado.

Por otro lado es conveniente que los vehículos más contaminantes eviten el acceso al centro urbano, una zona ya suficientemente congestionada y con mayor contaminación atmosférica que el resto del municipio. Por este motivo, el Ayuntamiento ha establecido una serie de restricciones destinadas a limitar su presencia en la ciudad:

□ En la **Zona A** comprendida en el interior del perímetro formado por la Plaza de Manuel Becerra, Calle del Doctor Esquerdo, Avenida de la Ciudad de Barcelona, Paseo de la Infanta Isabel, Plaza del Emperador Carlos V, Rondas de Atocha y de Valencia, Glorieta de Embajadores, Ronda de Toledo, Glorieta de la Puerta de Toledo, Gran Vía de San Francisco, Plaza de

San Francisco, Calle de Bailén, Plaza de España, Calle de Ferraz, Paseos del Pintor Rosales y de Moret, Plaza de la Moncloa, Avenidas del Arco de la Victoria y de los Reyes Católicos, Plaza de Cristo Rey, Paseo de San Francisco de Sales, calle del General Ibáñez de Ibero, Avenida de la Reina Victoria, Glorieta de los Cuatro Caminos, calles de Raimundo Fernández Villaverde, Joaquín Costa y Francisco Silvela y Plaza de Manuel Becerra, excluidas las vías límites, se prohíbe la circulación y la carga y descarga de todo tipo de mercancías que sean transportadas en vehículos que superen los 2 metros de anchura o los 6 metros de longitud, entre las 12 y las 21 horas en días laborables, excepto los viernes de las semanas en que no haya ninguna fiesta intermedia, en los que la prohibición será de 10 a 24 horas.

□ En el interior de la **Zona B** cuyo perímetro está formado por: Nudo de Manoteras, Avenida de la Paz (M-30), Puente de la Lira, Avenida del Mediterráneo, Plaza del Conde de Casal, Calle de Doctor Esquerdo, Avenida de la Ciudad de Barcelona, calles del Comercio, Méndez Álvaro y Ramírez de Prado, Paseo de las Delicias, Plaza de Legazpi, Paseo de la Chopera, Paseo de Yeserías, Glorieta de las Pirámides, Calle de Toledo, Glorieta de la Puerta de Toledo, Ronda de Segovia, Calle de Segovia, Paseo de la Virgen del Puerto, Glorieta de San Vicente, Puente del Rey, Paseo del Marqués de Monistrol (M-30), Puente de los Franceses (M-30), Avenida de la Ilustración, M-30, Nudo Norte y Nudo de Manoteras, excluidas las vías límites y los enlaces, se prohíbe la circulación de camiones de más de doce toneladas de PMA sin la correspondiente autorización municipal, los días laborables entre las 9 y las 21 horas y los días festivos en todas sus horas.

Asimismo estos vehículos no pueden estacionar en las vías públicas situadas en el interior de la esta zona y tampoco en las vías límite, excepto el tiempo imprescindible para realizar operaciones de carga y descarga dentro del horario comprendido entre las 21 y las 9 horas.

□ Los vehículos que transportan mercancías peligrosas no pueden acceder al interior de la M-40 (**Zona C**), ni a vías con una anchura inferior a los 14 metros sin la correspondiente autorización municipal. Además desde las 8 a las 24 horas de los domingos y días festivos, y de las 13 a las 24 horas de las vísperas, no sábados, de días festi-

vos, así como los días 31 de julio y 1 de agosto desde las 0 hasta las 24 horas, la circulación de vehículos que transportan este tipo de mercancías está prohibida en la totalidad del término municipal.

❑ Se prohíbe la realización de operaciones de carga y descarga de contenedores de lunes a viernes, excepto festivos, entre las 7 y las 10 horas. Estos vehículos deben de contar con la correspondiente autorización para efectuar las tareas de carga y descarga en las vías principales del municipio.

Existe una serie de excepciones a las anteriores medidas, de manera que no están sometidos a las restricciones generales de circulación, carga y descarga los siguientes tipos de vehículos y actividades:

- ❑ Los vehículos de mudanzas cuyo peso máximo autorizado exceda de 3.500 kilogramos, que se someterán a lo preceptuado en la Ordenanza Reguladora de la Ejecución de Mudanzas en el término municipal de Madrid.
- ❑ Los vehículos de transporte de combustible a estaciones de servicio.
- ❑ Los vehículos especialmente adaptados para el transporte de hormigón preparado.
- ❑ Los vehículos destinados al arrastre o transporte de vehículos averiados o que deban ser retirados de la vía pública en aplicación de lo establecido en la presente Ordenanza, siempre que estén de servicio.

Descripción:

El Ayuntamiento acometerá un conjunto de actuaciones destinadas a lograr que la distribución de mercancías no suponga un impedimento a la fluidez del tráfico y que, al mismo tiempo, se realicen con el menor volumen posible de emisiones contaminantes asociadas. Estas medidas se agruparán en un plan concreto que afectará al conjunto del municipio y que incluirá, en su caso, una serie de actuaciones normativas y políticas coordinadas que permitan compatibilizar la actividad comercial con el objetivo de reducción de emisiones, y teniendo en cuenta condicionantes como el tipo de vehículos utilizados, las características de las mercancías de carga y descarga o los itinerarios de acceso a las

áreas comerciales y turísticas. Se contemplan como líneas de actuación principales en este campo los siguientes puntos:

❑ Incremento de las plazas reservadas a tareas de carga y descarga

Para acometer esta ampliación, en primer lugar se identificarán las necesidades de plazas destinadas a tareas de reparto en cada una de las zonas de la ciudad. Con este fin se analizarán las pautas seguidas en la actualidad para la realización de estas tareas detectando qué vehículos las realizan, qué tiempo emplean, en qué lugar se detienen en la actualidad, qué distancia se recorre entre el vehículo y el destino de las mercancías, etc. Se ha de tener presente que las necesidades de este tipo de acciones pueden evolucionar de manera excepcionalmente veloz, ya que la implantación de ciertas actividades puede incrementar considerablemente estas tareas.

Una vez analizada la situación actual, se incrementarán las plazas reservadas a carga y descarga buscando la máxima eficiencia en cada una de las ubicaciones contempladas. En estas plazas los vehículos de reparto podrán estacionar de manera gratuita. Estas plazas se crearán a costa de las plazas destinadas en la actualidad a no residentes (plazas azules). De esta forma la oferta para los turismos se verá reducida, por lo que esta medida conjuga un incremento de la fluidez con un efecto disuasorio del uso del transporte privado de pasajeros.

❑ Modificación de los horarios de carga y descarga

Para cada zona del municipio se establecerá un horario en el que las plazas de carga y descarga no puedan ser ocupadas por el resto de vehículos. Fuera de este horario, estas plazas podrán ser ocupadas por cualquier usuario. Es posible contemplar una modificación de los horarios de reparto para que no coincidan con las horas de máxima intensidad de tráfico, de manera que se eviten episodios puntuales de alta contaminación y se reduzca sensiblemente la congestión.

Para las zonas de tráfico restringido o peatonalizadas se concretará un horario que permita el acceso de los vehículos de reparto siguiendo los mismos principios. En el caso de que dispongan de plazas de aparcamien-

8 programa de actuación

to, los vehículos estarán obligados a estacionar en ellas, mientras que si no existen deberán hacerlo en las zonas más convenientes.

Para la concreción de estos horarios se consultará a los comerciantes y empresarios de las zonas afectadas así como a representantes del sector de transportes.

□ Regulación de las tareas de carga y descarga en grandes centros comerciales

Las áreas comerciales de elevado tamaño y ciertas actividades empresariales presentan una elevada necesidad de espacios de carga y descarga. Pese a que algunos disponen de muelles de carga en su interior para efectuar las tareas de carga y descarga, es posible detectar un elevado número de empresas que realizan frecuentes tareas de carga y descarga deteniéndose en la vía pública.

El establecimiento de la obligatoriedad de disponer de un número concreto de plazas de carga y descarga en el interior de las instalaciones de estos centros se tendrá presente en la futura normativa municipal.

□ Incremento de la inspección de las detenciones en lugares inapropiados

El cumplimiento estricto de la normativa vigente en este aspecto supondría un importante incremento de la fluidez del tráfico. En cambio, las tareas de inspección se han mostrado ineficaces hasta el momento y las detenciones en doble fila o en lugares no autorizados son frecuentes. Aunque no todas son debidas a tareas de distribución de mercancías un elevado porcentaje se pueden encuadrar en este grupo.

El Ayuntamiento incrementará sustancialmente la inspección del aparcamiento en doble fila y la ocupación del carril bus asegurando la mejora de la fluidez, al mismo tiempo que asegurará que las plazas de carga y descarga son ocupadas por los vehículos de reparto. Estas tareas se acometerán por el Cuerpo de Agentes

de Movilidad y los vigilantes del Servicio de Estacionamiento Regulado principalmente, así como por la Policía Municipal.

□ Vehículos menos contaminantes

A diferencia de otros sectores como el taxi o los autobuses municipales, en este sector la principal línea a seguir en materia de reducción de las emisiones no apunta tanto hacia un cambio en el tipo de combustible empleado, sino al empleo de vehículos convencionales equipados con tecnologías menos contaminantes. Como se ha indicado en otras medidas, el progreso normativo y tecnológico ha conducido a la comercialización de vehículos cada vez menos contaminantes. Se ha puesto de manifiesto que en caso de mantenerse la tendencia en cuanto a la renovación del parque de vehículos, las emisiones no se verían reducidas suficientemente como para alcanzar los objetivos de reducción de las emisiones que la presente Estrategia contempla.

Por este motivo la Estrategia supone una serie de medidas que acelerarán a la transición hacia vehículos fabricados conforme a las normas de emisión más novedosas.

Dentro de estas medidas destaca la creación de una Zona de Emisión Baja, que supone la medida con mayor potencial de reducción de las emisiones de contaminantes como el NO_x. Esta medida conduce al establecimiento de una zona en la que solo pueden circular los vehículos fabricados conforme a las normas de control de las emisiones más actuales. Su constitución requiere la creación de un calendario que determina, para cada tipo de vehículo, que vehículos pueden acceder a su interior.

Estas medidas y otras que, en su caso, se puedan desarrollar, se valorarán en la Mesa de Trabajo creada por el Ayuntamiento de Madrid para el estudio de medidas específicas en la carga y descarga, estableciendo los criterios para compatibilizar la actividad comercial con el objetivo de reducción de emisiones.

CONTAMINANTES (VARIACIÓN EN LA EMISIÓN)	NO _x , partículas en suspensión, CO, CO ₂ , COVNM, y metales pesados principalmente.	
OTROS EFECTOS	POSITIVOS	Reducción de la contaminación acústica Reducción de la congestión Incremento de la velocidad comercial de los autobuses urbanos Incremento de la eficacia de los servicios de reparto
	NEGATIVOS	
ACTORES INVOLUCRADOS	Ayuntamiento de Madrid, Cámara Oficial de Comercio e Industria de Madrid y CEIM Confederación empresarial de Madrid-CEOE	
PLAZO DE EJECUCIÓN	2007 – 2009	
INDICADORES DE SEGUIMIENTO	Número de plazas destinadas a carga y descarga.	

SECTOR	TRÁFICO RODADO
TIPO	Medidas sobre vehículos
NOMBRE	Renovación de la flota de vehículos de los Servicios Municipales

al año, entendiendo como AFV vehículos propulsados por combustibles diferentes a la gasolina, como por ejemplo: electricidad, gas licuado del petróleo (GLP) o gas natural (GNC). En este dato no se incluyen las bicicletas usadas por las patrullas de Oficiales de Ciudad o los vehículos híbridos que completan una sustancial reducción de las emisiones provenientes de los servicios municipales.

Antecedentes:

La política que en esta dirección se está llevando a cabo en ciertas ciudades que se encuentran a la cabeza en desarrollo de tecnologías limpias como Los Ángeles, sirve de ejemplo y referencia para su aplicación en Madrid. En esta ciudad californiana, entre 1996 y 2001, el número de vehículos de combustible alternativo (AFV) pertenecientes a la flota de la administración aumentó un 23%

Descripción:

La flota de vehículos de titularidad municipal está formada por 2.068 vehículos, de los que 1.323 son de propiedad municipal y 745 están incorporados mediante la fórmula de renting. En la tabla que se incluye a continuación se muestra la composición de la flota de vehículos de titularidad municipal.

8 programa de actuación

Composición de la flota de vehículos de titularidad municipal

TIPO	NÚMERO
Turismos	749
Todoterrenos	43
Motos	668
Furgonetas	186
Camiones	206
Autocares	14
Ambulancias	107
Vehículos industriales	87
Remolques	5
Laboratorio municipal	3
TOTAL	2.068

Fuente: Ayuntamiento de Madrid, Área de Gobierno de Hacienda y Administraciones Públicas.

Mediante la ejecución de esta medida se pretende desarrollar el *Plan de Flota Verde de Madrid*, que establecerá los criterios de renovación de la flota de vehículos de titularidad pública, asegurando la incorporación de vehículos menos contaminantes, tanto turismos como otros que forman la flota (motos, furgonetas, autocares, etc).

Como primer paso, se deben introducir criterios de sostenibilidad que aseguren un desarrollo acorde con el medio ambiente y con las necesidades del Ayuntamiento y de los ciudadanos; el Ayuntamiento tendrá presentes aspectos como:

- El control del nivel de emisiones.
- El control de emisiones de ruido.

- La reducción del consumo de combustible y el uso de combustibles de sustitución.

- Implantación de tecnologías limpias.

- Vehículos diésel y gasolina con mayor eficiencia energética.

- Gestión ambiental correcta de las operaciones de mantenimiento y reparación.

- Gestión correcta al final de la vida útil del vehículo.

- Dimensionamiento de la flota adaptado a las necesidades reales.

El plan de renovación de la flota municipal permitirá al Ayuntamiento de Madrid consolidarse en la utilización de nuevas tecnologías, combustibles menos contaminantes y desarrollo de políticas de sostenibilidad en el transporte, cumpliendo siempre con la legislación vigente, e incluso anticipándose a una futura normativa de aplicación. Desde el plan de renovación de flota, se fomentará la reducción del uso de los recursos naturales, de la producción de residuos y la emisión de contaminantes, haciendo de la protección del medio ambiente la línea básica a seguir.

Los objetivos que desde el Ayuntamiento se deberán alcanzar mediante la activación de un plan de sustitución de la flota de vehículos son:

- Reducir el consumo de combustible anual de la flota en un 5% para el año 2008 con respecto a los valores del año 2005.

- Reducir las emisiones a la atmósfera en un 7% por vehículo para el 2008 con respecto a las emisiones del 2005.

- Cumplimiento de la *Ordenanza General de Protección del Medio Ambiente Urbano* respecto a la contaminación atmosférica y de la *Ordenanza de Protección de la Atmósfera Contra la Contaminación por Formas de Energía*, en lo referente a las emisiones de ruido de los vehículos municipales.

□ Incremento de la utilización de combustibles de sustitución.

□ Introducción paulatina de vehículos “limpios” en la flota.

□ El 100% de los residuos generados en operaciones de reparación y mantenimiento deben ser gestionados para 2006 según su tipología.

□ Gestión sostenible de los vehículos al final de su vida útil. Envío a Centros Autorizados de Recepción y Descontaminación.

□ Formación y divulgación entre los usuarios de los vehículos para de esta forma minimizar el impacto del transporte en el medio ambiente.

□ Incentivar a las empresas de servicios y suministros que contratan con el Ayuntamiento, a través de la introducción de cláusulas en los pliegos de contratación, a que incorporen en sus flotas de vehículos modelos con tecnologías menos contaminantes y que lleven una gestión adecuada de los mismos.

□ Fomentar la aplicación de criterios medioambientales en flotas de vehículos no municipales.

□ Valoración del cumplimiento del plan de sustitución a través de un sistema de indicadores de gestión.

Para la consecución de estos objetivos el Plan de Flota Verde incluirá las siguientes acciones:

□ Realización de un inventario de Consumos, Emisiones y Generación de Residuos de la Flota Municipal de Vehículos.

La creación de un Inventario de Consumos, Emisiones y Generación de Residuos de la Flota Municipal de Vehículos servirá para:

□ Conocer el tamaño óptimo de la flota, con el fin de eliminar el exceso de vehículos.

□ Optimización de las operaciones de conducción.

□ Incorporación de vehículos que utilicen combustibles limpios.

Mediante la incorporación de vehículos que utilicen combustibles limpios el Ayuntamiento de Madrid pretende:

□ Reducir las emisiones de la flota de vehículos municipales.

□ Implantar en la ciudad la utilización de nuevas tecnologías mas respetuosas con el medio ambiente.

□ Incrementar la utilización de las energías renovables.

□ Reducir la dependencia del petróleo.

En este punto se definen las siguientes líneas de actuación:

□ Adquisición de vehículos con clasificación A del Sistema de Etiquetado Voluntario del IDAE.

□ Mejora de los vehículos diésel actualmente existente en la flota municipal.

□ Incorporación de nuevos vehículos propulsados por combustibles limpios:

□ Vehículos Híbridos.

□ Vehículos Eléctricos.

□ Incorporación del Bioetanol.

□ Incorporación del Biodiésel.

□ Hidrógeno.

□ Gas natural y Gas Licuado del Petróleo (GLP).

□ Utilización de diésel ultra bajo en Azufre.

□ Utilización de gasolina ultra baja en Azufre.

Con respecto a los vehículos híbridos, en noviembre de 2004 se presentaron los seis primeros vehículos –provistos de dos motores, uno de gasolina y otro eléctrico– que han sido destinados a los servicios de Inspección del Área de Gobierno de Medio Ambiente y Servicios a la Ciudad.

8 programa de actuación

Los nuevos coches, de identidad específica, reducen tanto el consumo de combustible -hasta un 40% respecto a un motor de gasolina convencional- como las emisiones contaminantes -hasta un 60% respecto a la normativa europea EURO IV para 2005- y el ruido en hasta en 1,2 decibelios. Cuentan además con otras ventajas sobre los vehículos tradicionales. Entre otras, son capaces de conseguir una eficiencia doble al suprimir la mayor parte de las pérdidas de potencia; pueden recuperar parte de la energía cinética perdida en los procesos de frenado, lo que permite un uso inmediato de la energía recuperada; el motor funciona siempre en su punto óptimo o muy cerca de él y además puede desactivarse durante la marcha cuando no se necesita.

Respecto al Bioetanol, se desarrollarán las siguientes actuaciones:

- Adquisición de vehículos bi-fuel, capaces de utilizar E85 o gasolina indistintamente. Estos vehículos pasarían a formar parte de la flota perteneciente al Área de Gobierno de Medio Ambiente y Servicios a la Ciudad.
- Instalación de un punto de suministro para asegurar la disponibilidad de combustible para los vehículos del programa.

Con respecto al biodiésel y dado que puede utilizarse en todos los vehículos con motores diésel el Ayuntamiento de Madrid realizará un estudio sobre viabilidad de la aplicación de este combustible a los vehículos de la flota en función de los puntos de en los que se pueda adquirir y la concentración de biodiésel que admite cada motor. Por eso se contempla su uso en vehículos que actúen en zonas cercanas a las dos gasolineras de biodiésel ubicadas en el municipio y se tratará de llegar a acuerdos con el IDAE y algún suministrador habitual, para la realización de la mezcla (en porcentaje superior

al comercializado en el mercado en ese momento) en sus instalaciones y posterior suministro a la flota municipal. Esta medida no supone un sobrecoste para el Ayuntamiento ya que el precio de venta del biodiésel es igual al del diésel actual (pues está libre del impuesto de hidrocarburos).

También se estudiará la incorporación a la flota municipal de vehículos eléctricos puros, cuya energía se genera exclusivamente gracias a baterías (plomo-ácido, níquel-cadmio, ión-litio y zinc-airc) así como la pila de combustible de hidrógeno.

Con respecto al gas natural (GNC) y al GLP, también se incorporarán a la flota vehículos que utilicen estos combustibles. Cualquier vehículo puede utilizar GNC después de realizar una serie de transformaciones en sus motores por lo que se debe estudiar esta opción, así como la adquisición directa de vehículos que usen GNC.

En cuanto al GLP, se puede optar por la transformación de un vehículo convirtiéndolo en "bi-fuel". También se pueden adquirir vehículos que funcionen con GLP o bi-fuel. El precio de venta para consumidores privados del GLP ronda los 0.5 euros por litro y en Madrid se cuenta con tres puntos de suministro distribuidos por toda la ciudad, y un total de 7 en el área metropolitana.

Con respecto a la utilización de diésel ultra bajo en azufre y de la gasolina ultra baja en azufre el Ayuntamiento utilizará estos tipos de combustible en el 100% de la flota. El máximo contenido de azufre para la adquisición de estos combustibles queda fijado en 10 p.p.m.

Finalmente, el Ayuntamiento de Madrid extenderá esta medida a las flotas de empresas de servicios que trabajen para la Administración Municipal, introduciendo estos criterios en la licitación de los servicios y obras objeto de contratación.

CONTAMINANTES (VARIACIÓN EN LA EMISIÓN)	NO _x , partículas en suspensión, CO, CO ₂ , COVNM, y metales pesados principalmente.	
OTROS EFECTOS	POSITIVOS	Incrementa la imagen ambiental de la Administración Ahorro en el gasto de combustible de la Administración Condición de liderazgo en la promoción de la sostenibilidad, en la utilización de nuevas tecnologías y en la protección del medio ambiente Impulso a nuevas tecnologías Disminución del ruido generado por los vehículos municipales
	NEGATIVOS	
ACTORES INVOLUCRADOS	Ayuntamiento de Madrid, fabricantes de vehículos, EMT.	
PLAZO DE EJECUCIÓN	2006 – 2010	
INDICADORES DE SEGUIMIENTO	Número de vehículos de baja/nula emisión adquiridos. Porcentaje de reducción del gasto municipal en combustible por vehículo. Porcentaje de reducción de emisiones a la atmósfera por vehículo. Porcentaje de incremento de uso de combustibles de sustitución.	

177

SECTOR	TRÁFICO RODADO
TIPO	Medidas sobre vehículos
NOMBRE	Establecimiento de acuerdos con instituciones y empresas privadas destinados a la adquisición de vehículos de baja/nula emisión

Descripción:

Esta medida se ha marcado como objetivo reducir las emisiones procedentes de los vehículos de grandes flotas de empresas privadas que desarrollan sus actividades diarias dentro de la ciudad de Madrid.

Existen numerosas empresas de distribución dentro de Madrid, bien sean empresas de reparto de mensajería, paquetería, empresas distribuidoras de bebidas y alimentos, empresas de servicios y vehículos de agentes comerciales que recorren diariamente toda la ciudad. Lo que se pretende con esta medida es concienciar a los responsables de las diferentes empresas para que

incorporen a sus flotas vehículos de baja/nula emisión, en vez de utilizar vehículos convencionales como hasta ahora.

El Ayuntamiento de Madrid establecerá los contactos necesarios con instituciones y empresas que posean grandes flotas con el objetivo de fomentar el uso de vehículos de baja/nula emisión. Se considerará de acción preferente todas las empresas que realicen un alto porcentaje de desplazamientos eminentemente urbanos. Se informará convenientemente de las ventajas de las últimas opciones disponibles y se estudiará la implantación de estaciones de servicio tras la consulta de los potenciales usuarios y las formas más adecuadas de financiación.

Las empresas adheridas a esta iniciativa podrían contar con el apoyo del Ayuntamiento de Madrid en cuanto a la difusión de su acción, así como disponer de algún logotipo que identifique dicha flota como colaboradora de la mejora de la calidad del aire en el municipio de Madrid.

Actualmente, los vehículos industriales de menos de seis toneladas pueden acogerse al Plan PREVER, que esta-

8 programa de actuación

blece una subvención de hasta 480,81 euros, que se concede al fabricante o importador y que se la deducirá de su cuota íntegra del Impuesto de Sociedades o IRPF. Para ello:

- El vehículo para desguace debe tener una antigüedad superior a siete años desde su primera matriculación.
- La bonificación se justifica en factura, sin afectar al IVA, en caso de adquisición. En caso de arrendamiento se integra en la base del IVA.

Con este fin, se promoverá la incorporación de criterios ambientales al actual Plan PREVER (con vigencia hasta el 31 de diciembre de 2006) incrementando las subvenciones para aquellos vehículos menos contaminantes o que utilicen combustibles que generen menos emisiones de contaminantes (gas natural, biocombustibles, etc).

El objetivo de aplicación de esta medida es la sustitución de al menos el 12% de las principales flotas de empresa que operan dentro del municipio de Madrid.

CONTAMINANTES (VARIACIÓN EN LA EMISIÓN)	NO _x , partículas en suspensión, CO, CO ₂ , COVNM, y metales pesados principalmente.	
OTROS EFECTOS	POSITIVOS	Mejorar la imagen empresarial
	NEGATIVOS	
ACTORES INVOLUCRADOS	Ayuntamiento de Madrid, Cámara Oficial de Comercio e Industria de Madrid, CEIM Confederación empresarial de Madrid – CEOE, asociaciones empresariales.	
PLAZO DE EJECUCIÓN	2007 – 2008	
INDICADORES DE SEGUIMIENTO	Número de empresas que incorporen vehículos de baja/nula emisión Número de vehículos sustituidos	

SECTOR	TRÁFICO RODADO
TIPO	Medidas sobre vehículos
NOMBRE	Fomento del empleo de combustibles más respetuosos con el medio ambiente

Antecedentes:

La Unión Europea adoptó en junio de 2001 una estrategia comunitaria para el desarrollo sostenible, que incorpora entre sus medidas el desarrollo de los biocarburantes.

En desarrollo de esta medida se aprueba, entre otras actuaciones, la Directiva 2003/30/CE relativa al fomento del uso de biocarburantes u otros combustibles renova-

bles en el transporte, que tiene por objeto promover la utilización de estos combustibles con el fin de contribuir al cumplimiento de los compromisos asumidos en materia de cambio climático y fomentar las fuentes de energía renovables.

Esta Directiva establece objetivos de comercialización de biocarburantes en los Estados miembros en los horizontes 2005 y 2010, fijándose para este último año como valor de referencia el 5,75%, calculado sobre la base del contenido energético, a toda la gasolina y todo el gasóleo comercializados en sus mercados con fines de transporte.

Según las diferentes fuentes consultadas, tan solo tres de los distintos combustibles alternativos existentes pueden llegar a alcanzar el 5% del mercado total de combustibles de automoción de aquí a 2010; se trata de:

- Biocarburantes
- Gas natural
- Hidrógeno.

De estos tres combustibles, el que está recibiendo un mayor apoyo en el ámbito comunitario del transporte son los denominados biocarburantes; en algunos países europeos como España ya se ha introducido en el sistema tributario las ventajas fiscales reflejadas en la Directiva 2003/96/CE.

Descripción:

La situación actual que atraviesa el mercado del petróleo, con un escenario posible de elevados precios de los combustibles convencionales, es una buena oportunidad para dar un impulso a los combustibles y fuentes de energía alternativas y más respetuosas con el medio ambiente. El endurecimiento de las exigencias de calidad del combustible sobre la base de la normativa Euro y el apoyo de los combustibles menos contaminantes mediante campañas de concienciación o publicitarias, incentivaría un mayor uso de este tipo de combustibles.

Los combustibles o fuentes de energía, que producen bajas o nulas emisiones a la atmósfera, que deben recibir este apoyo especial son:

□ Biocombustibles (Bioetanol y Biodiésel)

Son combustibles obtenidos a partir de productos vegetales; existen dos tipos: los alcoholes y los aceites obtenidos de semillas de colza, soja o girasol.

Gracias a su utilización se consiguen bajas emisiones de dióxido de carbono y de monóxido de carbono, a la vez que se emplea una fuente renovable (biomasa) como energía.

El bioetanol es un alcohol producido a partir de maíz, sorgo, patatas, trigo, caña de azúcar, e incluso de la biomasa, como los tallos de maíz y residuos vegetales. En mezclas con gasolina, aumenta el número de



Labores de llenado de un depósito de bioetanol

octanos mientras que promueve una mejor combustión, reduciendo las emisiones contaminantes por el tubo de escape, como monóxido de carbono e hidrocarburos.

Este alcohol con características de alto octanaje, pero de bajo número de cetano, mezclado con gasolina, da origen a una gama de combustibles alternativos que están experimentando un gran auge en los últimos años. Algunas de las mezclas y aditivos más usados son:

- E5: Mezcla de gasolina sin plomo con 5% de etanol
- E10: Mezcla que contiene 90 % de gasolina súper sin plomo y 10% de etanol en volumen.
- E85: Mezcla que contiene 85 % de etanol y 15% de gasolina súper sin plomo en volumen.
- ETBE: Sirve para aumentar el octano de la gasolina, evitando la adición de sales de plomo, se presenta en gasolinas en una mezcla alrededor del 5%.

El bioetanol se puede utilizar en vehículos bien como único combustible, o en mezclas. Para su uso en vehículos de gasolina normales las mezclas no deben sobrepasar el 5-10% en volumen de bioetanol en climas fríos y templados; en zonas cálidas se puede alcanzar el 20%, mientras que el empleo de bioetanol como único combustible o en mezclas más altas debe realizarse en motores de combustión específicamente diseñados.

8 programa de actuación

El bioetanol presenta las siguientes ventajas:

- Fuente de combustible renovable y nacional.
- Reduce dependencia del petróleo del extranjero.
- No contiene azufre.
- Fuente más limpia de combustible, lo que equivale a un menor consumo de energía en el proceso de "refino".
- Aumenta el octano del combustible con un coste pequeño.
- Virtualmente utilizable en todos los vehículos.
- Fácil de producir y almacenar.
- Fuerte reducción de la emisión neta de gases de efecto invernadero.

Otras ventajas medioambientales incluyen:

- Reducción de la lluvia ácida.
- Mejora de la calidad del aire en zonas urbanas.
- No contamina el agua.
- Reducción de residuos peligrosos en procesos de producción.

Actualmente, en España existen tres plantas que producen bioetanol: La Coruña, Cartagena (Murcia) y la planta de biocarburantes de Castilla y León en Babilafuente (Salamanca).

Ante la falta de suministro en nuestro país se está trabajando en los llamados "surtidores flexibles". Estas instalaciones de "blending", existentes en algunas gasolineras, permiten que el usuario elija la mezcla de bioetanol con gasolina en la proporción que desee adquirir, en función de las características de su vehículo o de sus preferencias.

El Ayuntamiento de Madrid a través del Área de Gobierno de Medio Ambiente y Servicios a la Ciudad, está trabajando junto con la EMT en la utilización de bioetanol

como combustible alternativo a la gasolina mediante la adhesión al Proyecto Europeo "Bioethanol for Sustainable Transport-BEST".

Los objetivos del proyecto son:

- Reducir la dependencia europea del petróleo y las emisiones de efecto invernadero.
- Fortalecer el crecimiento del mercado de bioetanol a nivel europeo.
- Demostrar que el bioetanol es una alternativa viable a la gasolina en Europa.
- Promover y fomentar el uso de bioetanol mediante acciones de difusión y divulgación, como paso necesario para la creación de un mercado para este tipo de vehículos, para uso comercial y privado, que ya existe en países de la Unión Europea como Suecia y Alemania.

El biodiésel es una nueva generación de combustible diésel producido mediante recursos renovables, como aceites vegetales (soja, lino, etc.), aceites vegetales usados en el sector alimentario o grasas animales. Es una solución respetuosa con el medio ambiente, ya que se reducen considerablemente las emisiones de CO, hidrocarburos, partículas y SO₂, en comparación con el diésel mineral que se utiliza de forma tradicional en automoción.

La utilización del biodiésel en vehículos diésel está recomendada ya que disminuye las emisiones de contaminantes, siempre y cuando sea en mezcla, ya que un exceso de biodiésel puede ocasionar problemas al motor.

Las ventajas de la utilización del biodiésel son las siguientes:

- Ausencia de derivados del Azufre y del Cloro.
- Biodegradable (se degrada el 85% en 28 días).
- Fuerte reducción de la emisión neta de gases de efecto invernadero.
- Reducción de la importación de combustibles y por tanto la dependencia del exterior en este campo.

□ Hidrógeno

El aprovechamiento para la automoción de la energía generada gracias al hidrógeno se consigue a través de una pila o celda similar a una batería, que “ni se agota ni se recarga”, sino que se mantiene en funcionamiento mediante un proceso de combustión fría a base de hidrógeno.

Para fomentar el uso de esta energía, Madrid participa a través de la EMT en dos proyectos a nivel europeo: El proyecto CUTE y el proyecto City Cell.

El proyecto CUTE, cuyas siglas significan “Transporte Urbano Limpio para Europa”, ha puesto en circulación tres autobuses, en cada una de las 10 ciudades participantes (Londres, Amsterdam, Estocolmo, Luxemburgo, Reykiavik, Barcelona, Hamburgo, Oporto, Stuttgart y Madrid), de la marca Mercedes, propulsados con energía

eléctrica generada en el propio vehículo mediante una pila de hidrógeno.

El objetivo de este proyecto es evaluar la viabilidad del hidrógeno como combustible aplicado a los transportes urbanos. Dentro de este proyecto se incluye la infraestructura necesaria para disponer del combustible, gas hidrógeno. La hidrogenera ocupa una superficie de 1.100 m² y se compone de una planta de producción de hidrógeno, un sistema de almacenamiento y de un sistema de llenado rápido, incorporando los sistemas de seguridad y control necesarios. Esta estación de servicio de hidrógeno es la primera que ha sido instalada en España.

El proyecto City Cell, liderado por IVECO, y promovido por la Dirección General de Energía y Transporte de la Comisión Europea, cedió en marzo del 2003 un autobús de hidrógeno a la E.M.T.

La diferencia entre los dos proyectos es la siguiente: los vehículos del CUTE obtienen la totalidad de la energía necesaria de pila de combustible, mientras que en los del City Cell la pila proporciona un tercio de la energía y los otros dos tercios restantes se obtienen a partir de una batería de acumuladores.



Estación de servicio de hidrógeno

□ Gas natural (GNC y GNL)

El gas natural comprimido (GNC) se utiliza en vehículos con motores de ciclo Otto desde hace 40 años y hoy lo utilizan más de tres millones de turismos y vehículos pesados en todo el mundo. En España, su uso es reciente en autobuses y camiones, mientras que su tratamiento fiscal dificulta todavía su uso en turismos.

El origen del gas natural está en la degradación de la materia orgánica, por lo que también puede producirse artificialmente mediante la fermentación bacteriana de restos y residuos orgánicos.

Los beneficios ambientales de esta fuente de energía son:

- Las emisiones que se generan al quemar este combustible son inferiores a las de los vehículos de gasolina o diésel. Las emisiones de monóxido de carbono (CO) son inferiores en un 70%, las de hidrocarburos (HC) son inferiores en un 88% y las de óxidos de nitrógeno (NO_x) en un 80%. Las emisiones de CO₂ son menores por kilómetro recorrido, ya que contiene

8 programa de actuación

menos carbono por unidad de energía. Como consecuencia de su composición, el gas natural genera dos veces menos emisiones de NO_x que el gasoil, pues su combustión es más completa. Su contenido en azufre es inferior a 10 ppm, por lo que la emisión de SO_2 en su combustión es 250 veces inferior a la del gasoil. Por último, las emisiones de partículas, hollines y humos son prácticamente nulas.

□ En caso de pérdida de gas natural, en gasoducto o estación de compresión, no existe riesgo de contaminación del suelo o el agua, pues es más ligero que el aire y se disipa rápidamente. No es tóxico, salvo en altas concentraciones en lugares cerrados ya que causa asfisia a través de la depresión del nivel de oxígeno.

□ Mayor durabilidad de los motores.

□ Mejora el confort de los pasajeros ya que disminuyen las vibraciones y el ruido.

□ Combustible de quemado limpio, lo que reduce la necesidad de mantenimiento en lo relativo a cambios de aceite y bujías.

El Gas natural licuado (GNL) comparte las ventajas del GNC y evita tener que contar con depósitos preparados para soportar altas presiones. Por el contrario se necesita aislamiento térmico para reducir la vaporización del GNL.

Las propiedades que presenta este combustible son:

□ Alto poder energético, superior al gasoil y la gasolina.

□ Su combustión es limpia, se reduce la necesidad de mantenimiento del motor.

□ Proporciona al vehículo mayor autonomía.

□ Aire comprimido

Un equipo de ingenieros francés ha conseguido desarrollar un motor que funciona con aire comprimido y que es capaz de propulsar un coche a más de 110 km/h,



Vehículo de Aire Comprimido

con una autonomía de hasta 300 kilómetros y con un coste de menos de un céntimo de euro por kilómetro. Todo ello con una "contaminación cero".

Esta novedosa tecnología parece encontrarse muy desarrollada, aunque su utilización en nuestro país aún no está muy extendida. En España existen varios distribuidores de este tipo de vehículos, los cuales no solo proporcionan utilitarios como el que se muestra en la imagen anterior, sino que están disponibles tanto vehículos de reparto como autobuses.

Para lograr que la implantación de este tipo de combustibles alternativos sea una realidad en Madrid, desde el Ayuntamiento se estudiará el desarrollo de una política de incentivos enfocada a los combustibles según su potencial contaminante. El objetivo de esta medida es facilitar las condiciones para la creación de un mercado para los vehículos que utilizan combustibles poco contaminantes, más allá de la política de Flota Verde que desarrollará el Ayuntamiento de Madrid. Se trata por tanto de cambiar los hábitos de compra de coches de los ciudadanos, incentivando la adquisición de vehículos poco contaminantes otorgándoles ciertas ventajas, tales como la posibilidad de aparcar en zona de residentes (SER) de forma gratuita. Esta medida requiere necesariamente la creación de puntos de suministro para estos vehículos, como se establece en la siguiente medida.

CONTAMINANTES (VARIACIÓN EN LA EMISIÓN)	NO _x , partículas en suspensión, CO, CO ₂ , COVNM, SO ₂ y metales pesados principalmente.	
OTROS EFECTOS	POSITIVOS	Incentiva la demanda de los combustibles convencionales menos contaminantes
	NEGATIVOS	
ACTORES INVOLUCRADOS	Ayuntamiento de Madrid, Consorcio de Transportes de Madrid, empresas de transporte, asociaciones de propietarios de estaciones de servicio, Asociación de Operadoras de Petróleo (AOP)	
PLAZO DE EJECUCIÓN	2006 – 2010	
OTRAS MEDIDAS RELACIONADAS	Renovación de la flota de vehículos de los Servicios Municipales Establecimiento de acuerdos con instituciones destinados a la adquisición de vehículos de nula / baja emisión Creación de una Red de Estaciones de Servicio de combustibles alternativos poco contaminantes Ayudas directas a la adquisición de automóviles poco contaminantes Medidas sobre fiscalidad Creación de un fondo de ayuda a la investigación y desarrollo en materia de contaminación atmosférica	
INDICADORES DE SEGUIMIENTO	Incremento anual del consumo de combustibles poco contaminantes	

183

SECTOR	TRÁFICO RODADO
TIPO	Medidas sobre vehículos
NOMBRE	Creación de una red de Estaciones de Servicio de combustibles alternativos poco contaminantes

El impulso que necesita el mercado de los vehículos de baja/nula emisión, no sólo depende de la calidad de los mismos y sus prestaciones, o del comportamiento y los gustos del consumidor. Tanto a nivel público como privado (flotas de empresa y particulares) la creación de una red de estaciones de servicio que abastezca estos vehículos es vital. Es lógico, puesto que nadie va a comprar un coche al que no puede llenar el depósito o si tiene que hacer muchos kilómetros lejos de su zona residencial para recargarlo o llenarlo.

El Ayuntamiento de Madrid, conjuntamente con los responsables del sector, promoverá la instalación de puntos de suministro en lugares estratégicos, que abastezcan a vehículos públicos y privados de combustibles menos contaminantes (gas natural, electricidad, etanol, bioetanol, etc).

Se estudiará la posibilidad de utilizar la actual red de estaciones de servicio convencionales, así como poder adaptar los surtidores y depósitos de combustible a los requerimientos de las nuevas fuentes de energía. La adaptación de las actuales gasolineras resulta más barato que construir desde cero, además la ubicación de las actuales gasolineras garantiza una red consolidada de distribución accesible a todo el público.

Algunas de las fuentes y combustibles de baja/nula emisión son fácilmente adaptables a las actuales estaciones de servicio, como por ejemplo en el caso del aire

8 programa de actuación

comprimido, o el gas natural, que seguiría el mismo esquema logístico que la gasolina convencional.

Con esta medida se incentiva la adquisición de vehículos poco contaminantes y se facilita el funcionamiento de los vehículos públicos de la Administración. Es básica la colaboración del sector del Taxi y las grandes flotas para estudiar la implantación más adecuada. Instalaciones de uso compartido público y privado pueden suponer un importante abaratamiento de costes.

Por último conviene señalar la necesidad de establecer acuerdos con la AOP (Asociación de Operadores de Petró-

leo) para introducir los nuevos combustibles como el etanol y el biodiésel en la actual red de gasolineras. Igualmente, deber ser consensado el abastecimiento de estos combustibles con CLH, Compañía Logística de Hidrocarburos que debería adaptar sus instalaciones para la distribución de estos combustibles a las estaciones de servicio de la ciudad.

Como principal objetivo de esta medida, el Ayuntamiento de Madrid se ha marcado que en el 2010 un porcentaje elevado de las estaciones de servicio ubicadas en la ciudad cuenten con surtidores de nuevos combustibles menos contaminantes, para lo cual se establecerán acuerdos voluntarios con el sector.

CONTAMINANTES (VARIACIÓN EN LA EMISIÓN)	NO _x , partículas en suspensión, CO, CO ₂ , COVNM, SO ₂ y metales pesados principalmente.	
OTROS EFECTOS	POSITIVOS	Incentivo a la adquisición de vehículos poco contaminantes Imagen ecológica de las gasolineras
	NEGATIVOS	
ACTORES INVOLUCRADOS	AOP, Consorcio Regional de Transportes, taxis, asociaciones de automovilistas, asociaciones de propietarios de estaciones de servicio, Dirección General de Industria Energía y Minas de la CAM, Compañía Logística de Hidrocarburos	
PLAZO DE EJECUCIÓN	2008-2010	
INDICADORES DE SEGUIMIENTO	Número de estaciones de servicio que suministren combustibles alternativos	

SECTOR	TRÁFICO RODADO
TIPO	Medidas sobre vehículos
NOMBRE	Incentivo a la sustitución de vehículos por motocicletas

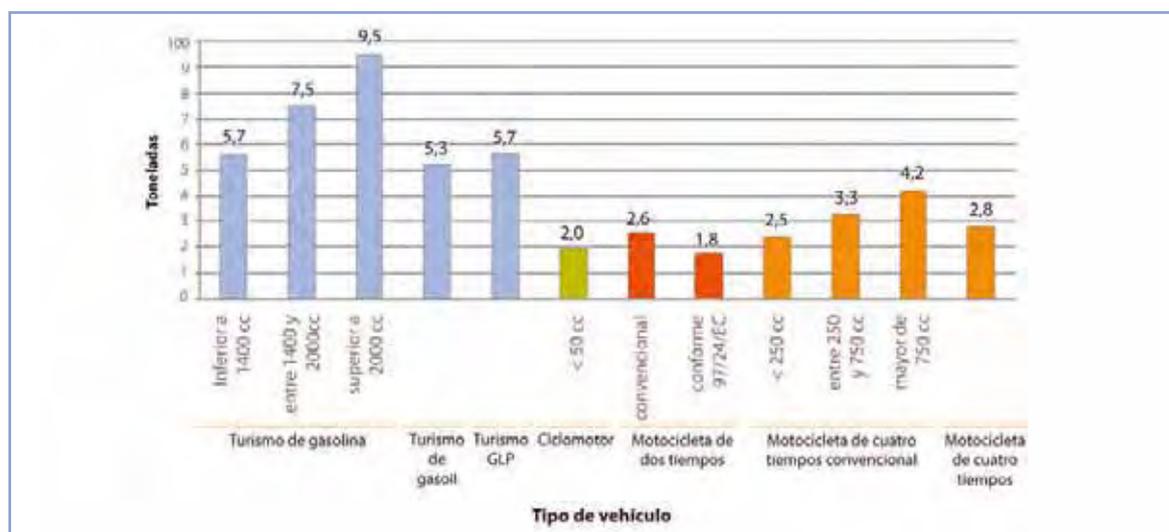
Antecedentes:

En los entornos urbanos es donde la motocicleta muestra su máximo potencial, especialmente gracias a su movilidad y al reducido espacio de ocupación. Pese a ello este medio de transporte no se encuentra especialmente pre-

sente en las calles de la ciudad de Madrid, debido principalmente a la climatología, pero también a la falta de una cultura respecto a este medio de transporte y a su fama de peligroso.

Las motocicletas son medios de transporte mucho menos contaminantes que los vehículos de cuatro ruedas. En la siguiente figura se muestra cuales son las emisiones anuales de CO₂ de diferentes tipos de vehículos en ciclo urbano, suponiendo una distancia recorrida anual de 25.000 kilómetros. A diferencia de otros contaminantes, la reducción de las emisiones de este gas desde el sector del transporte por carretera solo es factible logrando una disminución de la intensidad de tráfico y

Emisiones de CO₂ por cada 25.000 kilómetros de ciclo urbano



185

el empleo de vehículos eficientes a la hora de aprovechar la energía contenida en los combustibles, ya que la renovación de los actuales vehículos por otros que cumplan con normativas más estrictas de emisión se traduce en una baja reducción de las emisiones de este contaminante. Por este motivo se puede indicar que la consecución de los objetivos de reducción de emisiones de gases de efecto invernadero está asociada a que los vehículos que circulan por Madrid consuman menor cantidad de combustibles.

Las emisiones de otros contaminantes asociadas a estos vehículos también se ven reducidas sensiblemente, al igual que la ocupación de espacio, de manera que contribuyen a reducir la congestión del tráfico y realizan una menor ocupación de espacio de aparcamiento.

Desde el día 19 de octubre de 2004 los poseedores de un permiso de conducir de clase B, el más extendido, tienen la posibilidad de conducir motocicletas de hasta 125 centímetros cúbicos, una potencia máxima de 11 kilovatios y una relación potencia/peso no superior a 0,11 kilovatios/kilogramo. Estos vehículos se muestran insuficientes para acometer viajes de cierta longitud, pero son suficientemente potentes como para realizar desplazamientos urbanos con rapidez e incluso interurbanos de corta distancia. Su principal diferencia frente a los ciclomotores es su capacidad para acceder a las autopistas y autovías, lo que les permite entrar y salir de la ciudad.

Esta medida se ha traducido en un importante incremento de las ventas de estos vehículos en los primeros meses de aplicación y la Asociación Nacional de Empresas del Sector de Dos Ruedas (ANESDOR) ha previsto un incremento del 30% de la demanda de este tipo de vehículos en cada uno de los próximos 2 años, una previsión fácilmente alcanzable si se tiene en cuenta que en Italia una medida similar se tradujo en un incremento en las ventas de más del 300 % durante los primeros meses.

La sustitución de turismos por motocicletas supone una reducción importante de prácticamente todos los contaminantes. Es por ello que se debe potenciar aún más la presencia de estos vehículos en las calles con la implantación de un sistema de incentivos.

Por su bajo coste en relación con el de los turismos, las subvenciones a la adquisición de estos vehículos puede lograr mejores resultados que subvenciones destinadas a la adquisición de vehículos menos contaminantes de cuatro ruedas.

Descripción:

Desde octubre del año 2004 (desde la modificación del Reglamento de Conductores) las ventas de motocicletas se han incrementado espectacularmente.

8 programa de actuación

La combinación de una alta oferta de plazas de aparcamiento para este tipo de vehículos, su menor coste de adquisición y mantenimiento, y sus enormes capacidades urbanas, sumadas al efecto de la presencia de ayudas directas, incentivarán un cambio del parque de vehículos que permitirá una mejora sustancial de la calidad del aire.

A la vista de esta evolución de las ventas no es necesario fomentar la adquisición de motocicletas en la actualidad, pero sí puede ser muy conveniente incentivar su adquisición en determinados casos.

Los incentivos a este tipo de vehículos se basarán en los siguientes principios:

- Se plantearán como un incentivo a la sustitución de vehículos de cuatro ruedas muy contaminantes y que paguen su contribución del Impuesto sobre Vehículos de Tracción Mecánica en el Ayuntamiento de Madrid. De esta forma, la concesión de la subvención se condiciona a la retirada de un turismo de una determinada antigüedad, y siempre que la motocicleta adquirida sea de baja cilindrada, con motor de cuatro tiempos y fabricada, al menos, conforme a la normativa Euro 3.
- Las flotas cautivas tendrán prioridad. Esta medida fomentará la prestación de servicios urbanos mediante vehículos de dos ruedas. Serán objetivo prioritario servicios que actualmente emplean turismos y que

admiten la posibilidad de sustituir éstos por vehículos de dos ruedas. Por ejemplo, se contemplará la opción de actuar preferentemente sobre servicios que requieren el traslado de una única persona y un equipo reducido como servicios médicos a domicilio, de reparaciones, de inspección y otros similares.

Puesto que la evolución tecnológica, el desarrollo normativo y la evolución del parque pueden variar sensiblemente hasta el comienzo del plazo de ejecución de esta medida, estas líneas de actuación pueden ser modificadas sustancialmente, y los criterios concretos se fijarán durante el año 2008 por parte de los correspondientes servicios municipales.

En el año 2004 según el anuario estadístico, el parque de motocicletas ascendía a 78.175 motos (Anuario Estadístico del Ayuntamiento de Madrid 2004) y 34.995 ciclomotores. Se estima como objetivo el incrementar este parque en un 30% anualmente. Dado que será imprescindible entregar un coche antiguo para beneficiarse de los incentivos que se establezcan, se estima que se reduciría el número de coches antiguos muy contaminantes en un 3% anual.

Esta medida debe ir acompañada por otra serie de acciones como por ejemplo el incremento del número de plazas destinados al aparcamiento de vehículos de dos ruedas ya citada.

CONTAMINANTES (VARIACIÓN EN LA EMISIÓN)	NO _x , partículas en suspensión, CO, CO ₂ , COVNM y metales pesados principalmente	
OTROS EFECTOS	POSITIVOS	Incremento de la velocidad de circulación
	NEGATIVOS	
ACTORES INVOLUCRADOS	Ayuntamiento de Madrid	
PLAZO DE EJECUCIÓN	2008 – 2010	
INDICADORES DE SEGUIMIENTO	Número de vehículos subvencionados Número de vehículos de cuatro ruedas retirados	

SECTOR	TRÁFICO RODADO
TIPO	Medidas sobre vehículos
NOMBRE	Incentivo a la sustitución de vehículos poco contaminantes

Antecedentes:

Los incentivos a los particulares para la sustitución de equipos o instalaciones por otros menos contaminantes en sus diversas formas, tienen una larga tradición en la historia de la lucha contra la contaminación, singularmente la atmosférica. Se pueden citar como ejemplos de buenas prácticas los sucesivos planes RENOVE para primar la sustitución de los automóviles sin catalizador o las primas aportadas por el propio Ayuntamiento de Madrid para la sustitución de las calderas de calefacción domésticas que utilizan carbón como combustible por otras menos contaminantes. El éxito innegable de esta medida puede considerarse un ejemplo claro de la eficacia a medio plazo de este tipo de acciones.

Actualmente, algunas Comunidades Autónomas de nuestro país han puesto en marcha planes para la adquisición de vehículos menos contaminantes, subvencionando la adquisición de vehículos híbridos, hasta con un 30% de la diferencia de precio que presenten en relación con los de gasolina o diésel tradicionales.

Igualmente, en países de la Unión Europea se han desarrollado programas similares; concretamente en el Reino Unido existe el programa "PowerShift", el cual contempla la devolución de 1.000 libras a los compradores de un vehículo híbrido, así como el pago del Impuesto Sobre Vehículos de Tracción Mecánica dentro del tramo inferior (90 libras).

Descripción:

El objetivo de esta actuación es la de propiciar el paso al uso de los vehículos de motor eléctrico, híbridos o poco contaminantes, a través de un sistema de incentivos riguroso.

Las posibilidades actuales se refieren fundamentalmente a las tres variantes principales existentes para este tipo de vehículos:

- Vehículos eléctricos.
- Motores de pila de combustible.
- Vehículos híbridos dotados de dos motorizaciones.
- Vehículos flexibles.

Los problemas específicos de los dos primeros hacen que su extensión o generalización no pueda garantizarse a corto plazo. Los vehículos eléctricos, que disponen de una red de distribución de energía extensa y sin problemas de conexión, no han resuelto de manera satisfactoria el depósito autónomo para su transporte, las baterías eléctricas. A pesar de los grandes avances conseguidos, éstas no presentan las prestaciones que son imprescindibles para su utilización, siguen siendo lentas de carga, muy pesadas y potencialmente peligrosas en caso de accidente.

Los vehículos de pila de combustible, que tienen resueltas una gran parte de estas dificultades, no disponen de una red de distribución del combustible y el coste de establecimiento de esta red hace que sea necesario un tiempo para su construcción, además de los recursos que se deben arbitrar para ellos.

Favorecer este tipo de vehículos mixtos no puede considerarse como una solución definitiva. La sustitución de los vehículos con motores de explosión o combustión interna por otros con otro tipo de motorización eléctricos o de pila de combustible se producirá en un futuro más o menos próximo, dependiendo del tiempo que tardan en resolverse los problemas específicos que cada una de estas alternativas tecnológicas presente. De hecho, ni siquiera es seguro que sea una de las dos la que se aplique con generalidad dentro de unos años. Los avances tecnológicos son de tal naturaleza que no se puede descartar que otra solución que actualmente esté en fase de investigación irrumpa con fuerza en el mercado, reemplazando a las que en este momento parecen ser las mejores alternativas para el futuro. Sin embargo permite una actuación con efectos beneficiosos inmediatos en el ambiente urbano más contaminado.

Los problemas fundamentales que plantean los vehículos eléctricos o los accionados con hidrógeno o cualquier otra solución que pudiera surgir próximamente, no van a

8 programa de actuación

resolverse a corto plazo. Si se desea obtener resultados en la disminución de contaminantes emitidos por este medio será necesario bien subvencionar flotas específicas para las que se resuelva el suministro de combustible, taxis, vehículos oficiales, transporte público, etc. o por el contrario elegir como objetivo de la subvención los vehículos híbridos con dos motorizaciones que pueden dar resultados de forma inmediata. Es muy difícil que los usuarios decidan adquirir un vehículo con dificultades para el suministro de combustible por muy subvencionado que esté.

Es evidente que la decisión para poner en marcha esta medida debe estar basada en el consejo de especialistas

en estos temas. Por ello sería necesario promover un ejercicio de prospectiva a cargo de organismos como el IDAE, los servicios municipales y otros organismos relacionados entre los que debe haber una representación de los fabricantes de este tipo de vehículos.

Para potenciar el atractivo de la adquisición por los particulares de este tipo de vehículos se podrían plantear otras medidas tales como franquear el paso de este tipo de automóviles a las zonas de acceso restringido, incluso a las flotas de reparto y a otras afines. Este tipo de facilidad podría hacer atractiva la adquisición de vehículos con sobreprecio sobre los tradicionales.

CONTAMINANTES (VARIACIÓN EN LA EMISIÓN)	NO _x , partículas en suspensión, CO, CO ₂ , COVNM, SO ₂ y metales pesados principalmente	
OTROS EFECTOS	POSITIVOS	Disminución de la contaminación acústica Innovación tecnológica
	NEGATIVOS	
ACTORES INVOLUCRADOS	Ayuntamiento de Madrid	
PLAZO DE EJECUCIÓN	En el caso de vehículos híbridos podría actuarse a corto plazo, lo que no sería posible con los vehículos de pila de combustible o los eléctricos, que deberían resolver previamente el problema del suministro de energía 2008 – 2010	
INDICADORES DE SEGUIMIENTO	Número de vehículos subvencionados	

SECTOR	TRÁFICO RODADO
TIPO	Medidas sobre vehículos
NOMBRE	Fomento del uso de sistemas de minimización de los gases de escape y control de su adecuado mantenimiento

Antecedentes:

Uno de los objetivos más importantes de la presente Estrategia es reducir las cantidades de contaminantes emitidas por el transporte por carretera, que es la principal

fuente emisora de muchos de ellos. En la actualidad las opciones tecnológicas que permiten reducir las emisiones son muy numerosas y cabe destacar las siguientes:

▣ **Catalizador de tres vías:** Comenzó a emplearse de manera generalizada en 1993, a raíz de la publicación de la Directiva 91/441/CEE y ha sido uno de los factores que más ha contribuido a la disminución de la contaminación atmosférica procedente del transporte. El catalizador oxida el CO y los hidrocarburos a CO₂ y reduce los NO_x a N₂. Estas reacciones se originan por la presencia en el catalizador de metales pesados, generalmente platino, paladio y rodio. Éstos incrementan la superficie de reacción acelerando los procesos

anteriormente indicados. El catalizador de tres vías es utilizado en todos los vehículos de gasolina que se venden en la actualidad y que no incorporan tecnologías más avanzadas.

□ **Recirculación de gases de escape:** Más conocida por sus siglas en inglés (EGR, de Exhaust Gas Recirculation) esta tecnología se encuentra plenamente extendida, sufriendo una continua mejora con el fin de incrementar su eficacia. Es utilizada normalmente en motores diésel y supone que, en determinadas circunstancias, se reenvían aproximadamente un 10-15% de los gases de escape al colector de admisión, consiguiendo de esta forma que descienda el contenido de oxígeno en el aire de admisión, situación que origina un descenso en la temperatura de combustión y una reducción de las emisiones de NO_x . En los motores diésel, donde el catalizador de tres vías no ofrece buenos resultados, la implantación de esta tecnología en las últimas generaciones de motores ha permitido alcanzar los límites impuestos por la norma Euro IV. Aunque su uso es mucho menor, se ha mostrado también eficaz en los propulsores de gasolina en combinación con las nuevas tecnologías de inyección directa y mezcla pobre. Los motores de gas natural recurren a esta técnica para reducir sus emisiones.

□ **Inyección de aire en el colector de escape:** Inyectando aire justo detrás de la válvula de escape, en el momento en el que los gases se encuentran a altas temperaturas, se logra la oxidación del CO y de los hidrocarburos sin quemar.

□ **Cánister:** Contribuye a la depuración de los vapores (COVs) procedentes del sistema del depósito. Está formado por un recipiente relleno de carbón activo, al que mediante distintas canalizaciones llegan los componentes de este sistema. Este carbón absorbe los vapores, que luego son devueltos al sistema de alimentación e introducidos de nuevo en los cilindros.

□ **Filtro de partículas:** Es también conocido como Trampas de Partículas (DPTs). Es posible encontrar esta tecnología en los últimos motores diésel. Un sistema de filtrado retiene físicamente las partículas originadas en el proceso de combustión. Puesto que la capacidad de cualquier filtro es limitada, es necesario proceder a su limpieza para que no se sature. Esto se

consigue provocando la oxidación espontánea de las partículas retenidas aumentando la temperatura de los gases de escape. Los sistemas empleados para lograr este incremento son la post-inyección de carburante y sistemas externos como resistencias eléctricas. Las temperaturas mínimas necesarias para provocar estas reacciones rondan los 650°C , excesivas para asegurar la integridad del sistema de escape, por lo en la actualidad se están buscando diferentes fórmulas para provocar las reacciones necesarias a menores temperaturas. Entre las diferentes opciones se encuentra el recubrimiento de las caras internas del filtro por ciertos catalizadores, la inclusión de aditivos en el combustible, o sistemas que no esperan a la saturación de los filtros y entran en funcionamiento de manera continuada haciendo uso del NO_2 generado en un catalizador de oxidación previo en lugar del O_2 . El azufre presente en los combustibles se deposita en los convertidores catalíticos y puede afectar sustancialmente la eficacia de estos sistemas, por lo que la reducción de la concentración máxima de azufre a partir del año 2009 permitirá el pleno desarrollo de esta tecnología.

□ **Trampa de almacenamiento de NO_x (NST):** Disociar las moléculas de NO_x en nitrógeno y oxígeno para formar N_2 y O_2 es especialmente complejo en motores gasolina de mezcla pobre y diésel, en los que los gases de escape presentan una alta concentración de O_2 . En la actualidad se están desarrollando modelos que buscan una primera oxidación del NO a NO_2 para después retener éste mediante filtros que incorporan un óxido de un metal alcalinotérreo, como pueda ser el bario, que permite la formación de nitrato de bario. Puesto que la capacidad del filtro se va agotando paulatinamente, se ha de proceder a su regeneración. Ésta se logra creando en momentos concretos una atmósfera con baja concentración de O_2 gracias a una postcombustión de los gases de escape que agota la gran mayoría del oxígeno aún presente y genera CO e hidrocarburos. En esta atmósfera es posible la actuación eficaz de un catalizador de tres vías, de manera que los nitratos son descompuestos a NO_2 , el cual reacciona con el CO disponible en el catalizador reduciéndose a nitrógeno y oxígeno. La eficiencia de esta tecnología es del 90%, pese a que requiere un consumo adicional de combustible que se cifra en menos del 1%. Al igual que las trampas de partículas, la eficacia de esta tecnología se ve sumamente condicionada por la presencia de azufre en los combustibles, ya

8 programa de actuación

que los SO_x presentan propiedades reactivas muy similares a los NO_x , formándose sulfatos. La eliminación de estos compuestos requiere de altísimas temperaturas que implican un alto esfuerzo del sistema y un procedimiento alternativo al necesario para la eliminación de los nitratos.

□ **Reducción catalítica selectiva (SCR):** Esta tecnología permite que la reacción reductora de los NO_x tenga lugar en una atmósfera oxidante, como es la presente en los gases de escape de los motores diésel y gasolina de mezcla pobre. Se basa en una reducción catalítica de los NO_x empleando NH_3 . Puesto que el amoníaco es una sustancia peligrosa que está sujeta a ciertas limitaciones, los vehículos transportan en su lugar una solución acuosa en un depósito independiente. Esta solución es inyectada en el caudal de los gases de escape. La urea se hidroliza formando amoníaco que reduce los NO_x originando N_2 y O_2 . Actualmente esta tecnología se encuentra disponible en motores destinados a vehículos pesados de transporte de mercancías permitiendo el cumplimiento de los estrictos niveles impuestos por la norma Euro V, vigente a partir de octubre de 2009.

De entre estas tecnologías, las más eficientes se irán empleando cada vez en mayor proporción en los vehículos nuevos, ya que la normativa implica que estos vehículos deberán cumplir límites de emisiones cada vez más restrictivos. Varias de estas tecnologías suponen reducciones importantes de los compuestos que actualmente presentan valores más elevados en relación con los umbrales establecidos en la normativa sobre contaminación atmosférica: NO_x y partículas en suspensión, por lo que su implantación progresiva se traducirá en una mejora sustancial de la calidad del aire de la ciudad.

Descripción:

Teniendo presente la coincidencia existente entre los contaminantes de acción local que suponen un objetivo principal de la presente Estrategia y la reducción de las emisiones que los vehículos fabricados conforme a la normativa más reciente supone frente a sus antecesores, apostar por una renovación acelerada del parque de vehículos es uno de los elementos básicos de la presente Estra-

tegia. Para que esta línea de actuación sea eficiente es necesario complementarla con dos aspectos adicionales.

Por un lado, el correcto funcionamiento de los sistemas de reducción de emisiones presentes en los vehículos que operan en la ciudad es necesario para asegurar que los avances tecnológicos incorporados en los vehículos realmente cumplan su cometido. Por otro lado, la instalación de equipos de minimización de las emisiones en los vehículos existentes es una opción que puede reportar una eficiencia elevada en ciertos grupos de vehículos, incluso superior a su sustitución.

□ Instalación de sistemas de control de las emisiones

La implantación de una Zona de Emisión Baja en parte del término municipal conducirá a una pronta implantación de las tecnologías anteriormente descritas. Esta ZEB planteará un calendario en función del cumplimiento de las diferentes normas Euro. Para que la aplicación de este calendario sea eficaz y no suponga un coste de implantación excesivo, es conveniente contemplar adecuadamente qué mejoras tecnológicas permitirán alcanzar a los vehículos de mayor antigüedad los límites impuestos a un coste razonable.

Puesto que el avance de las diferentes tecnologías puede ser muy variable en los próximos años y el calendario de implantación de la ZEB se definirá en el estudio de viabilidad previo a su establecimiento, se analizarán de manera continuada qué modificaciones tecnológicas permitirán a los vehículos de cierta antigüedad acceder al interior de dicha zona.

Como ejemplo, a continuación se incluyen dos posibles opciones para los vehículos pesados y vehículos especiales. Estos vehículos implican un alto coste de adquisición y gozan de una prolongada vida útil. Por este motivo la mejora de estos vehículos es más rentable que la de utilitarios y vehículos de tamaño medio, en los que en principio, su bajo coste y corta vida media hacen más ventajosa la adquisición de vehículos nuevos que la modificación de los existentes, excepto en el caso de que en el futuro se abaraten sustancialmente los sistemas de reducción de las emisiones.

Las Zonas de Emisión Baja, como la que prevé esta Estrategia en Madrid, son áreas de la ciudad donde se estable-

cen unas limitaciones ambientales para el acceso de vehículos. El objetivo es impedir el acceso de los vehículos más antiguos –y por tanto más emisores- a menos que mejoren sus prestaciones ambientales a través de la instalación de sistemas de depuración de gases o la conversión de estos vehículos al uso de combustibles alternativos.

A lo largo del tiempo, los criterios de acceso a la ZEB deben ser actualizados de forma progresiva, incorporando estándares ambientales más rigurosos. Un elemento fundamental para conseguir los objetivos que se persiguen con el establecimiento de una ZEB son los criterios para permitir el acceso de vehículos a las áreas restringidas, en función de las emisiones, que están determinadas por los sistemas de acreditación de los vehículos fabricados conforme a las normas de emisiones admitidas, los que incorporan dispositivos para la reducción de sus emisiones o los que han sustituido los motores. Para ello, el Ayuntamiento de Madrid definirá el protocolo de aprobación de las tecnologías admisibles, como ya se ha establecido en cuatro ciudades suecas (Estocolmo, Gotemburgo, Malmö y Lund), así como el sistema de identificación de estos vehículos.

□ Control del estado de los sistemas de minimización de las emisiones

Las nuevas normas Euro IV no solamente suponen una reducción efectiva en las emisiones, ya que al mismo tiempo requieren que los motores sigan cumpliendo estos niveles después de los 100.000 kilómetros. Pese a que esta norma no es de obligatorio cumplimiento hasta el año 2006, las últimas generaciones de vehículos ya han alcanzado su cumplimiento, optando con antelación por la implantación de sistemas de control de las emisiones que no requieren mantenimiento durante este plazo o que imponen restricciones a la utilización del vehículo si no se realiza el mantenimiento que los sistemas de reducción de las emisiones requieren.

Para estos vehículos, una regulación en función de dicha norma asegura que se está acometiendo una reducción importante de las emisiones. En cambio, en el caso de vehículos anteriores, el grado de la eficacia de las medidas que controlan las emisiones en función de la norma Euro que cumplían en el momento de su fabricación depende en gran medida de asegurar un correcto mantenimiento del vehículo en general y de los sistemas de reducción de las emisiones en particular.

De hecho, se ha constatado que una parte sustancial de las emisiones provenientes del tráfico rodado es debida al deficiente estado de mantenimiento de los sistemas de reducción de las emisiones de los gases de escape, en concreto a la falta del mantenimiento adecuado de los catalizadores que incorporan un alto número de vehículos de gasolina.

Con el fin de obtener los mayores beneficios posibles de las diferentes opciones tecnológicas de reducción de emisiones actualmente implantadas, el Ayuntamiento de Madrid realizará un mayor control sobre el funcionamiento de los sistemas de reducción de emisiones. En la actualidad, para la mayoría de los vehículos es posible recurrir a un análisis relativamente sencillo que da una idea del funcionamiento de estos sistemas: un análisis del factor lambda en motores de gasolina equipados con catalizador y un análisis mediante opacímetro en el caso de los vehículos diésel.

Con el fin de lograr un incremento de las tareas de inspección se plantean las siguientes actuaciones:

- Creación de un procedimiento voluntario de certificación de emisiones.
- Establecimiento de controles periódicos obligatorios para ciertos vehículos actualmente no regulados en el sector privado, como vehículos de reparto o autobuses interurbanos.
- Modificación de la normativa municipal destinada a la determinación de límites de emisión más estrictos que los incluidos en las normas estatales y comunitarias.
- Realización de un mayor número de inspecciones en los centros de control de emisiones.
- Establecimiento de acuerdos con ITV de la región para que éstas absorban las necesidades de incremento de las inspecciones que los centros municipales no puedan realizar. También se considera establecer con este sector una actuación coordinada que permita un intercambio fluido de datos y tecnología, que conduzca a la pronta detección de las tendencias apreciadas en cuanto al estado del parque vehicular en relación a su nivel de emisiones.

8 programa de actuación

CONTAMINANTES (VARIACIÓN EN LA EMISIÓN)	NO _x , partículas en suspensión y CO	
OTROS EFECTOS	POSITIVOS	Mejora tecnológica del parque de vehículos
	NEGATIVOS	Incremento del coste de operación de flotas integradas por vehículos antiguos que se enfrentan a altos costes para reducir sus emisiones. Algunas tecnologías suponen un incremento del consumo de combustible muy reducido o la necesidad de adquirir soluciones acuosas de urea
ACTORES INVOLUCRADOS	Ayuntamiento de Madrid, Comunidad de Madrid, ITV	
PLAZO DE EJECUCIÓN	2006 – 2010	
INDICADORES DE SEGUIMIENTO	Porcentaje de ITV que determinan la presencia de equipos de reducción de las emisiones ineficaces. Porcentaje de vehículos adquiridos conforme a las diferentes normas Euro. Número de vehículos que han acreditado la instalación de sistemas de minimización de los gases de escape.	

OTRAS MEDIDAS

SECTOR	TRÁFICO RODADO
SUBSECTOR	Otras medidas
NOMBRE	Fomento del uso de la bicicleta

Antecedentes:

El fomento del empleo de la bicicleta como medio de transporte en el entorno urbano constituye uno de los principales compromisos adquiridos por el Ayuntamiento de Madrid. En este sentido, cabe destacar que la bicicleta ha dejado de contemplarse como un medio de locomoción recreativo, para convertirse en una opción de transporte, y bajo este enfoque se desarrollará un conjunto de medidas destinadas a convertir a Madrid en una ciudad en la que la bicicleta forme parte del paisaje urbano habitual.

Por lo tanto, el objetivo de esta medida es incrementar el uso de la bicicleta como medio de transporte a través de la conquista de nuevos usuarios. Estos nuevos

ciclistas urbanos procederán principalmente del ámbito de los peatones y de usuarios del transporte público y también (y éste es el desafío más importante) del sector de automovilistas.

Las motivaciones habituales que han de promover esta transferencia hacia la bicicleta desde otros medios de movilidad son básicamente tres:

- Pragmatismo: poner el acento en la flexibilidad y rapidez de la bicicleta.
- Economía: implica un considerable recorte de los gastos de transporte.
- Mejora ambiental: contrarresta muchos de los problemas ocasionados por un uso indebido o inadecuado del vehículo privado (ruido, ocupación de vía pública y, sobre todo, empeoramiento de la calidad del aire).

Si bien la imagen generalizada de la bicicleta como medio de transporte está asociada a países del norte de Europa (con orografías suaves, climas atlánticos y un alto nivel de conciencia ambiental), la presencia de este medio de locomoción es muy abundante en el arco mediterráneo, en especial en Italia y el sur de Francia. España cons-

tituye una excepción en el empleo masivo de la bicicleta, aunque esta tendencia está cambiando en los últimos años.

Las ventajas ambientales y urbanas de la bicicleta son muchas y muy variadas, y superan con mucho el ámbito estricto de la protección ambiental, convirtiéndose en muchos casos en todo un modelo de relación ciudadano-ciudad. A modo de ejemplo las más relevantes son:

- Reducción de la contaminación.
- Mejora de las condiciones peatonales.
- Mejora de calidad de vida urbana.
- Mejor aprovechamiento del territorio (menos espacio ocupado y más espacio de convivencia).
- Implicación del ciudadano en un proyecto de movilidad sostenible.
- Medio competitivo en trayectos urbanos que van de los 3-7 km, distancias que suponen un elevado porcentaje de los desplazamientos en automóvil en el interior de Madrid.

Sin embargo, es necesario reconocer que existen no pocos obstáculos a la implantación de la bicicleta como medio de transporte. Es sobre estas dificultades sobre las que se tiene que articular la política de mejora de la movilidad ciclista en el ámbito urbano. A continuación se destacan algunas de las más importantes:

- Barreras de infraestructura.
- Inseguridad de los usuarios.
- Riesgo de robos de la bicicleta.
- Escasa reglamentación normativa a favor del empleo de la bicicleta.
- Dificultad de creación de infraestructuras segregadas para uso ciclista.
- Dificultad en la aplicación de la intermodalidad bicicleta-transporte público.

Toda iniciativa pública destinada al fomento de la bicicleta debe estar orientada a la supresión o al menos minimización de este tipo de factores.

Esta medida se está aplicando a varios niveles en numerosas ciudades: Barcelona, Vitoria, Londres, París, Roma, Ferrara, Berlín, Los Ángeles, Toronto, Bogotá y Yakarta. No obstante y a pesar de que, como se mencionaba con anterioridad, España sigue siendo una excepción en el panorama europeo en relación al empleo de la bicicleta, se han producido en los últimos años un buen número de iniciativas públicas que constituyen un buen punto de referencia para Madrid. Entre estas iniciativas nacionales destacan el Plan de Vías Ciclistas de Guipúzcoa o el Proyecto Cicloplis.

A nivel internacional, el ejemplo más significativo es el de Ferrara; esta ciudad italiana destaca por sus políticas orientadas a fomentar el uso de la bicicleta, que han permitido que aproximadamente el 30% de los desplazamientos desde casa al colegio o al trabajo se efectúen empleando este medio de transporte. Para ello, las 5 hectáreas de su centro urbano son peatonales, pero accesibles a ciclistas. Alrededor de este núcleo se extienden 50 hectáreas abiertas al tráfico rodado pero con importantes restricciones.

Igualmente, en Ferrara se ha desarrollado una extensa red de carriles bici y se sigue trabajando para incrementar el número de espacios en el que disponen de prioridad los ciclistas y peatones sobre los vehículos. Estas actuaciones han afectado al tráfico de los automóviles, que han visto como vías de doble sentido han pasado a tener un único sentido para poder delimitar carriles bici.

La ciudad ha optado por sustituir los antiguos adoquines por otros más planos con el fin de facilitar el uso de la bicicleta, y se han creado 2.500 plazas gratuitas de aparcamiento, 330 plazas vigiladas, y 800 plazas en la estación de ferrocarril.

Además, la bicicleta se ha convertido en un atractivo turístico, al diseñar rutas verdes a lo largo del río Po; a esto hay que añadir que permite el mantenimiento de una red de pequeños talleres locales especializados.

Como resultado de todas estas medidas, se ha incrementado el número de bicicletas por habitante hasta alcanzar un sorprendente ratio de 0,8 bicicletas por habitante; estas actuaciones le han merecido el Premio Europeo a Ciudades Sostenibles.

8 programa de actuación

Descripción:

Debido al carácter amplio de esta medida y a la necesidad de dar respuesta a elementos muy diferenciados se ha optado por una estructuración de este apartado conforme a tres ejes principales:

- Actuación sobre infraestructura.
- Fomento de la intermodalidad.
- Fomento directo del cambio modal.

Actuaciones sobre infraestructura:

El objetivo de esta medida viene determinado por la creación de una red interconectada de vías de uso ciclista. Esta red debe dar respuesta a un conjunto de requisitos de carácter técnico, como son el gradiente máximo (preferiblemente no superior al 6%), buena calidad de asfaltado, anchura adecuada y mecanismos que garanticen la seguridad.

El anillo verde ciclista de Madrid previsto, y ya concluida su primera fase, aunque no supone una alternativa de transporte en el centro urbano, implica un gran avance al ofrecer a los ciudadanos alternativas seguras para utilizar las bicicletas, bien con fines lúdicos o de transporte. El cinturón en construcción se trata de una circunvalación apta para ciclistas y peatones que rodeará la ciudad en su totalidad y que conectaría, entre otras, las diferentes instalaciones deportivas como el Centro de

Deportes Acuáticos y el estadio de La Peineta, así como diferentes zonas verdes de Madrid y alrededores.

Este carril bici contará con zonas de descanso con arbolado, mobiliario urbano y fuentes cada 2 ó 3 km, pasarelas para evitar el cruce de los ciclistas con otras redes de transporte y una extensa plantación de árboles a los lados del carril, protegiendo de forma natural a los ciclistas.

Con el fin de constituir una red adecuada sería necesario considerar la creación de una trama de vías ciclistas urbanas, conectadas con el Anillo Verde Ciclista, que permita el acceso en condiciones adecuadas al ámbito urbano de Madrid. En este sentido, el Ayuntamiento de Madrid está elaborando el Plan Director Ciclista, que configurará esta trama viaria, integrándola en la ciudad.

Otra medida es la creación de más aparcamientos que pueden ser o no compartidos con las motos. Estos sistemas de aparcamiento deben garantizar la seguridad frente al robo, pudiendo optarse en función de las características del entorno por sistemas de anclaje convencionales o sistemas más avanzados como los que se describen a continuación. En Japón, como consecuencia de la escasez de suelo se ha optado por un sistema caro pero muy efectivo y puntero tecnológicamente. Este sistema consiste en construir aparcamientos automáticos subterráneos que almacenan en "perchas" las bicicletas aprovechando al máximo el espacio disponible. En Gerona, en el año 2000, se comenzaron a instalar los denominados Bicebergs que funcionan con tarjetas de banda magnética y PIN.





Biceberg

Para utilizarlos, se inserta la tarjeta, después se coloca la bici en la compuerta y el propio Biceberg sitúa la bicicleta en un lugar seguro del aparcamiento subterráneo. La bicicleta se recupera de manera similar, sólo basta con introducir la tarjeta y el mecanismo la localiza y la devuelve a la superficie en 30 segundos. Los aparcamientos Biceberg tienen capacidad para 23, 46, 69 ó 92 bicicletas. Biceberg ofrece al usuario una garantía del 100 % contra el robo de la bicicleta y el equipaje, rapidez de acceso y una total comodidad de uso.

El coste de este sistema oscila entre los 90.000 y los 150.000 euros dependiendo del equipamiento con que se dote a la instalación.

□ Fomento de la intermodalidad

Como se mencionaba al comienzo de esta medida, la bicicleta es especialmente competitiva en trayectos relativamente cortos entre 3-7 Km. Por este motivo, es abso-

lutamente necesario para el éxito del fomento de la bicicleta la implantación de acciones destinadas principalmente a garantizar la intermodalidad entre bicicleta y el transporte público, en especial autobús y metro. La intermodalidad resulta absolutamente clave para garantizar la popularización definitiva de la bicicleta como medio de transporte.

Una de las vías de actuación es la concepción de la bicicleta como "vehículo lanzadera"; existen varias zonas geográficas, que quedan a una distancia relativamente larga respecto a los accesos de metro, como para realizar el trayecto a pie. En general este trayecto suele ser realizado mediante el uso de líneas de autobuses cuyo recorrido coincide con el trayecto hasta el metro. Se trata de líneas de recorrido normal, es decir, no son vehículos lanzadera propiamente dichos, sino que son empleados como tales por los ciudadanos. Sin embargo esta situación suele desembocar en tiempos de viaje excesivamente largos. Existe un importante grupo de viajeros que, ante esta situación, deciden hacer uso del vehículo privado, ya que la opción del transporte público no implica una ganancia de tiempos. La concepción de la bicicleta como un vehículo lanzadera y la posibilidad de que ésta pueda ser trasladada en el transporte público abre la posibilidad de captar a un cierto número de usuarios. En el caso de Madrid, a propuesta de la Comunidad de Madrid, recientemente se ha prolongado el horario para poder transportar bicicletas en el Metro durante fines de semana y festivos. De esta manera, los ciclistas podrán viajar con sus bicicletas en el suburbano durante todo el fin de semana, sin las limitaciones que existían actualmente (de 06 a 16 horas).

La Comunidad de Madrid ha tomado esta decisión después de observar un incremento de los ciclistas que acudían a practicar deporte utilizando el Metro, pues se han multiplicado en menos de tres años, alcanzando un incremento del 175%.

La línea más utilizada es el Metrosur, seguida de la línea 10, la Línea 9 y la Línea 8, es decir, las que conectan con zonas verdes exteriores o rutas ciclistas en diferentes parajes, como el Parque del Sureste. Estas cuatro líneas concentran el 74% de las entradas de ciclistas, unos 287 cada fin de semana.

Otra manera de fomentar la intermodalidad está directamente relacionada con la creación de una infraestruc-

8 programa de actuación

tura adecuada, y más concretamente con la ubicación de los aparcamientos en lugares como intercambiadores, paradas de autobús, de cercanías, metro y tren.

Fomento directo del cambio modal

Es necesario reconocer que la bicicleta es contemplada por el ciudadano medio como una forma marginal de transporte. Es necesario romper esta imagen pública, para ello se debe diseñar una política activa de integración de la bicicleta en el tejido urbano. Medidas como el incremento del número de bicicletas de alquiler, y otras opciones como el sistema de "propiedad conjunta" son instrumentos importantes para alcanzar estos objetivos.

El préstamo de bicicletas (con diferentes opciones en cuanto a la duración y precio del servicio) representa la voluntad de las instituciones de fomentar este medio de transporte. Los lugares estratégicos para situar estos puntos de alquiler de bicicletas serían los intercambiadores situados en el anillo de la M-30 y en los parkings de la ciudad.

Es conveniente revisar las condiciones de acceso al Metro y al servicio de Cercanías de los pasajeros con bicicleta, bien dotando a las estaciones de "garajes" seguros para dejar la bicicleta o dotando a los vagones de espacios destinados a la colocación de estos vehículos.

CONTAMINANTES (VARIACIÓN EN LA EMISIÓN)	Esta medida no tiene efectos directos sobre la emisión de contaminantes. El porcentaje esperado de retirada de vehículos de la circulación a favor de las bicicletas es muy bajo, solo en los casos en que el ciudadano se encuentre cerca de su lugar de trabajo podrá ser viable, situación poco habitual en Madrid.	
OTROS EFECTOS	POSITIVOS	Reduce la densidad del tráfico y el ruido producido por el mismo, incrementa el número de sitios libres para aparcar en la superficie y mejora la salud de los ciudadanos que optan por este medio de transporte. Mejora la imagen de la ciudad para los ciudadanos y para la comunidad internacional.
	NEGATIVOS	
ACTORES INVOLUCRADOS	Ciudadanos	
PLAZO DE EJECUCIÓN	2006-2007	
INDICADORES DE SEGUIMIENTO	Kilómetros de carril bici. Número de plazas de aparcamiento para bicicletas. Número de usuarios de bicicleta.	

SECTOR	TRÁFICO RODADO
TIPO	Otras medidas
NOMBRE	Creación de la figura del Gestor de Movilidad

Antecedentes:

Existe una actuación muy concreta en Barcelona en el Polígono de la Zona Franca donde se ha alcanzado un convenio que tiene una vigencia de tres años y prevé la constitución de un Comité Técnico de Movilidad, que esta-

rá integrado por representantes del Ayuntamiento, del Consorci de la Zona Franca y de Transportes Metropolitanos de Barcelona (TMB).

Este Comité tendrá el objetivo de analizar la demanda de transporte público en la Zona Franca, y formulará propuestas para mejorar la movilidad. El acuerdo también prevé crear la figura del gestor de movilidad del polígono, que recomendará establecer paradas de autobús nuevas, estudiará cómo favorecer el uso del coche compartido y cómo mejorar los aparcamientos del área industrial.

Con la llegada del metro al polígono se prevé que aumente el uso del transporte público, que permitirá crear un servicio de autobuses lanzadera desde las paradas de metro a las empresas, y también de un título de transporte para los trabajadores del polígono.

Descripción:

El principal motivo de desplazamiento de los madrileños en sus vehículos privados es el trabajo; por esta razón la figura del Gestor de Movilidad en la empresa es un buen apoyo para conseguir reducir el número de vehículos privados de las calles y vías de acceso a la ciudad.

Desde el Ayuntamiento de Madrid se creará, en colaboración con la Cámara de Comercio e Industria de Madrid y la Confederación Empresaria de Madrid-CEOE (CEIM), el Comité Técnico de Movilidad, el cual se encargará de:

- Desarrollar un estudio en el que se estime las zonas (polígonos industriales, barrios en los que exista un alto número de empresas, etc) o empresas (aquéllas con un elevado número de empleados) en las que es necesario la presencia de un Gestor de Movilidad.
- Definir la figura del Gestor de Movilidad, es decir sus requisitos y funciones determinadas.
- Establecer los canales de comunicación adecuados con los diferentes organismos (Ayuntamiento, Gestores de Movilidad, EMT, Consorcio Regional de Transportes, etc).
- Establecer mecanismos periódicos de revisión del sistema y detección de necesidades.

En este marco, se promoverá la creación de la figura del Gestor de Movilidad de las empresas, cuyas funciones serían:

- Diseñar la política de movilidad de la empresa.
- Gestionar la contratación de los medios de transporte colectivo y privados para dar servicio a los empleados, dimensionando correctamente el número de plazas necesarias, los diferentes recorridos a realizar y contratar, en la medida de lo posible, servicios que utilicen combustibles alternativos.
- Facilitar el acceso al trabajo desde estaciones de metro y EMT cercanas, en caso de que éstas no se localicen a una distancia prudencial del mismo.
- Coordinar y organizar rutas para trasladar a los empleados desde sus domicilios o sitios cercanos al lugar de trabajo y viceversa. El servicio también podría ofrecerse a clientes.
- Contactar con otras empresas cercanas para coordinar y optimizar los desplazamientos necesarios, para minimizar costes y tiempos de desplazamiento.
- Prestar especial atención a los empleados con movilidad reducida.
- Estar informado de las subvenciones y ayudas a disposición de la empresa para la adquisición de vehículos de baja emisión y, en su caso, solicitarlas.
- Incentivar y coordinar el que los trabajadores compartan sus vehículos particulares, aprovechando la cercanía de los lugares donde se localizan sus viviendas. El gestor debe poner en contacto a las personas que compartan perfil para que lleguen a un acuerdo.
- Incentivar el uso de la bicicleta entre los empleados.
- Informar y concienciar a los empleados de la empresa de la necesidad de evitar el uso del vehículo privado a favor del transporte público y del que pone a disposición la empresa, mediante charlas, debates, notas informativas, etc.
- Coordinación con los responsables de EMT, RENFE, Metro, Consorcio de Transportes, etc, para transmitirles

8 programa de actuación

los problemas, ideas, sugerencias sobre posibles mejoras de sus servicios en la zona donde se ubica la oficina.

Ante posibles episodios de contaminación, como por ejemplo de Ozono, el Gestor de Movilidad de las empresas debe llevar a cabo una labor de concienciación entre los empleados para evitar el uso de los vehículos privados de empresa. El Ayuntamiento de Madrid informará con la suficiente anticipación de las alertas sobre episodios de contaminación a los gestores para facilitarles esta labor.

Como apoyo a las campañas de información y concienciación de la Estrategia de la Calidad del Aire del Ayuntamiento de Madrid se elaborarán manuales y guías para

facilitar y orientar la labor del Gestor de Movilidad. Para todas las actividades de difusión, las empresas contarán con el apoyo del Ayuntamiento.

La figura del Gestor de Movilidad se plantea con el objetivo de definir y fomentar dentro de las empresas políticas para promover el uso del transporte público, evitar la dependencia del vehículo privado de los trabajadores e incrementar la eficiencia de la flota de la empresa, lo que repercute en una mejora de la calidad del aire y de la calidad de vida de los trabajadores.

Esta medida es también aplicable a colegios y centros comerciales que presentan el mismo tipo de problemática.

CONTAMINANTES SOBRE LOS QUE ACTÚA	Esta medida tiene un efecto de reducción sobre los contaminantes que genera el tráfico rodado privado, es decir: NO _x , partículas en suspensión, CO, CO ₂ , COVNM y metales pesados principalmente. La reducción se obtiene de manera indirecta pues se consigue retirando vehículos privados de la circulación entre semana.	
OTROS EFECTOS	POSITIVOS	Reducción del ruido de tráfico. Aumento de la seguridad vial. Incremento de usuarios del transporte público. Creación de numerosos puestos de trabajo. Mejora de la fluidez de las calles y carreteras de acceso a la ciudad. Mejora de la imagen corporativa de las empresas. La necesidad de establecer un horario incentivaría una buena gestión y organización del tiempo de los trabajadores y por lo tanto un incremento de la productividad en horario laboral.
	NEGATIVOS	
ACTORES INVOLUCRADOS	Empresarios, empleados, sindicatos, Cámara Oficial de Comercio e Industria de Madrid, CEIM Confederación empresarial de Madrid-CEOE, Ayuntamiento de Madrid.	
PLAZO DE EJECUCIÓN	2007-2010	
INDICADORES DE SEGUIMIENTO	Porcentaje de trabajadores de la empresa que utilizan el servicio. Tiempo de desplazamiento al trabajo. Reducción de la IMD. Aumento de las plazas libres de aparcamiento.	

SECTOR	TRÁFICO RODADO
TIPO	Otras medidas
NOMBRE	Fomento del uso compartido del vehículo

Antecedentes:

Actualmente en Madrid es posible que los usuarios de transporte privado contacten entre sí para compartir sus vehículos. Se basa en la creación de puntos de contacto y una línea telefónica en la que los posibles usuarios pueden inscribirse. Este servicio es gestionado por un departamento especializado de la Universidad Autónoma de Madrid.

Actualmente existen en España empresas que gestionan, administran y proveen de contenidos on-line, la bolsa de personas que quieran compartir coche. Las webs de ayuntamientos como Tarragona, Bilbao, Zaragoza, Rubí, Vilanova i la Geltrú y otros tienen un espacio dedicado a compartir coche, pero todas remiten a otra web general, donde se ofrece el servicio antes mencionado, www.compartir.org, que es de alcance europeo y que contiene divisiones geográficas suficientes para combinar los desplazamientos comarcales y los continentales.

También existe la opción del “**carsharing**”. La expresión se usa para hablar del “coche multiusuario”: un servicio de propiedad compartida de una flota de coches. La iniciativa funciona con éxito en países como Suiza, Alemania, Francia, Canadá o Estados Unidos. Sólo en Suiza, los usuarios del sistema superan los 50.000. En 2005 se ha implantado en Cataluña el servicio Catalunya Carsharing, de la mano de una fundación impulsada por la Asociación para la Promoción del Transporte Público y en la que

figuran también el Ayuntamiento de Barcelona y la Generalitat de Cataluña, así como otras entidades.

El coche multiusuario está pensado para ciudadanos que tienen resueltas las necesidades básicas de movilidad con el transporte público. El coche se utilizaría ocasionalmente para hacer un encargo en una zona mal comunicada de la ciudad, acompañar un familiar, hacer unas compras o para las salidas fuera de la ciudad en fin de semana o vacaciones. El sistema permite el uso por horas o en día completo, en lugar de la unidad diaria de los servicios de alquiler de coches, estableciendo la tarifa en función del tiempo y los kilómetros recorridos.

La proximidad es otro de los valores del sistema, puesto que es posible encontrarse al volante quince minutos después de hacer la reserva por teléfono o internet. La primera fase de implantación ha sido en la ciudad de Barcelona, pero más adelante se pretende llegar al área metropolitana.

Descripción:

Con el objetivo de fomentar la mayor ocupación de los vehículos, el Ayuntamiento de Madrid efectuará una serie de actuaciones complementarias entre las que destacan:

- Creación y mejora de los sistemas de comunicación y bases de datos que pongan en contacto a posibles usuarios. Estos sistemas buscarán la implicación de los gestores de movilidad de las empresas, de manera que sea posible poner en contacto a usuarios de empresas próximas.
- Creación de nuevos puntos de contacto entre usuarios para la utilización de los carriles Bus-VAO.
- Evaluación de la viabilidad de implantación de un sistema de carsharing en Madrid.

8 programa de actuación

CONTAMINANTES (VARIACIÓN EN LA EMISIÓN)	NO _x , partículas en suspensión, CO, CO ₂ , COVNM y metales pesados	
OTROS EFECTOS	POSITIVOS	Reducción de los tiempos de acceso a la ciudad Mejora en el transporte público
	NEGATIVOS	
ACTORES INVOLUCRADOS	Ayuntamiento de Madrid	
PLAZO DE EJECUCIÓN	2007 - 2010	
INDICADORES DE SEGUIMIENTO	Número de usuarios para utilización de vehículos compartidos	

SECTOR	TRÁFICO RODADO
TIPO	Otras medidas
NOMBRE	Control de las emisiones generadas por maquinaria de obra

Antecedentes:

Las emisiones de los vehículos no proceden únicamente de los automóviles; existen vehículos encuadrados en otras categorías que contribuyen en mayor o menor medida a la contaminación atmosférica. Si excluimos las aeronaves, entre estos vehículos se encuentran los trenes de tracción térmica, la maquinaria agrícola y forestal, y la maquinaria de obras o industrial.

Los primeros grupos no son representativos en el Municipio de Madrid. Las emisiones provenientes de la maquinaria ferroviaria son reducidas en la ciudad. Teniendo presente la alta electrificación de la red ferroviaria y el hecho de que para retirar los escasos trenes con tracción térmica sería necesario acometer electrificaciones en puntos muy alejados de la ciudad, la actuación en este sentido no es una de las líneas prioritarias de la presente Estrategia. En cuanto a la maquinaria forestal y agrícola, la baja actividad de este tipo de vehículos en Madrid reduce la capacidad de cualquier medida destinada a la reducción de las emisiones de este sector.

Sin embargo, la maquinaria de obra sí que es relevante en cuanto a las emisiones de la ciudad, debido a la alta tasa de actividad del sector de la construcción tanto en edificación como en obra civil. Por este motivo el Ayuntamiento de Madrid acometerá diferentes medidas tendientes a la reducción de las emisiones de este sector.

Este grupo engloba un espectro muy heterogéneo de máquinas. A continuación se incluye la división empleada a la hora de valorar las emisiones provenientes desde este sector, indicando el tipo de motor y rango de potencias predominante.

▣ **Máquinas de asfaltado:** se trata de un amplio grupo que engloba pavimentadoras asfálticas y de hormigón. En su mayoría son propulsadas por motores diésel de 3 a 6 cilindros con entre 15 y 160 kW de potencia. Las más potentes son turboalimentadas.



▣ **Máquinas compactadoras portátiles:** se pueden dividir en función de su tamaño. Los pequeños equipos son equipados con motores de gasolina de dos tiempos de entre 1 y 3 kW de potencia. Los de mediano tamaño cuentan con motores de gasolina de 4 tiempos de entre 2 y 21 kW.



□ **Apisonadoras:** de tamaños muy variables y propulsadas por motores diésel de entre 2 y 390 kW. Solamente presentes en el caso de obras de pavimentación.



□ **Miniexcavadoras y zanjas:** máquinas de tamaño reducido especializadas en pequeños movimientos de tierra y la creación de zanjas para la instalación de tuberías y cables. En los últimos años se ha generalizado su uso en obras urbanas viarias. Son propulsadas por motores diésel de entre 10 y 40 kW. Su presencia en las calles es cada vez más elevada.



□ **Excavadoras:** si excluimos las incluidas en el grupo anterior se pueden dividir en medianas (motores diésel en su mayoría turboalimentados, de entre 4 y 12 cilindros y 50-500 kW de potencia) y grandes (siempre turboalimentados y con motores diésel entre 8 y 16 cilindros de potencias superiores). Las primeras generalmente se encuentran en obras que requieran movimientos de tierra de cierta entidad, por lo que es posible encontrarlas con cierta asiduidad en la ciudad. Las de mayor tamaño se encuentran prácticamente restringidas a canteras y a la creación de grandes infraestructuras de comunicación, por lo que su presencia es mucho más reducida.



□ **Hormigoneras:** se encuadran en este grupo las máquinas destinadas a la creación de cemento y morteros presentes en todas las obras de edificación. Pese a que en su mayoría son de funcionamiento eléctrico, es posible encontrar equipos medianos con motores de gasolina (entre 1 y 7,5 kW) y diésel (entre 5 y 40 kW). Las unidades más potentes pueden estar autopropulsadas por chasis específicos que las incluirían en el grupo de maquinaria de obra. Se ha de tener presente que la configuración más



habitual para hormigoneras de gran capacidad es su instalación sobre chasis de vehículos pesados de carretera. Este grupo no se considera dentro de la maquinaria de obra, ya que el accionamiento de la cuba se realiza gracias al motor principal de la unidad, que se rige conforme a las normas de emisión de los vehículos de carretera.

□ **Grúas:** pese a que la gran mayoría de las grúas funcionan empleando energía eléctrica (especialmente si son estacionarias), los modelos portátiles equipados con motores diésel de entre 100 y 250 kW pueden originar una alta polución. Existen modelos especiales con una potencia aún más elevada. Se excluyen de este grupo las pequeñas grúas instaladas sobre camiones destinadas a su propia carga y descarga así como las de gran tamaño instaladas sobre chasis pesados de varios ejes. Estos dos últimos grupos operan sobre las vías públicas y son accionadas por el motor principal de la unidad, que se rige conforme a las normas de emisión de vehículos pesados de carretera.



□ **Niveladoras:** presentan muy diferente configuración: con variable número de ejes, con capacidad de acopio o sin ella, articuladas o rígidas, etc. Solamente es posible encontrarlas en obras con importantes movimientos de tierra, por lo que su presencia en el término municipal es muy reducida. Tienen una potencia de entre 130 y 700 kW en la mayoría de las ocasiones y son todas propulsadas por motores diésel.



□ **Camiones de obra:** destinados a tareas de transporte de áridos en obras y canteras, no circulan por las carreteras. Su presencia en la ciudad es sumamente reducida. Emplean un motor diésel de entre 300 y 500 kW en la mayoría de las ocasiones turboalimentado. Existen unidades excepcionalmente grandes que se emplean en canteras y minas.



8 programa de actuación

□ **Bulldozers:** Son empleados en baja proporción en el interior de la ciudad, ya que solamente se emplean en movimientos de tierra de importancia. Se incluyen equipos sobre ruedas y sobre cadenas de tamaño variable. Todos propulsados por motores diésel con entre 30 y 250 kW como norma general. Los de mayor potencia son turboalimentados.



□ **Tractores, palas cargadoras y retroexcavadoras:** los tractores son de uso exclusivo en obras que requieren movimientos de tierra, se trata de un amplio grupo con propulsión diésel y una potencia de entre 25 y 150 kW. Las palas cargadoras que presentan cadenas se incluyen en el anterior grupo junto a los bulldozers. Las que circulan sobre neumáticos se mantienen en este grupo y se subdividen en tres subgrupos: pequeñas (aspiración normal, 3 o 4 cilindros y 15-40 kW), medianas (turboalimentados 40 a 120 kW) y grandes (turboalimentados de hasta 250 kW como norma general). Como en otros grupos anteriores, unidades reservadas presentes en minas y canteras pueden presentar potencias y tamaños excepcionales, pero se trata de un grupo muy reducido. También se incluye en este grupo las retroexcavadoras, que combinan la pala anterior con un brazo articulado en su parte posterior. Estas máquinas se han convertido en un vehículo estándar de muy amplio uso, dada su alta capacidad para incorporar todo tipo de accesorios. Por este motivo es posible localizarlas con cierta frecuencia en la ciudad. Se trata de maquinaria de propulsión diésel que presentan una potencia de entre 10 y 130 kW.



□ **Minipalas:** se incluyen en este grupo vehículos de reducido tamaño con las ruedas fijas que generalmente se dirigen obligando a éstas a derrapar sobre el suelo. En los últimos años se



han popularizado en pequeñas obras, por lo que frecuentemente existen equipos trabajando en el interior de la ciudad. Son propulsados por motores diésel de entre 15 y 60 kW.

□ **Volquetes y transportes pequeños:** frecuentemente, vehículos incluidos en este grupo trasladan los materiales hasta los lugares de construcción y retiran los escombros. Es posible localizar algunas unidades operando en la ciudad



en obras pequeñas y medianas. En su mayoría son propulsados por motores diésel que entregan entre 5 y 50 kW, aunque una reducida proporción puede emplear motores de gasolina de 4 tiempos con entre 5 y 10 kW.

□ **Plataformas elevadoras:** su presencia es cada vez más frecuente en la ciudad, destinándose a tareas de poda, limpieza, reparación y otros fines. Es posible encontrar una cierta proporción de plataformas estacionarias o semiestacionarias que emplean motores eléctricos (menos de 2 kW) o de gasolina de 2 tiempos (3-10 kW). En cuanto a las móviles, existen grandes equipos en obras de infraestructura que pueden circular sobre cadenas, pero mayoritariamente se recurre a plataformas instaladas sobre vehículos convencionales de mediano tamaño. Éstas operan gracias a la potencia del motor diésel propio del vehículo o gracias a motores autónomos de entre 5 y 25 kW). Al igual que se ha comentado para las gruas, en el caso de que la potencia necesaria para su accionamiento sea aportada por el motor convencional del vehículo, se ha de tener presente que éste se rige por normas específicas de vehículos de carretera.



□ **Carretillas elevadoras y otros equipos de carga:** existen grandes máquinas destinadas al manejo de tuberías y troncos que operan en un reducido número de ocasiones en la ciudad. En cambio, las



maquinas de reducido tamaño destinadas al transporte de cargas son muy abundantes en los centros de distribución de mercancías. Los que prestan servicio en instalaciones interiores son de propulsión eléctrica. Las destinadas a tareas realizadas en el exterior o grandes espacios son propulsadas por motores diésel o gasolina con potencias entre 20 y 100 kW. También existen equipos propulsados por GLP.

□ **Generadores:** permiten generar electricidad a partir de combustibles sólidos. Se pueden dividir en tres grupos. Los más pequeños pueden ser transportados manualmente entre una o dos personas. Generalmente constan de motores de 4 tiempos de gasolina con una potencia entre 0,5 y 5 kW, aunque los más pequeños son motores de 2 tiempos. Los de tamaño mediano requieren de medios mecanizados para su traslado. Se trata de motores diésel de entre 5 y 100kW. Los de mayor tamaño, pueden definirse como pequeñas centrales eléctricas montadas sobre un chasis convencional de camión o en un contenedor estandarizado. Incluyen equipos diésel turboalimentados con entre 100 y 1000 kW, ya que a la hora de inventariar las emisiones se considera que los equipos de más de 1000 kW no son maquinaria y se han de tratar en el apartado de generación eléctrica. En la ciudad los equipos de reducido tamaño son relativamente poco importantes, ya que la posibilidad de conectar a la red eléctrica está prácticamente siempre presente. En cambio, los equipos de mayor tamaño son necesarios en el caso de rodajes, conciertos y otras actividades que requieran de una potencia extraordinaria. Los equipos de más elevada potencia prestan servicio en instalaciones que necesitan asegurar la presencia continuada de energía eléctrica o en el caso de que se registren apagones.



□ **Bombas:** equipos de reducida importancia en el caso de la ciudad. Las bombas móviles tienen generalmente entre 0,5 y 70 kW de potencia. Los tipos más comunes son las accionadas mediante un motor eléctrico, las de gasolina de 2 tiempos y menos de 10 kW y las diésel de entre 10 y 20 kW.

□ **Compresores:** los destinados a tareas domésticas o de albañilería son generalmente equipos portátiles eléctricos. En cambio los destinados a construcción, como por ejemplo los encargados de hacer funcionar un martillo neumático, son equipos diésel sobre uno o dos ejes con una potencia de entre 10 y 120 kW.



□ **Soldadores:** existen equipos eléctricos, de gasolina (4 tiempos y menos de 10kW) y diésel (hasta 40 kW). La presencia de equipos no eléctricos es muy reducida.



□ **Unidades de refrigeración:** ciertos equipos montados en contenedores, camiones y vagones de tren destinados al transporte de mercancías incluyen motores diésel de entre 10 y 20 kW. Su presencia en la ciudad se encuentra limitada a un reducido número de instalaciones como la estación de contenedores de RENFE.



□ **Otros equipos industriales:** se incluyen barredoras, fregadoras, aspiradoras industriales, pulidoras, y otra maquinaria que no se incluye en equipos de carretera convencionales. Es posible que el grupo que opera en mayor medida en las vías públicas de la ciudad, especialmente realizando tareas de limpieza. En su gran mayoría se encuentran propulsadas por motores diésel de muy variable potencia, aunque la maquinaria de menor potencia puede emplear gasolina. Sobre este grupo es posible actuar de manera directa ya que se destinan a servicios municipales en una alta proporción.



□ **Otros equipos de transferencia:** este grupo incluye equipos no encuadrados en grupos anterior-

8 programa de actuación

res como cintas transportadoras, tractores industriales, quitanieves, etc. Los que no son eléctricos son generalmente diésel.

❑ **Otros equipos de construcción:** equipos destinados a tareas de construcción no incluidos en los grupos anteriores como taladradoras, martillos neumáticos, etc. Aquellos que no son eléctricos o no son alimentados por el aire comprimido generado por un compresor, incorporan generalmente un motor de 2 tiempos de gasolina o un motor diésel.

Las emisiones generadas en una obra no solamente son debidas a las emisiones generadas por los motores de la maquinaria que en ella opera, ya que los fenómenos de resuspensión de partículas se ven acentuados por los movimientos de tierra y por la presencia de suelo desnudo. Las acciones de acopio y movimientos de tierras, así como el trasiego de vehículos pesados sobre viales sin asfaltar generan un levantamiento de polvo y partículas que provoca una pérdida de calidad del aire en las zonas de actuación.

Descripción:

Con el fin de reducir las emisiones originadas por las actividades de construcción y demolición, el Ayuntamiento de Madrid acometerá acciones de diferente índole que se agrupan en los siguientes campos:

- ❑ Inclusión en los pliegos de contratación municipal de los criterios medioambientales y especialmente medidas destinadas al control de las emisiones de la maquinaria de obra y de servicios.
- ❑ Incremento de las labores de inspección y de vigilancia de la normativa vigente.
- ❑ Desarrollo de nueva normativa destinada al control de las emisiones.

Estas tres líneas de actuación se centrarán en diferentes aspectos de las emisiones asociadas a las obras y servicios. Los aspectos en los que es posible actuar mediante una combinación de las tres líneas de actuación anteriormente comentadas son:

❑ **Cumplimiento de las etapas establecidas por la normativa vigente y de futura aplicación en materia de emisiones provenientes de maquinaria no de carretera**

Con el fin de fomentar el empleo de la maquinaria menos contaminante, el Ayuntamiento de Madrid contemplará en los pliegos de licitación y de contratación de todos los concursos que supongan el empleo de maquinaria una elevada valoración ponderada del empleo de maquinaria con bajo nivel de emisiones.

El empleo de vehículos convencionales destinados a la ejecución de las obras (camiones, todoterrenos, furgones, etc) es un aspecto ampliamente desarrollado en anteriores medidas de la presente Estrategia, que indican como los vehículos de nueva fabricación o que emplean combustibles alternativos emiten cantidades muy inferiores de contaminantes. En cambio las emisiones originadas por la maquinaria no de carretera es un aspecto que es conveniente considerar de manera independiente, ya que su situación normativa y tecnológica es completamente diferente.

Al igual que para el grupo de transporte por carretera, para este grupo también existe normativa que ha supuesto un importante avance en cuanto a la reducción de sus emisiones. Como el resto de normas europeas de este tipo, solamente se regula la puesta en el mercado de nuevas unidades, no suponiendo ningún tipo de restricción sobre el parque existente.

A escala comunitaria, diferentes normas establecen los límites máximos de emisión aplicables a dichos motores y los procedimientos de certificación respecto al cumplimiento de dichas normas. La Directiva 97/68/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 16 de diciembre de 1997, supone la base normativa de la actividad reguladora en este ámbito. Pese a que esta norma sigue estando vigente, la aparición de normativa posterior ha supuesto una continua modificación y actualización de los límites en ella incluidos. Esta normativa está formada por las siguientes Directivas:

- ❑ Directiva: 2001/63/CE: Esta norma adaptó la Directiva 97/68/CE al progreso técnico en cuanto a las emi-

siones de motores de encendido por compresión (diésel) destinados a tractores agrícolas y forestales.

□ Directiva 2002/88/CE: Extiende el ámbito de aplicación de la Directiva 97/68/CE para cubrir también los pequeños motores de encendido por chispa (gasolina). Contempla dos fases que ya se encuentran plenamente implantadas.

□ Directiva 2004/26/CE: Amplía el ámbito de aplicación para cubrir las locomotoras y los buques de navegación por aguas interiores. También endurece las normas de emisión de los grupos anteriormente contemplados.

Este conjunto de normas determina las condiciones que ha de cumplir la maquinaria y los motores encargados de su funcionamiento. Se establece un calendario de fechas límite para la comercialización y homologación de determinados motores que no cumplen con las condiciones indicadas. Considerando la última normativa de aplicación, este calendario se puede resumir en dos fases. La primera de ellas dió comienzo durante el año 2005 y será revisada a más tardar el 31 de diciembre del año 2007 por parte de la Comisión Europea. Si esta revisión determina que el cumplimiento de la segunda fase es posible, ésta dará comienzo, efectuándose una modificación sustancial de los límites de emisión que entrarían en vigor en distintas fechas que concluyen en el año 2014.

Puesto que la normativa europea contempla el establecimiento de niveles similares en Estados Unidos, es de esperar que los motores fabricados en el futuro se adapten a ella, creándose estándares a nivel mundial muy similares a los comentados anteriormente a nivel europeo para los automóviles de carretera, conocidos como normas Euro.

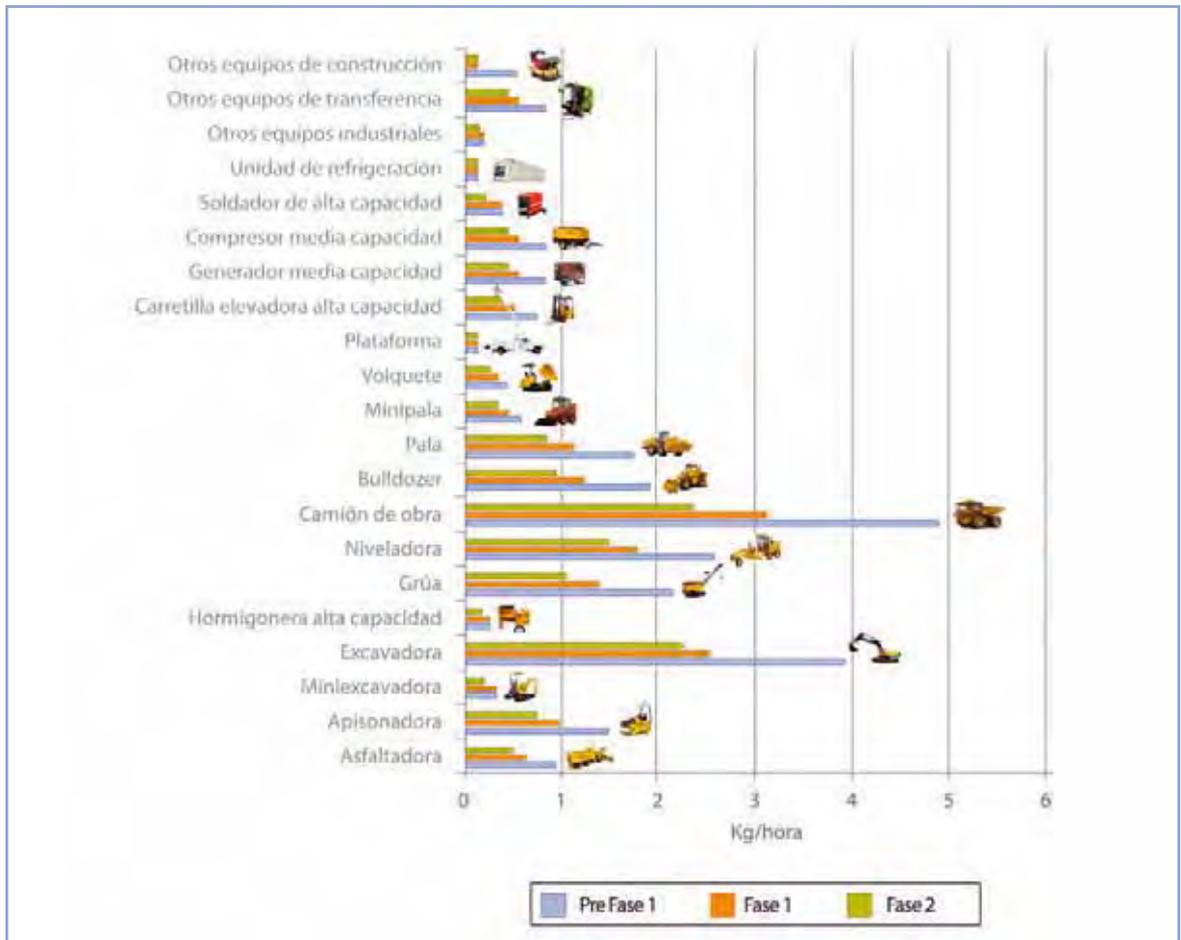
Con el fin de ilustrar qué mejora de la calidad del aire puede reportar el establecimiento de esta medida, a continuación se incluyen imágenes que resumen los beneficios que el desarrollo de la Directiva 2002/88/CE ha supuesto en cuanto a los equipos diésel. Se indican los valores correspondientes para equipos de potencia media según las consideraciones indicadas anteriormente. En el caso de ciertos equipos, como carretillas elevadoras, compresores y soldadores, se ha de tener presente que los equipos diésel incluyen exclusivamente las versiones más potentes, ya que equipos de mediana y reducida potencia recurren a motores de gasolina o eléctricos. En el caso de los compresores se representa un equipo de potencia media de tipo remolque.

Las gráficas también permiten valorar la importancia de las emisiones de esta maquinaria en relación a los vehículos de carretera. Para hacer esta comparación más gráfica basta con considerar dos ejemplos:

□ Los vehículos pesados (autobuses y camiones) emiten en torno a 10 gramos de NO_x por kilómetro, aunque esta cifra puede variar sustancialmente en función de la velocidad, la temperatura y la tecnología del vehículo. Teniendo presente la velocidad media de circulación, en la ciudad podrían recorrer en condiciones óptimas unos 30 kilómetros en una hora, emitiendo aproximadamente 300 gramos de NO_x en este tiempo. Un camión de obra (dumper) trabajando una hora a plena capacidad emite en torno a 2.400 gramos. Puesto que esta situación nunca se registra (la maquinaria generalmente nunca trabaja al 100% de su capacidad, ya que circula cargada y descargada, presenta detenciones intermitentes, etc.) es posible estimar que en una hora de trabajo de un camión de obra, éste emite la mitad de esta cantidad, cuatro veces más que sus homólogos de carretera.

8 programa de actuación

Emisiones de NO_x asociadas al empleo de maquinaria al 100% de carga



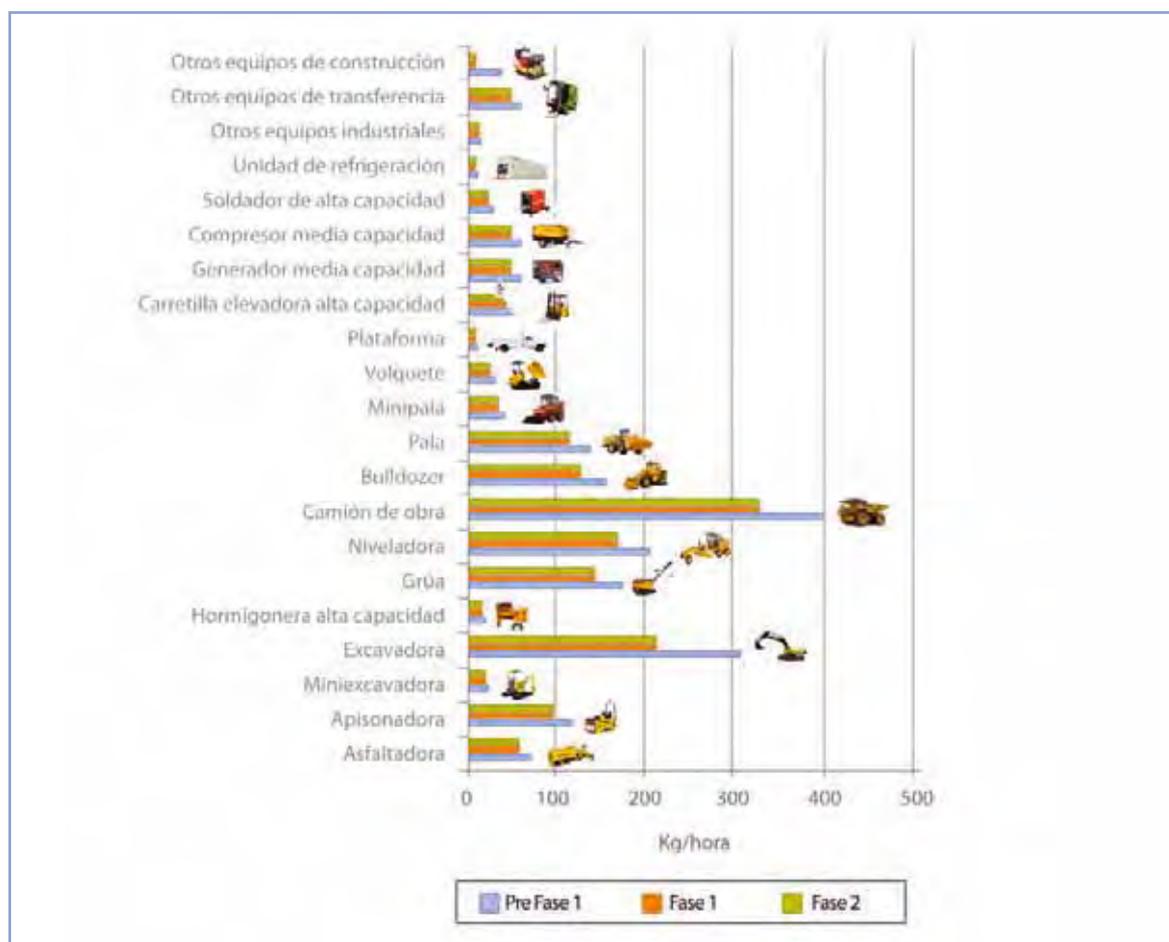
La industria automovilística considera un reto lograr turismos que emitan menos de 120 gramos de CO₂ por kilómetro recorrido en ciclo combinado. Actualmente es posible alcanzar estas emisiones empleando motores híbridos o pequeños motores diésel o de gasolina e inyección directa en utilitarios de pequeño tamaño. En condiciones normales es complejo que un turismo alcance medias de más de 50 km/h en ciclos combinados. Un cálculo simplificado permite estimar que uno de estos utilitarios emite 6 kilogramos de CO₂ en este periodo. El funcionamiento a plena potencia de un compresor de cierto tamaño durante 10 minutos para, por ejemplo, accionar un martillo neumático, puede emitir la misma cantidad de CO₂.

Consideración de la antigüedad de la maquinaria

Otra de las posibilidades para lograr el empleo de maquinaria de reducido nivel de emisiones es contemplar en los pliegos de contratación el establecimiento de una elevada puntuación en función de la antigüedad de la maquinaria empleada. Este planteamiento se basa en dos puntos:

Puesto que la normativa anteriormente comentada se traduce en la creación de un calendario que controla la homologación y comercialización de la maquinaria, optar por unidades más novedosas supone el empleo de maquinaria que se ajusta a factores de emisión más estrictos.

Emisiones de CO₂ asociadas al empleo de maquinaria al 100% de carga

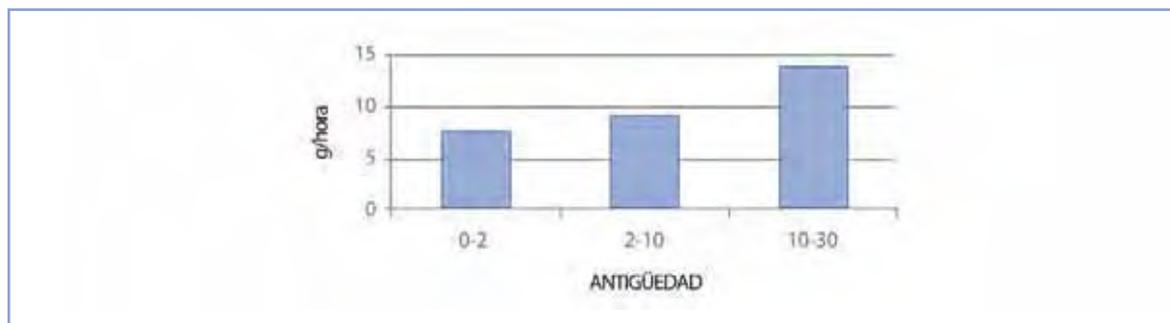


Con este planteamiento no solamente se logra que la maquinaria que se emplee haya sido fabricada conforme a requisitos más estrictos. También se logra que se encuentre en un mejor estado de conservación. Este factor es importante en el caso de vehículos de carretera, pero su importancia en el caso de maquinaria, con una elevada exigencia en cuanto a sus condiciones de uso, puede ser determinante. Los estudios realizados muestran que la antigüedad de la maquinaria es especialmente importante en cuanto a uno de los contaminantes prioritarios de esta Estrategia, las partículas en suspensión.

Con el objetivo de ilustrar como varía la emisión de este contaminante en función de la antigüedad del equipo, a continuación se muestra como afecta la antigüedad a las emisiones de una retroexcavadora de tipo medio (en torno a 65 kW de potencia) fabricada conforme a los estándares previos a la introducción de las diferentes fases contempladas en la Directiva 2002/88/CE. Este tipo de maquina es el equipo de gran tamaño que es posible localizar con mayor frecuencia en la ciudad. Es imposible realizar cálculos similares para la maquinaria fabricada conforme a la normativa de más reciente publicación, puesto que la evolución de las emisiones provenientes de estas máquinas no ha sido aún analizada.

8 programa de actuación

Emisiones de partículas en suspensión de una retroexcavadora en función de su antigüedad



Como se aprecia en la imagen anterior, inducir el empleo de maquinaria moderna puede llegar a suponer una reducción de prácticamente el 50% de las emisiones de partículas en suspensión. En cuanto a otros contaminantes también es importante, destacando la reducción de las emisiones de CO y COV asociada al empleo de maquinaria más moderna.

Consideración de la tecnología empleada en la maquinaria

Este aspecto es de más difícil consideración que los anteriormente comentados. A diferencia de los vehículos de carretera, la posibilidad de emplear maquinaria propulsada por otros combustibles es muy reducida, siendo posible destacar en este sentido la existencia de carretillas propulsadas por GLP o las versiones eléctricas de maquinaria portátil, aunque éstas tienen una baja potencia en comparación con las unidades de gasolina o diésel.

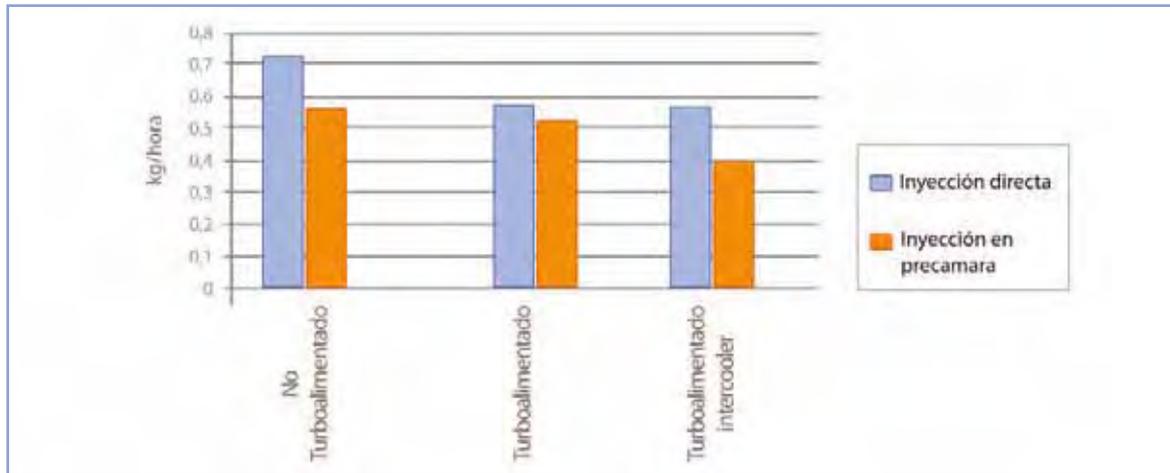
En este escenario solamente es posible contemplar el empleo de tecnologías destinadas a aumentar la eficiencia de los motores, como son el empleo de turboalimentación e intercooler. Estas tecnologías presentan una

muy baja posibilidad de elección, ya que están presentes o no en función de la potencia del equipo. Los equipos más potentes siempre recurren a turboalimentación mientras que los de escasa potencia nunca incorporan estos sistemas y un contratista en reducidas ocasiones tiene la opción de realizar una obra con una máquina turboalimentada o no turboalimentada.

En cambio, existe una tecnología prometedora en grandes motores diésel que es conocida como inyección indirecta, que se basa en la presencia de una precámara de combustión. Esta tecnología puede representar una posibilidad de elección ya que cada vez un mayor número de máquinas la incorporan, traduciéndose en una mayor eficiencia del motor.

En la imagen siguiente se muestra como afecta la aplicación de esta tecnología a las emisiones de una excavadora nueva de potencia media-baja (aproximadamente 100 kW). La adjudicación preferente de obras de infraestructura a contratistas que empleen maquinaria con motores alimentados por esta tecnología puede traducirse en una reducción de las emisiones asociadas.

Emisiones de una excavadora nueva de media-baja potencia a pleno rendimiento



Control del mantenimiento

En la actualidad, las emisiones de las flotas diésel de vehículos de carretera de más de 20 vehículos tienen una consideración especial en Libro I de la Ordenanza General de Protección del Medio Ambiente Urbano en cuanto a su nivel de emisiones, de manera que han de contar con un mantenimiento planificado. En cambio, el control de las emisiones provenientes de maquinaria es un aspecto que actualmente no ha sido desarrollado en su totalidad.

Ya sea mediante la valoración en los pliegos de contratación, del control voluntario de las emisiones de la maquinaria, o mediante la modificación de la normativa municipal, se fomentará un mayor control de las emisiones provenientes de la maquinaria de obra, ya que, como se ha indicado anteriormente, se ha constatado una relación directa entre la antigüedad y las emisiones de algunos contaminantes.

En este sentido, es conveniente destacar que en la actualidad se realiza un control de las emisiones acústicas de la maquinaria en los Centros de Control de Emisiones del Ayuntamiento de Madrid. La posibilidad de completar este control con una verificación de las emisiones atmosféricas es uno de los aspectos que el Ayuntamiento de Madrid analizará para acometer una reducción del conjunto de las emisiones provenientes de la maquinaria.

Para que este planteamiento sea eficaz es necesario establecer unos niveles que cataloguen a las máquinas en función de sus emisiones. Actualmente los niveles definidos no están fijados, y su posible determinación solo es posible tras la realización de una primera etapa de análisis que determine el estado del parque actual.

Una vez que se tenga un conocimiento de las emisiones generadas por el parque de maquinaria, es posible fijar estos valores.

Control de las emisiones de partículas asociadas a las operaciones de movimiento de tierras.

Con la finalidad de evitar las pérdidas de calidad del aire consecuencia de la generación de polvo en grandes obras, se realizará un gran esfuerzo encaminado a controlar que los responsables de las mismas desarrollan las medidas correctoras necesarias. En este sentido destacan diferentes aspectos:

- Los agentes municipales prestarán una especial atención para supervisar especialmente que los camiones que transporten áridos se encuentren correctamente cubiertos mediante la utilización de lonas y no de redes protectoras. Igualmente se prestará atención a la cubrición de contenedores de obra, mostrando un especial esfuerzo con los contenedores de obra situados a pie de calle, controlando que se encuentran correctamen-

8 programa de actuación

te tapados, especialmente en periodos nocturnos y en fines de semana.

- Se desarrollarán, conjuntamente con empresas constructoras y otros agentes implicados, guías de buenas prácticas encaminadas a concienciar a los transportistas de los problemas que un inadecuado transporte puede conllevar.
- Se elaborará normativa específica, en la que se estudiará la retirada obligatoria de los contenedo-

res en fines de semana y festivos, así como los requisitos destinados a la cubrición de los vehículos destinados a sustancias que puedan suspenderse en el aire.

- Se elaborarán medidas reguladoras de las condiciones ambientales de las obras, estableciendo los criterios sobre accesos, acopio de materiales, operaciones de carga y descarga, riegos, etc.

CONTAMINANTES (VARIACIÓN EN LA EMISIÓN)	El empleo de maquinaria más ecológica permite principalmente reducciones de las emisiones de partículas en suspensión, NO _x y CO ₂ . Adicionalmente, esta medida contempla actuaciones destinadas a reducir específicamente las emisiones del primero de estos contaminantes	
OTROS EFECTOS	POSITIVOS	Mejora la imagen de las constructoras Mejora la calidad de vida de los vecinos Se reduce el ruido generado por las obras
	NEGATIVOS	
ACTORES INVOLUCRADOS	Constructoras, Ayuntamiento de Madrid.	
PLAZO DE EJECUCIÓN	2006 - 2010	
INDICADORES DE SEGUIMIENTO	Número de maquinas sustituidas o adaptadas	

SECTOR	TRÁFICO RODADO
TIPO	Otras medidas
NOMBRE	Reducción de las emisiones procedentes del aeropuerto

Antecedentes:

El aeropuerto de Madrid - Barajas es el centro de comunicaciones más importante España y, por tanto, de Madrid. Prácticamente desde su puesta en marcha, el aeropuerto ha sufrido constantes transformaciones que le han per-

mitido consolidarse como uno de los mejores aeropuertos nacionales. A partir la década de los noventa, las instalaciones aeroportuarias han sufrido graves problemas de congestión como derivación del alto ritmo de evolución mantenido por el sector, que ha ido por delante de la previsión de capacidad.

Como consecuencia de los grandes problemas sufridos, entre 1997 y 1999, el Ministerio de Fomento y AENA (Aeropuertos Españoles y Navegación Aérea) desarrollaron una serie de estudios orientados a la búsqueda de una adecuada ampliación de la capacidad del sistema aeroportuario de Madrid. Las conclusiones a las que se llegó en los diferentes estudios pasaban por la construcción de un aeropuerto complementario a Madrid –

Barajas o bien el desarrollo de la capacidad máxima de Barajas.

Las experiencias vividas en otras ciudades internacionales han demostrado que la puesta en marcha de un nuevo aeropuerto puede tardar aproximadamente 10 años, con el impacto socioeconómico que supone el operar con un aeropuerto en condiciones de saturación, por lo que se decidió desarrollar Barajas hasta alcanzar su máxima capacidad.

Tal y como queda establecido en la legislación nacional, el proyecto de ampliación ha sido sometido al proceso de evaluación de impacto ambiental, y sus conclusiones provocaron la publicación en el BOE de 18 de diciembre de 2001 de la Declaración de Impacto Ambient-

tal (D.I.A.), de la que se derivan una serie de actuaciones que deben ser llevadas a cabo para asegurar la calidad ambiental del entorno del aeropuerto.

Las emisiones atmosféricas atribuibles al sector aeroportuario provienen principalmente de las aeronaves y de los vehículos auxiliares que circulan por el interior de la zona aeroportuaria. De la misma forma, se pueden incluir dentro de este sector las emisiones provocadas por los vehículos que se desplazan al aeropuerto.

En el cuadro que se adjunta a continuación se presenta una comparativa entre la situación actual del Aeropuerto de Madrid - Barajas y las previsiones futuras tras su ampliación.

	ANTES PLAN DIRECTOR	PREVISIONES FUTURAS
Capacidad anual	+25 M / pax	+70 M / pax
Capacidad hora punta	7.500 pax	18.000 pax
Superficie Terminales	198.000 m ²	940.000 m ²
Posiciones asistidas	35	+104
Plazas de aparcamiento	9.050	21.800
Campo de vuelo	2 pistas	4 pistas
Operaciones / hora	53	120

Fuente: AENA

Descripción:

Desde el Ayuntamiento de Madrid se realizará, conjuntamente con AENA, el seguimiento de las medidas establecidas en la Declaración de Impacto Ambiental del proyecto de ampliación del aeropuerto. El Ayuntamiento de Madrid, en su afán por lograr una mejor calidad del aire en el municipio, desarrollará conjuntamente y en total coordinación con AENA los siguientes trabajos:

- Programa de Sustitución de Vehículos de Servicio en Tierra, en el que se definirá un plan de trabajo, definido conjuntamente con AENA para promover la sustitución de los vehículos diésel auxiliares por vehículos eléctricos o que utilicen combustibles menos contaminantes.

- Medidas de utilización de la APU (unidades auxiliares de suministro de energía de aeronaves).
- Control de las actuaciones de las operaciones de las aeronaves, especialmente en los periodos de despegue y rodaje.
- Fomento de las buenas prácticas entre compañías aéreas y AENA: se buscará una generalización de los procedimientos destinados a reducir las emisiones provenientes de las actividades de navegación, operaciones, aterrizaje y despegue y disminución del tankering.

Los objetivos de reducción de emisiones y de ritmo de renovación de flota de vehículos serán consensuados con AENA, de forma que se marquen unos objetivos reales y alcanzables antes del inicio de 2010.

8 programa de actuación

CONTAMINANTES (VARIACIÓN EN LA EMISIÓN)	NOx, partículas en suspensión, CO, CO ₂ , COVNM, metales pesados y SO ₂ principalmente.	
OTROS EFECTOS	POSITIVOS	
	NEGATIVOS	
ACTORES INVOLUCRADOS	Ayuntamiento de Madrid, AENA, compañías aéreas	
PLAZO DE EJECUCIÓN	2006-2010	
INDICADORES DE SEGUIMIENTO	Reducción de emisiones de las aeronaves en el ciclo aterrizaje y despegue Número anual de operaciones de aterrizaje y despegue	

SECTOR	TRÁFICO RODADO
TIPO	Otras medidas
NOMBRE	Uso eficaz de las TICs para reducir los desplazamientos físicos en vehículos

Antecedentes:

La restricción del tráfico de vehículos dentro de las áreas urbanas es una de las medidas sobre la que más hincapié han hecho las grandes ciudades a lo largo de los últimos años. Hay muchas variantes de esta restricción, tal y como se tratan en estas medidas: limitar el acceso de vehículos antiguos y pesados, limitar zonas de acceso, etc.

El objetivo de evitar que el ciudadano utilice su vehículo puede ser logrado mediante restricciones, o mediante el fomento de hábitos vitales que no necesiten del uso del vehículo, ya sea privado o público.

El tráfico en Madrid se ocasiona generalmente debido a cuatro factores: trabajo, colegios/formación, diversión y compra. Por ejemplo, si un madrileño tarda 45 minutos en desplazarse en su vehículo privado para llegar a su lugar de trabajo, el desarrollo de su actividad laboral desde casa, ahorraría 90 minutos de emisiones contaminantes de un vehículo privado.

Descripción:

En el *Libro Blanco y Estrategia para la Implantación de la Sociedad de la Información en Madrid* se aboga por impul-

sar nuevos hábitos de vida, formas de trabajo y cooperación en la red gracias a la implantación de las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (TIC).

Como ejemplo se puede reseñar el teletrabajo, que además de otorgar mayor flexibilidad a los profesionales y permitirles conciliar vida profesional y personal, teniendo un mejor rendimiento profesional, hace que el trabajador no tenga que desplazarse a la oficina.

El mencionado *Libro Blanco* aboga por una mayor implantación de unas TICs cuya realidad ya permite realizar electrónicamente muchas de las actividades que ocasionan los desplazamientos en vehículos: trasladarse de casa al trabajo y viceversa, asistir a reuniones en lugares diferentes del de su centro de trabajo, ir a un centro comercial, realizar gestiones administrativas o bancarias, acudir a centros educativos o de formación, etc, sin tener que utilizar vehículo rodado alguno.

“Desplazar” información en lugar de personas hace que no se utilicen vehículos privados o públicos, lo que en una ciudad como Madrid redundará, sin duda, en un considerable ahorro de tiempo, dinero y emisiones contaminantes.

Durante el plazo de actuación de la Estrategia Local de Calidad del Aire, se trabajará coordinadamente con otras Áreas del Ayuntamiento, con otras Administraciones y con el sector privado para lograr difundir e implantar, en aquellos entornos que sea adecuado, estos nuevos hábitos, formas de trabajar y cooperar en red, que las TICs permitan llevar a cabo. ■

8.1.

CONTAMINANTES (VARIACIÓN EN LA EMISIÓN)	NO _x , PM, CO, CO ₂ , COVNM, N ₂ O y metales pesados.	
OTROS EFECTOS	POSITIVOS	Fomento de la innovación tecnológica
	NEGATIVOS	
ACTORES INVOLUCRADOS	Ayuntamiento de Madrid, AENA, sector empresarial	
PLAZO DE EJECUCIÓN	2006-2010	
INDICADORES DE SEGUIMIENTO	Número de trámites administrativos municipales que pueden realizarse de forma no presencial Número de usuarios de administración electrónica	

213

8.2. Fuentes fijas

SECTOR	FUENTES FIJAS
TIPO	Uso responsable de la energía
NOMBRE	Plan de eficiencia y uso sostenible de la energía en la Ciudad de Madrid (PEM)

Antecedentes:

El sector energético conforma un complejo sistema de actividades que presenta muchos aspectos globalizados y tiende a considerarse materia que debe abordarse a escala nacional. Sin embargo, hay que tener en cuenta que una parte importante del consumo se produce en las ciudades y es precisamente el ámbito municipal donde se plantean las demandas más intensivas de energía. Es por ello que los Ayuntamientos se han sentido cada vez más involucrados en el sector y son varias las ciuda-

des españolas que han desarrollado planes energéticos, partiendo de la base de que las medidas propuestas a escala municipal tendrán incidencia directa en el consumo final. El Ayuntamiento de Madrid, consciente de la importancia del uso racional de la energía, ha desarrollado el Plan de eficiencia y uso sostenible de la energía en la Ciudad de Madrid (en adelante PEM) como instrumento estratégico que define los objetivos y diseña las líneas de actuación necesarias para avanzar hacia un desarrollo urbano más sostenible.

El PEM se plantea en un horizonte temporal 2006–2012 y tiene como finalidades básicas la reducción de las tendencias de consumo mediante el ahorro y la eficiencia energéticas y la optimización del aprovechamiento de los recursos propios renovables. Para la consecución de los fines perseguidos por el PEM es imprescindible, además, crear una conciencia global en todos los agentes y sectores implicados en el consumo energético, haciéndoles partícipes de las actuaciones que en él se plantean. Por

8 programa de actuación

ello, otro de los ejes estratégicos versa sobre Comunicación y Educación en el uso sostenible de la energía.

Resultan evidentes las repercusiones del sector energético sobre el medio ambiente en general y sobre la atmósfera en particular, de modo que muchas de las medidas en él propuestas presentan claras sinergias con la presente Estrategia y redundarán directamente en una mejora continua de la calidad del aire.

Descripción:

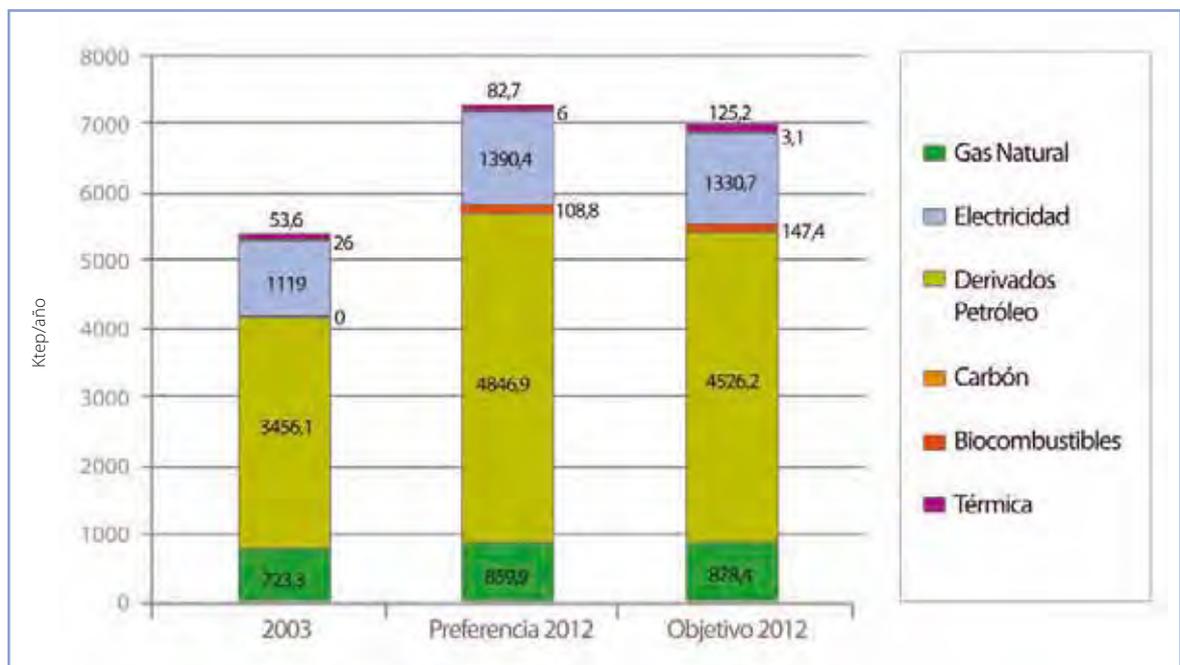
El PEM parte de una diagnosis de la situación actual, considerando los distintos productos energéticos, haciendo un análisis de los consumos por sectores tomando como referencia el año 2003. De los datos aportados por este balance inicial puede concluirse que el consumo total en la ciudad de Madrid se cifró en 5.378,9 Kilotoneladas equivalentes de petróleo (ktep), de las cuales el 64,3 % corresponde a derivados del petróleo, el 20,8 % a electricidad, el 13,4 % a gas natural y el resto a otras

fuentes. Estas cifras representan un consumo de 1,74 tep/habitante, valor significativamente inferior al obtenido para el conjunto del estado español (2,1) y para la Unión Europea (2,6).

Por su parte, la generación energética conseguida en el municipio de Madrid a partir de recursos renovables, en este mismo año, procedió fundamentalmente del aprovechamiento de los residuos (sólidos urbanos y aguas residuales), muy desarrollado en la actualidad, con una contribución pequeña, en términos relativos, de la energía solar. A ello hay que sumar la producción en régimen de cogeneración. En conjunto, todo ello supone una generación equivalente a 213,8 ktep, es decir, el 3,9 % de la energía final consumida en Madrid.

El estudio tendencial de la evolución histórica de las pautas de consumo permite marcar un escenario de referencia hasta el año 2012. La aplicación de estrategias adecuadas permitirá aumentar significativamente el aprovechamiento de energías renovables y conseguir ahorros

Comparación del consumo energético en función del tipo de energía final (ktep/año) para el año 2012, respecto del año base, 2003



energéticos apreciables y realistas. Esta nueva situación de la demanda energética constituye el denominado escenario Objetivo.

El Plan Energético de Madrid se concibe en dos ámbitos de actuación. El primero de ellos es el conjunto de la ciudad, formado por todos los sectores socioeconómicos que la componen y el segundo es el de las instalaciones y servicios de titularidad municipal.

Los ejes estratégicos que componen el Plan en el ámbito municipal son los mismos que en el de la ciudad y muchos de los programas que se desarrollan en

la ciudad también se aplicarán en las instalaciones y servicios municipales.

Este plan se estructura en 4 grandes ejes estratégicos denominados:

- Ahorro y eficiencia Energética.
- Fomento de las Energías Renovables y Recursos Renovables.
- Calidad y Seguridad en el Suministro.
- Comunicación y educación en el uso sostenible de la energía.

CONTAMINANTES (VARIACIÓN EN LA EMISIÓN)	Reducción en las emisiones de CO ₂ y otros contaminantes	
OTROS EFECTOS	POSITIVOS	Ahorro energético, fomento de energías renovables
	NEGATIVOS	
ACTORES INVOLUCRADOS	Ayuntamiento de Madrid, compañías del sector de la energía, empresas públicas y privadas de los sectores industrial y del transporte, comunidades de vecinos, ciudadanía en general, etc. . .	
PLAZO DE EJECUCIÓN	2006-2010	
INDICADORES DE SEGUIMIENTO	El Plan plantearía diversos indicadores de seguimiento, variables según el programa o medida concreta propuesta	

SECTOR	FUENTES FIJAS
TIPO	Reducción de las emisiones debidas a fuentes fijas
NOMBRE	Modernización de los procesos productivos industriales

Antecedentes:

Muchos son los esfuerzos que se realizan para mejorar y modernizar los procesos productivos de las actividades industriales, tanto desde las corporaciones municipales como

desde los gobiernos centrales de cualquier país. En Ciudad de Méjico se desarrolló, dentro de su estrategia de calidad del aire, un programa de ayudas encaminado a la modernización de los procesos productivos de las industrias, comercios y servicios, para reducir los niveles de emisión de las fuentes fijas. En este sentido, la estrategia de Toronto también recogió una serie de medidas, como la transformación de las centrales eléctricas de carbón a gas natural.

Madrid es una ciudad que tiene en el sector servicios su mayor fuente de competitividad económica. Esta situación marca de manera apreciable la evolución y características de la contaminación del aire en el municipio. Al contrario que otras grandes ciudades, la industria, y más

8 programa de actuación

concretamente la industria pesada, no tiene una presencia significativa en el entramado económico de la ciudad, con lo que no se identifican grandes focos emisores de contaminantes.

Aún así, se considera imprescindible que la industria existente o la que pueda llegar a implantarse se mantengan en primera línea de la protección ambiental.

Descripción:

El Ayuntamiento de Madrid realizará en el marco del Convenio suscrito en abril de 2004 con la Cámara de Comercio e Industria de Madrid y Confederación Empresarial de Madrid-CEOE (CEIM) una actividad de fomento, difusión, y aplicación de las llamadas Mejores Técnicas Disponibles, en el marco de la directiva IPPC.

Según la Directiva IPPC, las mejores técnicas disponibles (MTD's), conocidas también como BAT's (Best Available Techniques), son "la fase más eficaz y avanzada de desarrollo de las actividades y de sus modalidades de explotación, que demuestren la capacidad práctica de determinadas técnicas para constituir, en principio, la base de los valores límite de emisión destinados a evitar o, cuando ello no sea practicable, reducir en general las emisiones y el impacto en el conjunto del medio ambiente". Entendiéndose por técnica, la tecnología uti-

lizada junto con la forma en que la instalación esté diseñada, construida, mantenida y gestionada.

Dicho de otra forma, las Mejores Técnicas Disponibles (MTD's) para cada proceso productivo son aquellas técnicamente relevantes por su eficacia, comercialmente disponibles y que se puedan encontrar tanto en instalaciones existentes como futuras, caracterizadas por:

- Reducir la generación de residuos.
- Usar sustancias menos peligrosas.
- Fomentar la recuperación.
- Reducir el uso de materias primas.
- Aumentar la eficacia del consumo de energía.
- Prevenir o reducir al mínimo el impacto global de las emisiones y los riesgos para el medio ambiente.
- Disminuir el riesgo de accidentes o reducir sus consecuencias para el medio ambiente.

La información recopilada en los diferentes países miembros la UE sobre las propuestas de MTD se pone posteriormente en común en unas Comisiones de Trabajo creadas a tal fin para cada sector industrial y en las que se determinan las MTD's y se redactan los correspondientes documentos de referencia (también llamados BREF's).

CONTAMINATES (VARIACIÓN EN LA EMISIÓN)	Reducciones de NO _x , CO ₂ , COVNM, partículas en suspensión y metales pesados.	
OTROS EFECTOS	POSITIVOS	Posibilidad de vender derechos de emisión (beneficio económico para las empresas) Mejora de la competitividad
	NEGATIVOS	
ACTORES INVOLUCRADOS	CEIM Confederación empresarial de Madrid - CEOE, Cámara Oficial de Comercio e Industria y Ayuntamiento de Madrid	
PLAZO DE EJECUCIÓN	2007-2010	
INDICADORES DE SEGUIMIENTO	Número de solicitudes/licencias tramitadas	

SECTOR	FUENTES FIJAS
TIPO	Reducción de las emisiones debidas a fuentes fijas
NOMBRE	Sustitución de calderas

Antecedentes:

Durante la década de los 80, los datos extraídos de la Red de Vigilancia permitieron evidenciar el descenso de los niveles de ciertos contaminantes como el dióxido de azufre, que años atrás habían supuesto un problema permanente para la calidad del aire de la ciudad. A pesar de ello, se manifestó que, con condiciones meteorológicas adversas, se podían repetir episodios problemáticos de contaminación atmosférica.

Para combatir esta situación se determinó, en primer lugar, reducir el empleo del carbón en la ciudad, combustible con mayor contenido en azufre y muy utilizado en las calderas de calefacción de los edificios de la villa. Tras la realización de diversos estudios y con el afán de con-

seguir mejorar las condiciones ambientales de la ciudad, se llegó a la decisión de desarrollar una línea de subvenciones para que los madrileños pudieran realizar el cambio de tecnología más cómodamente.

La iniciativa fue acogida con éxito, llegando a ser respaldada por empresas productoras o suministradoras de productos energéticos (Gas Natural, Unión Fenosa y Cep-sa) al amparo, en algunos casos, de convenios suscritos entre dichas empresas y el Ayuntamiento.

Desde 1990 (año de puesta en marcha del plan) y a fecha de 31 de diciembre de 2004 se han transformado un total de 6.528 instalaciones de carbón, lo que ha supuesto una inversión de 32.372.663 euros. De las calderas transformadas, 5.949 lo han hecho a gas (92%), 292 a gasóleo, 4 a biomasa y 283 eléctricas.

Desde el año 1991 los porcentajes de subvención que se han aplicado son:

- Gasóleo y biomasa: 22,5 %
- Gas natural: 25 %
- Electricidad: 27,5 %
- Energía solar: 70 %

217

Calefacción de edificios mediante sistemas convencionales

SECTOR DOMÉSTICO Y COMERCIAL. FACTORES DE EMISIÓN (g/kWh útil final)							
	η (%)	CO ₂	SO ₂	NO _x	COV's	CO	N ₂ O
Carbón (Inst. Colectiva)	75	496	6,536	0,826	0,37	0,533	0,095
Gasóleo (Inst. individual)	75	409	1,032	0,585	0,129	0,249	0,075
Gasóleo (Inst. colectiva)	80	383	0,98	0,525	1,238	0,074	0,075
Gas Natural (Inst. individual) caldera convencional	82	280	0,009	0,346	0,051	0,056	0,018
Gas Natural (Inst. colectiva) caldera de alta eficiencia	88	261	0,008	0,323	-	0,052	0,016
Gas Natural (Caldera condensación)	101	227	0,007	0,29	-	0,047	0,015
Electricidad (conversión directa electricidad a calor, efecto Joule)	100	551	2,59	1,140	0,084	0,131	0,280

Fuente: Ponencia "El ahorro y la eficiencia energética en la vivienda", Antonio Llardén Director Corporativo de Tecnología, Medio Ambiente, Calidad y Seguridad. Pamplona 1 de abril de 2004 (Fundación Gas Natural).

8 programa de actuación

Descripción:

El objetivo de la presente medida es el lograr la sustitución de las calderas de carbón que aún se siguen utilizando en algunos de los edificios de viviendas del municipio. La meta marcada es lograr reducir el parque de calderas de carbón en Madrid a menos de 500.

Actualmente, quedan aproximadamente 2.000 calderas de carbón, las cuales deben ser transformadas y pasar a utilizar otros combustibles menos contaminantes. Desde el Ayuntamiento de Madrid se mantendrá el actual Plan de Sustitución de Calderas, para lo que se revisarán

los porcentajes de subvención, estudiando la posibilidad de eliminar la subvención para la transformación de calderas de carbón a gasóleo.

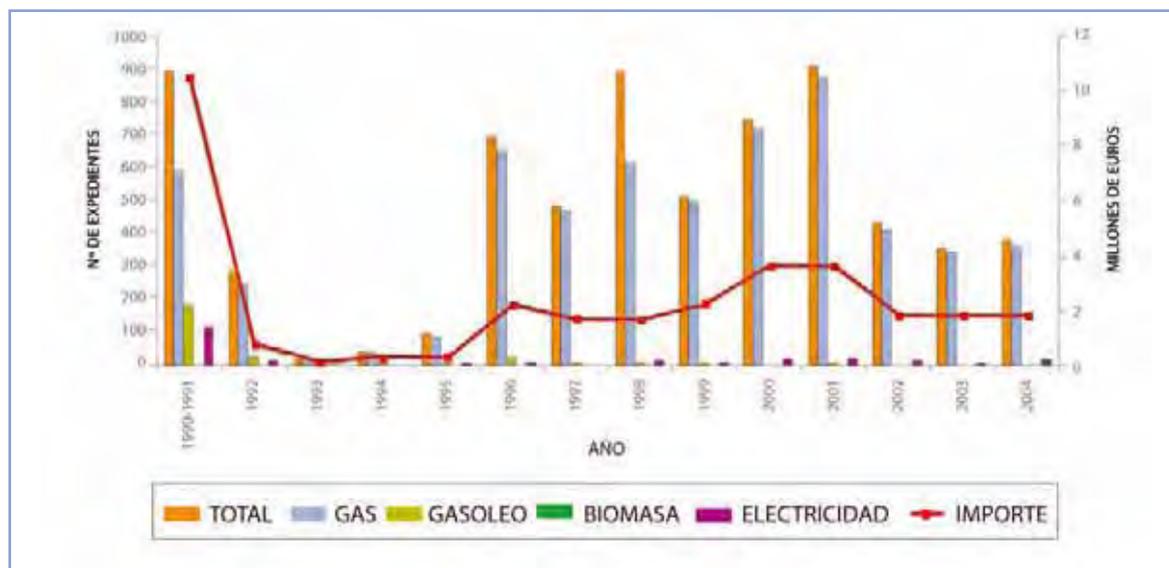
En el último año, el Ayuntamiento ha destinado aproximadamente 1,1 millones de euros a la sustitución de calderas. Para lograr el objetivo fijado en esta medida, durante los próximos años se mantendrá la línea de subvenciones. El total de los fondos destinados, así como los porcentajes de las subvenciones serán fijados en función de los presupuestos municipales y teniendo en cuenta el ritmo de demanda de sustitución.

■ Número de instalaciones de carbón transformadas ■

AÑO	TOTAL	GAS	GASÓLEO	BIOMASA	ELECTRICIDAD
1990-1991	894	589	186	—	119
1992	289	245	27	—	17
1993	20	16	2	—	2
1994	47	43	3	—	1
1995	103	86	9	—	8
1996	696	657	25	3	11
1997	489	473	10	—	6
1998	641	620	6	—	15
1999	515	499	3	—	13
2000	748	722	6	—	20
2001	910	876	9	—	25
2002	434	412	5	—	17
2003	355	345	0	1	9
2004	387	366	1	—	20
TOTALES	6.528	5.949	292	4	283

Fuente: Ayuntamiento de Madrid.

Sustitución de calderas



219

Con la finalidad de reducir la emisión de contaminantes procedentes del sector residencial, el Ayuntamiento también se ha propuesto potenciar la utilización de biocombustibles en aquellas calderas que funcionen con gasoil. Mediante la utilización de biodiésel se pueden reducir las emisiones de gases contaminantes sin la necesidad de realizar cambios importantes en el funcionamiento de las calderas.

Con el objetivo de reforzar el Plan y lograr un mayor nivel de sustitución de las calderas, se desarrollarán campañas informativas en las que se promocióne el Plan y se informe a las Comunidades de Propietarios de inmuebles sobre ayudas económicas existentes y mejores alternativas de sustitución.

Igualmente, se propone el desarrollo de nuevas líneas de financiación que puedan servir como reclamo.

CONTAMINANTES (VARIACIÓN EN LA EMISIÓN)	Reducción en las emisiones de CO ₂ , NO _x , partículas en suspensión, SO ₂	
OTROS EFECTOS	POSITIVOS	Ahorro energético.
	NEGATIVOS	
ACTORES INVOLUCRADOS	Ayuntamiento de Madrid, distribuidores de gas, empresas eléctricas, comunidades de vecinos	
PLAZO DE EJECUCIÓN	2006 – 2010	
INDICADORES DE SEGUIMIENTO	Número de calderas sustituidas/año	

8 programa de actuación

SECTOR	FUENTES FIJAS
TIPO	Reducción de las emisiones debidas a fuentes fijas
NOMBRE	Minimización de las pinturas de los viales y sustitución de las pinturas por otras menos contaminantes

Antecedentes:

Para la formulación de pinturas se utilizan más de 100 materias primas (disolventes, pigmentos, resinas y aditivos). Entre éstas, se encuentran en torno a 300 sustancias químicas, como los compuestos orgánicos volátiles (COVs).

Los compuestos orgánicos volátiles (COVs) son sustancias orgánicas que se evaporan a la presión y temperatura ambiente como, por ejemplo, el butano, propano, xileno, alcohol butílico, metiletilcetona, acetona, etilenglicol, y varios disolventes clorados como el tricloroetileno o el clorobenceno entre otros, que suelen utilizarse en la formulación de pinturas al disolvente. Este tipo de pinturas suelen contener entre un 40% y un 50% en volumen de disolventes como base de disolución para los agentes activos.

Las emisiones de COVs contribuyen a diversos problemas medioambientales como son la formación de ozono troposférico, la destrucción de la capa de ozono o el efecto invernadero.

Actualmente, el Ayuntamiento de Madrid está actuando sobre los pasos de peatones reguladas por semáforos de la ciudad, mediante la eliminación de las líneas identificativas, manteniendo el comienzo y final de las mismas.

Descripción:

El Ayuntamiento estudiará la forma de minimizar las señales pintadas sobre la superficie de los viales de la ciudad, así como la forma óptima de sustituir las pinturas con alto contenido en disolventes por pinturas con base agua o en polvo y de reducir la cantidad de pintu-

ra utilizada en los pasos de peatones y otra señalización viaria.

En esta medida se propone eliminar los tradicionales pasos de peatones por dos líneas discontinuas separadas a una distancia que oscile entre los 3 y 5 metros. Además, para mejorar la visibilidad de los pasos, la nueva configuración de las señales viarias debe acompañarse de señales de tráfico verticales y de una buena iluminación.

De manera similar puede actuarse sobre los badenes, reduciendo el volumen y tipo de pintura utilizado. También es conveniente limitar la inclinación del badén a un 4% para evitar daños en los vehículos.

Con esta medida también se consigue reducir los costes de mantenimiento de esas marcas viales, puesto que si reducimos la superficie pintada disminuye el gasto en limpieza y recuperación.

Como medida complementaria, se continuará la instalación en pasos de cebr de dispositivos luminosos que indiquen la presencia del mismo, para mejorar la visibilidad y la seguridad de los transeúntes. En el año 2004 se instalaron dispositivos en 51 pasos de cebr y en 10 en el primer trimestre de 2005. En estos pasos de peatones se irán eliminando, en coordinación con la operación "Madrid pavimenta Madrid", las bandas azules, con la consiguiente reducción del uso de pinturas.

Existen otras formulaciones que, por su composición y propiedades, son capaces de proporcionar resultados equiparables a las pinturas al disolvente a la vez que eliminan los efectos medioambientales de los COVs, los lodos de pinturas y disolventes residuales. Algunos ejemplos de estos productos alternativos son las pinturas al agua, las pinturas de alto contenido en sólidos o las pinturas de curación con radiación.

□ Pinturas al agua (Acrílica en emulsión)

Las pinturas de base acuosa contienen hasta un 80% de agua con pequeñas cantidades de disolvente para facilitar la dispersión de la resina. Existen diferentes variedades, aunque la más frecuente es la de tipo látex. Estas pinturas cuentan con numerosas ventajas:

- Evitan, casi por completo, la emisión de COVs.
- Gran retención del color.
- Inmejorables características de conservación de propiedades ópticas.
- Compatible con cualquier tipo de pavimento.
- Mayor rendimiento por su mayor contenido de sólidos en volumen.

Estas pinturas requieren equipos de aplicación adecuados y se debe tener precaución entre las 24 a 48 horas siguientes a su aplicación en caso de lluvia.

Pintura en polvo (Termoplásticas)

Se trata de una mezcla de sustancias minerales de granulometría gruesa (hasta 700 micras), una resina y un plastificante ambos en forma sólida; contienen además microesferas de vidrio y un aceite mineral especial que ayuda a controlar la viscosidad de aplicación y a plastificar el conjunto. Carecen de disolvente y se presentan en forma de

granulado grueso. Al ser la resina sólida a temperatura ambiente, para la aplicación de la pintura es necesario inducir calor, que actuaría como disolvente.

Las ventajas de este tipo de pinturas son:

- Rápido curado por lo que no es necesario protegerlas tras ser colocadas.
- Permiten choques térmicos sin agrietarse.
- Permite colocarse en espesores mayores (1 a 3 mm).
- Permite colocar señales con relieve, lo que mejora la visibilidad.
- Alta durabilidad y resistencia a la intemperie.
- Apta para todo tipo de pavimentos, solo en el caso del hormigón requiere imprimación previa.
- Adecuadas para alto tráfico.

El objetivo de esta medida es reducir las emisiones de COVs producidas por las pinturas utilizadas tradicionalmente.

CONTAMINANTES (VARIACIÓN EN LA EMISIÓN)	Compuestos Orgánicos Volátiles no metánicos.	
OTROS EFECTOS	POSITIVOS	Evita caídas de transeúntes que en períodos de lluvia pudieran resbalar al transitar por pasos de cebra o cualquier otro elemento viario pintado sobre el pavimento, así como posibles accidentes por deslizamiento de los neumáticos de las motocicletas.
	NEGATIVOS	
ACTORES INVOLUCRADOS	Ayuntamiento de Madrid.	
PLAZO DE EJECUCIÓN	2006-2007	
INDICADORES DE SEGUIMIENTO	Volumen de pintura utilizado cada año para pintar las calles Número de pasos de cebra modificados.	

8 programa de actuación

SECTOR	FUENTES FIJAS
TIPO	Reducción de las emisiones debidas a fuentes fijas
NOMBRE	Reducción de la emisiones debidas a fuentes de actividades relacionadas con la construcción

Antecedentes:

Un aspecto que se debe tener en cuenta a la hora de analizar las emisiones del sector de la edificación y vivienda, es la emisión de contaminantes como consecuencia de las tareas de construcción. El Ayuntamiento de Madrid, ya consciente de la importancia de este aspecto, promulgó en 1984 la *Ordenanza Municipal de Transporte y Vertido de Tierras y Escombros*, cuyo objetivo es regular (dentro de las competencias municipales) las siguientes actividades:

- ❑ Traslado de los productos procedentes de demoliciones y vaciado de tierra.
- ❑ Vertido en terrenos apropiados de tierras y escombros.
- ❑ Concesión de licencia municipal para el transporte de tierra y escombros.

Ésta no es la única ordenanza del Ayuntamiento encaminada a regular los aspectos de las obras; existen otras como la *Ordenanza de Obras, Servicios e Instalaciones en Vías y Espacios Públicos* o la *Ordenanza de Tramitación de Licencias Urbanísticas* que regulan diferentes aspectos de las obras y la construcción.

Descripción:

Desde el Ayuntamiento de Madrid se impulsará una política encaminada a la reducción de las emisiones procedentes de las obras del sector inmobiliario y de la obra pública. Esta política puede ser impulsada mediante diferentes canales, bien mediante el desarrollo de normativa, mediante acciones divulgativas o a través del incremento de las inspecciones *in situ*.

Los principales problemas que causan este tipo de actividades están relacionados con el levantamiento de pol-



Vista de un edificio en construcción

vo (demolición y retirada de escombros) y el trasiego de vehículos pesados, con altas tasas de emisión y no siempre en el mejor estado de conservación.

El polvo y las partículas que se generan en las actividades de construcción y de demolición pueden mitigarse sustancialmente a través de técnicas de reducción y gestión efectivas.

El establecimiento de procedimientos destinados al control del transporte de materiales polvorientos, el movimiento de tierras, la circulación de vehículos por carreteras sin asfaltar y otras acciones, pueden suponer una importante reducción en las emisiones provenientes de este sector.

Esta medida se desarrollará conjuntamente con las siguientes actuaciones:

- ❑ Normativas, que establezcan la obligatoriedad de adoptar buenas prácticas en la construcción.
- ❑ Divulgativas. Se elaborará una guía municipal de buenas prácticas en la construcción destinada a las empresas constructoras, así como darle un apoyo publicitario para que sean conocidas por el conjunto de la sociedad.
- ❑ Inspección de obras con el objeto de comprobar si se ponen en práctica los procedimientos correctamente.

CONTAMINANTES (VARIACIÓN EN LA EMISIÓN)	Reducción en las emisiones de partículas en suspensión	
OTROS EFECTOS	POSITIVOS	Mejora la imagen de las constructoras Mejora la calidad de vida de los vecinos mientras se realiza la obra
	NEGATIVOS	
ACTORES INVOLUCRADOS	Ayuntamiento de Madrid, empresas constructoras, Cámara Oficial de Comercio e Industria de Madrid, CEIM confederación empresarial de Madrid - CEOE	
PLAZO DE EJECUCIÓN	2007-2009	
INDICADORES DE SEGUIMIENTO	Nivel de partículas en las zonas cercanas a obras	

SECTOR	FUENTES FIJAS
TIPO	Reducción de las emisiones debidas a fuentes fijas
NOMBRE	Reducción de las emisiones de compuestos orgánicos volátiles

Antecedentes:

El uso de disolventes en ciertas actividades da lugar a la emisión de compuestos orgánicos volátiles (COVs), que pueden ser perjudiciales tanto para la salud como para los recursos naturales y el medio ambiente. Con este motivo, el 11 de marzo de 1993 el Consejo de Ministros de la Unión Europea aprobó la Directiva 1999/13/CE relativa a la limitación de las emisiones de compuestos orgánicos volátiles debidas al uso de disolventes orgánicos en determinadas actividades e instalaciones.

La mencionada Directiva tiene por objeto prevenir o reducir los efectos directos o indirectos de las emisiones de COVs al medio ambiente, y los riesgos potenciales para la salud humana, por medio de medidas o procedimientos que puedan aplicarse a ciertas actividades, en la medida en que se lleven a cabo por encima de los umbrales de consumo de disolvente indicados. Las actividades contempladas en la directiva son:

- Procesos de recubrimiento con adhesivos.
- Procesos de recubrimiento en los que se apliquen una o varias veces una película de recubrimiento sobre vehículos, superficies metálicas, superficies de madera, tejidos, telas, cuero o papel.
- Recubrimiento de bobinas.
- Limpieza en seco.
- Fabricación de calzado
- Fabricación de recubrimientos, barnices, tintas y adhesivos.
- Fabricación de productos farmacéuticos.
- Imprentas: procesos de reproducción de textos o imágenes en el que, mediante el uso de un portador de imagen, se transfiera tinta a cualquier tipo de superficie.
- Conversión de caucho natural.
- Todo proceso de limpieza de superficies (excepto limpieza en seco) con disolventes orgánicos para eliminar la suciedad de las superficies de materiales, con inclusión del desengrasado.
- Procesos de extracción de aceite vegetal y de refinado de aceite vegetal y grasas.
- Renovación del acabado de vehículos.
- Recubrimiento de alambre en bobinas.
- Impregnación de fibras de madera.
- Laminación de madera y plástico.

8 programa de actuación

La incorporación al derecho interno de la Directiva 1999/13/CE quedó supeditado a la trasposición de la Directiva 96/61/CE, por lo que se llevó a cabo mediante la aprobación de la Ley 16/2001 de Prevención y Control Integrados de la Contaminación.

Finalmente, la trasposición de la Directiva 1999/13/CE tuvo lugar mediante la publicación en el B.O.E. del 7 de febrero de 2003 del Real Decreto 117/2003, sobre limitaciones de compuestos orgánicos volátiles debidas al uso de disolventes en determinadas actividades.

Descripción:

Con el finalidad de reducir las emisiones de COVs producidas en nuestra ciudad, desde el Ayuntamiento se trabajará en dos líneas de actuación:

Utilización, en la medida de lo posible, de tipos de pinturas con bajos contenidos en COVs

Todas las tareas de pintura que se realicen desde el Ayuntamiento (calles, exterior e interior de edificios municipales, viviendas de protección oficial, etc) se realizarán, siempre que los requerimientos técnicos lo permitan, con pinturas que minimicen las emisiones de COVs a la atmósfera.

En este sentido, se potenciará la utilización de pinturas con base agua (que contienen un 10% de disolventes) o de polvo (0% de disolvente). La aplicación de pinturas con bajo contenido en COVs puede reducir la emisión de estos compuestos en un 40-60%, y entre un 60-90% en el caso de que se utilicen pinturas con base agua respecto a otras pinturas convencionales.

Reducción de las emisiones COVs

El Ayuntamiento, como punto de partida para la reducción de emisiones de COVs, realizará un inventario de las instalaciones que, por sus actividades, puedan emitir COVs.

Se realizará un estudio de cada sector y actividad identificado, y se investigarán las mejores líneas de actuación posibles. Estas actuaciones podrán ir enfocadas, por ejemplo, hacia la utilización de pinturas más respetuosas con el medioambiente, así como hacia la implantación de sistemas tecnológicos más modernos y avanzados que reduzcan las emisiones atmosféricas (por ejemplo: se estudiará la viabilidad de regular la obligatoriedad de utilizar pistolas menos contaminantes, como pueden ser el caso de las pistolas de gran volumen y baja presión "HVLV"; mediante su uso se consigue un mejor rendimiento y una reducción de emisiones de COVs considerable. Si suponemos una pintura de alto contenido en disolventes aplicada sobre una superficie con pistola convencional, los gramos de disolvente emitidos a la atmósfera por vehículo pintado son del orden de 1.200, mientras que con una pistola de HLVP serían de 900).

CONTAMINANTES (VARIACIÓN EN LA EMISIÓN)	Reducción de COVNM	
OTROS EFECTOS	POSITIVOS	Mejora de procesos productivos
	NEGATIVOS	
ACTORES INVOLUCRADOS	Ayuntamiento de Madrid, Cámara Oficial de Comercio e Industria de Madrid, CEIM Confederación empresarial de Madrid - CEOE	
PLAZO DE EJECUCIÓN	2006-2008	
INDICADORES DE SEGUIMIENTO	Porcentaje de disolvente en las pinturas utilizadas en edificios Volumen de pintura utilizado en el edificio Número de establecimientos inventariados	

Otro sector al que se debe prestar una especial atención es el de los establecimientos de limpieza en seco (tinorerías) y lavanderías. Los productos químicos que en este tipo de establecimientos se manejan (percloroetileno y disolventes halogenados) pueden ser sustituidos por otras sustancias de menor impacto ambiental.

SECTOR	FUENTES FIJAS
TIPO	Reducción de las emisiones debidas a fuentes fijas
NOMBRE	Fomento del uso conjunto de betún espumoso y asfalto en la pavimentación de calles y aceras

Antecedentes:

El municipio de Madrid tiene una extensión aproximada de 70.000 hectáreas y aproximadamente 4.500 km de calles y vías, lo que supone que la superficie asfaltada de la ciudad está cercana a las 3.000 hectáreas.

Anualmente, el Ayuntamiento realiza la operación "Madrid pavimenta Madrid", destinada a la mejora del firme de nuestras calles y vías. En los años 2004 y 2005, el gasto de esta actuación ascendió a 6.000.000 de euros en cada ejercicio.

En los últimos años, la demanda de productos de menor impacto ambiental ha provocado que muchas

compañías vinculadas al sector hayan destinado significativos recursos para mejorar los materiales utilizados en las capas superficiales de las vías.

En este sentido, las compañías han presentado en el mercado productos con un futuro prometedor; tal es el caso de Shell, que ha desarrollado el WAM-Foam (hecho con asfalto espumado) y el ACTIVE ASPHALT, un eliminador de polvo o *dust eating*.

La WAM-Foam es una mezcla asfáltica "templada" o "tibia", cuyas ventajas frente a otras mezclas se centra en la menor energía que requiere para su calentamiento (economizando costes) y provocando menos emisiones de gases nocivos. Respecto al asfalto activo (ACTIVE ASPHALT), destacar que es un material que "atrapa" electrostáticamente partículas en suspensión.

La eficacia del asfalto activo ha sido probada en Ecuador y Colombia (1998). Por otro lado, el betún espumoso se ha extendido mundialmente. Los primeros países que probaron sus ventajas mecánicas y medioambientales fueron Brasil, Malasia, Noruega y Suecia.

Descripción:

Según fuentes consultadas, estas técnicas están en fase de desarrollo y su aplicación en Europa apenas está extendida. El Ayuntamiento de Madrid, establecerá las medidas necesarias para evaluar la viabilidad del uso de estos

CONTAMINANTES (VARIACIÓN EN LA EMISIÓN)	Reducción de partículas en suspensión	
OTROS EFECTOS	POSITIVOS	
	NEGATIVOS	Posible aumento de las emisiones sonoras provocadas por la rodadura sobre el asfalto
ACTORES INVOLUCRADOS	Ayuntamiento de Madrid	
PLAZO DE EJECUCIÓN	2006-2008	
INDICADORES DE SEGUIMIENTO	Número de km asfaltados con betún espumoso y asfalto activo Número de calles asfaltadas con betún espumoso y asfalto activo	

8 programa de actuación

materiales y su posible aplicación en próximas campañas de asfaltado de la ciudad, tomando en consideración:

- ❑ Las características de las vías en las que puede ser aplicado.
- ❑ La contribución a la generación de ruido frente a los materiales convencionales.
- ❑ La contribución al desgaste de los neumáticos.
- ❑ Su duración, resistencia y necesidades de mantenimiento.
- ❑ La viabilidad económica de su aplicación.

SECTOR	FUENTES FIJAS
TIPO	Reducción de las emisiones debidas a fuentes fijas
NOMBRE	Instalaciones de unidades de recuperación de vapor en estaciones de servicio

Antecedentes:

Según los datos del Ministerio de Economía, dentro del Municipio de Madrid hay registradas 176 estaciones de servicio. En octubre de 1994 se publicó en el Boletín Oficial de la Comunidad Autónoma de Madrid la Norma del Plan Especial de Instalaciones de Suministro de Combustible para Vehículos, propuesta por la Gerencia Municipal de Urbanismo y aprobada por el Ayuntamiento de Madrid en julio del mismo año. Esta norma tiene por objeto regular, en el ámbito de las competencias municipales, las condiciones a las que deben ajustarse las estaciones de servicio en el término municipal de Madrid.

El crecimiento sufrido en las últimas décadas por este sector, acompañado de un aumento por la sensibilización ambiental, ha provocado que muchos gobiernos empiecen a tomar medidas específicas con la finalidad de controlar las emisiones de compuestos orgánicos volátiles (COVs) producidas en estas instalaciones.

En México se ha desarrollado normativa específica que obliga a la instalación de sistemas de recuperación de vapores en estaciones de servicio (NOM-093-ECOL-1995). En este país, gracias a la recuperación de vapores en la descarga desde los camiones cisterna y en el rellenado de los vehí-

culos, se han dejado de emitir a la atmósfera 1.000 toneladas diarias de combustibles; de una pérdida de un 5% por evaporación de la gasolina, se ha pasado a un 0,5%. En el Estado de California (EE.UU) experiencias similares llevan aplicándose desde hace años con resultados muy positivos.

En nuestro país, la normativa existente obliga a realizar recuperación de vapores en la denominada Fase I (descarga de camiones cisterna en tanques). Respecto a la recuperación en Fase II (llenado de depósito de vehículos) la legislación vigente aún no lo contempla como obligatorio.

El pasado mes de noviembre de 2004 fue presentada en el Parlamento español una Proposición no de Ley sobre la Reducción de Emisiones en Gasolineras la cual fue rechazada. Desde las comunidades autónomas sí se han empezado a tomar medidas, como ha sido el caso de Aragón, en donde en Junio de 2004 la Comisión de Industria Comercio y Turismo aprobó la Proposición no de Ley núm. 24/04, sobre la reducción de emisiones contaminantes en gasolineras, en la que se insta al Gobierno de Aragón a fomentar la sustitución de las bocas de los surtidores de gasolina de las estaciones de servicio de la Comunidad Autónoma.

En cuanto al sector privado, éste sí ha comenzado a desarrollar medidas, como es el caso del Grupo Eroski, que ha empezado a instalar surtidores con recuperación de vapores o la experiencia piloto desarrollada en Barcelona gracias a un acuerdo firmado entre CEPSA y CC.OO.

Descripción:

Como consecuencia de los procesos de evaporación, las gasolinas almacenadas en los tanques de las estaciones de servicio emiten una serie de vapores compuestos por hidrocarburos; así mismo, durante la acción de llenado de los depósitos de los vehículos se liberan vapores con alto contenido en hidrocarburos.

La presente medida se ha marcado como objetivo la reducción de las emisiones de COVs originadas en las estaciones de servicio del municipio de Madrid. Para ello, se propone la instalación de dispositivos de recuperación de vapor en los surtidores de las estaciones de servicio.

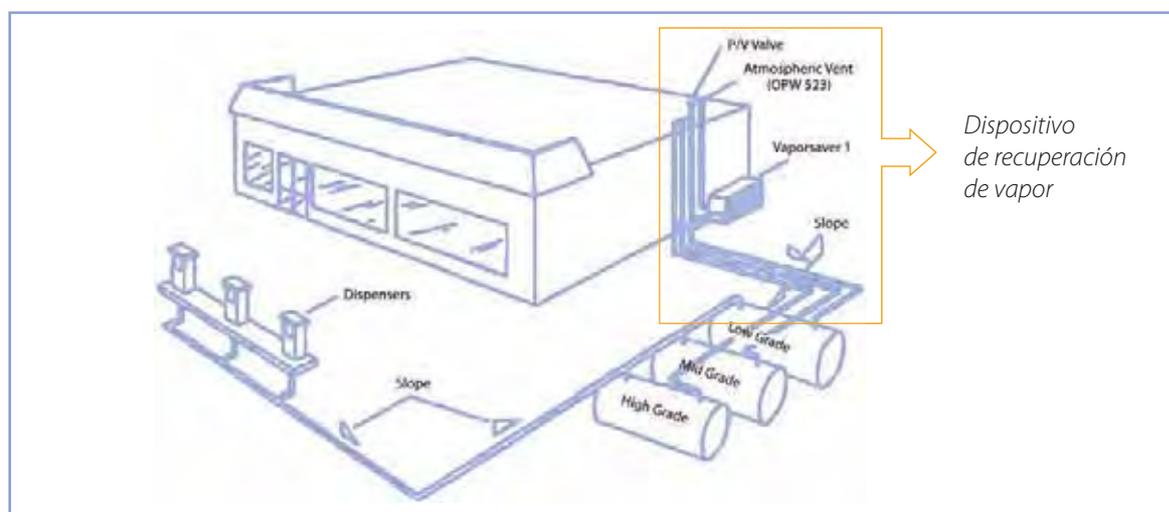
El coste de los mecanismos de recuperación en surtidores puede alcanzar los 3.000-6.000 euros, dependiendo la tecnología utilizada; inversión que es recuperada en un corto plazo de tiempo, ya que el combustible evaporado es condensado de nuevo.

Los recuperadores de vapores son dispositivos que con la utilización de una serie de membranas de última tecnología, separan los hidrocarburos existentes en los vapores aspirados y liberan a la atmósfera aire limpio. Los hidrocarburos recuperados son devueltos al tanque de gasolina de menos octanaje, en forma líquida y como vapores sobresaturados.

Dependiendo de la tecnología utilizada, los rendimientos pueden llegar a alcanzar el 99% de eficiencia.

A continuación se muestra un esquema de una estación de servicio en la que se ha instalado un dispositivo de recuperación de vapor de la tecnología *Vaporsaver* (utilizado en la recuperación de vapores en tanques).

La articulación de esta medida se puede realizar mediante la modificación de la actual Norma del Plan Especial de Instalaciones de Suministro de Combustible para Vehículos aprobada en el año 1994. ■



227

CONTAMINANTES (VARIACIÓN EN LA EMISIÓN)	Reducción en las emisiones de COVNM y CH ₄ .	
OTROS EFECTOS	POSITIVOS	Mejora de la calidad del servicio. Imagen verde en gasolineras. Incrementa la seguridad de los clientes y trabajadores en las estaciones de autoservicio. Ahorro económico para las gasolineras.
	NEGATIVOS	
ACTORES INVOLUCRADOS	Asociación de propietarios de estaciones de servicio, AOP.	
PLAZO DE EJECUCIÓN	2007	
INDICADORES DE SEGUIMIENTO	Volumen de gasolina evaporada en las operaciones de transferencia en gasolineras. Porcentaje de surtidores con sistema de recuperación de vapores.	

8 programa de actuación

8.3. Medidas Fiscales

SECTOR	MEDIDAS FISCALES
TIPO	Reducción de las emisiones procedentes de fuentes fijas y móviles
NOMBRE	Introducción de los conceptos medioambientales en la fiscalidad municipal

Antecedentes:

Los antecedentes en materia de Reforma Fiscal Verde y en la ambientalización del sistema fiscal, son muy abundantes en Europa, a pesar de su reciente aplicación (en la década de los 90). Países como Dinamarca, Suecia, Holanda o Finlandia han incorporado modalidades impositivas destinadas a mejorar la eficiencia energética y la limitación de emisiones atmosféricas. De igual manera, ciudades como Estocolmo, Bristol o Londres, han incorporado la fiscalidad verde en sus planes de acción atmosférica, incluso existen ejemplos nacionales de creación de impuestos medioambientales destinados a la mejora de la situación ambiental, tal es el caso de la ya derogada Tasa de la Mancomunidad de Municipios de Campo de Gibraltar.

Por otra parte, en la actualidad son varias las ciudades españolas que han aplicado en sus ordenanzas fiscales las bonificaciones potestativas de carácter medioambiental, previstas en el Real Decreto Legislativo 2/2004, de 5 de marzo, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley Reguladora de las Haciendas Locales. Entre estas ciudades es posible destacar a Sevilla y, en especial, el papel que la Agencia Municipal de la Energía desarrolla en este aspecto.

Por otra parte, la Comisión Europea está elaborando una propuesta legislativa encaminada a la supresión gradual del Impuesto de Matriculación de coches nuevos, a cambio de incrementar el impuesto de circulación, en el que se incluirán criterios medioambientales.

De acuerdo con las previsiones de la Comisión Europea, el Impuesto de Matriculación desaparecerá en favor de uno específico relacionado con las emisiones de CO₂.

Descripción:

La introducción de los conceptos medioambientales en la fiscalidad municipal se basará en la aplicación de bonificaciones potestativas.

□ Aplicación de Bonificaciones Potestativas:

El Real Decreto Legislativo 2/2004, de 5 de marzo, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley Reguladora de las Haciendas Locales, establece un conjunto de bonificaciones potestativas. La aplicación de éstas constituye el núcleo de esta Medida Fiscal. A continuación se recoge el texto de los artículos que mencionan dichas bonificaciones, y que pueden ser llevadas a cabo en el caso del Ayuntamiento de Madrid:

□ Impuesto de Bienes Inmuebles:

Art. 74 punto 5: Las ordenanzas fiscales podrán regular una bonificación de hasta el 50 por ciento de la cuota íntegra del Impuesto para los Bienes Inmuebles en los que se hayan instalado sistemas para el aprovechamiento térmico o eléctrico de la energía proveniente del sol. La aplicación de esta bonificación estará condicionada a que las instalaciones para producción de calor incluyan colectores que dispongan de la correspondiente homologación por la Administración competente. Los demás aspectos sustantivos y formales de esta bonificación se especificarán en la ordenanza fiscal.

□ Impuesto sobre Vehículos de Tracción Mecánica

Art. 95. Punto 6: Las ordenanzas fiscales podrán regular, sobre la cuota del impuesto, incrementada o no por la aplicación del coeficiente, las siguientes bonificaciones:

Una bonificación de hasta el 75 por ciento en función de la clase de carburante que consuma el vehículo, en razón a la incidencia de la combustión de dicho carburante en el medio ambiente.

Una bonificación de hasta el 75 por ciento en función de las características de los motores de los vehículos y su incidencia en el medio ambiente. ■

CONTAMINANTES (VARIACIÓN EN LA EMISIÓN)	Reducción en las emisiones de CO ₂ , NO _x , CO, partículas en suspensión y SO ₂	
OTROS EFECTOS	POSITIVOS	Incentivo a la concienciación ciudadana en materia de eficiencia energética Efecto demostración de la capacidad de la hacienda local en materia de protección medioambiental
	NEGATIVOS	
ACTORES INVOLUCRADOS	Administración Local y agentes contribuyentes	
INDICADORES DE SEGUIMIENTO	Volumen financiero destinado a actuaciones de mejora de la calidad del aire Análisis de las principales actuaciones desarrolladas	

8.4. Concienciación ciudadana

SECTOR	CONCIENCIACIÓN Y PARTICIPACIÓN
TIPO	Acciones de educación, información y comunicación
NOMBRE	Acciones de comunicación y educación dirigidas a la Estrategia de Calidad del Aire

Antecedentes:

Se trata de desarrollar un plan de comunicación y educación que permita hacer llegar a toda la ciudadanía los objetivos y acciones previstas en la Estrategia y promover la implicación de los diversos sectores afectados por la misma.

Los objetivos que se plantean son:

- Mantener informados a todos los agentes implicados del estado de la situación en materia de calidad del aire.

- Concienciar a la ciudadanía y a las administraciones de la importancia del problema y de la necesidad de ejecución de las medidas propuestas.
- Informar de las medidas que se van poniendo en marcha y de los objetivos y beneficios buscados en cada una de ellas.
- Informar de las mejoras en calidad del aire logradas con la aplicación de cada una de las medidas.

Descripción:

Para la consecución de los objetivos anteriormente planteados se presentan las siguientes actuaciones:

- Identificación de los agentes implicados: Se trata de alcanzar a todos los sectores de la población, tanto destinatarios como agentes educadores y, fundamentalmente, a aquellos agentes en los que recae la toma de decisiones o ejercen mayor influencia social (Administración, empresas, medios de comunicación, educadores,..).

8 programa de actuación

El segundo paso es el planteamiento de un Plan Estratégico de Comunicación. Estas acciones de comunicación y divulgación irán orientadas tanto al público en general como a cada uno de los sectores identificados de forma diferencial. Para ello se presentarán acciones interpersonales tanto con medios masivos como no masivos.

Entre el público al que se dirige el plan de actuación se identifican dos sectores:

Externo: Constituido por población infantil, adultos, ancianos, colectivos especiales, entidades públicas, empresas privadas.

Interno: Fundamentalmente dirigido a personal municipal. Esta comunicación interna se deberá realizar tanto de forma horizontal (empleados del mismo nivel) como vertical (empleados de distinto nivel).

La principal imagen que se pretende transmitir a los ciudadanos del municipio es: "Madrid ciudad sostenible por una mejor calidad del aire".

Entre las actuaciones de carácter interpersonal, destacan:

- Presentación general de la Estrategia.
- Organización de encuentros.
- Presentaciones sectoriales.
- Jornadas/talleres técnicos sectoriales.
- Participación en foros especializados.
- Presentación en Juntas Municipales.

Entre las actuaciones de carácter masivo, se proponen las actuaciones siguientes:

- Publicidad a través de radio, televisión, carteles y vallas publicitarias, Internet y prensa.

Entre las no masivas, se propone:

- Ferias.
- Congresos.
- Elaboración de memorias de sostenibilidad.
- Creación de Premios.
- Concienciación en autoescuelas.
- Concienciación y participación ciudadana a través de diversos eventos y actuaciones. ■

CONTAMINANTES (VARIACIÓN EN LA EMISIÓN)	General	
	POSITIVOS	Lograr la participación de los agentes implicados en la puesta en la Estrategia de Calidad del Aire del Ayuntamiento de Madrid.
	NEGATIVOS	
ACTORES INVOLUCRADOS	Todos los sectores de la población, tanto destinatarios como agentes educadores y, fundamentalmente, aquellos agentes en los que recae la toma de decisiones o ejercen mayor influencia social	
PLAZO DE EJECUCIÓN	2006-2010	
INDICADORES DE SEGUIMIENTO	Elaboración de indicadores que ofrezcan la información necesaria para comprobar la evolución de las campañas o actos de difusión de la Estrategia.	

8.5. Estudios y mejora del conocimiento

SECTOR	ESTUDIOS Y MEJORA DEL CONOCIMIENTO
TIPO	Estudios y mejora del conocimiento
NOMBRE	Fomento de la investigación y desarrollo en materia de contaminación atmosférica

Antecedentes:

Los diferentes agentes de la ciudad han contribuido a mejorar el conocimiento de la contaminación atmosférica, participando en diferentes proyectos que abarcan desde la investigación elemental, realizada en las universidades, hasta la aplicación directa de las últimas innovaciones disponibles, como la participación de la EMT en el proyecto CUTE, que ha permitido la presencia del primer autobús con cero emisiones contaminantes en Europa.

Descripción:

La intensa labor desarrollada en este campo se incrementará durante la ejecución de la presente Estrategia. El Ayuntamiento de Madrid contribuirá en este sentido mediante las siguientes directrices:

- ▣ **Incremento de la coordinación entre las diferentes iniciativas:** Se potenciarán los proyectos de colaboración entre diferentes instituciones; igualmente se llevarán a cabo los contactos necesarios para establecer cauces de cooperación con entidades que desarrollen proyectos en el ámbito de esta Estrategia (Universidades, EMT, RENFE, sector del taxi, industrias, etc.).
- ▣ **Participación en nuevos proyectos:** El Ayuntamiento se sumará a todos aquellos proyectos que considere que puedan aportar un beneficio a la calidad del aire en la ciudad. Entre otras materias el Ayuntamiento colaborará en los proyectos encuadrados en los siguientes ámbitos:
 - ▣ Fuentes y causas de la contaminación.
 - ▣ Mejora de los procesos productivos.
 - ▣ Combustibles ecológicos.
 - ▣ Ahorro energético.
 - ▣ Relación clima-contaminación.
 - ▣ Predicción de episodios de alta contaminación.

- ▣ Mejora de los procesos productivos.
- ▣ Combustibles ecológicos.
- ▣ Ahorro energético.
- ▣ Relación clima-contaminación.
- ▣ Predicción de episodios de alta contaminación.

▣ **Colaboración con otras ciudades:** En la actualidad se desarrollan diferentes foros destinados al establecimiento de contactos entre ciudades que desarrollan actividades innovadoras en materia de calidad del aire. A modo de ejemplo, 19 ciudades europeas agrupadas en 4 proyectos participan en la Iniciativa Civitas, que permite una actuación común en materia de divulgación y cooperación en favor de una movilidad sostenible.

En un futuro próximo es previsible la creación de nuevos foros a nivel nacional. Entre estas actuaciones destacan la constitución del Observatorio de la Movilidad Urbana, dependiente del Ministerio de Medio Ambiente y la Red Española de Ciudades por el Clima, promovida por el Ministerio y la Federación Española de Municipios y Provincias, de la que Madrid ya forma parte, y destinada al impulso de políticas locales para la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero.

▣ **Desarrollo de un sistema de tratamiento integrado de datos de contaminación y tráfico:** El tráfico rodado es, al mismo tiempo, el responsable de los niveles de los contaminantes de mayor presencia en la ciudad, y la actividad sobre la que se actuará de manera más intensa durante el plazo de ejecución de la presente Estrategia. De esta forma, la presencia de una herramienta destinada a evaluar sus efectos sobre la calidad del aire puede ser de sumo interés para lograr una gestión del tráfico que contemple criterios medioambientales junto a criterios de movilidad y fluidez.

Esta herramienta también sería empleada previamente al desarrollo de un importante número de actuaciones tales como la constitución de una ZEB, la creación de nuevas Zonas de Preferencia Residencial y otras restricciones al tráfico que se ejecutarán en el plazo de actuación de la presente Estrategia. De esta forma será posi-

8 programa de actuación

8.4.

ble determinar con mayor exactitud el alcance que dichas medidas deben tener.

El desarrollo de este sistema puede seguir una evolución muy variable y las opciones principales pasan por la adquisición de un producto desarrollado, o bien optar por el desarrollo de una herramienta propia. Independientemente de la opción elegida, esta medida impone la necesidad de coordinación entre los departamentos municipales con competencias en materia de calidad del aire y movilidad. Es especialmente importante que los encargados de la toma de decisiones de este último departamento, tengan un acceso directo y rápido a los datos aportados por el sistema. ■

dientemente de la opción elegida, esta medida impone la necesidad de coordinación entre los departamentos municipales con competencias en materia de calidad del aire y movilidad. Es especialmente importante que los encargados de la toma de decisiones de este último departamento, tengan un acceso directo y rápido a los datos aportados por el sistema. ■

CONTAMINANTES (VARIACIÓN EN LA EMISIÓN)	No tiene una relación directa con la reducción de emisiones. La reducción de las emisiones depende de la línea que adquiera la investigación y desarrollo efectuados	
	POSITIVOS	Incremento del conocimiento científico Incremento del desarrollo de proyectos I-D
	NEGATIVOS	
ACTORES INVOLUCRADOS	Ayuntamiento de Madrid, Universidades, EMT, Metro, RENFE	
PLAZO DE EJECUCIÓN	2007-2009	
INDICADORES DE SEGUIMIENTO	Número de proyectos de I+D+i en los que se encuentra involucrado el Ayuntamiento de Madrid u organizaciones dependientes Número de proyectos de I+D+i finalizados por el Ayuntamiento de Madrid u organizaciones dependientes	

8.6. Monitorización

SECTOR	MONITORIZACIÓN
TIPO	Mejora de la monitorización
NOMBRE	Mejora de la monitorización

La red de estaciones que configuran el Sistema de Vigilancia de la Contaminación Atmosférica constituye una de las redes más completas actualmente instaladas en un

municipio del tamaño de Madrid. Junto a las 27 estaciones remotas que la integran se dispone de una serie de medios complementarios, como el inventario de emisiones, el sistema de predicción, el sistema de información o el laboratorio móvil.

Este completo conjunto de medios, puestos a disposición de la evaluación y conocimiento de la calidad del aire del municipio de Madrid supera ampliamente los criterios establecidos en la legislación europea y espa-

ñola en esta materia, por lo que en la presente Estrategia no se plantea la adquisición de nuevos medios, excepto en el caso de que la aparición de futura normativa así lo exigiera.

Durante el plazo de ejecución de la presente estrategia los servicios municipales realizarán una serie de acciones destinadas a obtener el máximo partido de este importante conjunto de medios, a parte de mantener los equipos actuales en un óptimo nivel de operatividad. Estas acciones son:

- Constitución de redes individualizadas para cada contaminante.
- Monitorización de la incidencia de las restricciones impuestas al tráfico rodado.
- Adecuación de la monitorización por partículas en suspensión a la normativa y al conocimiento científico.

ACCIÓN

Constitución de redes específicas para la monitorización de cada contaminante

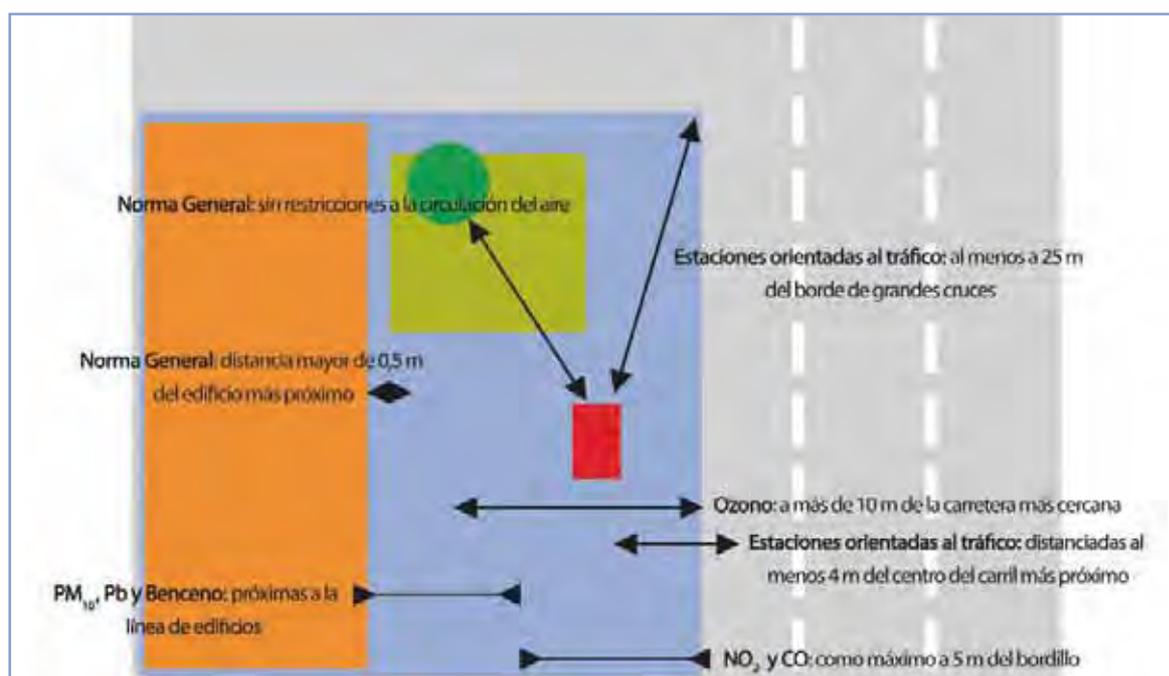
Antecedentes:

Como se describe en el apartado correspondiente del Diagnóstico de la Calidad del Aire, el actual Sistema de Vigilancia de la Contaminación Atmosférica del Ayuntamiento de Madrid está constituido por 27 estaciones, en cada una de las cuales se encuentran instalados analizadores para diferentes contaminantes.

La actual reglamentación sobre evaluación de la calidad del aire establece criterios de microimplantación diferentes para cada contaminante, de manera que se hace prácticamente imposible que una estación pueda cumplir al mismo tiempo los criterios establecidos para todos

233

Distancias establecidas con carácter general y específico para cada contaminante



8 programa de actuación

8.5.

ellos. En la figura se resumen cuales son los criterios normativos de ubicación de los equipos para cada uno de los contaminantes, tal y como se establece en los Reales Decretos 1073/2002, de 18 de octubre y 1796/2003 de 26 de diciembre.

Se incluyen tanto distancias mínimas (con los extremos de las flechas hacia el exterior) como máximas (con los extremos de las flechas hacia el interior)

Adicionalmente, estas mismas normas indican que también se han de considerar los siguientes factores:

- seguridad
- fuentes de interferencia
- conexiones
- visibilidad
- conveniencia de una implantación común de puntos de muestreo para varios contaminantes
- normas urbanísticas

Aunque la normativa indica que todas estas disposiciones deben observarse en la medida de lo posible, es cierto que los límites en ella recogidos se han establecido para ubicaciones que cumplen con los criterios anteriormente descritos, por lo que analizar ciertos contaminantes en algunos puntos que no respetan estos criterios puede originar una distorsión de las medidas, registrando en algunos casos niveles más cercanos a la emisión que a la inmisión de contaminantes.

Tal y como se expone en la parte correspondiente del Diagnostico de la Calidad del Aire, la microimplantación de las estaciones es mejorable en alguna de las estaciones, o al menos es así si se destinan al análisis de las concentraciones de varios contaminantes. El excesivo número de estaciones orientadas al tráfico rodado y la proximidad a vías con una alta intensidad de tráfico indica que el conjunto de la red no es representativo de la calidad del aire que respira la población de la ciudad. Esta situación es especialmente manifiesta en cuanto a los dos contaminantes prioritarios de la estrategia NO₂ y PM₁₀, ya que el tráfico rodado es la principal fuente emisora de estos compuestos.

Descripción:

Como se ha indicado anteriormente, el análisis de los datos correspondientes al conjunto de estaciones puede conducir a lo obtención de conclusiones erróneas. Por este motivo esta medida plantea el diseño una red específica para cada contaminante, seleccionando un determinado número de puntos de muestreo que se pueden considerar suficientemente representativos de la calidad del aire del municipio de Madrid en cuanto a un contaminante concreto, conforme a los criterios establecidos por la legislación.

El establecimiento de estas redes tiene como objeto el obtener un indicador válido de la calidad del aire en el conjunto del municipio para cada contaminante, ya que es sobre estas mediciones sobre las que se han de basar los criterios de calidad del aire en la ciudad. Continuar divulgando los datos del conjunto de estaciones no sólo no se corresponde con lo establecido en la legislación sobre la calidad del aire, sino que proporciona una imagen incoherente de los parámetros que definen la calidad del aire en Madrid. Las redes específicas creadas constituirán la base para cualquier acción divulgativa, por lo que se informará de los valores registrados por éstas en acciones ya iniciadas, como la página Web del Sistema de Información Medioambiental, y en futuras acciones, como la elaboración de material informativo y divulgativo.

La creación de estas redes no implica la desaparición de las estaciones o de los analizadores no incluidos en ellas, ya que se mantienen activas todas las estaciones actuales con el objetivo de poder analizar evoluciones históricas. Actualmente existe una subred formada por 10 estaciones de las cuales se informa a otras instituciones como son los organismos competentes a nivel estatal o comunitario. En el caso de algunos contaminantes o estaciones, esta subred no cumple los criterios de microimplantación recogidos en la normativa vigente, por lo que se está difundiendo una información sesgada de los niveles de inmisión.

En los siguientes apartados se llevará a cabo una justificación para la selección de las redes específicas para cada uno de los contaminantes, que serán un fiel reflejo del cumplimiento de los criterios de microimplantación, así como de las disposiciones establecidas en la más reciente normativa europea y nacional. Los factores principales a la hora de seleccionar estas redes han sido:

- número mínimo de puntos de muestreo según la normativa vigente
- criterios de microimplantación de las estaciones
- criterios de macroimplantación de la estaciones
- pertenencia a la subred de estaciones de las cuales actualmente se informa a otras instituciones
- presencia de analizadores de PM_{2,5}
- adecuada proporción entre estaciones céntricas y periféricas
- adecuada proporción entre estaciones próximas y alejadas del tráfico rodado

En la tabla de la página siguiente se presenta el cumplimiento de los distintos criterios señalados con anterioridad, así como de los criterios establecidos específicamente para los contaminantes que son objeto de control en la Red de Vigilancia del Ayuntamiento de Madrid. Conjunta-

mente, mediante una clave de colores, se indica qué estaciones forman las nuevas redes constituidas, que tienen como cometido analizar la concentración de un contaminante específico. Igualmente se indica cuáles son las estaciones que integran la red de la cual se informa actualmente a la Administración Central y a la Comisión Europea, y cuáles son los contaminantes analizados en cada estación.

Las características principales de estas nuevas redes son:

- En conjunto se emplearán 14 estaciones de las 27 actualmente disponibles. Las estaciones no utilizadas para información oficial se mantendrán en funcionamiento para mantener estudios históricos, pero dejará de informarse de manera continuada de sus valores.
- La nueva red definida para el ozono, constituida específicamente para el control de este contaminante, contará con una alta proporción de estaciones que

Estaciones que integran la actual subred de información a otros organismos competentes

ESTACIONES DE LAS QUE ACTUALMENTE SE INFORMA A LA COMISIÓN EUROPEA	
NÚMERO DE LA ESTACIÓN	UBICACIÓN
05	Barrio del Pilar
06	Pza. Doctor Marañón
07	Pza. Marqués de Salamanca
13	Vallecas
15	Plaza de Castilla
17	Villaverde
18	General Ricardos
20	Moratalaz
23	Calle Alcalá (final)
24	Casa de Campo

8 programa de actuación

Redes específicas para cada contaminante

ESTACIONES	Redes específicas para cada contaminante																											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	
Criterios generales																												
Red de SO ₂																												
Red de NO _x	N			N		N		N		N		N		N		N		N		N		N		N		N		N
Red de PM ₁₀	N			N		N		N		N		N		N		N		N		N		N		N		N		N
Red de CO	N			N		N		N		N		N		N		N		N		N		N		N		N		N
Red de C ₆ H ₆	X	N		X		X		X		X		X		X		X		X		X		X		X		X		X
Red de O ₃	M			N		N		N		N		N		N		N		N		N		N		N		N		N
Orientada al tráfico																												
Subred de Información a otras instituciones																												
Futura Red PM _{2.5}																												
Red actual de PM _{2.5}																												
ESTACIONES	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	

■ Forma parte de la red

■ No cumple los criterios específicos

han registrado altos valores, ya que hasta ahora no se cumplía el criterio de que un 50% de las estaciones se ubicaran en zonas suburbanas.

□ Existen 7 estaciones que forman parte de todas las redes específicas que se constituirán. Estas estaciones son Marqués de Salamanca (07), Arturo Soria (16), General Ricardos (18), Moratalaz (20), Paseo Pontones (22), final calle Alcalá (23) y Casa de Campo (24). Junto a éstas, otras siete estaciones forman parte de alguna de las redes específicas.

□ Respecto a la subred anteriormente constituida, cuyo objetivo era facilitar información a otras instituciones, dos estaciones dejan de formar parte de las nuevas redes constituidas, Barrio del Pilar (05) y Villaverde (17). Con la constitución de las nuevas redes específicas se dejará de informar de estas dos estaciones, se pasará a informar de estaciones de las que anteriormente no se informaba y se modificará la información facilitada del resto de estaciones. Los servicios municipales establecerán los contactos necesarios con las instituciones afectadas con el fin de indicarles cuáles serán los cambios introducidos, así como los motivos de dicho cambio. Esta comunicación se realizará previamente a la consti-

tución de las redes específicas o a la primera comunicación de datos al organismo correspondiente.

□ Todas las redes específicas están constituidas por 10 estaciones, excepto las destinadas al control de dos contaminantes, $PM_{2,5}$ y benceno. Actualmente se dispone de 8 equipos analizadores de benceno y 7 de $PM_{2,5}$, un número suficientemente elevado y que hace innecesaria la adquisición de nuevos equipos si éstos se reubican convenientemente. Para la constitución de sus redes específicas correspondientes es necesario proceder a la reubicación de 5 equipos analizadores de cada uno de estos contaminantes.

A continuación se exponen cuáles serán las nuevas redes que se constituirán para cada uno de los contaminantes, así como los motivos concretos que se han empleado para seleccionar las estaciones que las integran.

□ Red de vigilancia de los niveles de inmisión de SO_2

La legislación no establece condiciones específicas en cuanto a la microimplantación de puntos de muestreo destinados al análisis de este contaminante, por lo que es posible seleccionar una amplia red de control.

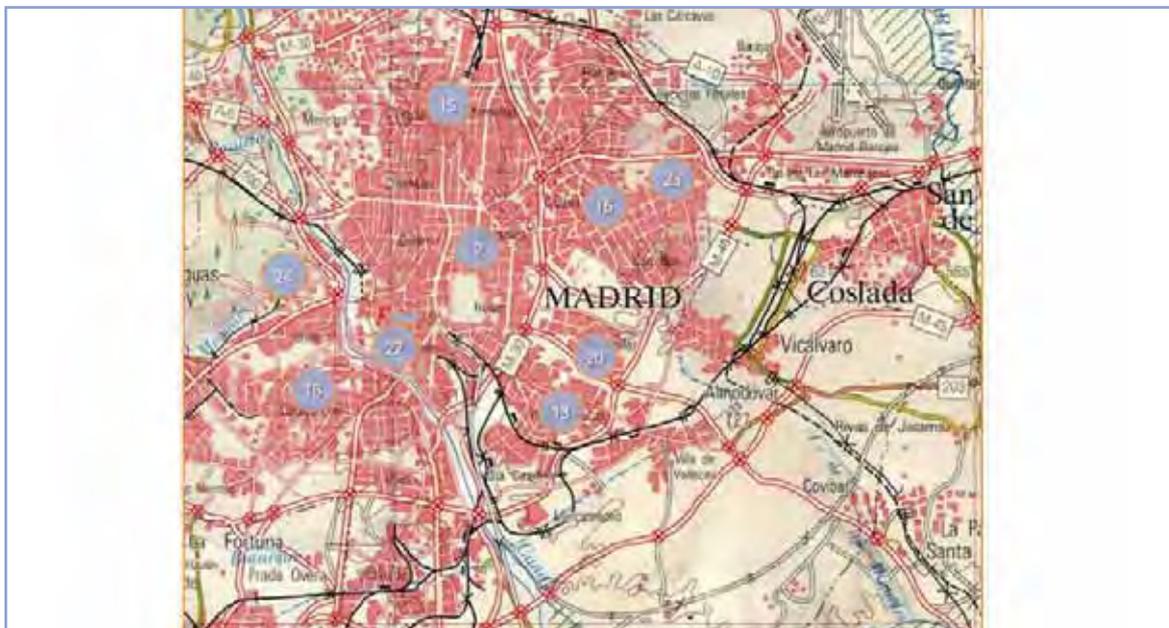
237

Estaciones que constituirán la Red de Vigilancia de los Niveles Atmosféricos de SO_2

NÚMERO DE LA ESTACIÓN	NOMBRE ESTACIÓN
06	Gregorio Marañón
07	Marqués de Salamanca
13	Vallecas
15	Plaza de Castilla
16	Arturo Soria
17	Villaverde
18	General Ricardos
20	Moratalaz
23	Calle Alcalá (final)
24	Casa de Campo

8 programa de actuación

Ubicación de las estaciones que constituirán la Red de Vigilancia de los Niveles Atmosféricos de SO₂



La normativa vigente fija el número mínimo de puntos de muestreo en función del tamaño de la ciudad y de la superación o no de los umbrales de evaluación superior o inferior. A pesar de que las bajas concentraciones registradas en los últimos años permitirían seleccionar un número menor de estaciones, se procederá a la creación de una red formada por 10 estaciones, ya que otras redes específicas contarán con igual número de puntos de muestreo. Los principales criterios seguidos para determinar qué estaciones integran esta red son la pertenencia a la subred actualmente constituida y su distribución uniforme por el territorio municipal. Por motivos operativos también se ha considerado la pertenencia a otras redes de vigilancia específicas para otros contaminantes.

Red de vigilancia de los niveles de inmisión de NO₂

Al igual que para el resto de contaminantes, se constituirá una red específica que estará integrada por 10 esta-

ciones. De éstas al menos una se ha de orientar al tráfico y una debe ser estación urbana de fondo.

La legislación establece que los puntos de muestreo de este contaminante se han de situar a menos de 5 metros del bordillo, requisito que solamente cumplen 10 de las 27 estaciones que integran la actual red. De éstas 10 estaciones se incluyen 9, dejando fuera de la red exclusivamente la estación número 2, ubicada en las proximidades de la Glorieta del Emperador Carlos V. En caso de incluirse esta estación, formaría parte exclusivamente de esta red, no estando incluida en ninguna de las redes específicas destinadas al control de otros contaminantes, por lo que se ha optado por incluir las otras 9 estaciones, ya que forman parte del al menos otra red específica de control.

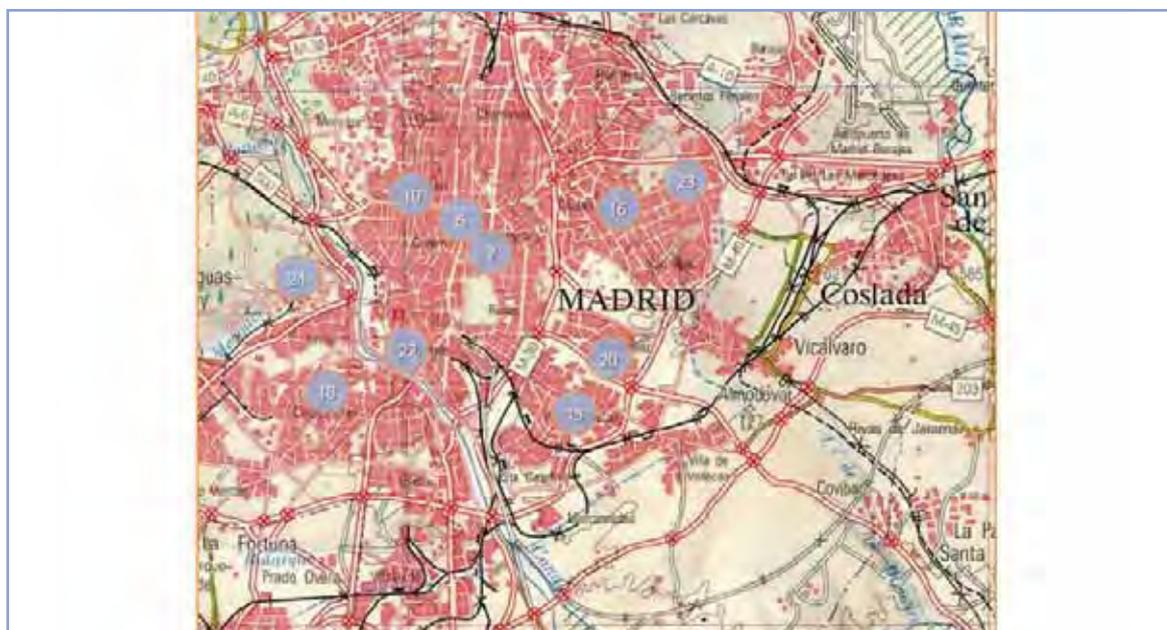
La red específica para este contaminante se completa con la estación número 24, ubicada en la Casa de Campo, ya que es la más idónea como estación de fondo urbana. Excepto esta estación el resto pueden considerarse orientadas al tráfico.

Estaciones que constituirán la Red de Vigilancia de los Niveles Atmosféricos de NO₂

NÚMERO DE LA ESTACIÓN	NOMBRE ESTACIÓN
06	Gregorio Marañón
07	Marqués de Salamanca
10	Cuatro Caminos
13	Vallecas
16	Arturo Soria
18	General Ricardos
20	Mortalaz
22	Paseo Pontones
23	Calle Alcalá (final)
24	Casa de Campo

239

Ubicación de las estaciones que constituirán la Red de Vigilancia de los Niveles Atmosféricos de NO₂



8 programa de actuación

Red de vigilancia de los niveles de inmisión de PM₁₀ y PM_{2,5}

Considerando la población del municipio de Madrid, la normativa actualmente vigente indica que se han de destinar un mínimo de siete puntos de muestreo para la monitorización de partículas. De éstos al menos uno se ha de orientar al tráfico y otro debe tener el carácter de estación urbana de fondo. Puesto que se dispone de un alto número de puntos de muestreo, la red específica de control de este contaminante estará constituida por un mayor número de estaciones, 10.

El requisito recogido en la legislación de manera específica para este contaminante es que los puntos de muestreo deben ser representativos de la calidad del aire en la cercanía de la línea de edificios. El gran tamaño de las estaciones remotas dificulta su implantación sobre la acera de una calle convencional, por lo que una alta proporción de ellas se encuentran en plazas, bulevares, isletas o ubicaciones similares que no son representativas de la

calidad del aire en la proximidad de los edificios. De las 27 estaciones que constituyen la red general, solamente 4 se ubican próximas a fachadas. La red específica para este contaminante estará formada por estas 4 estaciones, la de Casa de Campo, que tiene el carácter de estación de fondo, y otras cinco estaciones que son las más representativas de la calidad del aire similar a las que se registran en la proximidad de las fachadas.

Una de estas estaciones es la de Arturo Soria. No se encuentra próxima a una fachada pero sí a la valla que delimita un bloque de viviendas. Se puede considerar que la calidad del aire en esta ubicación es similar a la de otros números de la misma calle, puesto que algunos de éstos carecen de valla, encontrándose el edificio de viviendas a la misma altura que la valla que delimita el edificio próximo a la estación.

La estación ubicada en el final de la calle Alcalá presenta características similares, ya que se ubica muy próxima a una tapia que delimita un edificio de viviendas y

Estaciones que constituirán la Red de Vigilancia de los Niveles Atmosféricos de PM₁₀

NÚMERO DE LA ESTACIÓN	NOMBRE ESTACIÓN	PRESENCIA CONJUNTA DE ANALIZADOR PM _{2,5}
03	Plaza del Carmen	No
07	Marqués de Salamanca	Si
13	Vallecas	No
15	Plaza de Castilla	No
16	Arturo Soria	Si
18	General Ricardos	Si
20	Moratalaz	Si
22	Paseo Pontones	Si
23	Calle Alcalá	Si
24	Casa de Campo	Si

Ubicación de las estaciones que constituirán la Red de Vigilancia de los Niveles Atmosféricos de PM₁₀ (en verde) Y PM_{2,5} (en azul)



241

presenta muy baja intensidad de tráfico en la vía más cercana, ya que ésta pertenece a un aparcamiento.

Otra estación incluida es la de General Ricardos, ya que se encuentra en un punto con vías de baja intensidad de tráfico rodado, especialmente en la vía más próxima que la separa de la línea de edificios. Esta ubicación presenta una calidad del aire muy similar al de las viviendas del otro lado de la calle, por lo que también se incluirá en la nueva red específica de control de este contaminante.

La estación de Vallecas, también incluida, se encuentra en una plaza de baja intensidad de tráfico rodado que origina que su calidad del aire sea muy similar tanto en la parte central, donde se encuentra la estación remota, como la periférica, donde se encuentran las viviendas.

Por último se incluye la estación de Plaza de Castilla, que posee una clara orientación al tráfico rodado,

al encontrarse entre las dos calzadas principales de una vía tan concurrida como el Paseo de la Castellana, próxima a un intercambiador con alta intensidad de autobuses interurbanos y próxima a la salida de un paso subterráneo. Todas estas circunstancias suponen que en un día con una distribución típica de tráfico rodado circulen en su entorno más inmediato más de 120.000 vehículos.

De las 10 estaciones que constituirán la red, se pueden considerar orientadas claramente al tráfico al menos las estaciones números 03, 07, 15, 20 y 22, aunque se ha de tener presente que no es adecuado ubicar a menos de 25 metros de grandes cruces este tipo de estaciones, y las estaciones números 07 y 20 se encuentran a una distancia inferior.

Puesto que es conveniente la instalación conjunta de analizadores de PM_{2,5} y PM₁₀, los analizadores de partículas PM_{2,5} se instalarán en las 7 estaciones que forma-

8 programa de actuación

rán parte de todas las redes específicas constituidas, es decir, de las estaciones remotas números 07, 16, 18, 20, 22, 23 y 24. Esta modificación supone el traslado de 5 equipos analizadores de $PM_{2,5}$.

Red de vigilancia de los niveles de inmisión de plomo (Pb)

Actualmente se dispone de una red independiente para este contaminante formada por cuatro estaciones, la mayoría de ellas ubicadas en puntos distintos a las estaciones destinadas al análisis de la concentración atmosférica de otros contaminantes.

Esta red se caracteriza por una ubicación céntrica de todas sus estaciones. Además se aprecia una concentración muy superior en la estación con más tráfico rodado en sus inmediaciones, la MCV-3 (Paseo Marqués de Monistrol). La concentración media anual registrada por el conjunto de esta red durante el año 2003 fue de $0,02 \mu\text{g}/\text{m}^3$, un valor muy inferior al valor límite fijado en $0,50 \mu\text{g}/\text{m}^3$. También es inferior al umbral de evaluación inferior ($0,25 \mu\text{g}/\text{m}^3$), por lo que incluso se podría disponer de una estación menos en el conjunto de la red dedicada a este contaminante.

No es necesario realizar modificaciones en esta red, salvo la reubicación de la estación MCV-4, lo que facilita el análisis histórico de la evolución de los niveles de este contaminante.

Red de vigilancia de los niveles de inmisión de benceno

La concentración de este contaminante se está analizando actualmente en 8 estaciones, en las que durante los últimos años se han apreciado concentraciones cada vez menores. La concentración media anual de esta red se ha situado en $0,2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ durante los dos últimos años. Este valor es exactamente el umbral de evaluación inferior, por lo que la red específica para este contaminante debe estar integrada por un mínimo de 3 estaciones. La red que se constituirá con objeto de la monitorización de este contaminante en la ciudad de Madrid estará integrada por un mayor número de puntos de muestreo, ya que se emplearán todos los analizadores actualmente disponibles, es decir, ocho puntos de monitorización.

La normativa indica que se han de escoger ubicaciones representativas de la línea de edificios. De las ocho estaciones que disponen del equipo necesario para registrar la concentración de este gas, únicamente la de Paseo Pontones se encuentra próxima a la fachada, por lo que para la constitución de la nueva red es necesario trasladar 5 equipos analizadores de benceno.

Las estaciones que integrarán la nueva red son, aparte de la ubicada en la Casa de Campo que tiene el carácter de estación de fondo, las 6 estaciones con ubicaciones en la proximidad de la línea de edificios, es decir las estaciones número 03, 07, 16, 18, 20, 22 y 23.

Estaciones que constituirán la Red de Vigilancia de los Niveles Atmosféricos de Pb

NÚMERO DE LA ESTACIÓN	NOMBRE ESTACIÓN
MCV-1	Pza. Marqués de Salamanca
MCV-2	Paseo Infanta Isabel
MCV-3	Paseo Marqués de Monistrol
MCV-4	Calle Bustamante

Ubicación de las estaciones que constituirán la Red de Vigilancia de los Niveles Atmosféricos de Pb



243

Estaciones que constituirán la Red de Vigilancia de los Niveles Atmosféricos de Benceno

NÚMERO DE LA ESTACIÓN	NOMBRE ESTACIÓN
3	Plaza del Carmen
7	Marqués de Salamanca
16	Arturo Soria
18	General Ricardos
20	Mortalaz
22	Paseo Pontones
23	Calle Alcalá (Final)
24	Casa de Campo

8 programa de actuación

Ubicación de las estaciones que constituirán la Red de Vigilancia de los Niveles Atmosféricos de Benceno



Estaciones que constituirán la Red de Vigilancia de los Niveles Atmosféricos de CO

NÚMERO DE LA ESTACIÓN	NOMBRE ESTACIÓN
06	Gregorio Marañón
07	Marqués de Salamanca
10	Cuatro Caminos
13	Vallecas
16	Arturo Soria
18	General Ricardos
20	Moratalaz
22	Paseo Pontones
23	Calle Alcalá (final)
24	Casa de Campo

Red de vigilancia de los niveles de inmisión de monóxido de carbono (CO)

En 25 de las 27 estaciones del Sistema de Vigilancia de la Contaminación Atmosférica se registra la concentración de este gas, ya que actualmente las estaciones de Urbanización Embajada y Barajas Pueblo carecen del instrumental necesario. Este alto número de puntos de muestreo permite constituir una amplia red destinada específicamente al control de los niveles de este contaminante.

Las concentraciones de este gas se han mantenido especialmente bajas durante los dos últimos años estudiados, 2003 y 2004, ya que ninguna estación ha registrado medias octohorarias superiores al valor límite (10 mg/m³). Aún así es conveniente constituir una red específica para este contaminante, ya que este valor límite ha sido calculado para estaciones próximas al tráfico y tanto el Sistema de Vigilancia de la Contaminación Atmosférica como la subred destinada a facilitar información a otras instituciones incluye varias estaciones

muy alejadas del tráfico rodado que pueden crear una falsa sensación de buena calidad atmosférica en cuanto a este contaminante.

La Red de Vigilancia de los niveles de monóxido de carbono estaría constituida por 10 estaciones, con el fin de dotarla de igual número de puntos de muestreo que las redes análogas destinadas al control de la concentración de otros contaminantes. De las 10 estaciones que se encuentran a menos de 5 metros del bordillo, se han escogido 9 por su pertenencia a otras redes específicas, descartando la estación número 02 por ser la única que no pertenece a otras redes. La red se completa con la estación número 24 que aporta el carácter de estación de fondo urbano.

Red de vigilancia de los niveles de inmisión de ozono (O₃)

Los criterios establecidos para la constitución de una red destinada específicamente a este contaminante son los de más difícil cumplimiento de todos los con-

245

Ubicación de las estaciones que constituirán la Red de Vigilancia de los Niveles Atmosféricos de CO

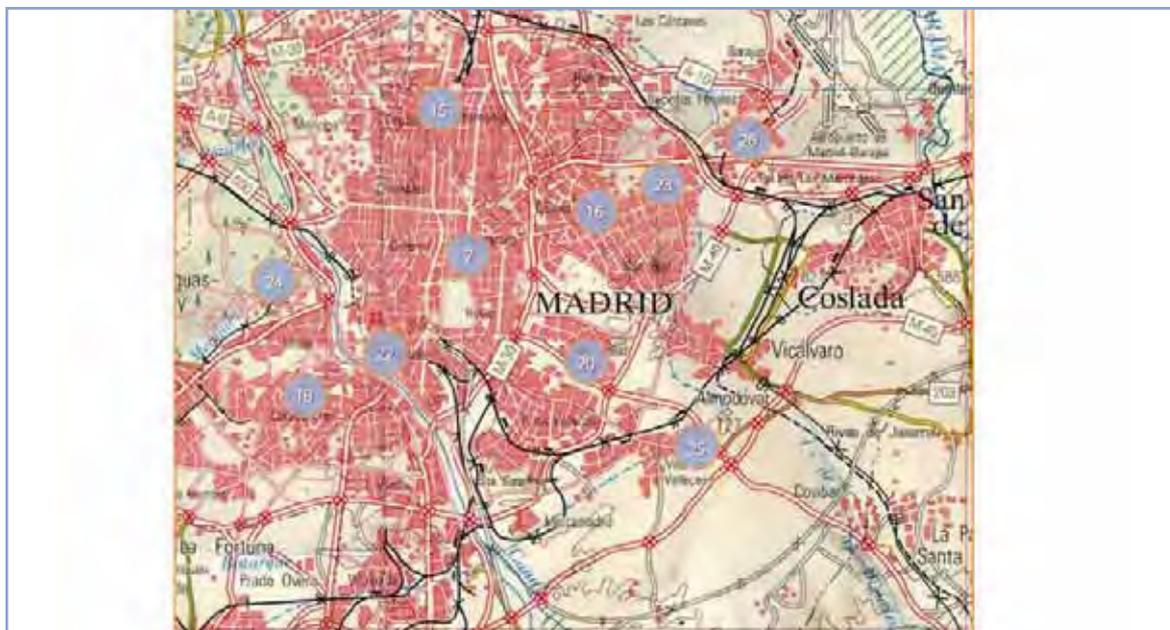


8 programa de actuación

Estaciones que constituyen la Red de Vigilancia de los Niveles Atmosféricos de Ozono

NÚMERO DE LA ESTACIÓN	NOMBRE ESTACIÓN
07	Marqués de Salamanca
15	Plaza de Castilla
16	Calle Alcalá (final)
18	General Ricardos
20	Moratalaz
22	Paseo Pontones
23	Final Calle de Alcalá
24	Casa de Campo
25	Santa Eugenia

Ubicación de las estaciones que constituirán la Red de Vigilancia de los Niveles Atmosféricos de Ozono



taminantes analizados, ya que el Real Decreto 1796/2003, de 26 de diciembre, establece que se han de ubicar al menos la mitad de las estaciones en áreas suburbanas. La misma norma indica que el número de puntos de muestreo ha de ser como mínimo 5 para una aglomeración con las características del municipio de Madrid.

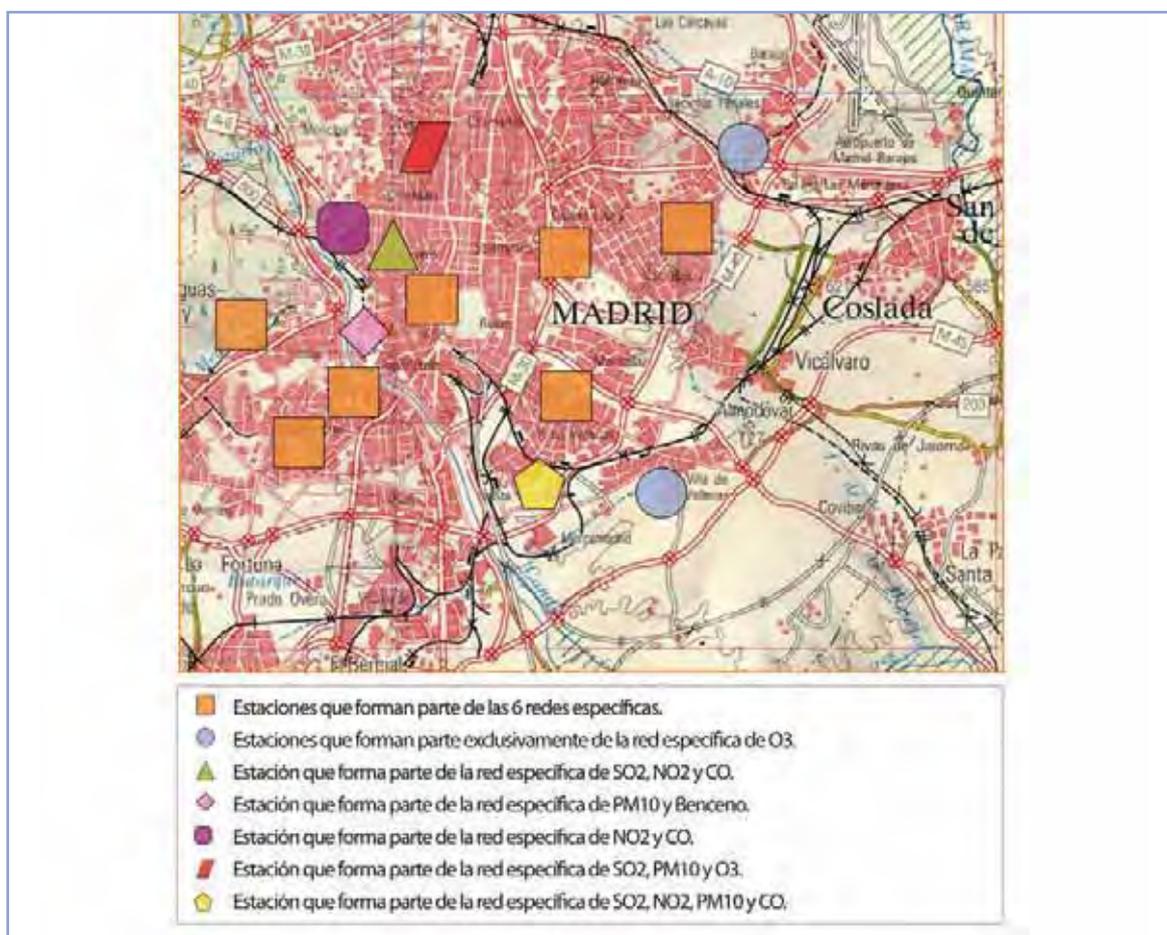
En la norma anteriormente citada, se indica que las estaciones destinadas a la monitorización de este gas deben encontrarse a más de 10 metros de la carretera más próxima. Este criterio se cumple en solamente 8 de

las 26 estaciones que analizan los niveles de este gas, por lo que es imposible constituir una red específica formada por 10 estaciones que cumplan este requisito.

La Red de Vigilancia de los niveles atmosféricos de ozono estará constituida por 10 estaciones. Entre éstas se incluye solamente una estación que tiene carácter exclusivo de suburbana, la de Casa de Campo. En la actualidad el rápido crecimiento que registra la ciudad ha conducido a que estaciones que anteriormente tenían el carácter de suburbanas se encuentren actualmente en áreas periféricas urbanas.

Ubicación de las estaciones que constituirán las Redes de Vigilancia de los Niveles Atmosféricos de los diferentes contaminantes

247



8 programa de actuación

Para paliar esta circunstancia se ha optado por elegir las estaciones situadas en los barrios más periféricos, por lo que se incluyen las estaciones de Santa Eugenia, Urbanización Embajada, final de la calle Alcalá y Moratalaz. Las estaciones de General Ricardos, Paseo Pontones, Arturo Soria y Plaza de Castilla, se encuentran a una distancia intermedia entre el centro de la ciudad y la periferia, mientras que solamente se incluirá una estación ubicada en el centro urbano, la de Marqués de Salamanca. Con esta composición se logra variar sustancialmente la relación entre estaciones céntricas y periféricas de la actual red, al mismo tiempo que se logra una máxima interacción con otras redes específicas, ya que todas las estaciones forman parte de redes destinadas al control de otros contaminantes.

❑ Otras redes específicas

Aunque actualmente la normativa vigente no contempla la monitorización de un alto número de contaminantes con efectos negativos sobre la salud humana y los ecosistemas, durante el plazo de ejecución de la presente Estrategia aparecerá nueva normativa que regulará los niveles de inmisión de algunos de estos contaminantes.

Los servicios municipales adquirirán e instalarán los equipos establecidos por la futura normativa, y que serán necesarios para el control de los niveles de inmisión de estos contaminantes, procediendo a crear nuevas redes específicas para cada uno de ellos. En la constitución de estas redes se contemplarán los criterios de macro y microimplantación que determine la futura normativa, y se buscará la máxima interoperatividad con las redes constituidas, de manera que, en la medida de lo posible, se creen puntos de muestreo que analicen los niveles de todos los contaminantes.

La constitución de estas redes es actualmente imposible de plantear de manera detallada por lo que los plazos de ejecución y el coste de implantación no se contemplan en la presente medida.

❑ Ubicación común de analizadores destinados al control de diferentes contaminantes

A lo largo de las páginas anteriores se han mostrado las redes específicas de cada uno de los contaminantes. Una de las líneas generales seguidas para su constitución es tratar de conseguir una máxima coincidencia entre ellas, de manera que se reduzca el número total de estacio-

nes que forman parte de alguna red y por tanto se incrementa la operatividad del conjunto de las redes. En la imagen anterior se presenta el conjunto de las redes de manera que es posible apreciar cómo en 7 de las estaciones se analizan todos los contaminantes, mientras que otras 7 analizan exclusivamente alguno de los contaminantes.

ACCIÓN

Monitorización de la incidencia de las restricciones impuestas al tráfico rodado

Antecedentes:

Actualmente el Ayuntamiento ha realizado una serie de actuaciones destinadas a conceder un mayor espacio al peatón en detrimento del disponible para los vehículos privados. Las actuaciones más destacables en este sentido son diferentes peatonalizaciones y el cierre al tráfico de algunas vías.

Estas actuaciones persiguen una disminución del tráfico rodado, que es la principal fuente emisora de contaminantes dentro del término municipal. En líneas generales se pueden prever los siguientes efectos cuando se ejecuta una medida de este tipo:

- ❑ Disminución de la intensidad de tráfico en la zona directamente restringida.
- ❑ Disminución de la intensidad de tráfico en las vías que se dirigen hacia la zona restringida.
- ❑ Incremento de la intensidad de tráfico en la zona periférica y en los itinerarios alternativos.

Aunque el departamento correspondiente analiza la incidencia sobre el tráfico rodado de estas actuaciones, es necesaria una coordinación conveniente con el Departamento de Calidad del Aire del Ayuntamiento de Madrid que permita una evaluación del efecto de estas actuaciones sobre los niveles de inmisión, lo que posibilitará la valoración en cuanto a la calidad del aire de las medidas desarrolladas.

Descripción:

Los Servicios Municipales desarrollarán diferentes dispositivos especiales destinados a evaluar la eficacia de las restricciones al tráfico como medida para el control de la contaminación atmosférica. En una primera fase se eva-

luará el efecto sobre la calidad del aire de las restricciones actualmente implementadas. Posteriormente se crea una fase en la cual se establezcan las consideraciones necesarias para desarrollar en el futuro dispositivos similares.

□ Evaluación de las actuales restricciones al tráfico rodado

Actualmente es conveniente realizar un análisis de la principal restricción impuesta al tráfico rodado en la ciudad de Madrid, la creación de un Área de Prioridad Residencial en el Barrio de las Letras. Ésta supone la primera actuación de este tipo en una zona urbana, de gran extensión y con carácter permanente. Desde el día 22 de septiembre del año 2003 está en funcionamiento la Fase 1 que desde principios del año 2005 se extiende a un mayor número de calles tal y como se aprecia en la siguiente imagen. La creación de un dispositivo especial de monitorización de la eficacia de esta medida se desarrollará en las siguientes etapas:

Etapa 1: Instalación de los puntos de muestreo y recopilación de la información

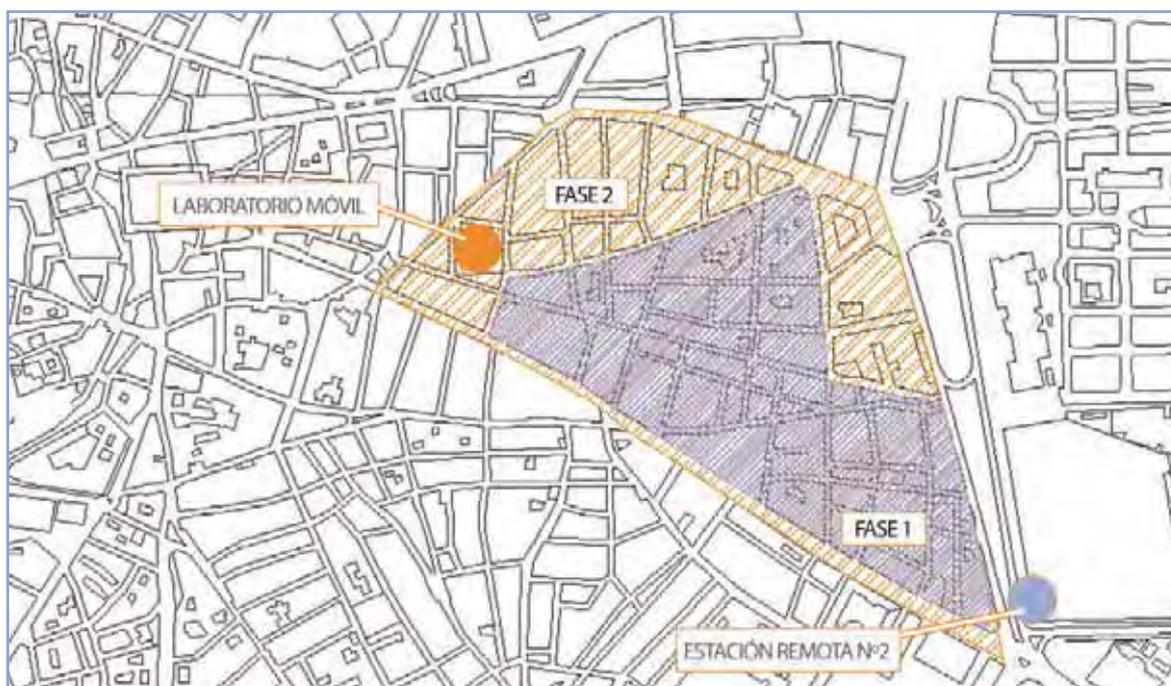
El Laboratorio Móvil se instalará en la Plaza de Santa Ana. Esta ubicación reúne las siguientes características de disponibilidad de espacio público para su implantación.

Como mínimo se analizarán los siguientes contaminantes:

- Partículas en suspensión
- Dióxido de azufre
- Monóxido de carbono
- Óxido de nitrógeno y dióxido de nitrógeno
- Ozono
- Benceno

249

■ Ubicación de los puntos de muestreo del dispositivo especial de monitorización del Barrio de las Letras ■



8 programa de actuación

Para su microimplantación se tendrán en cuenta los criterios definidos en los Reales Decretos 1073/2002, de 18 de octubre y 1796/2003, de 26 de diciembre, con el objetivo de satisfacer el mayor número posible de dichos criterios.

El Laboratorio Móvil permanecerá en esta ubicación todo el tiempo que esté disponible, sin dejar de atender otras necesidades puntuales que puedan requerir su presencia. Puesto que permanecerá un largo periodo en esta ubicación se localizará en un punto suficientemente accesible y que reúna las condiciones de seguridad necesarias, procediendo a su señalización si es conveniente.

Igualmente se registrarán los datos suministrados por la Estación Remota de Glorieta de Carlos V. Esta estación se ubica fuera de las zonas afectadas durante la Fase 1 y Fase 2, pero muy próxima al límite de ambas. Su ubicación es idónea para analizar si el efecto barrera que cabe esperar tiene una incidencia sobre la calidad del aire de las zonas adyacentes a la regulada en las Fases 1 y 2. En esta estación se encuentran los analizadores necesarios para registrar la concentración atmosférica de los contaminantes analizados por el laboratorio móvil.

Adicionalmente se considerarán los datos obtenidos por el conjunto de la red, con el fin de analizar la variación de los niveles de los diferentes contaminantes en el conjunto de la ciudad. También es necesario recopilar la variación de las Intensidades Medias Diarias (IMD) de las vías incluidas en las Fase 1 y 2, así como de las vías adyacentes.

Etapa 2: Análisis de los datos y obtención de conclusiones

Con el fin de analizar el efecto de esta experiencia en la calidad del aire de las zonas afectadas por las restricciones impuestas al tráfico rodado, se efectuará un completo análisis de los datos de inmisión obtenidos en la anterior etapa. El inicio de este estudio no comenzará hasta que se disponga, al menos, de los datos correspondientes a un año. El objetivo de este estudio es determinar la eficacia de la creación de zonas de acceso restringido al tráfico rodado como medida destinada al control de la contaminación atmosférica.

Este estudio contemplará como mínimo los siguientes aspectos:

- Detectar tendencias en la evolución de la concentración de diferentes contaminantes en las estaciones incluidas y próximas a la zona afectada por restricciones al tráfico.
- Comparar éstas con la evolución general de los contaminantes registrada en el Municipio de Madrid.
- Relacionar estas tendencias con la progresiva implantación de las diferentes fases de restricciones al tráfico rodado.
- Detectar la aparición o no de un efecto barrera asociado a la implantación de áreas de acceso restringido al tráfico rodado en cuanto a niveles de inmisión de contaminantes se refiere.
- Estudiar la relación de la variación de los niveles de inmisión con la variación registrada en la intensidad del tráfico en el interior de la zona restringida y en sus inmediaciones.

Etapa 3: Difusión de los resultados

En ocasiones, el establecimiento de restricciones al tráfico rodado es una de las medidas más impopulares que se puede adoptar con objeto del control de la calidad del aire. El resultado de este estudio o de cualquier otro relacionado se comunicará convenientemente a la población con el fin de difundir las ventajas de este tipo de medidas.

También se comunicarán los resultados internamente a las propias instituciones municipales, así como a otras instituciones autonómicas, estatales o comunitarias, con el fin de divulgar los resultados de estas medidas e inducir a un posicionamiento favorable a la adopción de medidas similares.

□ Evaluación de futuras restricciones al tráfico rodado

Dentro de la presente Estrategia se incluyen varias medidas que modificarán sustancialmente la intensidad del tráfico rodado. Con objeto de analizar su eficacia se crearán diferentes dispositivos específicos que contarán con las siguientes características:

- La evaluación de los niveles de inmisión se realizarán empleando estaciones fijas o móviles, y se dispondrá del mayor número de puntos de muestreo posible.
- Siempre que sea posible, se analizará la evolución de los niveles de inmisión en la situación pre y post-operacional. Para que así sea posible, es conveniente establecer los convenientes canales de comunicación entre los diferentes departamentos implicados que permitan la ubicación de las estaciones con suficiente antelación.
- Se analizará el mayor número posible de contaminantes.
- Se efectuará un análisis simultáneo de los niveles de inmisión en el interior y en el exterior de la zona afectada.
- Se considerarán los datos de la calidad del aire y del tráfico rodado de manera conjunta.
- Se realizará una difusión conveniente de los resultados obtenidos, prestando especial atención a los habitantes de las zonas afectadas.

ACCIÓN

Adecuación de la monitorización de partículas a la evolución normativa y al crecimiento científico

Antecedentes:

La actual normativa que regula la inmisión en la atmósfera de este contaminante establece dos fases diferenciadas en cuanto a los niveles de inmisión a conseguir. En ambas fases se fijan diferentes concentraciones de PM_{10} , ya que se establece que el control de las partículas de diámetro aerodinámico inferior a $10\mu g$ es la de mayor interés, puesto que constituye la fracción respirable. El control de las partículas $PM_{2,5}$ se ciñe a establecer que los planes de actuación destinados al control de las concentraciones de partículas PM_{10} también han de tener por objetivo reducir las concentraciones de partículas $PM_{2,5}$.

La primera fase establece los valores límite recogidos en la siguiente tabla.

Esta misma normativa recoge una segunda fase, cuyos valores límite se fijarán en función de una mayor informa-

251

Valores límite para las partículas PM_{10} expresados en $\mu g/m^3$. 1ª Fase

FASE 1	PERÍODO DE PROMEDIO	VALOR LÍMITE	MARGEN DE TOLERANCIA	FECHA DE CUMPLIMIENTO DEL VALOR LÍMITE
Valor límite diario para la protección de la salud humana.	24 horas.	$50 \mu g/m^3$ de PM_{10} , que no podrán superarse en más de 35 ocasiones por año.	$15 mg/m^3$ a 31 de octubre de 2002, reduciendo el 1 de enero de 2003 y posteriormente cada 12 meses $5 \mu g/m^3$ hasta alcanzar el valor límite el 1 de enero de 2005	1 de enero de 2005.
Valor límite anual para la protección de la salud humana.	1 año civil.	$40 \mu g/m^3$ de PM_{10}	$4,8 \mu g/m^3$ a 31 de octubre de 2002, reduciendo el 1 de enero de 2003 y posteriormente cada 12 meses $1,6 \mu g/m^3$ hasta alcanzar el valor límite el 1 de enero de 2005.	1 de enero de 2005.

8 programa de actuación

Valores límite para las partículas PM₁₀ expresados en µg/m³. 2ª Fase

FASE 2	PERÍODO DE PROMEDIO	VALOR LÍMITE	MARGEN DE TOLERANCIA	FECHA DE CUMPLIMIENTO DEL VALOR LÍMITE
Valor límite diario para la protección de la salud humana.	24 horas	50 µg/m ³ de PM ₁₀ , que no podrán superarse en más de 7 ocasiones por año.	Se derivará de los datos y será equivalente al valor límite de la Fase 1.	1 de enero de 2010.
Valor límite anual para la protección de la salud humana.	1 año civil.	20 µg/m ³ de PM ₁₀	20 µg/m ³ el 1 de enero de 2005, reduciendo el 1 de enero de 2006 y posteriormente cada 12 meses 4 µg/m ³ hasta alcanzar el valor límite el 1 de enero de 2010.	1 de enero de 2010.

ción acerca de los efectos sobre la salud y el medio ambiente, la viabilidad técnica y la experiencia en la aplicación de los valores límite de la Fase 1 en los Estados miembros de la Unión Europea, y que en principio establece los valores límite para la protección de la salud humana que se recoge en la tabla.

Dentro del Programa Aire Limpio para Europa (CAFE) se ha constituido un Grupo de Trabajo sobre Partículas en Suspensión. El objetivo de éste es asesorar a la Comisión Europea sobre la revisión de la Directiva 1999/30/CE, que es la que finalmente realizará la propuesta legislativa que fije los anteriormente mencionados niveles de inmisión. Tras la reunión mantenida en Estocolmo el 20 y 21 de octubre del año 2003, este Grupo redactó un documento conocido como *Second Position Paper*, cuya versión definitiva fue publicada en abril de 2004. Este documento no se ha de considerar como una posición oficial de la Comisión Europea, pero supone la base sobre la cual la Comisión establecerá su propuesta para la Fase 2.

En este documento se establecen una serie de recomendaciones que es posible resumir en los siguientes puntos:

- Se propone un cambio de PM₁₀ a PM_{2,5} como objetivo en cuanto al control de los niveles de inmisión, aún reconociendo que la OMS indica que la fracción entre 2,5 y 10 µg tiene efectos sobre la salud.

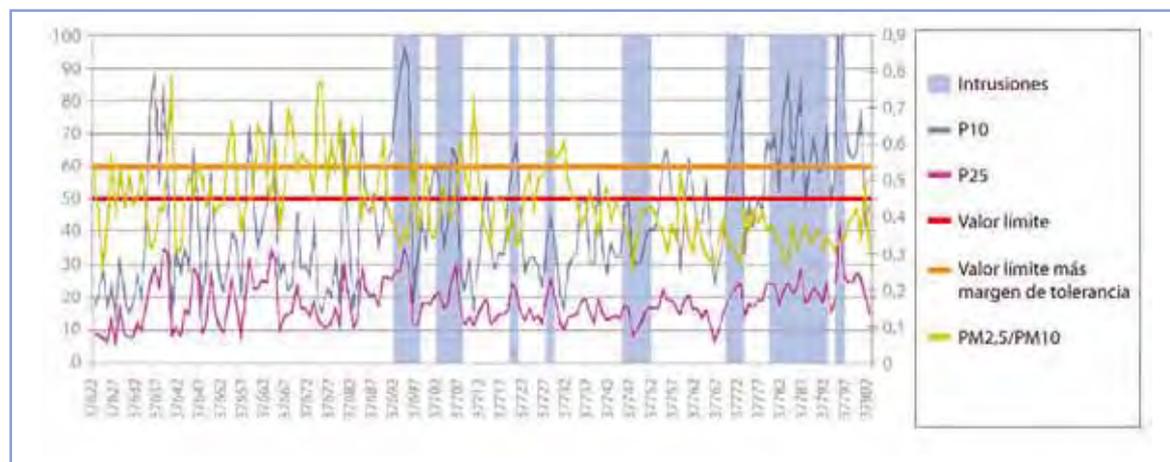
- Se proponen los siguientes valores límite en cuanto a PM_{2,5}:

- Concentración media anual: entre 12 y 20 µg/m³
- Concentración media diaria: no se ha de superar en más de 35 ocasiones al año el umbral de 35 µg/m³

Estos valores son especialmente difíciles de alcanzar en los países mediterráneos. En el caso de España, por lo general, es complejo registrar concentraciones medias anuales inferiores a 30 µg/m³ en estaciones urbanas, y solamente las estaciones rurales serían capaces de cumplir el valor límite anual si éste se fijase en 12 µg/m³.

- Los valores límite establecidos para PM₁₀ se mantienen como valores indicativos, dejando de poseer carácter imperativo. En caso de ser superados, los Estados miembro deberán de informar a la Comisión Europea de las causas.

Intrusiones de Polvo Sahariano registradas durante los seis primeros meses del año 2003 en la Estación Remota número 26 (Urbanización Embajada)



253

Se propone la constitución de redes que analicen conjuntamente los niveles de PM_{10} y $PM_{2.5}$. Éstas estarán integradas por puntos de muestreo que se destinarán al análisis de:

- PM_{10} : 20% de los puntos de muestreo
- $PM_{2.5}$: 80% de los puntos de muestreo

Se recomienda la unificación de los criterios establecidos por los diferentes Estados miembro para definir las estaciones como orientadas al tráfico, de fondo urbano o rurales, ya que actualmente existe una gran divergencia entre los Estados miembro a la hora de definir las ubicaciones de los puntos de muestreo.

Se propone una derogación de los valores límite en el caso de que las superaciones de éstos sean atribuibles a causas naturales; así, los días en los que se identifiquen episodios de fuerte contaminación atribuibles a causas naturales, no se considerarán ni en el caso de los umbrales diarios ni en el caso de los umbrales anuales.

El principal motivo por el que actualmente se están planteando estas importantes modificaciones es el avance que ha registrado el conocimiento científico desde la publicación de la Directiva 1999/30/CE. El mencionado

Grupo de Trabajo sobre partículas en suspensión ha establecido una serie de criterios destinados a sentar la base de la identificación de los episodios de alta contaminación debidos a partículas naturales. En este sentido cabe destacar el trabajo realizado actualmente por el Instituto Jaime Almera del CSIC destinado a la identificación de los episodios de intrusiones de aire sahariano, ya que éste transporta una elevada concentración de partículas en suspensión.

A título de ejemplo, la gráfica anterior muestra las intrusiones detectadas durante la primera mitad del año 2003, mostrando los niveles de PM_{10} , $PM_{2.5}$ y la relación entre éstos, ya que la diferente granulometría del polvo sahariano en relación al proveniente de las actividades humanas modifica este último parámetro.

Descripción:

A la vista de lo anteriormente expuesto es conveniente realizar una serie de medidas destinadas a adecuar la monitorización de las partículas en suspensión al presumible cambio que acontecerá en un breve periodo de tiempo. Las principales medidas son:

8 programa de actuación

▣ Seguimiento del desarrollo normativo

Desde la actual situación hasta la aprobación definitiva de una modificación de la Directiva 1999/30/CE, aún quedan muchas posibles modificaciones al actual Second Position Paper. Los servicios municipales deben realizar un seguimiento de todo el proceso con el fin de tener un conocimiento detallado del estado de este proceso, y el contenido de la última propuesta disponible. Con tal fin se realizarán los contactos necesarios con otras instituciones u organismos, así como un seguimiento de la información difundida por las instituciones implicadas.

Actualmente es posible realizar un seguimiento de los resultados del Grupo de Trabajo sobre Partículas en la dirección <http://europa.eu.int/comm/environment/air/cafe/>

El proceso comunitario de desarrollo normativo es un proceso abierto, cuya difusión está fuertemente establecida, por lo que es posible realizar un seguimiento de las diferentes etapas que sufre una norma hasta que es aprobada.

▣ Seguimiento del progreso del conocimiento científico acerca de la presencia de intrusiones de polvo sahariano.

Como se ha indicado anteriormente, estas masas de aire transportan altas concentraciones de partículas en suspensión. Año tras año, las herramientas disponibles para constatar su presencia son más importantes y actualmente el CSIC ha realizado importantes trabajos que delimitan la presencia de estas intrusiones en la Península Ibérica. El análisis conjunto de los resultados de estos trabajos y los resultados de inmisión de la red del Municipio de Madrid ha puesto de manifiesto que las intrusiones registradas no siempre coinciden con los picos detectados en las concentraciones de partículas en suspensión. Una de las divergencias registradas con mayor frecuencia es que las concentraciones de partículas registren elevados aumentos el día anterior a la fecha determinada como comienzo de la intrusión, aunque también es muy frecuente que se mantengan elevados durante uno o dos días tras la finalización de la intrusión, debido posiblemente a los efectos de resuspensión en la atmósfera.

Estos datos tienen una estrecha relación con la situación atmosférica, por lo que no es conveniente obtener conclusiones definitivas sin su análisis, pero demuestran que estudios de este tipo deben dotarse de mayor concreción para poder destinarse al análisis del origen de la contaminación de los episodios registrados en redes de control destinadas a la protección de la salud de la población. Por este motivo, los servicios municipales realizarán los contactos necesarios con las instituciones y organismos especializados en la materia con el fin de mejorar el conocimiento de todos los aspectos implicados en la identificación de este tipo de episodios en el municipio de Madrid.

El objetivo final de este proceso es el establecimiento de un procedimiento destinado a la identificación fehaciente de estas intrusiones, que se basará en el propuesto por el Grupo de Trabajo sobre Partículas en Suspensión. Actualmente es imposible determinar el grado de concreción y el plazo de ejecución del establecimiento de dicho procedimiento.

En el caso de que dicho procedimiento esté disponible en el plazo de ejecución de la presente Estrategia se modificarán convenientemente los canales de información, permitiendo establecer claramente las causas de los niveles elevados de partículas coincidiendo con intrusiones de polvo natural.

▣ Establecimiento de criterios para la identificación de otras fuentes naturales

No solamente las intrusiones de polvo sahariano suponen una fuente natural de partículas en suspensión. Todas las estaciones que han registrado durante el 2003 más de 100 superaciones del valor límite diario (Barrio del Pilar, Fernández Ladreda, Santa Eugenia, Urbanización Embajada y Barajas Pueblo) se encuentran en la periferia de la ciudad, por lo que es probable que se registren periodos de resuspensión local desde los terrenos cultivados y/o baldíos próximos. Actualmente no se está considerando esta posibilidad, ya que no se han encontrado trabajos concluyentes al respecto.

Con el objetivo de establecer cuál es la incidencia de este fenómeno en el Municipio de Madrid, se establecerán los acuerdos de colaboración necesarios con institucio-

nes especializadas en la materia que fomenten la realización de estudios que versen sobre los siguientes ámbitos:

- Detección de la presencia de episodios de resuspensión local. La metodología empleada contemplará un análisis del balance químico de masas y la duración mínima del periodo analizado será de un año.
- Análisis de su relación con la presencia de dinámicas atmosféricas convectivas.
- Análisis de su relación con la presencia de fuertes vientos.
- Análisis de su relación con la presencia de precipitaciones, tanto en cuanto al efecto de lavado de la atmósfera, como de humectación del suelo.
- Análisis de la incidencia de la presencia de vegetación como medida destinada a frenar la resuspensión de partículas crustales.
- Análisis de la incidencia de las actividades de demolición, minería, fabricación de cerámica y cemento y otras actividades humanas claramente favorecedoras de la resuspensión de partículas crustales.

□ Adecuación de los puntos de muestreo a la futura normativa

Una vez que se haya identificado la futura normativa, es posible que se determine con mayor exactitud cuáles han de ser los criterios que se han de seguir para considerar una estación como urbana, suburbana o rural. En caso de que así sea, se estudiarán detenidamente estos criterios para asignar las estaciones al grupo conveniente.

Es mucho más probable que se modifique la composición de la red destinada al control de los niveles de inmisión, que pasará a estar constituida por estaciones destinadas al control de PM_{10} y otras destinadas al control de $PM_{2,5}$.

En el momento en el que se identifiquen los criterios para constituir esta red, los servicios municipales estudiarán las diferentes posibilidades, con el objetivo de crear esta red en el plazo más breve posible. En caso de que sea necesario, se procederá a la adquisición o traslado de los equipos existentes, aunque en principio es posible que no sea necesario tomar este tipo de medidas, ya que la red específica anteriormente constituida puede ser válida si se mantienen los criterios apuntados en el Second Position Paper.

□ Modificación de la información facilitada a otras instituciones y al público

En el momento en el que se determinen fehacientemente los episodios de alta concentración de partículas en suspensión atribuibles a causas naturales, se ajuste convenientemente la red y se estudien los criterios establecidos en la futura normativa, se tomarán, siempre conforme a la legislación vigente, las medidas destinadas a modificar la información facilitada por los servicios municipales tanto al público en general como a otras instituciones.

Esta información será convenientemente expuesta en el Sistema de Información Medio Ambiental, para lo cual se realizarán las necesarias modificaciones en su dirección de Internet. ■

8 programa de actuación

CONTAMINANTES SOBRE LOS QUE ACTÚA	Esta medida no origina reducciones de ningún contaminante de manera directa.	
OTROS EFECTOS	POSITIVOS	Esta medida tiene como objetivo principal facilitar una información precisa sobre el grado de cumplimiento de los límites legalmente establecidos por la normativa vigente en materia de calidad del aire. Fomento de la investigación científica y la mejora del conocimiento en cuanto a la contaminación por partículas en suspensión y la relación de la contaminación y el tráfico rodado.
	NEGATIVOS	
ACTORES INVOLUCRADOS	<p>Los principales actores involucrados en esta medida son los propios Servicios Municipales, especialmente el departamento responsable del control de la contaminación atmosférica, que actualmente depende de la Dirección General de Sostenibilidad y Agenda 21. Este Departamento mantendrá los contactos necesarios, trasladará los equipos convenientemente, ejecutará las acciones necesarias para la constitución de las redes, y modificará las actuales y futuras fuentes de información para que éstas se basen en los niveles registrados por las nuevas redes.</p> <p>En menor medida requiere la actuación de organismos investigadores, a los cuales se ha de consultar. Es imposible actualmente concretar las instituciones implicadas, ya que el avance científico determinará en gran parte los contactos que se realizarán.</p>	
PLAZO DE EJECUCIÓN	<p>Acción 1: Constitución de redes individualizadas para cada contaminante : 2006</p> <p>Acción 2: Monitorización de la incidencia de las restricciones impuestas al tráfico rodado:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Dispositivo especial Barrio de las Letras: 2006-2007 • Otros Dispositivos :2006-2010 <p>Acción 3: Adecuación de la monitorización por partículas en suspensión a la normativa y al conocimiento científico: No es posible ajustar un plazo concreto de ejecución para esta medida, ya que más que una medida de ejecución limitada en el tiempo supone una adaptación continuada al avance normativo y científico. Por este motivo se considera que su plazo de ejecución abarca toda la duración de la Estrategia: 2006-2010</p>	

8.7. Residuos urbanos

SECTOR	GESTIÓN DE RESIDUOS
TIPO	Medidas sobre las instalaciones de gestión de residuos
NOMBRE	Reducción de emisiones a la atmósfera procedentes de las instalaciones de gestión de residuos del parque Tecnológico de Valdemingómez

Antecedentes:

En el Parque Tecnológico de Valdemingómez se desarrolla una amplia variedad de técnicas de procesado de residuos y se someten a tratamiento la totalidad de los residuos domiciliarios de Madrid así como los que, aún no perteneciendo a esta categoría, contienen materiales valorizables.

Está integrado por tres Centros de tratamiento: La Paloma, Las Lomas y Las Dehesas, con un vertedero de cola y una planta de desgasificación del antiguo vertedero. A continuación se describen las instalaciones existentes y los tratamientos efectuados en las mismas:

- ▣ **Centro La Paloma:** Este Centro se puso en marcha en el año 1981. Está integrado por dos líneas de tratamiento (separación y clasificación de materiales reciclables) para la bolsa de restos, una línea destinada exclusivamente al tratamiento de la bolsa amarilla y una planta de compostaje. Esta planta está en proceso de remodelación.
- ▣ **Centro Las Lomas:** Inició su actividad en febrero del año 1993, con una planta de separación y clasificación de materiales reciclables y otra de compostaje. En diciembre de 1995 se puso en marcha una planta de valorización energética de rechazos.
- ▣ **Centro Las Dehesas:** Fue inaugurado en febrero del año 2000. Con la puesta en marcha de estas instalaciones, la totalidad de los residuos domiciliarios generados en Madrid pasan a integrarse en un proceso de

valorización. Las instalaciones y equipamientos que integran el Centro de Tratamiento Las Dehesas son los siguientes: Una planta de recuperación y clasificación de productos reciclables, una planta de tratamiento de plásticos, una planta de tratamiento de residuos voluminosos, una planta de tratamiento de restos de animales por incineración, una planta de tratamiento de lixiviados, una planta de transferencia de rechazos, un vertedero controlado de cola y una planta de desgasificación de dicho vertedero con aprovechamiento energético.

- ▣ **Valdemingómez 2000:** Durante sus 22 años de vida, el Vertedero de Valdemingómez ha acumulado 21,3 millones de toneladas de residuos sólidos urbanos, ocupando una superficie de 110 hectáreas. Su clausura implicó la realización de las siguientes actuaciones:
 - Construcción de una instalación de desgasificación.
 - Construcción de una planta de valorización energética destinada al aprovechamiento de biogás.
 - Sellado de la superficie del vertedero previo acondicionamiento de los taludes.
 - Recuperación paisajística de toda el área perteneciente al Vertedero de Valdemingómez.
 - Transformación de las edificaciones anejas al Vertedero en el denominado Centro Tecnológico Medioambiental.
 - Control y seguimiento del vertedero durante 30 años.

Descripción:

▣ Reducción de las Emisiones de NO_x.

El 30 de mayo de 2003 entró en vigor el Real Decreto 653/2003 sobre incineración de residuos, incorporando al ordenamiento jurídico español la Directiva 2000/76/CE de 4 de diciembre de 2000.

Para las instalaciones de incineración existentes se establece un régimen transitorio que permita su adecuación

8 programa de actuación

8.7. a la norma, por lo que le es de aplicación desde el 28 de diciembre de 2005.

Las nuevas condiciones de funcionamiento de este tipo de instalaciones que establece el Real Decreto conllevan la realización de controles de emisiones en continuo para un mayor número de contaminantes de los establecidos en la normativa anterior.

En referencia a la emisión de Óxidos de Nitrógeno, el Decreto establece un límite de 200 mg, expresados en NO_2/Nm^3 .

Los controles realizados en la planta han determinado que los niveles actuales de NO_x alcanzan una media de 292 mg de NO_2/Nm^3 , del orden de un 50% superior al valor solicitado en el nuevo Real Decreto.

Para asegurar una emisión de NO_x por debajo de los límites indicados en el Real Decreto (200 mg de Óxidos de Nitrógeno, expresados en NO_2/Nm^3), se instalará un Sistema de Reducción Catalítico (SCR) al considerar que es la mejor tecnología disponible.

Con esta instalación se asegura el cumplimiento de la normativa. ■

CONTAMINANTES SOBRE LOS QUE ACTÚA	NO_x	
OTROS EFECTOS	POSITIVOS	Mejora de la calidad del aire del Municipio.
	NEGATIVOS	
ACTORES INVOLUCRADOS	Ayuntamiento de Madrid.	
PLAZO DE EJECUCIÓN	2006	
INDICADORES DE SEGUIMIENTO	Nivel de emisión de NO_x . Producción de biogás.	

8.8. Cambio climático

SECTOR	CAMBIO CLIMÁTICO
TIPO	Lucha contra el cambio climático
NOMBRE	Plan de Acción de lucha contra el cambio climático

Antecedentes:

El nuevo marco impuesto por la entrada en vigor del Protocolo de Kioto, gracias a la ratificación de Rusia, y la decidida apuesta de la Unión Europea por liderar la lucha contra el cambio climático, plantea un reto sin precedentes en la concepción del medio ambiente, que deriva sus efectos no sólo en la iniciativa privada sino también, e incluso con mayor fuerza, en la acción de las Administra-

ciones Públicas. Los Gases de Efecto Invernadero (en adelante GEI), y más concretamente el CO₂, han dado el salto desde la escena científica para instalarse de manera definitiva como un punto vital en los procesos de toma de decisiones.

El compromiso en la lucha contra el cambio climático que el Ayuntamiento de Madrid establezca a partir de la redacción e implantación de esta Estrategia, debe contemplarse en un Plan de Acción de lucha contra el cambio climático.

Descripción:

La Política de Acción contra el Cambio Climático del Ayuntamiento de Madrid se divide en dos líneas de actuación principales:

- La incorporación de Madrid a Iniciativas Internacionales
- La puesta en marcha de un Plan de Acción en materia de Cambio Climático.

□ La incorporación de Madrid a Iniciativas Internacionales

La medida tiene por objetivo el aumentar/intensificar la presencia de la ciudad de Madrid en foros de ciudades por el clima y la calidad del aire.

Entre estos foros destaca ICLEI (International Council for Local Environmental Initiatives), cuya misión es construir y servir al movimiento de los gobiernos locales para alcanzar mejoras tangibles en el medio ambiente global y las condiciones de desarrollo sostenible a través de acciones locales.

ICLEI sirve como referencia de la información sobre desarrollo sostenible y provee guías sobre políticas, formación, asistencia técnica y servicios de consultoría para aumentar la capacidad de los gobiernos locales para hacer frente a los retos globales.

Entre los trabajos realizados por ICLEI, se incluye el análisis de 89 casos sobre la gestión local medioambiental. En cada caso se muestran los conceptos cla-

ve para implantar el desarrollo sostenible a nivel local, lo que permite acceder a información sobre experiencias realizadas por Administraciones Locales en esta materia.

El programa de "Ciudades para la Protección del Clima" desarrollado por ICLEI abarca los siguientes ámbitos, dentro de los cuales se han desarrollado numerosas acciones locales a lo largo del mundo:

- Residuos.
- Eficiencia energética.
- Energías renovables.
- Transporte.

El plazo para la implantación de esta medida queda fijado para el año 2006.

□ Plan de Acción:

Tal y como se deduce del marco normativo y legislativo actual en materia de control de emisiones de Gases de Efecto Invernadero, no se deriva ningún tipo de "obligación legal" referente al papel de las Corporaciones Locales en materia de lucha contra el Cambio Climático. Sin embargo, esta circunstancia no puede ni debe ser vista como una invitación a la pasividad municipal, a la espera de que se definan los límites exactos del papel de los municipios en materia de control y limitación de emisiones de Gases de Efecto Invernadero.

Las especiales características del fenómeno del Cambio Climático, como su carácter global, su estrecha vinculación a un determinado tipo de desarrollo socioeconómico y su horizontalidad (ya que implica a una enorme cantidad de agentes y actividades), hacen necesaria la adopción de una actitud proactiva y comprometida por parte de todos aquellos agentes involucrados en la gestión pública y privada.

En España sólo el 40% de las emisiones de GEI quedan bajo el abrigo de la Directiva de Comercio de derechos de emisión; éstas se corresponden con los sectores industriales que agrupan a los focos de mayor tamaño, susceptibles de entrar a formar parte de un sistema de comercio de derechos. Quedan, por tanto, un 60% de las

8 programa de actuación

emisiones de GEI nacionales, vinculadas fundamentalmente con sectores como servicios, gestión de residuos, residencial y transporte. Es precisamente sobre este grupo de sectores sobre los que la cercanía y el conocimiento de la administración municipal se demuestra más determinante. Por tanto, el papel de los ayuntamientos en la lucha contra el cambio climático es de una importancia vital para la consecución de los compromisos internacionales asumidos por España.

A continuación se describen de manera sintética algunos de los aspectos principales (líneas de actuación, iniciativas, etc) que podrían configurar la base sobre la que construir el plan de respuesta del Ayuntamiento de Madrid en materia de cambio climático, en el seno de su Estrategia de mejora de la Calidad del Aire:

❑ **Incorporación del “factor GEI”:** En puntos anteriores se hacía referencia a la transversalidad del Cambio Climático, ya que entre otras razones no es fácil identificar un solo responsable ni a una única fuente o causa. Uno de los primeros pasos que cualquier organización debe incorporar en el marco de su estrategia de lucha contra el cambio climático es la integración del factor GEI en sus estructuras de toma de decisiones. La repercusión que cualquier iniciativa pública pueda tener sobre un incremento de las emisiones de GEI debería ser cuidadosamente evaluada y los resultados de esta valoración deberían ser incorporados al proceso de decisión. Se trata, por tanto, de dotar a todo el espectro de la acción municipal (más allá de la estrictamente ligada a la mejora medioambiental) de nuevos criterios destinados a un objetivo de optimización en la emisión de estos gases.

❑ **Definición de compromisos:** La adopción de un objetivo alcanzable de reducción de emisiones de GEI constituye un punto de gran importancia, ya que actúa como faro guía sobre el que aglutinar a toda la sociedad. Para ello es necesario partir de un adecuado inventario histórico de emisiones de GEI y realizar una proyección de la situación futura, con y sin la aplicación del paquete de medidas, a fin de conocer cual sería la línea base de Madrid en un periodo concreto, y poder cuantificar el éxito de la evolución real.

❑ **Cooperación Internacional:** Bajo este epígrafe se muestran dos acciones muy diferenciadas. Por un lado

podríamos definir la acción internacional hacia países de “nuestro entorno”, la participación en foros de ciudades o en iniciativas europeas y españolas que podría contribuir a la mejora de la imagen de Madrid y a su identificación con la vanguardia en la protección climática. Por otro lado, Madrid dispone de una oportunidad única para la creación y fomento de una red iberoamericana de ciudades por el clima. Este foro debería servir para la transmisión de conocimientos, fomento de mejoras tecnológicas o proyectos de cooperación. Incluso no hay que descartar el papel de Madrid en futuros proyectos de Mecanismo de Desarrollo Limpio y/o Aplicación Conjunta, que tuvieran una marcada vocación municipal.

❑ **Transporte:** El transporte constituye la auténtica Espada de Damocles en la lucha contra el cambio climático. Sus, en apariencia, imparables niveles de crecimiento y la infinidad de agentes involucrados, hacen que su control eficaz sea muy complejo. La apuesta por la movilidad sostenible en el plano municipal puede suponer un interesante alivio en esta situación. Una red ágil y eficaz de transporte público urbano, es un elemento de gran valor en la mejora de los niveles de emisión de GEI. De igual manera, la mejora en la fluidez y calidad de la conducción es otro elemento imprescindible del plan de respuesta municipal al cambio climático.

❑ **I+D+i:** Si las medidas preventivas y de mejora de la eficiencia, constituyen el primer escalón de la lucha contra el cambio climático, la I+D+i se convierte en el segundo. Convertir a Madrid en una ciudad pionera en la aplicación de nuevas tecnologías no emisoras de GEI, debe ser uno de los mayores retos asumidos por sus regidores. Es necesario que tanto a nivel nacional como internacional Madrid sea identificada como una ciudad pionera en la aplicación de la tecnología baja en emisiones.

❑ **Red de identificación de impactos del Cambio Climático:** El cambio climático es un fenómeno de máxima cobertura geográfica y de amplísima inercia temporal. Todas las acciones que se emprendan en los próximos años, empezarán a dar resultados no antes de 25 ó 50 años. Por esto es absolutamente necesario disponer de una red eficaz de identificación de los impactos que puedan derivarse de la modificación en los parámetros de la atmósfera, a fin de poder controlar su evolución, y mitigar dichos impactos.

□ **Sistema de Control y Concienciación Ciudadana:** La administración municipal juega un papel preponderante en el control de la calidad de la edificación. Cobra por tanto gran importancia la capacidad municipal a la hora de la incorporación de un programa específico destinado a la evaluación y control de la "calidad energética" tanto en edificios de nueva construcción como en aquellos sometidos a procesos de revisión en el marco de las ordenanzas municipales.

Por otro lado, las tareas de concienciación dirigidas a lograr una plena asimilación por parte del ciudadano del hecho de que la lucha contra el cambio climático es una parte ineludible de nuestro quehacer diario, permite cerrar el círculo del éxito en la Estrategia del Ayuntamiento de Madrid en esta materia. ■

8.8.

CONTAMINANTES (VARIACIÓN EN LA EMISIÓN)	Reducciones de CO ₂	
OTROS EFECTOS	POSITIVOS	Contribución a garantizar el cumplimiento de los compromisos asumidos por España ante el Protocolo de Kioto
	NEGATIVOS	
ACTORES INVOLUCRADOS	Ayuntamiento de Madrid, agentes económicos y sociales	
PLAZO DE EJECUCIÓN	2006-2007	
INDICADORES DE SEGUIMIENTO	Niveles de emisión de CO ₂	

261

8.9. Otras medidas

SECTOR	OTRAS MEDIDAS
TIPO	Servicios Municipales de Limpieza
NOMBRE	Realización de baldeos

Antecedentes:

Los niveles de inmisión de partículas en suspensión son resultado de una combinación de emisiones de origen natural y antropogénico. Si bien un análisis general en función de la granulometría arroja pistas sobre el origen de las partículas en suspensión, es posible realizar análisis de composición química que determinan con mayor exactitud qué fracción es originada por cada una de las fuentes.

8 programa de actuación

Los resultados arrojados por las últimas investigaciones en este campo, determinan que el tráfico rodado es exclusivamente responsable de entre un 25 y un 40% de las partículas presentes en la atmósfera, mientras que entre un 25 y un 35% se trata de materia mineral que es atribuible a suspensión de partículas desde el suelo.

Los niveles de materia mineral son marcadamente superiores en las estaciones de España y otros países mediterráneos en relación al resto de Europa. Esta situación es atribuible a tres factores:

- la incidencia de episodios de intrusión de masas de aire africano con elevada carga particulada mineral.
- la mayor aridez de los suelos que favorece la mayor resuspensión
- la menor tasa de precipitación anual, que impide el lavado del material particulado depositado sobre la superficie y que por tanto es susceptible de volver a entrar en suspensión.

De esta forma, el elevado nivel de fondo de materia mineral registrado en el conjunto de la Península Ibérica tiene su origen en fuentes naturales, pero la resuspensión no solamente es atribuible a causas naturales, como el viento o los fenómenos convectivos, ya que también existen acciones humanas que contribuyen a elevar los niveles de materia mineral en suspensión. Entre estas acciones destaca la resuspensión provocada por el tránsito de vehículos.

El objetivo de esta medida es reducir los fenómenos de resuspensión mediante la reducción de la presencia en los pavimentos de partículas susceptibles de ser volatilizadas. Por el tamaño de estas partículas, los métodos de barrido no son adecuados para su retirada, ya que pueden contribuir a su resuspensión. En cambio el baldeo, consistente en el empleo de agua a presión con el fin de eliminar estas partículas, es una medida sumamente eficiente, por lo que se incrementará la frecuencia de los servicios de baldeo cuando las situaciones climatológicas apunten una alta posibilidad de fenómenos de resuspensión desde los pavimentos.

Descripción:

Con esta medida se modificará la frecuencia y el procedimiento de baldeo cuando se detecten episodios de alta estabilidad atmosférica y prolongada ausencia de precipitaciones.

El servicio de baldeos específico que se pondrá en marcha abarcará las superficies de las vías urbanas (aceras, calzadas, bulevares, jardines, etc.) con mayores niveles de partículas en suspensión. Este servicio se realizaría preferiblemente de forma mixta (cuba motorizada y operario con pértiga) y manual (equipo de baldeo con carro porta mangueras) para poder tener un mayor acceso a la totalidad de la vía. De esta forma se incrementa el acceso a los puntos poco transitados de la vía, y que son los que registran una mayor presencia de partículas en su superficie.

CONTAMINATES (VARIACIÓN EN LA EMISIÓN)	Reducción en las emisiones de partículas en suspensión	
OTROS EFECTOS	POSITIVOS	Incremento de la limpieza viaria Reducción del efecto "isla de calor"
	NEGATIVOS	Consumo de agua si no se emplea agua reciclada
ACTORES INVOLUCRADOS	Ayuntamiento de Madrid y empresas de limpieza viaria	
PLAZO DE EJECUCIÓN	2006-2010	
INDICADORES DE SEGUIMIENTO	Kilómetros anuales de baldeos manuales Kilómetros anuales de baldeos mixtos Kilómetros anuales de baldeos mecanizados	

En el momento en el que se detecte la necesidad del desarrollo de baldeos destinados a la reducción de partículas en suspensión también se incrementarán las tareas de inspección sobre los baldeos realizados en obras para lograr una reducción global de la resuspensión de partículas en suspensión, siempre con criterios de ahorro y uso eficiente de agua.

SECTOR	OTRAS MEDIDAS
TIPO	Mejora del conocimiento
NOMBRE	Estudio del impacto de la contaminación atmosférica en la salud

Antecedentes:

Los estudios epidemiológicos realizados hasta la fecha ponen claramente de manifiesto la existencia de una relación estadística, con una sólida base biológica, que relaciona la contaminación atmosférica con la morbi-mortalidad de la población expuesta.

Las investigaciones realizadas se han caracterizado por detectar estas asociaciones para concentraciones cada vez más bajas de niveles de inmisión de contaminantes, llegando a establecer la no existencia de umbral de seguridad en los efectos en salud de los contaminantes primarios. Es decir, cualquier incremento en la concentración de los contaminantes lleva asociado un aumento en la morbi-mortalidad.

Consecuencia directa de este tipo de estudios es la drástica reducción en los "umbrales de protección para la salud" que marca la Organización Mundial de la Salud. En algunos casos, como el de las partículas en suspensión, no se marca ningún umbral seguro en el que no se establezca relación entre su incremento y el aumento de la morbi-mortalidad. A esta actitud de la OMS, le sigue la lógica respuesta de UE que con la Directiva 1999/30/CE impone unas limitaciones importantes para las concentraciones tolerables de contaminantes en la atmósfera. La trasposición de esta Directiva a nuestro país mediante el Real Decreto 1073/2002 nos obliga a una drástica reducción de los niveles de inmisión de los contaminantes primarios presentes en la atmósfera en un horizonte próximo.

Desde el punto de vista de la relación contaminación atmosférica – salud en nuestra ciudad, son numerosos los estudios que se centran en los efectos que los contaminantes atmosféricos primarios y secundarios tienen sobre los ingresos hospitalarios e incluso sobre la mortalidad. Generalmente este tipo de trabajos adolecen del problema de que se basan en series de datos de mortalidad e ingresos hospitalarios poco recientes y, por tanto, con concentraciones de contaminantes que raramente se presentan en la actualidad. Así por ejemplo, algunos de ellos asocian mortalidad con niveles elevados de dióxido de azufre, cuando este contaminante ha tenido una tendencia claramente descendente en los últimos años.

Por otro lado, la ubicación de las estaciones en Madrid no cumple los criterios en cuanto a su implantación establecidos en los Reales Decretos 1073/2002 y 1796/2003. Esto hace que no sean extrapolables a nuestra ciudad los resultados sobre morbi-mortalidad obtenidos con otras redes de medidas que utilizan otros criterios de ubicación. Parece clara, por tanto, la necesidad de realizar estudios con datos actualizados de morbi-mortalidad que permitan conocer con la mayor exactitud posible el impacto real de la contaminación atmosférica sobre la población de la ciudad de Madrid, fundamentalmente en aquellos grupos de riesgo más susceptibles como son personas con patologías previas de base respiratorias y cardiovasculares, ancianos y niños.

Descripción:

Según lo anteriormente expuesto, la Dirección General de Sostenibilidad y Agenda 21 y la Dirección General de Salud Pública y Drogodependencias, colaborarán en las líneas de investigación relativas al "Efecto de la contaminación atmosférica sobre los ingresos hospitalarios en Madrid" y "Efecto de las temperaturas extremas sobre los ingresos hospitalarios en Madrid". Estas líneas de investigación se vertebran a través de las siguientes actuaciones específicas:

- ▣ **Efectos de la contaminación atmosférica tanto física como química y biológica sobre los ingresos hospitalarios en Madrid.**

Hasta la actualidad se ha investigado el efecto sobre la salud infantil de determinadas variables ambientales, pero es preciso continuar con el papel de variables no consi-

8 programa de actuación

deradas hasta el momento como son el polen de gramíneas y la tendencia de presión. Además es preciso profundizar en las causas de ingresos y estratificar por determinados grupos de edad. Sería también interesante comparar si el patrón de morbi-mortalidad en Madrid se repite en otras ciudades españolas.

□ Efecto de las temperaturas extremas sobre la mortalidad en diferentes grupos de edad. Influencia de los extremos térmicos sobre los ingresos hospitalarios.

Constituye una línea prioritaria de investigación en la Organización Mundial de la Salud sobre la que hay una partida de fondos europeos para su desarrollo. En la actualidad se conoce cómo los eventos térmicos extremos influyen sobre la mortalidad en el grupo de mayores de 65 años en la ciudad de Madrid, pero se desconoce el comportamiento de otros grupos etarios. Es de especial interés determinar la temperatura umbral a partir de la cual comienzan a afectar los eventos extremos a los diferentes grupos de edad, para establecer cuando han de ponerse en marcha los planes de prevención y alerta que no tienen por qué ser similares en todos los grupos de edad.

Por otro lado, los estudios realizados en la actualidad ponen de manifiesto el efecto de los extremos térmicos sobre la mortalidad en el grupo de mayores de 65 años, pero no sobre los ingresos hospitalarios. Cualquier plan de prevención pasa por la alerta de los servicios de urgencia. Se trata, por tanto, de predecir el desfase existente entre cuando se produce el evento extremo y cuando se realiza la demanda asistencial. Además, es posible cuantificar este efecto por diferentes patologías, lo que redundaría en una mejor gestión de los recursos hospitalarios en situaciones de especial demanda.

□ Modelos de predicción de las concentraciones de diferentes especies polínicas y sus efectos en salud.

Hace unos años se realizó un modelo matemático para la predicción con 48 horas de antelación de las concentraciones del polen de gramíneas en la atmósfera de la ciudad de Madrid. Lo que se pretende en la actualidad, además de volver a implementar dicho modelo que se encuentra obsoleto en la actualidad, es realizar una modelización para las especies polínicas más abundantes en la ciudad de Madrid y que mayor influencia tienen sobre

la salud de los madrileños. Se trataría en suma, de poder facilitar la misma información sobre la contaminación biológica, que en la actualidad se da sobre la contaminación atmosférica química o acústica.

También es conocido que las situaciones en las que se producen picos de ciertas especies polínicas coinciden con el agravamiento de patologías previas existentes que influyen en la demanda asistencial y en algunos casos en una mayor utilización de los servicios de urgencia hospitalaria. Se trataría de determinar la influencia de estas especies polínicas sobre los ingresos hospitalarios, determinando cuantitativamente la relación existente entre estas variables.

Por otro lado se pretende colaborar en las siguientes actuaciones de "Establecimiento de los criterios de salud ambiental en el diseño de las zonas verdes con el objetivo de la sostenibilidad general y energética que van a influir en la salud ciudadana" y "Realización de un mapa de salud ambiental especialmente dirigido a la calidad del aire", actuación ésta totalmente innovadora y que se va a concretar en:

□ Elaboración del Mapa de Salud Ambiental:

El proyecto prevé la elaboración del mapa de salud ambiental, a través de un inventario de parámetros ambientales y el análisis de su relación con los efectos nocivos para la salud.

□ Propuesta de medidas:

A la vista de los resultados, se presentará una propuesta de medidas correctoras para la mejora de la salud de la población. Entre éstas destacan las de educación sanitaria, dirigidas principalmente a:

□ Incidir sobre las fuentes de contaminación, especialmente en lo que a la minimización de las concentraciones de los agentes contaminantes se refiere.

□ Incidir sobre el comportamiento de la población, de forma que conozca las medidas necesarias a fin de reducir la exposición y atenuar los efectos nocivos de los contaminantes ambientales sobre la salud.

□ Seguimiento de la propuesta y legado para Madrid:

Este proyecto va a suponer la creación de un observatorio de vigilancia y evaluación de riesgos que va a llevar aparejadas las soluciones encaminadas a obtener efectos beneficiosos para la salud y el bienestar de los ciudadanos. ■

9.

coste económico

9.1.	Introducción	267
9.2.	Estimación de costes de aplicación	267
9.3.	Valoración económica de los beneficios ambientales derivados de la mejora de la calidad del aire en el municipio de Madrid	274

9. coste económico

9.1. Introducción

En este capítulo se incluye el análisis de los costes económicos así como la evaluación de los beneficios ambientales derivados de la aplicación de la Estrategia.

En este sentido, el estudio del coste económico se ha realizado con un doble criterio; por un lado un análisis financiero estimativo, destinado a orientar el coste total y agregado resultante de la aplicación de la Estrategia; por otro lado, se ha elaborado un análisis económico, más enfocado a la estimación del beneficio social y ambiental de la Estrategia, que permite ofrecer de una manera gráfica y sencilla su rendimiento coste beneficio.

A pesar de las limitaciones impuestas por las características de la valoración y de su carácter estrictamente preliminar, la evaluación de los costes y beneficios sigue teniendo sentido por las siguientes razones:

- Permite estimar gran parte de los costes y beneficios y relacionarlos entre sí, al expresarse ambos en los mismos términos.

- Se identifica claramente aquellos aspectos socioeconómicos que se ven afectados por la aplicación de la Estrategia, al estar los costes y beneficios asignados a un grupo de contaminantes, a alguna actividad, u otros aspectos relacionados con la inversión pública.

- Permite determinar en primera instancia una evaluación del rendimiento esperado de las medidas, y facilita el seguimiento posterior de la Estrategia en función de los éxitos o hitos alcanzados.

- Permite hacer un balance temporal de las inversiones y gastos así como una previsión del flujo de ingresos procedente de la aplicación de ciertas medidas (ampliación SER, etc.). Las características del trabajo así como el alcance, básicamente orientativo, de la estimación de los costes de la Estrategia, hacen recomendable la no inclusión de indicadores tradicionales como el VAN o el TIR. ■

267

9.2. Estimación de costes de aplicación

La elaboración de este capítulo responde a la necesidad de contar con una estimación preliminar de los costes económicos asociados a la aplicación de la Estrategia. Sin embargo, es necesario tomar en cuenta un conjunto de limitaciones que configuran el alcance de los resultados.

9 coste económico

La primera y más importante característica viene dada por la propia estructura de la Estrategia, que abarca un amplio grupo de medidas que actúan sobre todos y cada uno de los elementos que tienen influencia sobre el medio urbano y, en especial, sobre la calidad del aire que el ciudadano respira.

Estas medidas van desde las inversiones en obra pública hasta la subvención directa, pasando por medidas de ámbito fiscal, o cambios en la cultura en la adquisición de bienes y servicios por la Administración municipal.

El objetivo primordial de la Estrategia, y por tanto de sus medidas, es configurar un marco de actuación que aglutine y guíe el diseño y aplicación de planes de acción mucho más precisos, ya sea por medida específica o por tipo de medidas. Es en estos planes de acción particularizados donde se concretarán de manera mucho más precisa los volúmenes financieros que cada medida o tipo de medida necesita para su aplicación.

Por este motivo se ha considerado adecuado fijar unos criterios de mínimos que proporcionen una imagen genérica del coste total de la Estrategia, pero que debe ser considerada como una primera estimación, a falta de que se concrete en un auténtico cuadro de costes.

Para poder elaborar esta estimación preliminar de los costes de la Estrategia, se han definido una serie de hipótesis de partida, que se explican a continuación:

- Para cada tipo de medida se han definido un breve conjunto de acciones a fin de poder operar sobre ellas. Estas acciones serán desagregadas con un mayor detalle en el correspondiente plan de acción específico de cada medida.
- Para cada una de las líneas de acción se han estimado el tipo de unidad (motocicletas a subvencionar, plazas de aparcamiento a construir, etc.), el número

de unidades sobre las que está realizada la estimación y un precio unitario. Una vez obtenido el coste total de la aplicación de cada una de las acciones definidas, se completa con el cronograma de cada medida, de tal forma que se pueda obtener una estimación preliminar de la distribución anual del coste total de la Estrategia.

- En aquellos casos en los que la aplicación de la medida no requiere de una inversión ex profeso, se ha optado por identificar única y exclusivamente el coste incremental que implica la adopción de la medida, y no el coste total. Esta decisión ha sido adoptada en función de no introducir un sesgo indebido en la valoración.

- Existen medidas cuyo coste monetario aparece cifrado como cero, este caso en particular es el de ciertas infraestructuras, cuya financiación supera los límites del Ayuntamiento de Madrid (Metro, BUS/VAO), y las actuaciones en materia fiscal. Este último punto no plantea en principio ningún tipo de coste adicional para las arcas municipales, ya que los estudios para su viabilidad, concreción de objetivos, tipos y demás características será ejecutado por el propio personal del Área de Gobierno de Hacienda y Administración Pública del Ayuntamiento de Madrid.

- Existe un importante grupo de medidas, entre las que destacan la reconfiguración fiscal, la ampliación del SER, etc, que con independencia del coste asociado a su ejecución, plantean la posibilidad de obtener un flujo financiero derivado de su operación. Debido a que este tipo de medidas deben ser específicamente estudiadas y desarrolladas, no es posible, en el momento de la redacción de la presente Estrategia, fijar una estimación precisa sobre la cuantía de estos retornos financieros.

La Estrategia plantea un amplio conjunto de medidas que actúan sobre una amplia tipología de fuentes de emi-

	2006	2007	2008	2009	2010
Coste anual Euros	121.677.000	101.682.000	93.133.833	92.505.533	92.815.833
Coste Total Euros	501.814.199				

sión y también sobre un conjunto de actividades destinadas a incrementar la eficiencia en el uso de la energía. Estas medidas abarcan desde la inversión directa en obra pública hasta un amplio programa de concienciación y de subvenciones.

El desembolso más importante es el destinado a lo que podría englobarse como Obra Pública. Bajo este epígrafe encontramos las inversiones en la ampliación del SER, el establecimiento de la Zona de Emisión Baja, etc. El segundo mayor componente del gasto viene determinado por la adquisición de vehículos con mejor comportamiento medioambiental, destacando de manera importante la renovación de la flota de autobuses de la EMT.

La concienciación pública y las “buenas prácticas” ciudadanas constituyen uno de los ejes de la Estrategia, que

incluye acciones de concienciación pública y publicidad en medios de información, así como la subvención directa de acciones. El apartado de estudios técnicos agrupa el coste estimado de los estudios técnicos necesarios para llevar a cabo el desarrollo de las medidas contenidas en la Estrategia.

El gasto en I+D+I se circunscribe fundamentalmente a la investigación del uso potencial de nuevas mezclas asfálticas y al desarrollo o aplicación de un software específico que permita mejorar el conocimiento sobre la evolución de la calidad del aire y de los factores que en ella intervienen.

A continuación se expone un cuadro explicativo con la distribución pormenorizada de los costes de la Estrategia:

MEDIDA	CONTAMINANTES SOBRE LOS QUE ACTÚA									COSTE TOTAL (euros)				
	CO ₂	NO _x	CO	COVNM	MP	CH ₄	SO ₂	METALES PESADOS		2006	2007	2008	2009	2010
Ampliación de las zonas con tráfico restringido	X	X	X	X	X			X	900.000	300.000	300.000	100.000	100.000	100.000
Recuperación del espacio urbano para el peatón (Madrid Camina)	X	X	X	X	X			X	16.300.000	4.300.000	3.000.000	3.000.000	3.000.000	3.000.000
Establecimiento de Zonas de Emisión Baja (Z.E.B.)	X	X	X	X	X			X	1.600.000	50.000	50.000	500.000	500.000	500.000
Modificación y ampliación del Servicio de Estacionamiento Regulado (SER)	X	X	X	X	X			X	218.000.000	38.000.000	45.000.000	45.000.000	45.000.000	45.000.000

9 coste económico

270

Estrategia Local de Calidad del Aire de la Ciudad de Madrid 2006-2010

	CONTAMINANTES SOBRE LOS QUE ACTÚA								(CONTINUACIÓN)					
MEDIDA	CO ₂	NO _x	CO	COVNM	MP	CH ₄	SO ₂	METALES PESADOS	COSTE TOTAL (euros)	2006	2007	2008	2009	2010
Incremento del número de plazas destinadas al aparcamiento de vehículos de dos ruedas	X	X	X	X	X			X	1.300.000	900.000	100.000	100.000	100.000	100.000
Extensión del carril BUS-VAO	X	X	X	X	X			X	0					
Actuación en intercambiadores de transporte público	X	X	X	X	X			X	1.500.000	500.000	250.000	250.000	250.000	250.000
Ampliación y mejora de la red de carriles bus	X	X	X	X	X			X	1.600.000	1.600.000	0	0	0	0
Construcción de aparcamientos disuasorios	X	X	X	X	X			X	0					
Mejora de la información facilitada sobre movilidad	X	X	X	X	X			X	1.480.000	280.000	300.000	300.000	300.000	300.000
Ampliación y Mejora de la red de la EMT	X	X	X	X	X			X	161.000.000	41.000.000	30.000.000	30.000.000	30.000.000	30.000.000
Mejora del Metro	X	X	X	X	X			X	0					
Mejora del servicio de Ferrocarriles de Cercanías	X	X	X	X	X			X	0					
Desarrollo del transporte público en los polígonos industriales y empresariales	X	X	X	X	X			X	150.000	0	0	50.000	50.000	50.000
Creación del Abono Transportes de Empresa y otros títulos de transporte	X	X	X	X	X			X	120.000	0	60.000	60.000	0	0

	CONTAMINANTES SOBRE LOS QUE ACTÚA								(CONTINUACIÓN)					
MEDIDA	CO ₂	NO _x	CO	COVNM	MP	CH ₄	SO ₂	METALES PESADOS	COSTE TOTAL (euros)	2006	2007	2008	2009	2010
Control de la velocidad de circulación	X	X	X	X	X			X	453.000	0	0	151.000	151.000	151.000
Ampliación del Cuerpo de Agentes de Movilidad	X	X	X	X	X			X	25.750.000	5.150.000	5.150.000	5.150.000	5.150.000	5.150.000
Reducción de las emisiones provenientes del sector del taxi	X	X	X	X	X			X	4.500.000	0	0	1.000.000	1.500.000	2.000.000
Reducción de las emisiones debidas al transporte y reparto de mercancías	X	X	X	X	X			X	210.000	0	70.000	70.000	70.000	0
Renovación de la flota de vehículos de los Servicios Municipales	X	X	X	X	X			X	1.250.000	250.000	250.000	250.000	250.000	250.000
Establecimiento de acuerdos con instituciones y empresas privadas destinados a la adquisición de vehículos de baja/nula emisión	X	X	X	X	X			X	250.000	0	150.000	100.000	0	0
Fomento del empleo de combustibles más respetuosos con el medio ambiente	X	X	X	X	X		X	X	2.965.000	1.565.000	350.000	350.000	350.000	350.000
Creación de una Red de Estaciones de Servicio de combustibles alternativos poco contaminantes	X	X	X	X	X		X	X	4.460.000	0	0	1.820.000	1.320.000	1.320.000
Incentivo a la sustitución de vehículos por motocicletas	X	X	X	X	X			X	240.000	0	0	80.000	80.000	80.000
Incentivo a la adquisición de vehículos poco contaminantes	X	X	X	X	X			X	1.500.000	0	0	500.000	500.000	500.000

9 coste económico

272

MEDIDA	CONTAMINANTES SOBRE LOS QUE ACTÚA								(CONTINUACIÓN)					
	CO ₂	NO _x	CO	COVNM	MP	CH ₄	SO ₂	METALES PESADOS	COSTE TOTAL (euros)	2006	2007	2008	2009	2010
Fomento del uso de sistemas de minimización de los gases de escape, y control de su adecuado mantenimiento		X	X		X				412.600	60.900	89.500	89.500	86.200	86.500
Fomento del uso de la bicicleta	X	X	X	X	X			X	36.800.000	25.000.000	11.800.000	—	—	—
Creación de la figura del Gestor de Movilidad	X	X	X	X	X			X	100.000	0	30.000	30.000	20.000	20.000
Fomento del uso compartido del vehículo	X	X	X	X	X			X	170.000	0	117.500	17.500	17.500	17.500
Control de emisiones generadas por la maquinaria de obra	X	X	X		X			X	150.000	30.000	30.000	30.000	30.000	30.000
Reducción de las emisiones procedentes del aeropuerto	X	X	X	X	X		X	X	0					
Uso eficaz de las TIC's para reducir los desplazamientos físicos y en vehículos									1.000.000	100.000	225.000	225.000	225.000	225.000
Elaboración del Plan de eficiencia y uso sostenible de la energía en la Ciudad de Madrid (PEM)									121.900	121.900	0	0	0	0
Modernización de procesos productivos industriales									200.000	0	50.000	50.000	50.000	50.000
Sustitución de calderas	X	X			X		X		2.500.000	500.000	500.000	500.000	500.000	500.000
Minimización de las pinturas de los viales y/o sustitución de las pinturas por otras menos contaminantes				X					0					

	CONTAMINANTES SOBRE LOS QUE ACTÚA								(CONTINUACIÓN)					
MEDIDA	CO ₂	NO _x	CO	COVNM	MP	CH ₄	SO ₂	METALES PESADOS	COSTE TOTAL (euros)	2006	2007	2008	2009	2010
Reducción de las emisiones provenientes de actividades relacionadas con la construcción					X				75.000	0	30.000	25.000	20.000	0
Reducción de las emisiones de compuestos orgánicos volátiles				X					230.000	65.000	65.000	100.000	0	0
Fomento del uso conjunto de betún espumoso y asfalto activo en el pavimentación de calles y aceras					X				200.000	100.000	50.000	50.000	0	0
Instalación de unidades de recuperación de vapor en estaciones de servicio				X		X			40.000	0	40.000	0	0	0
Introducción de los criterios medioambientales en la fiscalidad municipal	X	X	X		X		X		0					
Acciones de comunicación y educación dirigidas a la Estrategia de Calidad del Aire	X	X	X	X	X	X	X		5.150.000	150.000	2.000.000	1.000.000	1.000.000	1.000.000
Fomento de la investigación y desarrollo en materia de contaminación atmosférica									300.000	0	100.000	100.000	100.000	0
Mejora de la monitorización									0					
Reducción de emisiones a la atmósfera procedentes de las instalaciones de gestión de residuos del Parque Tecnológico de Valdemingómez									7.125.000	1.425.000	1.425.000	1.425.000	1.425.000	1.425.000

9 coste económico

9.2.

MEDIDA	CONTAMINANTES SOBRE LOS QUE ACTÚA								(CONTINUACIÓN)					
	CO ₂	NO _x	CO	COVNM	MP	CH ₄	SO ₂	METALES PESADOS	COSTE TOTAL (euros)	2006	2007	2008	2009	2010
Plan de Acción de lucha contra el cambio climático	X								139.200	139.200	0	0	0	0
Realización de baldeos									0					
Estudio del impacto de la contaminación atmosférica en la salud									490.000	90.000	100.000	100.000	100.000	100.000
INVERSIÓN TOTAL ESTRATEGIA									501.814.199	121.677.000	101.682.000	93.133.833	92.505.533	92.815.833

274

9.3. Valoración económica de los beneficios ambientales derivados de la mejora de la calidad del aire en el municipio de Madrid

En

este apartado se pretende ofrecer una estimación económica del beneficio ambiental de la Estrategia. Tradicionalmente, los beneficios ambientales quedan englobados en el marco de lo intangible; al proponer una estimación económica, se facilita la comprensión de los efectos positivos de la protección ambiental, ya que se traduce los efectos a un lenguaje común y accesible a toda la sociedad.

El por qué de la valoración económica

La contaminación del aire tiene efectos negativos en la salud humana, como son la irritación ocular, las enfer-

medades respiratorias, los efectos cardiovasculares y la muerte prematura, en casos de exposición crónica.

Por otra parte, es necesario destacar que ciertos niveles de contaminación podrían incluso afectar la activi-

dad económica, incluso en una ciudad como Madrid que está lejos de sufrir los graves problemas de macrourbes como México DF o Los Ángeles.

La contaminación del aire es un proceso complejo, difícil de someter a un control estricto, ya que es resultado de diversos desarrollos físicos. Un claro ejemplo de este punto es la dificultad de establecer pautas teóricas claras y precisas entre los niveles de emisión y los niveles de inmisión. A los fenómenos físicos que padecen los contaminantes en su interacción en la atmósfera hay que añadir los factores locales y específicos de ciudades como Madrid, entre ellos destaca el llamado efecto cañón, que provoca un comportamiento específico de los contaminantes, concentrando su acción en áreas concretas y provocando, de esta manera, una alteración de los niveles de inmisión medidos por la Red.

Para entender los impactos de la contaminación atmosférica se necesita conocer diversos factores, entre ellos destacan:

- La relación espacial y temporal de los patrones de emisiones contaminantes.
- Los procesos químicos, físicos y meteorológicos de la atmósfera.
- Los efectos de los contaminantes en la salud de la población y el número de personas expuestas, así como el ámbito de interés, es decir, si el análisis se extiende más allá del área urbana, en caso de que los sistemas naturales (ecosistemas y clima) sean afectados. Aunque la Estrategia de Calidad del Aire sí contempla una acción decidida sobre los llamados contaminantes globales (CO₂ y resto de Gases de Efecto Invernadero), sus efectos no han sido estimados en el presente apartado, dada la enorme complejidad técnica asociada.

En el marco de la Economía del Medio Ambiente, es habitual recurrir a identificar los daños ambientales como la principal pérdida de bienestar dentro de la economía de un país, una región o una ciudad. En términos económicos, esos daños se denominan externalidades (más concretamente externalidades negativas, en contraposición a las positivas de ciertos bienes ambientales) y suceden cuando una actividad económica o un grupo de personas tiene un impacto en otro grupo de personas y este impacto no es tomado en consideración en su totalidad

por el primer grupo. Se introduce así el concepto de "free rider" (o polizón) que se beneficia de una acción sin tener que afrontar el coste del impacto que genera, de tal manera que es la sociedad en su conjunto quien debe afrontar el coste financiero de luchar contra los efectos perversos de la acción realizada por el "free rider".

En este contexto, la valoración económica de esas externalidades negativas (daños ambientales) juega un papel clave y fundamental, ya que constituye el primer paso para llevar a cabo la futura internalización de los costes ambientales, o lo que es lo mismo "saber qué es lo que tiene que pagar el que contamina".

Es necesario precisar que existen limitaciones a la evaluación de este tipo de costes ambientales, fundamentalmente derivadas de la enorme multiplicidad de factores, agentes, impactos y causas que intervienen, por lo que se hace imprescindible operar sobre un escenario de valoración suficientemente representativo y de carácter conservador.

En el caso de la contaminación del aire, las externalidades se presentan en su gran mayoría como la consecuencia de las actividades que causan esta problemática y que se reflejan en los costes que implica el tratamiento de una enfermedad, en cuanto a medicamentos, costes de tratamiento, los gastos de hospitalización o por la atención en salas de emergencia. También es importante destacar la pérdida de productividad y la propia disposición de los ciudadanos al pago por no caer enfermos.

A modo de conclusión, es posible afirmar que la valoración económica de los daños ambientales desempeña un papel importante en la gestión ambiental, ya que permite poner sobre una misma unidad de cuenta, fácilmente identificable por el conjunto de la sociedad, comparable, evaluable y de fácil seguimiento, un conjunto muy amplio de efectos diversos, que difícilmente tendrían una traducción común al lenguaje cotidiano.

□ Técnica de valoración económica del medio ambiente

Para valorar bienes sin mercado, la economía cuenta, principalmente, con tres técnicas: el modelo del coste

9 coste económico

del desplazamiento, el modelo de los precios hedónicos y el método de valoración contingente. De las tres técnicas, la última es la más adaptable a las distintas situaciones con las que el investigador se enfrenta. Es, también, la técnica que más genuinamente permite los análisis ex ante, de vital importancia para, por ejemplo, priorizar racionalmente el gasto público. Sin embargo, existen otras muchas técnicas cuya aplicación y validez han quedado demostradas a lo largo de diferentes estudios.

La existencia de enfoques metodológicos diversos, lejos de ser un inconveniente es una gran ventaja, ya que permite al equipo evaluador adaptar o seleccionar aquel enfoque que se adapta con mayor precisión a las características del trabajo de valoración.

Todos los enfoques metodológicos tienen sus fortalezas y debilidades, y la decisión respecto a su aplicación a un caso particular requiere de un cuidadoso análisis por parte de los planificadores. Así, es posible pensar en que el método del coste de viaje resulta de utilidad en la valoración de bienes tales como espacios protegidos, pero no resultaría adecuado para evaluar el beneficio ambiental de una mejora en la salud pública. La valoración a través de la técnica de los precios hedónicos, es un método especialmente útil en el ámbito urbano, sin embargo sólo ofrece resultados fiables cuando el evaluador es capaz de definir con suficiente precisión un daño (o beneficio ambiental) específico en su área de influencia, tal es el caso del ruido de un aeropuerto o una vía ferrea. En estos casos es posible definir una relación entre el precio de los bienes afectados (vivienda) y los no afectados, de manera que pueda extraerse una valoración económica de la externalidad.

La valoración contingente, con ser el método más flexible, es posiblemente el más exigente y complejo de aplicar. Cuenta entre sus ventajas, con un amplio desarrollo documental y académico, y con una buena capacidad para evaluar los impactos de la mejora de la calidad ambiental sobre los ciudadanos.

Para la realización del presente trabajo, el equipo técnico responsable ha optado por el empleo de la técnica conocida como "Transferencia de Beneficios". En las páginas siguientes se expondrá de manera resumida los siguientes puntos, destinados a precisar cuales han sido los pasos que justifican dicha elección:

- Procedimiento de selección de la técnica.
- Características de la Transferencia de Beneficios
- Justificación de su elección.
- Protocolo genérico de selección:
 - La metodología debe ser técnicamente aceptable en relación a su relación al hecho ambiental a valorar. Aquí es importante conocer las experiencias internacionales en situaciones similares y, en ese contexto, abordar de manera sistemática el problema de la disposición de información.
 - La metodología debe ser institucionalmente aceptable, de manera que se adapte al proceso de decisiones vigente. No se debe olvidar que hay diferentes puntos de vista respecto a la monetización del medio ambiente, y que hay contradicciones importantes entre sectores e intereses, públicos y privados. Sin olvidar, por supuesto a los grupos ecologistas, ambientalistas o naturalistas, que tienen sus propios planteamientos respecto a la conveniencia, o la legitimidad, de la expresión económica del medio ambiente.
 - Se debe considerar las necesidades de los usuarios de los estudios de valoración. La técnica debe ser amistosa con los usuarios, en el sentido de su facilidad para abordarla. Debe ser materia de diálogo entre los involucrados en el proceso de desarrollo y no punto de conflicto.
 - El coste financiero de los estudios debe ser ponderado contra el valor de la información ganada, de tal manera los estudios de valoración que se integran en proyectos más amplios deben responder necesariamente a una excelente relación coste-efectividad.
 - Justificación de su aplicación:

Tal y como se ha comentado en el apartado anterior la transferencia de beneficios es una técnica que aporta numerosas ventajas, sin embargo es necesario plantear su utilización bajo criterios que garanticen la fiabilidad de los datos aportados. En efecto, la transferencia de beneficios es una técnica de evaluación muy dependiente de las características del bien evaluado y de las circunstancias en las que éste se evalúa.

Varios factores determinan si es o no aconsejable seguir esta práctica, empezando por el grado de similitud entre

los sitios, la homogeneidad del bien, la percepción social del bien ambiental, las características socioeconómicas de la población, etc. Por este motivo, el primer argumento que justifica la integración de la transferencia de beneficios en el presente apartado debe ir dirigido a demostrar su aplicabilidad en la valoración económica de la mejora en la calidad del aire. De esta manera se garantizaría que la transferencia de beneficios no sea percibida como una técnica arbitraria o engañosa como para invalidar el conocido argumento de que una cifra cualquiera es mejor que ninguna.

Diferentes autores, entre los que destaca Krupnik (1993), se han ocupado de evaluar cuales eran las circunstancias óptimas de aplicación de la transferencia de beneficios (TB), y existe un amplio consenso en considerar que este método demuestra ser especialmente eficaz en la evaluación de los impactos en la salud y otros elementos sociales cuyas características se prestan más a este tipo de valoración. Este punto puede ser explicado de una manera más sencilla y accesible, es fácil intuir que la valo-

ración que de su salud realiza un ciudadano madrileño va a ser muy similar a la valoración que realice un parisino o un londinense.

Dado que los impactos de los cambios ambientales afectan a los seres humanos indirectamente y se reflejan en la forma en que perciben su estado de salud, los estudios sobre el valor que asignan a la prevención de problemas de salud pueden emplearse independientemente de la causa de un problema específico, siempre que se tomen las precauciones necesarias. En este caso existe un amplísimo arsenal documental que relaciona las variables económicas y el impacto derivado de la contaminación atmosférica.

En el momento de llevar a cabo la selección de esta técnica se aplicó un sencillo protocolo que permite sintetizar las razones por las que la transferencia de beneficios era la mejor opción para la realización de la valoración económica del beneficio neto derivado de la estrategia de calidad del aire de Madrid.

PUNTO DEL PROTOCOLO ESPECÍFICO	RESPUESTA SOBRE SU APLICABILIDAD
Existe documentación de calidad, específica y argumentada en la que se evalúan los mismos aspectos que el estudio a realizar.	Son numerosos los estudios que evalúan los efectos de la contaminación sobre la salud humana. Entre este tipo de proyectos destaca el proyecto Externe de la Comisión Europea.
Similitudes en el bien valorado.	Existe una considerable homogeneidad social, cultural, económica y psicológica entre todos los países europeos.
Documentos de origen son suficientemente explícitos.	Dado que muchos de ellos son promovidos por la Comisión Europea y universidades, el acceso a todos los aspectos en ellos incluidos queda garantizado.
Características del método empleado en el estudio original. Método contrastado.	Todos los estudios evaluados han sido realizados sobre una base rigurosa, y han soportado el análisis previo.
Unidad de cuenta empleada.	En la gran mayoría de los estudios se emplea el euro como medida monetaria (lo que facilita considerablemente su aplicabilidad) en el resto se emplea el dólar.
Principales indicadores evaluados.	En todos los casos se opera sobre valores de emisión e inmisión, así como en base de funciones dosis respuesta.

9 coste económico

(continuación)

PUNTO DEL PROTOCOLO ESPECÍFICO	RESPUESTA SOBRE SU APLICABILIDAD
Características del área de estudio.	Se han tomado en consideración sólo aquellos estudios con limitado alcance geográfico (local o regional) no incluyendo estudios de valoración global (p.ej. Cambio Climático).
Fecha de la documentación.	Dadas las características del bien evaluado, se ha optado por seleccionar un margen temporal no superior a los 10 años. Se ha aplicado la correspondiente actualización de los datos más antiguos.
Origen del estudio.	EPA, Comisión Europea, Universidades Europeas.
Tipo de documento.	Se han tomado en consideración estudios específicos y, como referencia, artículos científicos.

A continuación se expone un cuadro resumen con las principales ventajas y desventajas de la transferencia de beneficios:

▣ Principales hipótesis de la estimación

En este apartado se exponen las principales hipótesis empleadas durante la ejecución de la evaluación, así como los principales aspectos que han sido considerados en el metanálisis de los estudios empleados como base de la transferencia de beneficios.

▣ Definición de los escenarios

Los resultados finales se centran en la evaluación de las reducciones de los contaminantes fijadas en la presen-

te Estrategia. Esta medida se justifica por diferentes razones:

- ▣ No existe una relación estadísticamente fiable que permita fijar una relación emisión/inmisión lo suficientemente precisa, como para no incurrir en errores y sesgos en la valoración.
- ▣ La estructura de la Estrategia organizada en acciones sectoriales, propicia que la estimación económica sea ejecutada sobre los objetivos de emisión. De esta manera, sería posible evaluar de manera individualizada el "éxito" de cada medida en relación a la reducción de emisiones que pretendía y al beneficio ambiental que ha generado.
- ▣ El objetivo principal de la Estrategia de Calidad del Aire es garantizar el cumplimiento de la normativa; sin

VENTAJAS	DESVENTAJAS
Reducción de los costes y del tiempo requerido del trabajo.	La evaluación puede introducir ciertos sesgos no existentes en el estudio original.
Previo conocimiento de la calidad de los estudios de origen.	Según los casos puede no haber disponibilidad de estudios de origen.

embargo éste no es el único propósito, ya que la aplicación de las medidas propuestas tendrá un efecto sobre contaminantes adicionales. Por otra parte, la normativa entrega un conjunto de valores límites cuya descripción normativa dificulta considerablemente la realización de un estudio de evaluación económica.

□ Los resultados se muestran en valores de euros/kg de contaminante. Esta decisión se apoya entre otras razones en su flexibilidad; al establecer un valor unitario por contaminante resulta más sencillo establecer particularizaciones por elemento. Otra ventaja es que esta formulación de los resultados facilita la comprensión y la difusión de los datos, al permitir integrar en un solo dato una síntesis de los efectos producidos por ese contaminante, y vincularlos con una unidad de masa, mucho más accesible a la sociedad que los tradicionales conceptos de niveles de inmisión (ppm, microgramo/metro cúbico, etc.).

□ Gases evaluados

Se han considerado los contaminantes primarios y metales pesados.

No se han incluido en la estimación los contaminantes secundarios (O₃) ni el efecto del CO₂ como Gas de Efecto Invernadero.

□ Elementos evaluados en la Transferencia de Beneficios

Los estudios previos analizados se han centrado en valorar los costes monetarios y las funciones dosis respuesta para un conjunto de afecciones de los contaminantes sobre la salud y los materiales. Entre estos elementos destacan las correspondientes a la mortalidad, morbilidad crónica y aguda, así como los daños sobre los materiales (en este caso no se ha incluido su valoración recreativo-histórica, al considerar que podrían añadir un mayor grado de incertidumbre, y sólo se ha evaluado su coste de recuperación).

La metodología seguida por la práctica totalidad de los estudios previos es la conocida como "vía de impacto". De entre los estudios más precisos y prestigiosos, que han desarrollado esta técnica, es necesario destacar el

ExternE, patrocinado por la Comisión Europea, un proyecto de amplia cobertura geográfica, que cubre toda Europa y en un constante proceso de actualización. La mayor parte de los trabajos relacionados con la evaluación de los costes de la contaminación atmosférica realizados en Europa en los últimos años ha tenido como punto de partida el citado programa.

Este tipo de metodología se basa fundamentalmente en establecer una relación causa efecto entre las emisiones, nivel de inmisión y daños ocasionados, a través de la aplicación de funciones dosis respuesta. La evaluación monetaria de los daños causados se establece por la disposición al pago de una muestra estadística significativa, lo que sirve para evaluar el valor estadístico de la vida, y en otros casos (morbilidad crónica) se evalúan también los años de vida perdida (por medio de la revisión estadística del valor estadístico de vida), así como los costes financieros asociados.

Para evaluar el impacto y el coste del daño de un contaminante, es necesario desarrollar, el ya mencionado estudio de análisis de la vía de impacto, de tal manera que se trace el tránsito del contaminante desde el punto donde es emitido hasta el receptor afectado. Los principales pasos asociados al análisis pueden ser agrupados como se muestra a continuación:

- Emisión: Especificación de las características del contaminante emitido así como de la fuente que lo provoca.
- Dispersión: Cálculo del incremento de las concentraciones del contaminante en las áreas evaluadas.
- Impacto: Evaluación de la manera en la que la emisión del contaminante y el incremento de su concentración interactúan con el receptor de manera que se produzca el impacto.
- Coste: La valoración económica de los impactos.

Cuando se cuantifica el impacto que conlleva evitar la mortalidad, se toma en cuenta que las funciones de DR proveen estimaciones de mortalidad prematura y no de muertes adicionales. La valoración económica de una muerte adicional es diferente de la valoración de un número limitado de años de vida perdidos (ADVP). En ExternE la mortalidad prematura crónica y aguda alcanzan respectivamente un promedio de 0.75 y 5 años de

9 coste económico

vida perdidos por caso. El cálculo de evitar los ADVP asociados a mortalidad por exposición crónica es más complejo, dado que la muerte ocurre posteriormente. Se consideraron entonces las edades específicas de esperanza de vida y tasas de mortalidad.

La valoración económica de mortalidad prematura se obtiene a través de la cantidad de dinero que las personas están dispuestas a pagar por reducir este riesgo. Esta disponibilidad de pago (DAP) estima la pérdida de satisfacción (consumo, ocio, tiempo, interacción con los amigos y la familia) cuando la vida se reduce. En los Estados Unidos/Europa las estimaciones de DAP por reducir el riesgo de muerte son entre 8 y 20 veces más grandes que el valor monetario de pérdida de consumo (o ingreso) asociado a una muerte prematura. Por esta razón, la valoración de los ingresos perdidos cuando una persona muere prematuramente (medición del Capital Humano) es una subestimación del valor económico de disminuir el riesgo de muerte. La morbilidad también se valora con la DAP por evitar una enfermedad.

Para enfermedades menores (infecciones respiratorias), la valoración se calcula con lo que un individuo pagaría por evitarla, considerando el dolor y sufrimiento, el tiempo perdido de ocio y trabajo, y el costo del tratamiento médico. Cuando no se pueden obtener estos costos, se pueden sustituir por una DAP por obtener beneficios sociales de reducir la morbilidad. Este es el caso de los costos de tratamiento médico (CDE) y tiempo de trabajo perdido (Pérdida de Productividad), los cuales no son proporcionados por las personas enfermas. Por consiguiente, se valora evitar enfermedades con la DAP por evitar la pérdida de ocio, las molestias asociadas, la pérdida de productividad y los costos de tratamiento médico. Como en el caso de la mortalidad, considerar solamente el valor de la pérdida de productividad y los costos de tratamiento, subestima el valor económico de reducir morbilidad.

En los apartados anteriores se ha mostrado de manera sintética las principales características de los estudios que han sido tomados como modelos en la elaboración de la presente trabajo, a través de la Transferencia de Beneficios. La aplicación de la transferencia de beneficios ha permitido concretar unos valores monetarios por tonelada de contaminante, que serán aplicados al modelo de valoración objeto de este estudio. Esta técnica se nutre de los hallazgos definidos en estudios equivalentes y tras-

ladar sus conclusiones hasta el escenario que nos ocupa, lo que redundará en un importante ahorro de tiempo, a la vez que garantiza disponer de unos datos bien contrastados.

Es necesario destacar que estos valores económicos han sido adaptados para reflejar mejor las características del presente estudio, entre las que destacan la alta concentración de los receptores (5100 hab/km²), proximidad a las fuentes, así como las características geográficas y climáticas.

Resultados relevantes

Los valores unitarios del coste por kg de contaminante han sido elegidos de la batería de los informes seleccionados para llevar a cabo la Transferencia de Beneficio.

El coste económico por Kg de contaminante ha sido estimado como producto de la aplicación de la función dosis-respuesta, densidad de receptores en Madrid (5100 hab/Km²), proximidad a la fuente y la estimación del coste por caso.

Para explicar, de una manera más detallada, el modelo general en el que tienen su origen la selección de los datos de daño unitario, es posible escribir el Daño (D) debido a una emisión (Q) sobre un área como:

$$D = f_{DR} \int dx \int dy \rho(x) c(x)$$

donde:

- $\rho(x)$ es la densidad de los receptores.
- $c(x)$ es el incremento de los niveles debido a la emisión Q.
- f_{DR} es la pendiente de la función dosis respuesta, que determina el incremento en el número de casos en función del incremento de la concentración.

De manera indicativa se relaciona la concentración de contaminante con su tasa de desaparición del contaminante (dep. seca, húmeda, o por transformación).

En términos de flujo se define, $F_{seca}(x) = v_{seca} c(x)$, en donde $F(x)$ es estimado como un flujo medido en kg/m²sg y

v es la velocidad de deposición (m/sg). De igual manera es posible categorizar la deposición húmeda y la transformación en términos de flujo, como la tasa a la que un contaminante es eliminado por este mecanismo y por unidad de superficie y por segundo. De tal manera que es posible identificar una velocidad de desaparición como un ratio del Flujo total de desaparición:

$$F(x) = F_{seca}(x) + F_{humeda}(x) + F_{transf}(x)$$

$$R(x) = F(x) / c(x),$$

donde:

- R(X) es la velocidad de desaparición (m/s)

Introduciendo la nueva expresión en la fórmula original tenemos:

$$D = f_{DR} \int dx \int dy \rho(x) c(x) F(x) / R(x)$$

El modelo se simplifica considerando a K y a como independientes del punto x (en genérico) y una velocidad de desaparición uniforme, de manera que la integral queda:

$$D = D_{uni} = \frac{f_{DR} P_{uni}}{R_{uni}} Q$$

dado que el modelo general no incorpora especificidades para el caso de las grandes ciudades, en especial por la altura de los focos se establece un criterio multiplicador, que se cifra en 15 para el caso de las grandes ciudades y con la altura de las fuentes principales (tubos de escape) a cota cero (suelo).

En la tabla que se expone a continuación se han recogido y agregado los valores de coste unitario extraídos de la batería de estudios sobre la que se ha aplicado la Transferencia de Beneficios.

Coste ambiental por Kg de contaminante.

CONTAMINANTE	IMPACTO	EUROS/KG
PM ₁₀	Mortalidad y Morbilidad	215,6
PM ₁₀	Edificios	42,0
PM ₁₀	Edificios históricos	43,4
SO _x	Mortalidad y Morbilidad	139,3
NO ₂ /NO _x	Mortalidad Morbilidad	219,7
CO	Morbilidad	0,027
As	Carcinogénico	2.394,0
Cd	Carcinogénico	280,0
Cr	Carcinogénico	1960,0
Ni	Carcinogénico	401,8
COVNM	Precursor	45,0

9 coste económico

En la Estrategia de Calidad del Aire se fijan un conjunto de objetivos de emisión para el año 2010. A continuación se muestra una tabla con los valores objetivo, así como las emisiones de 2002.

CONTAMINANTE	EMISIONES 2002 (t)	OBJETIVO 2010 (t)	REDUCCIÓN (t)
NO _x	29.338	25.540	3.798
SO _x	3.159	2.762	397
PM ₁₀ *	2.627	2.360*	267
CO**	94.291	80.147**	14.144
COVNM	57.000	54.000	3.000
Zn	75	75	0
As	0,096	No existe objetivo	
Cd	260	No existe objetivo	
Cr	664	No existe objetivo	
Cu	6.800	6.800	0

*Se ha estimado una reducción de entorno al 10%.

**Se ha estimado una reducción de entorno al 15%.

Tal y como se muestra en la tabla anterior, el objetivo más ambicioso (en términos exclusivamente cuantitativos) es la reducción de NO_x, un contaminante cuyo impacto económico es considerablemente importante.

A continuación se muestra una tabla resumen del valor económico del beneficio ambiental derivado de la aplicación de la Estrategia y de la consecución de las reducciones de emisiones:

CONTAMINANTE	REDUCCIÓN DE EMISIONES (t)	BENEFICIO AMBIENTAL/SOCIAL (EUROS 2005) POR AÑO
NO _x	3.798	834.420.600
SO _x	397	55.183.000
PM ₁₀	267	80.367.000
CO	14.144	381.888
COVM	3.000	135.000.000
TOTAL		1.105.352.488

La estimación económica de la mejora de la calidad del aire surgida como consecuencia de la aplicación de la Estrategia, se cifra en más de 1.100 millones de euros anuales, cuyo mayor componente viene dado por el beneficio económico derivado de la reducción de los niveles de emisión de NO_x.