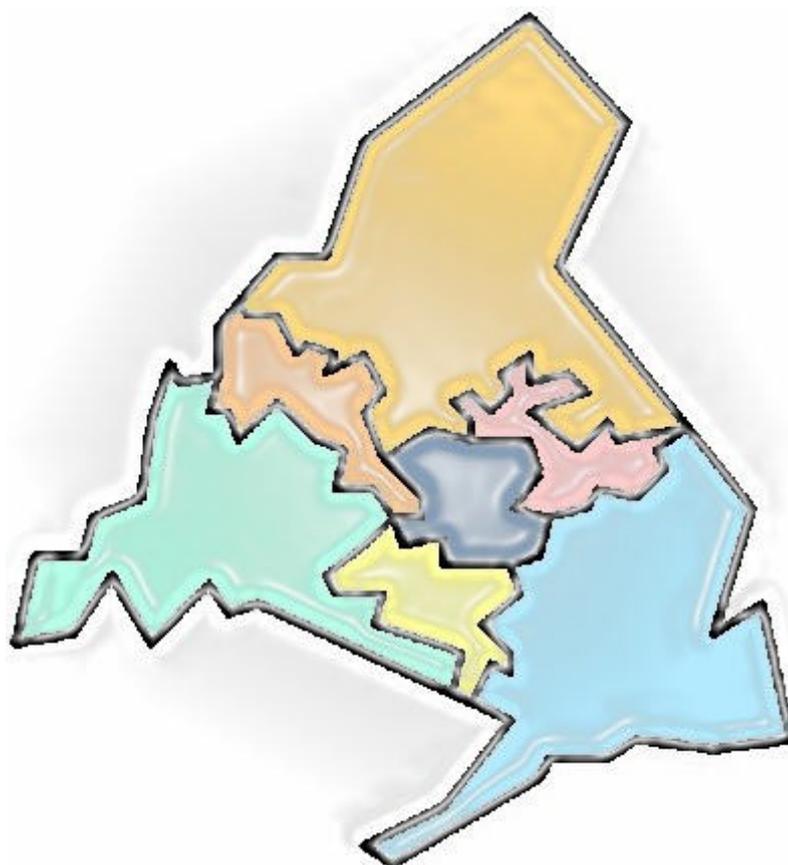


INFORME SOBRE LA CALIDAD DEL AIRE EN LA COMUNIDAD DE MADRID: AÑO 2000 ANEXOS



CONSEJERIA DE MEDIO AMBIENTE

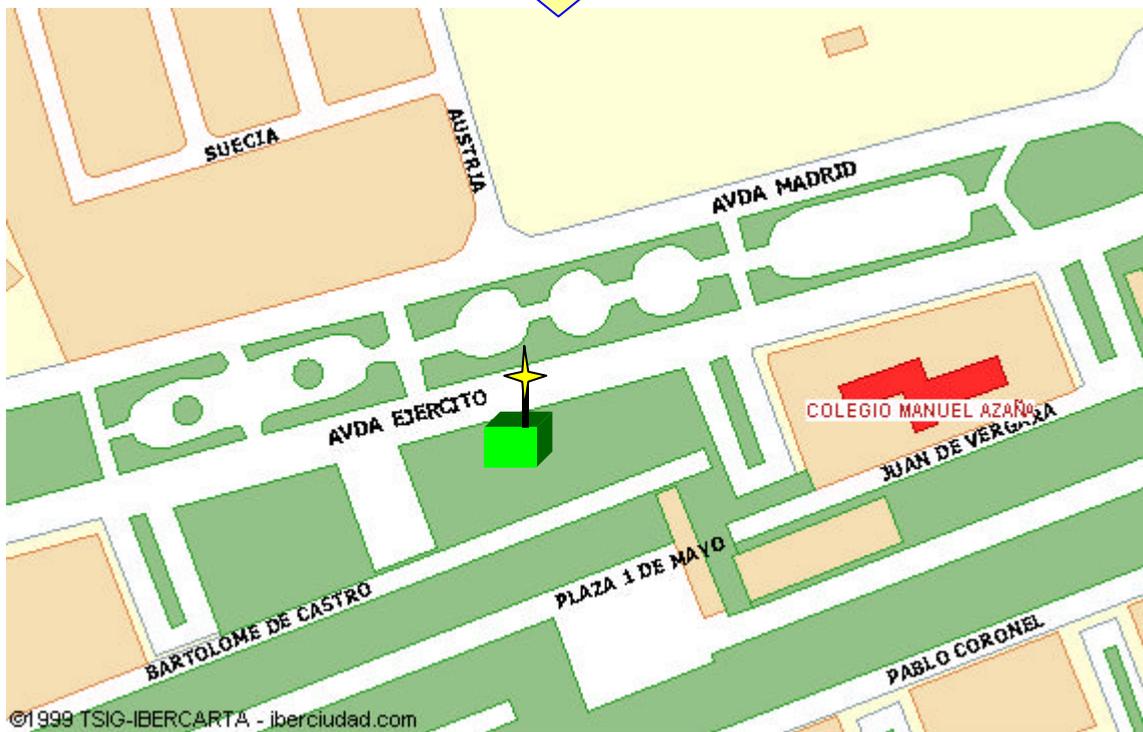
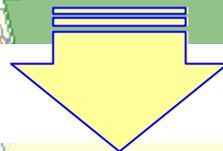
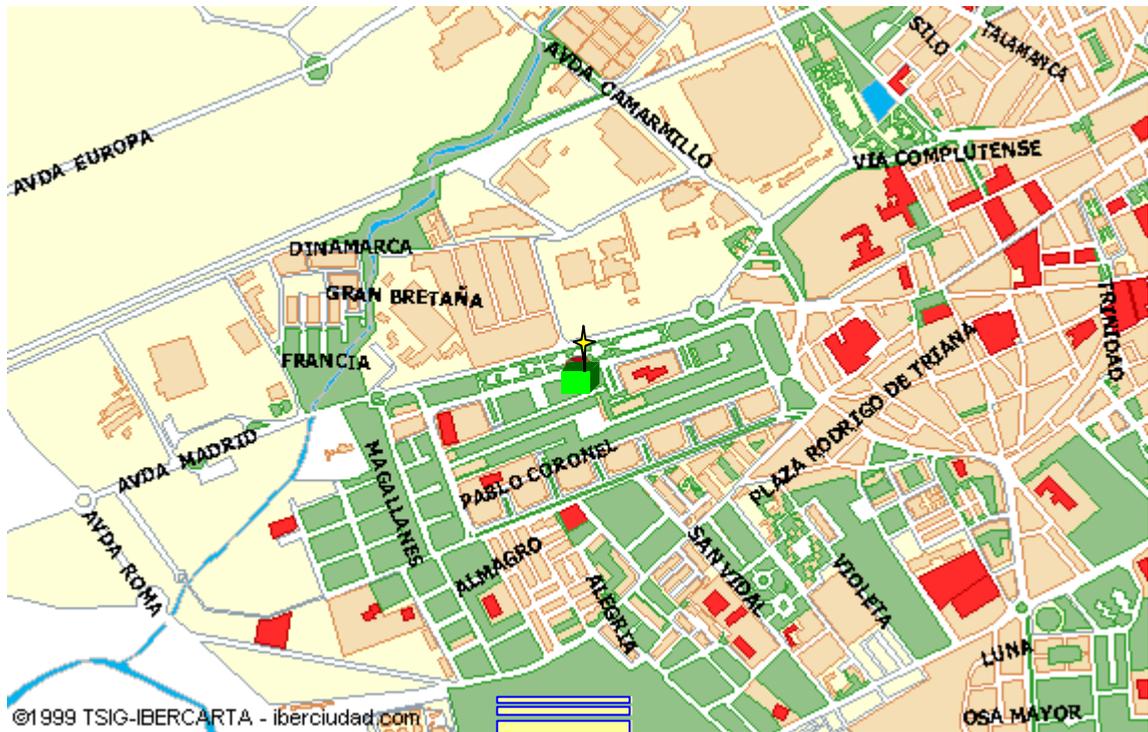
Comunidad de Madrid

Dirección General de Calidad y Evaluación Ambiental
Septiembre de 2001

ANEXO I

Situación urbana y datos técnicos de la Red

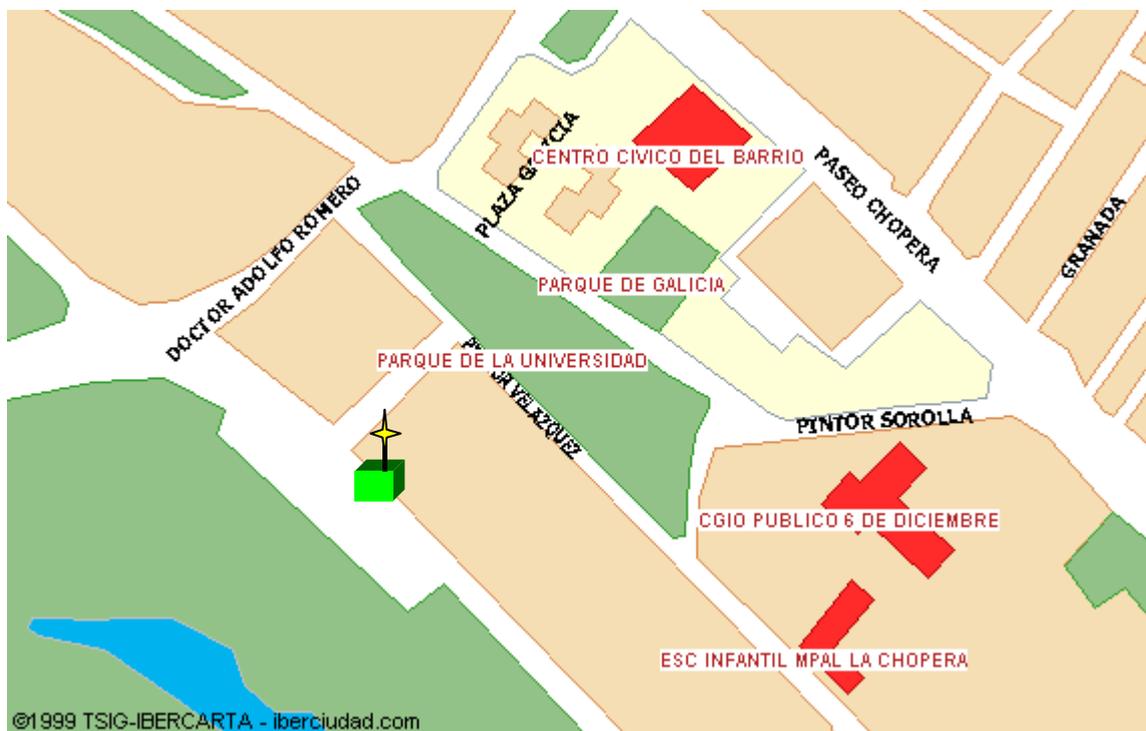
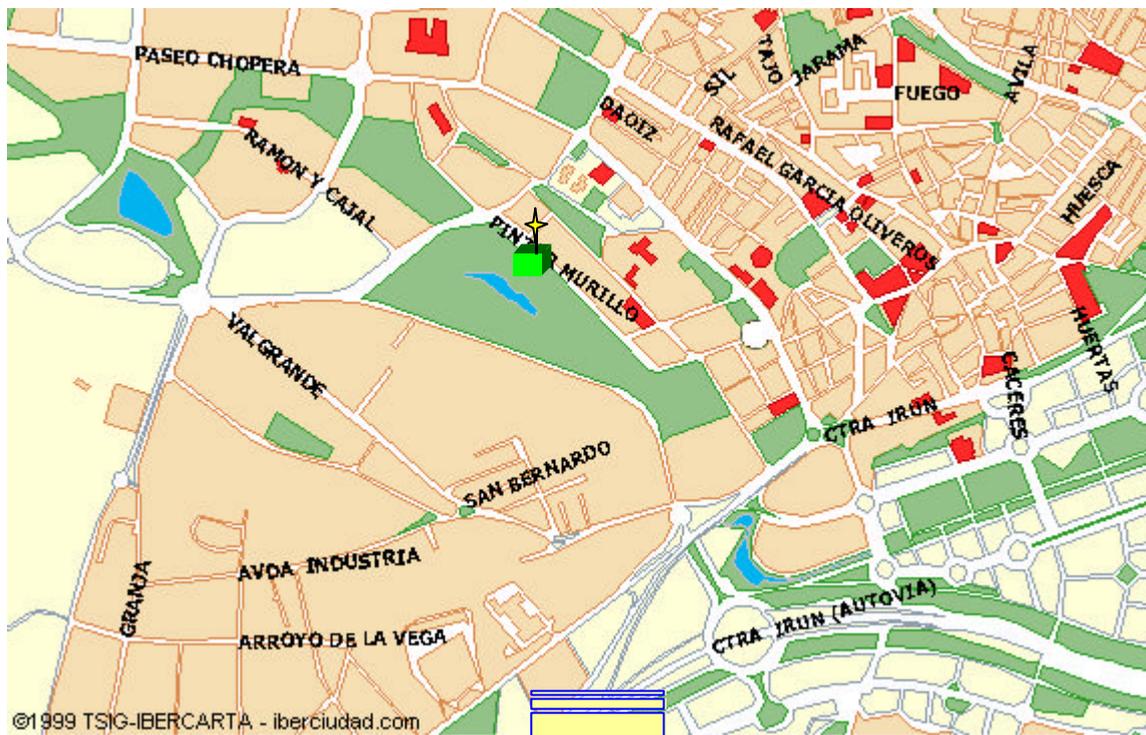
1.- Situación Urbana de la Estación de Control de Alcalá de Henares



SITUACIÓN DE LA ESTACION			
MUNICIPIO: ALCALA DE HENARES		COD. ESTACION: 28005001	
DIRECCIÓN: Avda. del Ejército			
SUPERFICIE: 87,9492165 Km ²	LONG.: 03° 22' 40" W	LAT.: 40° 28' 45" N	ALTURA: 595 m.
ZONA: Residencial	ENTORNO: Periurbano de fondo	TRAFICO: bajo	CALLE: Ancha
Dist. Obstáculo más cercano: 4 m.			
Dist. Vía de tráfico más cercana: 3 m.			
ANALIZADORES DE CONTAMINANTES			
CONTAMINANTE	TÉCNICA ANALÍTICA /ANALIZADOR		
SO ₂	Fluorescencia U.V. marca API modelo 100A		(µg/m ³)
NO	Quimioluminiscencia marca API modelo 200 A		(µg/m ³)
NO ₂	Quimioluminiscencia marca API modelo 200 A		(µg/m ³)
CO	Absorción infrarroja marca API modelo 300		(mg/m ³)
PM10	Absorción β marca FAG modelo FH621N		(µg/m ³)
O ₃	Absorción U.V. marca API modelo 400 A		(µg/m ³)
PARÁMETROS METEOROLOGICOS			
TMP	Temperatura media exterior		(° C)
DD	Dirección del viento		(vector)
VV	Velocidad del viento		(m/s)
HR	Humedad Relativa		(%)
RS	Radiación Solar		(W/m ²)
PRB	Presión barométrica		(mB)
LI	Precipitación		(l/m ²)

Nota: Esta estación de control se trasladó de la C/ Cardenal Lorenzana a la Avda. del Ejército el 15 de marzo de 2000.

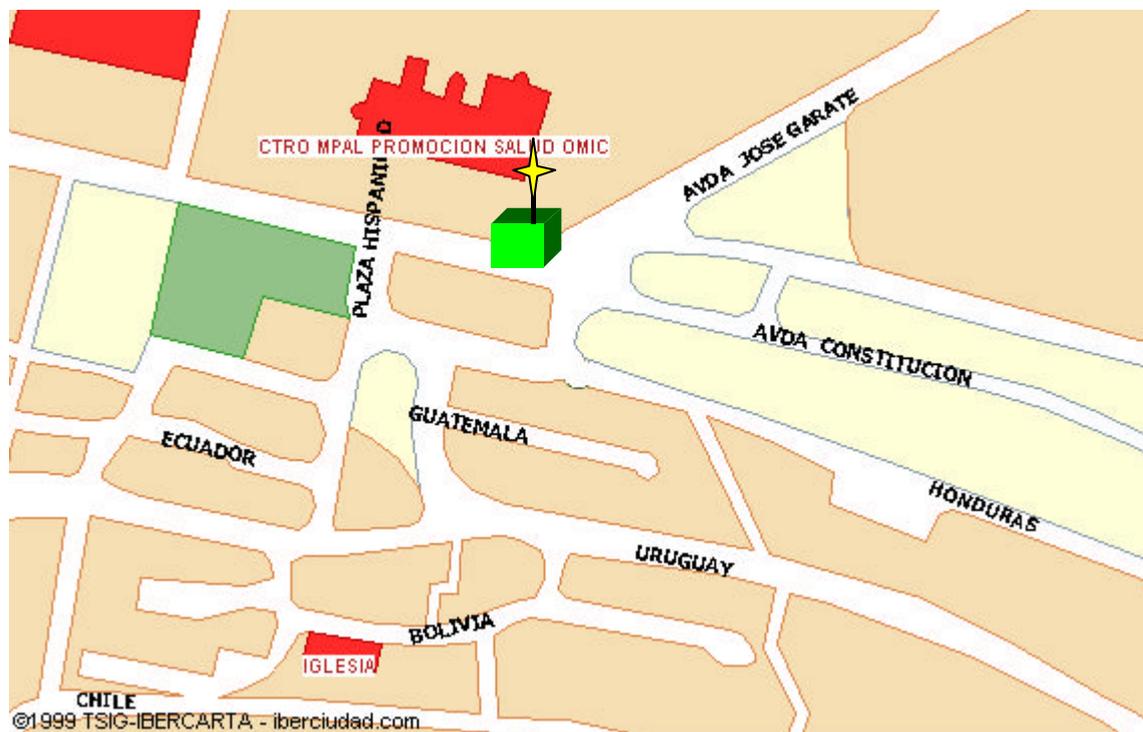
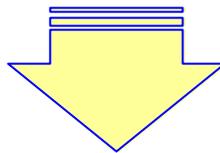
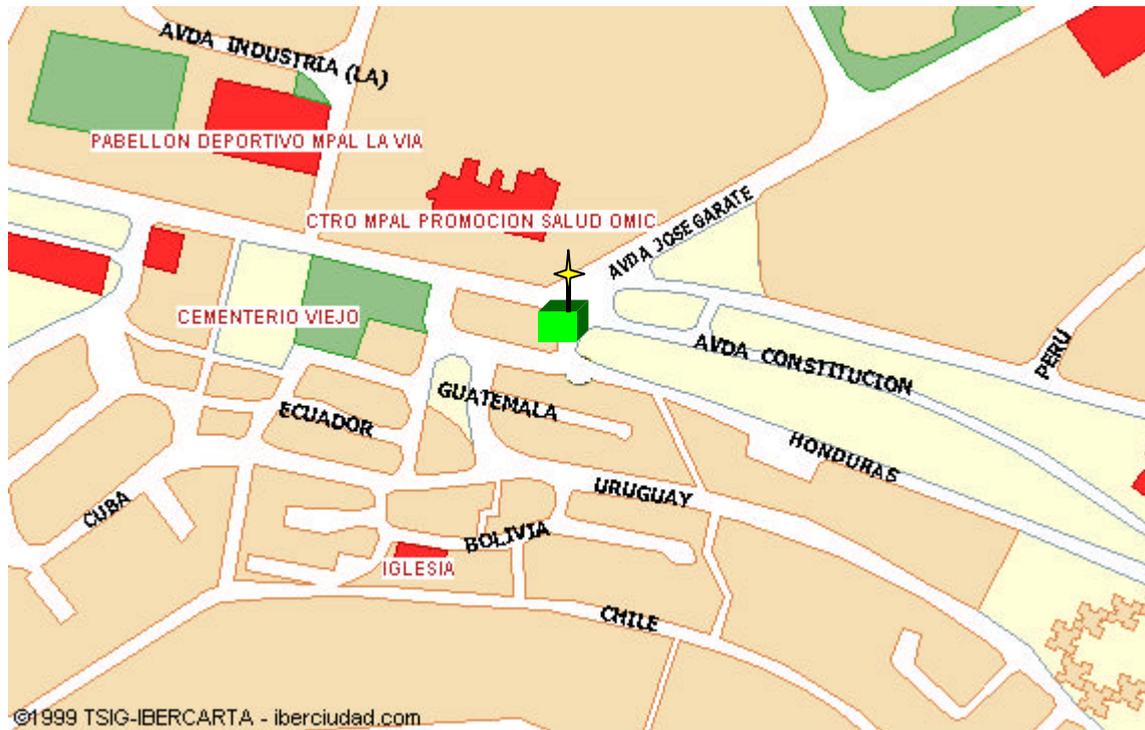
2.- Situación Urbana de la Estación de Control de Alcobendas



SITUACIÓN DE LA ESTACION			
MUNICIPIO: ALCOBENDAS		COD. ESTACION: 28006001	
DIRECCIÓN: C/ Pintor Murillo, Parque de Andalucía			
SUPERFICIE: 44.371.969 Km ²	LONG.: 03° 38' 41" W	LAT.: 40° 32' 26" N	ALTURA: 688 m.
ZONA: Residencial	ENTORNO: Urbano de fondo	TRAFICO: bajo	CALLE: Semiancha
Dist. Obstáculo más cercano: 2 m.			
Dist. Vía de tráfico más cercana: 7 m.			
ANALIZADORES DE CONTAMINANTES			
CONTAMINANTE	TÉCNICA ANALÍTICA / ANALIZADOR		
SO ₂	Fluorescencia U.V. marca API modelo 100A	(µg/m ³)	
NO	Quimioluminiscencia marca API modelo 200 A	(µg/m ³)	
NO ₂	Quimioluminiscencia marca API modelo 200 A	(µg/m ³)	
CO	Absorción infrarroja marca API modelo 300	(mg/m ³)	
PM10	Absorción β marca FAG modelo FH621N	(µg/m ³)	
O ₃	Absorción U.V. marca API modelo 400 A	(µg/m ³)	
BTX	Syntec Spectras modelo GC855	(µg/m ³)	
HCT/HCTNM	J.U.M. engineering modelo HFID 109A	(mg/m ³)	
PARÁMETROS METEOROLÓGICOS			
TMP	Temperatura media exterior	(° C)	
DD	Dirección del viento	(vector)	
VV	Velocidad del viento	(m/s)	
HR	Humedad Relativa	(%)	
RS	Radiación Solar	(W/m ²)	
PRB	Presión barométrica	(mB)	
LI	Precipitación	(l/m ²)	
MEDICIONES SEMIAUTOMÁTICAS			
COV's	Captadores de muestra de COV's marca MCV	(µg/m ³)	
Lluvia Ácida	Conductividad σ	(µs)	
	pH		

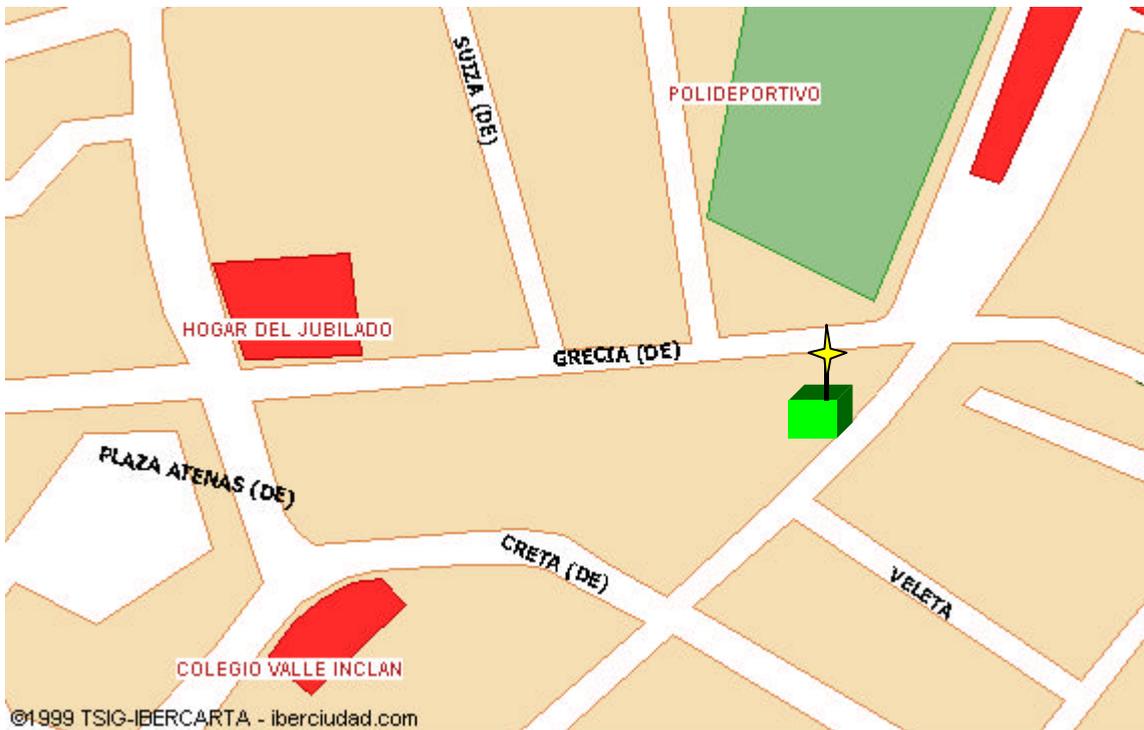
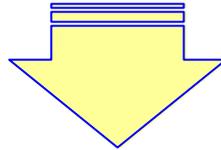
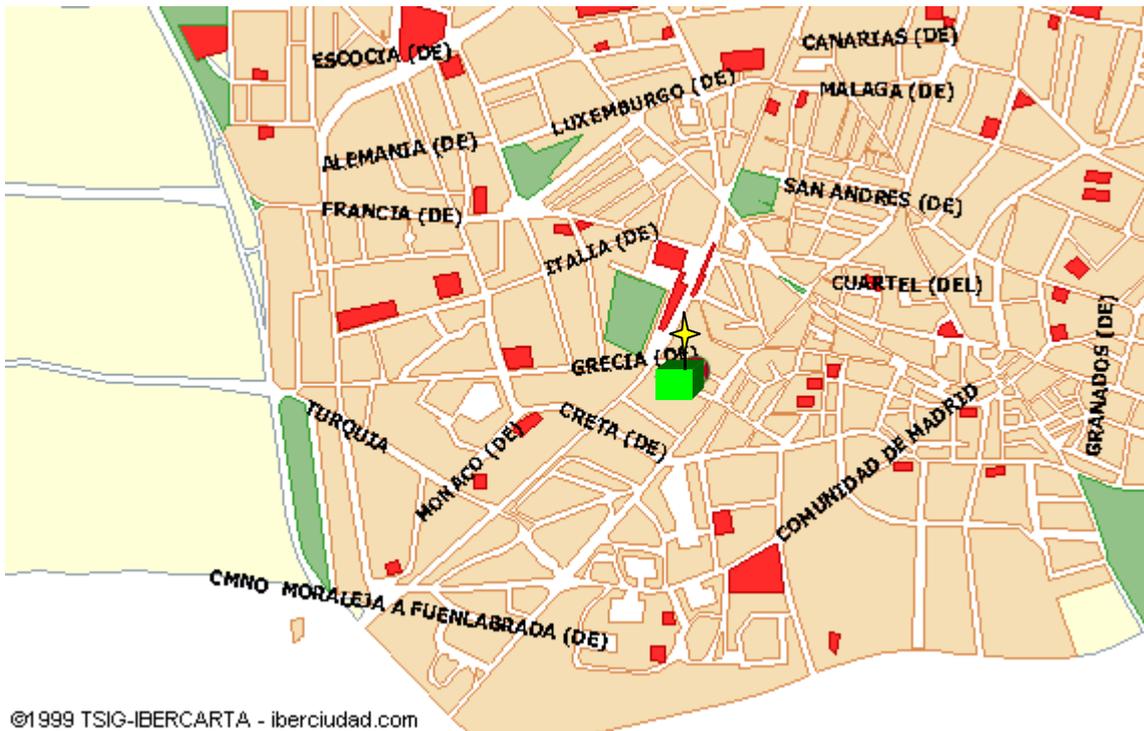
Nota: Esta estación de control se traslado de la Avda. de España a la C/ Pintor Murillo el 19 de enero de 2000.

4.- Situación Urbana de la Estación de Control de Coslada



SITUACIÓN DE LA ESTACION			
MUNICIPIO: COSLADA		COD. ESTACION: 28049001	
		DIRECCIÓN: C/ Constitución	
SUPERFICIE: 12.0099105 Km ²	LONG.: 03° 33' 12" W	LAT.: 40° 25' 37" N	ALTURA: 602 m.
ZONA: Residencial	TIPO: Urbana	TRAFICO: Bajo-Medio	CALLE: Ancha
Dist. Obstáculo más cercano: 3m.			
Dist. Vía de tráfico más cercana: 10 m.			
ANALIZADORES DE CONTAMINANTES			
CONTAMINANTE	TÉCNICA ANALÍTICA / ANALIZADOR		
SO ₂	Fluorescencia U.V. marca API modelo 100A	(µg/m ³)	
NO	Quimioluminiscencia marca API modelo 200 A	(µg/m ³)	
NO ₂	Quimioluminiscencia marca API modelo 200 A	(µg/m ³)	
CO	Absorción infrarroja marca API modelo 300	(mg/m ³)	
PM10	Absorción β marca FAG modelo FH621N	(µg/m ³)	
O ₃	Absorción U.V. marca API modelo 400 A	(µg/m ³)	
PARÁMETROS METEOROLOGICOS			
TMP	Temperatura media exterior	(° C)	
DD	Dirección del viento	(vector)	
VV	Velocidad del viento	(m/s)	
HR	Humedad Relativa	(%)	
RS	Radiación Solar	(W/m ²)	
PRB	Presión barométrica	(mB)	
LI	Precipitación	(l/m ²)	

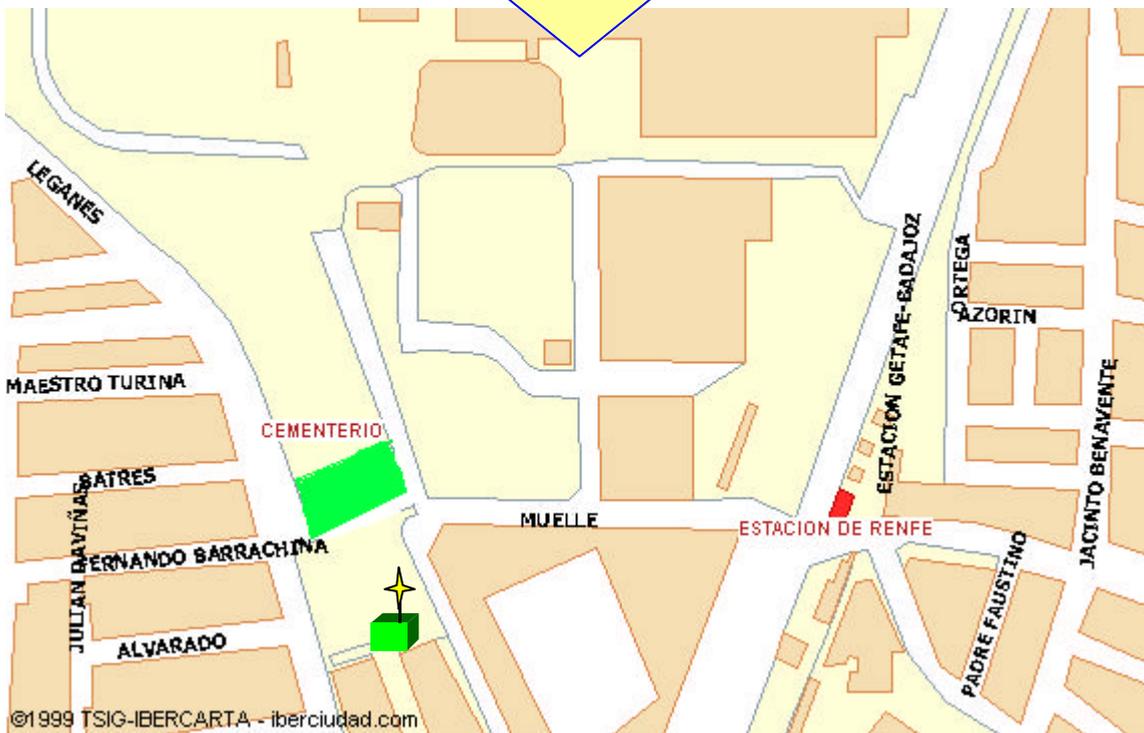
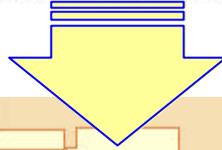
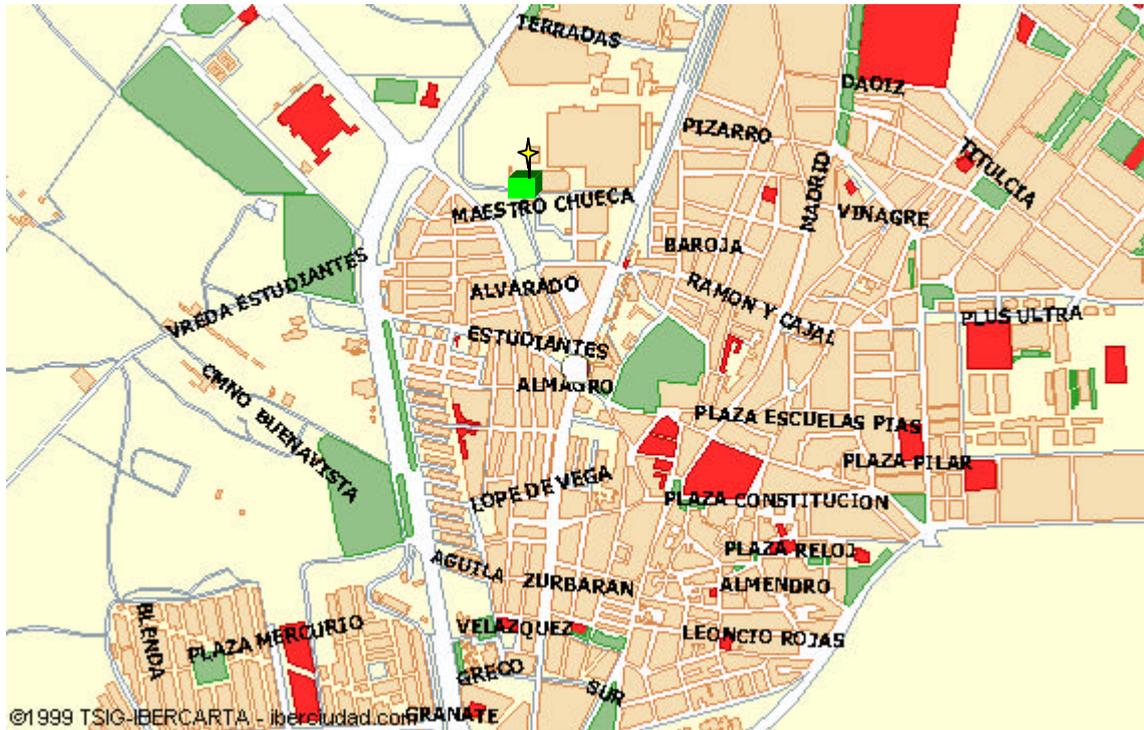
5.- Situación Urbana de la Estación de Control de Fuenlabrada



SITUACIÓN DE LA ESTACION			
MUNICIPIO: FUENLABRADA		COD. ESTACION: 28058001	
DIRECCIÓN: C/ Grecia			
SUPERFICIE: 38.48707821053 Km ²	LONG.: 03° 48' 06" W	LAT.: 40° 16' 52" N	ALTURA: 699 m.
ZONA: Residencial	TIPO: Urbana de fondo	TRAFICO: Baja	CALLE: No transitada
Dist. Obstáculo más cercano: 20 m.			
Dist. Vía de tráfico más cercana: 30 m.			
ANALIZADORES DE CONTAMINANTES			
CONTAMINANTE	TÉCNICA ANALÍTICA / ANALIZADOR		
SO ₂	Fluorescencia U.V. marca API modelo 100A	(µg/m ³)	
NO	Quimioluminiscencia marca API modelo 200 A	(µg/m ³)	
NO ₂	Quimioluminiscencia marca API modelo 200 A	(µg/m ³)	
CO	Absorción infrarroja marca API modelo 300	(mg/m ³)	
PM10	Absorción β marca FAG modelo FH621N	(µg/m ³)	
O ₃ (U.V.)	Absorción U.V. marca API modelo 400 A	(µg/m ³)	
O ₃ (Q)	Quimioluminiscencia marca API	(µg/m ³)	
BTX	Syntec Spectras modelo GC855	(µg/m ³)	
HCT/HCTNM	J.U.M. engineering modelo HFID 109A	(mg/m ³)	
PARÁMETROS METEOROLOGICOS			
TMP	Temperatura media exterior	(° C)	
DD	Dirección del viento	(vector)	
VV	Velocidad del viento	(m/s)	
HR	Humedad Relativa	(%)	
RS	Radiación Solar	(W/m ²)	
PRB	Presión barométrica	(mB)	
LI	Precipitación	(l/m ²)	
MEDICIONES SEMIAUTOMATICAS			
COV's	Captadores de muestra de COV's marca MCV	(µg/m ³)	

Nota: Esta estación de control se trasladó de la C/ Pza. Cruz de Luisa a la C/ Grecia el 29 de junio de 2000.

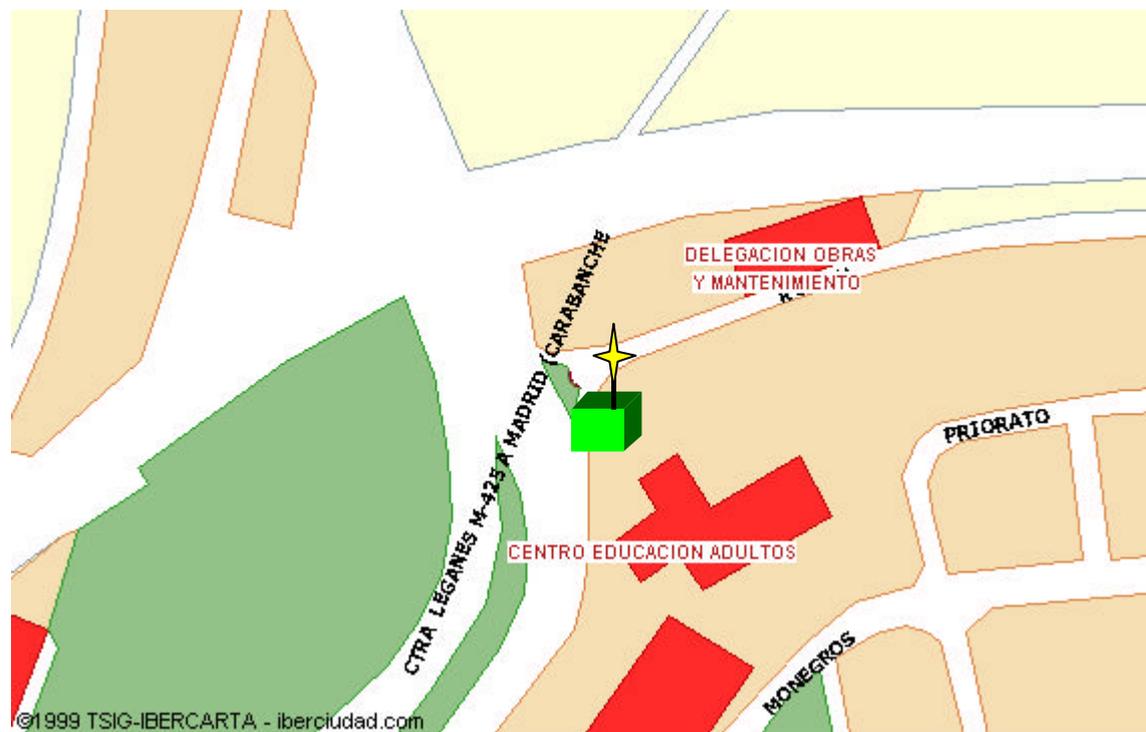
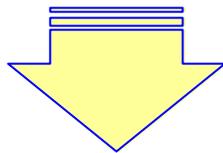
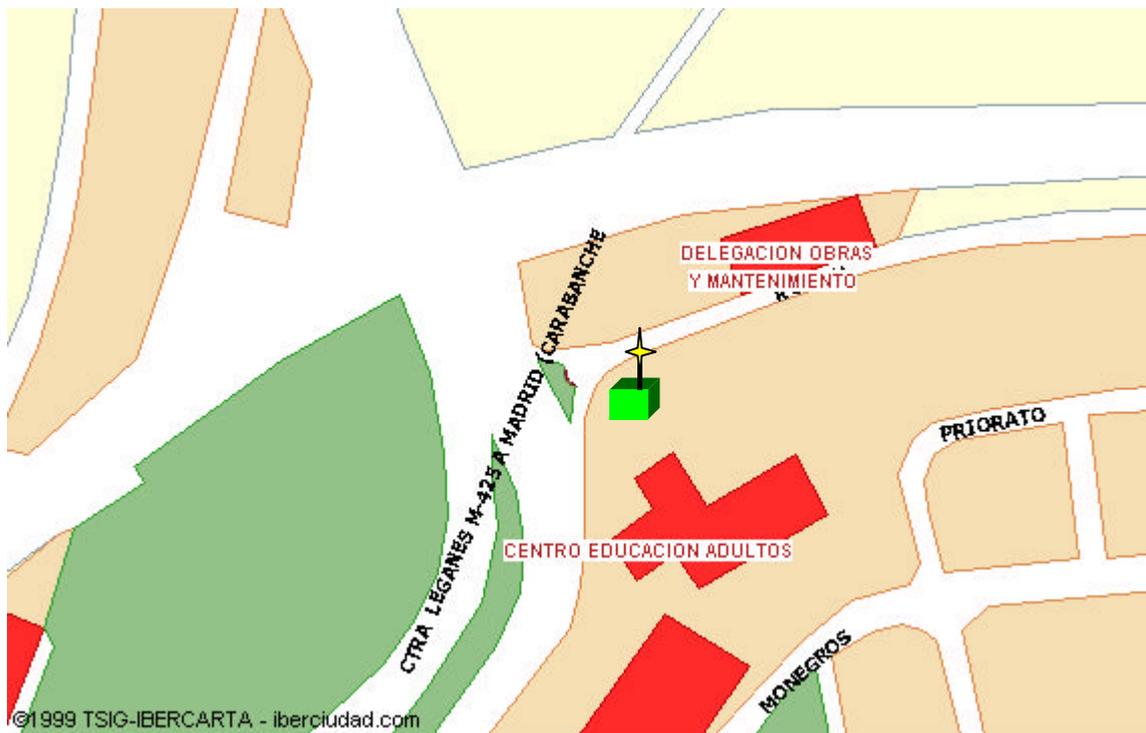
6.- Situación Urbana de la Estación de Control de Getafe



SITUACIÓN DE LA ESTACION			
MUNICIPIO: GETAFE		COD. ESTACION: 28065004	
DIRECCIÓN: Pza.Dr. Fleming			
SUPERFICIE: 78.58955908426 Km ²	LONG.: 03°44'09" N	LAT.: 40°18'35"	ALTURA: 667 m.
ZONA: Residencial	ENTORNO: Urbano	TRAFICO: Moderado	CALLE: Pza. carriles estrechos
Dist. Obstáculo más cercano: 1 m.			
Dist. Vía de tráfico más cercana: 1,5 m.			
ANALIZADORES DE CONTAMINANTES			
CONTAMINANTE	TÉCNICA ANALÍTICA / ANALIZADOR		
SO ₂	Fluorescencia U.V. marca API modelo 100A	(µg/m ³)	
NO	Quimioluminiscencia marca API modelo 200 A	(µg/m ³)	
NO ₂	Quimioluminiscencia marca API modelo 200 A	(µg/m ³)	
CO	Absorción infrarroja marca API modelo 300	(mg/m ³)	
PM10	Absorción β marca FAG modelo FH621N	(µg/m ³)	
O ₃	Absorción U.V. marca API modelo 400 A	(µg/m ³)	
BTX	Syntras Spectras modelo GC855	(µg/m ³)	
PARÁMETROS METEOROLOGICOS			
TMP	Temperatura media exterior	(° C)	
DD	Dirección del viento	(vector)	
VV	Velocidad del viento	(m/s)	
HR	Humedad Relativa	(%)	
RS	Radiación Solar	(W/m ²)	
PRB	Presión barométrica	(mB)	
LI	Precipitación	(l/m ²)	

Nota: Esta estación de control se traslado de la C/ Greco a la Pza. Dr. Fleming el 17 de febrero de 2000.

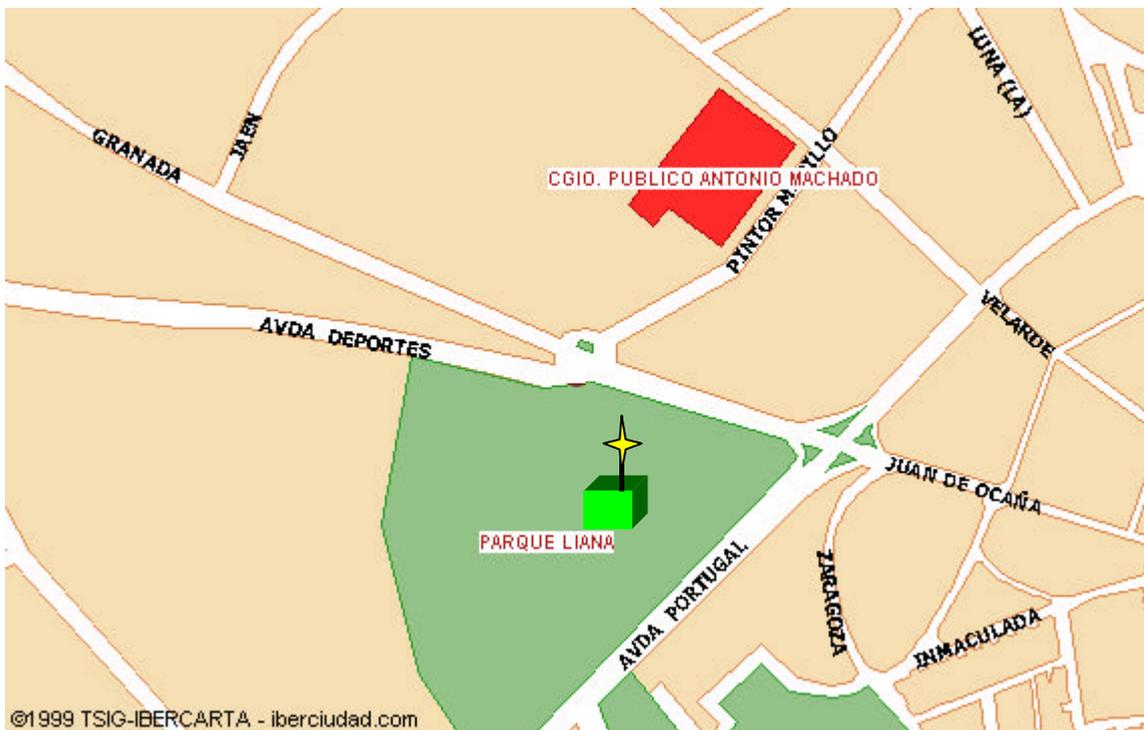
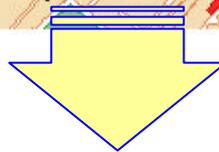
7.- Situación Urbana de la Estación de Control de Leganés



SITUACIÓN DE LA ESTACION			
MUNICIPIO: LEGANES		COD. ESTACION: 28074001	
		DIRECCIÓN: C/ Roncal	
SUPERFICIE: 43.263755 Km ²	LONG.: 03° 44' 09" W	LAT.: 40° 20' 23" N	ALTURA: 676m.
ZONA: Residencial	ENTORNO: Urbano	TRAFICO: medio alto	CALLE: Acceso a Ctra. y calle estrecha
Dist. Obstáculo más cercano: 3 m.			
Dist. Vía de tráfico más cercana: 3 m.			
ANALIZADORES DE CONTAMINANTES			
CONTAMINANTE	TÉCNICA ANALÍTICA / ANALIZADOR		
SO ₂	Fluorescencia U.V. marca API modelo 100A	(µg/m ³)	
NO	Quimioluminiscencia marca API modelo 200 A	(µg/m ³)	
NO ₂	Quimioluminiscencia marca API modelo 200 A	(µg/m ³)	
CO	Absorción infrarroja marca API modelo 300	(mg/m ³)	
PM10	Absorción β marca FAG modelo FH621N	(µg/m ³)	
O ₃	Absorción U.V. marca API modelo 400 A	(µg/m ³)	
PARÁMETROS METEOROLOGICOS			
TMP	Temperatura media exterior	(° C)	
DD	Dirección del viento	(vector)	
VV	Velocidad del viento	(m/s)	
HR	Humedad Relativa	(%)	
RS	Radiación Solar	(W/m ²)	
PRB	Presión barométrica	(mB)	
LI	Precipitación	(l/m ²)	

Nota: Esta estación de control se traslado de la Avda. de la Universidad a la C/ Roncal el 30 de mayo de 2000.

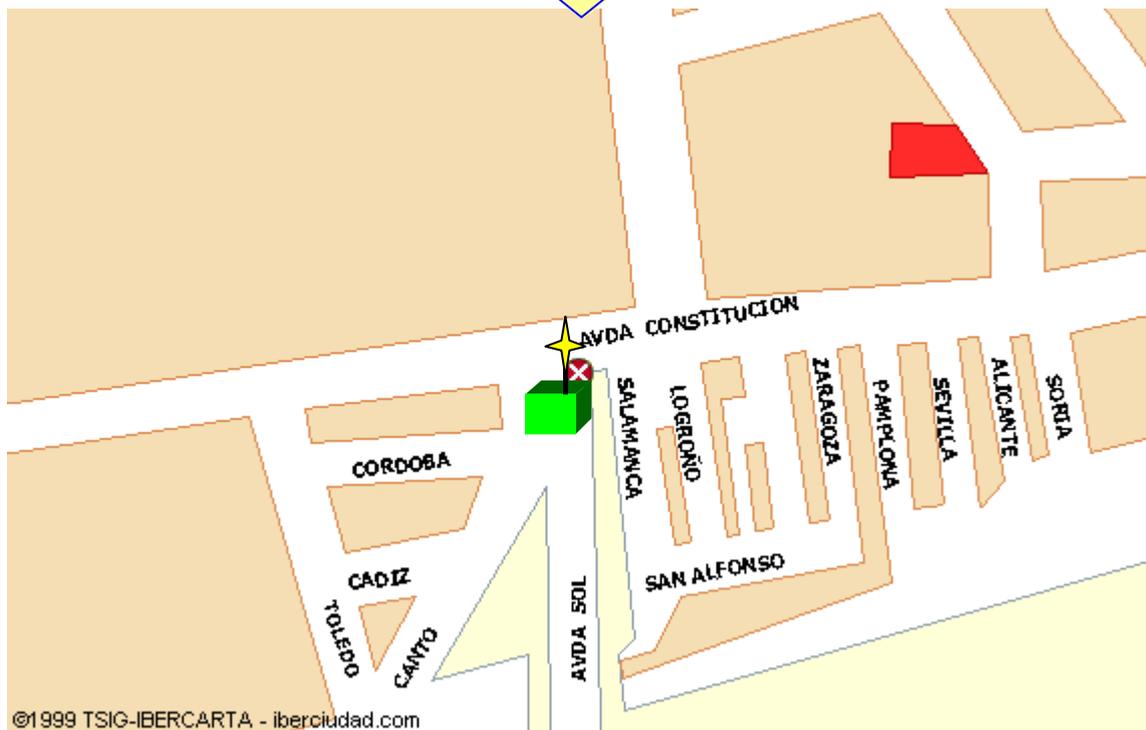
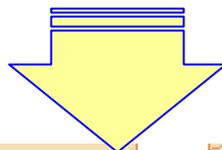
8.- Situación Urbana de la Estación de Control de Móstoles



SITUACIÓN DE LA ESTACION			
MUNICIPIO: MOSTOLES		COD. ESTACION: 28092001	
DIRECCIÓN: Parque Liana			
SUPERFICIE: 44,19420336892 Km ²	LONG.: 03° 52' 35" W	LAT.: 40° 19' 27" N	ALTURA: 660 m.
ZONA: Residencial	TIPO: urbana de fondo	TRAFICO: baja	CALLE: Parque
Dist. Obstáculo más cercano: 2 m.			
Dist. Vía de tráfico más cercana: 60-100 m.			
ANALIZADORES DE CONTAMINANTES			
CONTAMINANTE	TÉCNICA ANALÍTICA / ANALIZADOR		
SO ₂	Fluorescencia U.V. marca API modelo 100A	(µg/m ³)	
NO	Quimioluminiscencia marca API modelo 200 A	(µg/m ³)	
NO ₂	Quimioluminiscencia marca API modelo 200 A	(µg/m ³)	
CO	Absorción infrarroja marca API modelo 300	(mg/m ³)	
PM10	Absorción β marca FAG modelo FH621N	(µg/m ³)	
O ₃	Absorción U.V. marca API modelo 400 A	(µg/m ³)	
PARÁMETROS METEOROLOGICOS			
TMP	Temperatura media exterior	(° C)	
DD	Dirección del viento	(vector)	
VV	Velocidad del viento	(m/s)	
HR	Humedad Relativa	(%)	
RS	Radiación Solar	(W/m ²)	
PRB	Presión barométrica	(mB)	
LI	Precipitación	(l/m ²)	
MEDICIONES SEMIAUTOMATICAS			
Lluvia ácida	Conductividad σ	(µs)	
	pH		

Nota: Esta estación de control se trasladó de la C/ Avda. de Portugal al Parque Liana el 6 de junio de 2000.

9.- Situación Urbana de la Estación de Control de Torrejón de Ardoz



SITUACIÓN DE LA ESTACION			
MUNICIPIO: TORREJON DE ARDOZ		COD. ESTACION: 28148001	
DIRECCIÓN: C/ Constitución esquina C/ del Sol			
SUPERFICIE: 32.5734585 Km ²	LONG.: 03° 29' 03" W	LAT.: 40° 27' 18" N	ALTURA: 597 m.
ZONA: Residencial	TIPO: Urbana de tráfico	TRAFICO: denso	CALLE: Rotonda 4 Avenidas
Dist. Obstáculo más cercano: 13 m.			
Dist. Vía de tráfico más cercana: 2 m.			
ANALIZADORES DE CONTAMINANTES			
CONTAMINANTE	TÉCNICA ANALÍTICA / ANALIZADOR		
SO ₂	Fluorescencia U.V. marca API modelo 100A	(µg/m ³)	
NO	Quimioluminiscencia marca API modelo 200 A	(µg/m ³)	
NO ₂	Quimioluminiscencia marca API modelo 200 A	(µg/m ³)	
CO	Absorción infrarroja marca API modelo 300	(mg/m ³)	
PM10	Absorción β marca FAG modelo FH621N	(µg/m ³)	
O ₃ (U.V.)	Absorción U.V. marca API modelo 400 A	(µg/m ³)	
O ₃ (Q)	Quimioluminiscencia marca API	(µg/m ³)	
BTX	Syntec Spectras modelo GC855	(µg/m ³)	
HCT/HCTNM	J.U.M. engineering modelo HFID 109A	(mg/m ³)	
PARÁMETROS METEOROLÓGICOS			
TMP	Temperatura media exterior	(° C)	
DD	Dirección del viento	(vector)	
VV	Velocidad del viento	(m/s)	
HR	Humedad Relativa	(%)	
RS	Radiación Solar	(W/m ²)	
PRB	Presión barométrica	(mB)	
LI	Precipitación	(l/m ²)	
MEDICIONES SEMIAUTOMÁTICAS			
Lluvia ácida	Conductividad σ	(µs)	
	pH		
COV's	Captadores de muestra de COV's marca MCV	(µg/m ³)	

ANEXO II

Informe de la Comisión de Expertos convocada con motivo de las medidas anómalas de ozono registradas el 29 de abril de 2001

EPISODIO DE ALTAS MEDICIONES DE OZONO
EN LA COMUNIDAD DE MADRID
DURANTE LA NOCHE DEL 28-29 DE ABRIL DE 2000

INFORME PRESENTADO POR LA COMISIÓN DE EXPERTOS
CONSTITUIDA POR LA CONSEJERÍA DE MEDIO AMBIENTE
DE LA COMUNIDAD DE MADRID

Madrid, 17 de Mayo de 2000

COMPONENTES DE LA COMISIÓN

José Aguado Alonso (Coordinador)
Catedrático de la Universidad Rey Juan Carlos

Francisco Rodríguez Somolinos
Catedrático de la Universidad Complutense de Madrid

José Luis Sotelo Sancho
Catedrático de la Universidad Complutense de Madrid

Juan José Rodríguez Jimenez
Catedrático de la Universidad Autónoma de Madrid

David Serrano Granados
Profesor Titular de la Universidad Rey Juan Carlos

José Luis García Fierro
Profesor de Investigación del Consejo Superior de Investigaciones Científicas

José Albaladejo Gimenez
Jefe del Grupo de Predicción y Vigilancia,
Centro Meteorológico Territorial de Madrid y Castilla – La Mancha

Francisco Javier Mantero Saenz
Jefe del Servicio de Meteorología Medioambiental, Instituto Nacional de Meteorología

Rosalía Fernández Patier
Jefe del Área de Contaminación Atmosférica, Instituto de la Salud Carlos III

Jesús Ortiz de Landaluce
Químico especialista en contaminación ambiental, Director Técnico de IMESA

Asistentes invitados a las reuniones de la Comisión:

Ricardo Vargas López
Jefe de Servicio de Calidad Hídrica y Atmosférica
Consejería de Medio Ambiente de la Comunidad de Madrid

Fernando Hernández Saint-Aubin
Jefe de Servicio de Inspección Ambiental
Consejería de Medio Ambiente de la Comunidad de Madrid

Salvador Castromil Sánchez
Jefe del Departamento de Calidad Ambiental, Ayuntamiento de Madrid

Roberto San José
Profesor Titular de la Universidad Politécnica de Madrid

INDICE

1. INTRODUCCIÓN
2. EVOLUCIÓN TEMPORAL DEL EPISODIO
3. EPISODIOS DE ALTA CONCENTRACIÓN DE OZONO REGISTRADOS EN OTROS LUGARES DE ESPAÑA
4. FUNCIONAMIENTO DE LOS SENSORES DE OZONO INSTALADOS EN LAS ESTACIONES DE MEDIDA
5. CONDICIONES METEOROLÓGICAS EXISTENTES DURANTE EL EPISODIO
6. HIPÓTESIS ANALIZADAS EN RELACIÓN CON EL EPISODIO
 - 6.1. HIPÓTESIS BASADAS EN LA EXISTENCIA REAL DE UNA NUBE DE OZONO
 - 6.1.1. CAUSAS NATURALES
 - 6.1.2. CAUSAS NO NATURALES
 - 6.2. HIPÓTESIS BASADAS EN LA PRESENCIA DE SUSTANCIAS INTERFERENTES DE LOS SENSORES DE OZONO
7. CONCLUSIONES SOBRE LAS DIFERENTES HIPÓTESIS ANALIZADAS
8. RECOMENDACIONES
9. UBICACIÓN DE LAS ESTACIONES MEDIDORAS DE OZONO

FUENTES DE INFORMACIÓN UTILIZADAS POR LA COMISIÓN

Además de una extensa información bibliográfica, la Comisión ha manejado la siguiente documentación:

- Datos de la red de medida de la Comunidad de Madrid.
- Datos de la red de medida del Ayuntamiento de Madrid.
- Datos de la red de medida de AENA (Madrid-Barajas).
- Datos de la red de medida de Castilla – La Mancha.
- Datos de la red de medida de Castilla – León.
- Datos de la estación del Ayuntamiento de Getafe.
- Informe realizado por Ingenieros Asesores para la Consejería de Medio Ambiente.
- Gráficos y resultados de los episodios ocurridos en Canarias en Agosto – Septiembre de 1999.
- Gráficos y resultados de los episodios ocurridos y de los ensayos realizados en Puertollano en Octubre – Noviembre de 1999.
- Datos de mediciones de ozono en el Instituto de la Salud Carlos III (Majadahonda).
- Datos de vientos y precipitaciones en el aeropuerto de Barajas y las bases aéreas de Torrejón, Getafe y Cuatro Vientos.
- Datos de temperatura y humedad relativa de la estación meteorológica de Madrid (Retiro).
- Norma UNE 77-221-2000. Método por fotometría UV para la determinación de ozono en el aire ambiente.
- Informe de EPA sobre determinación de ozono por análisis ultravioleta.
- Datos de la Dirección General de Tráfico sobre intensidad de tráfico durante los días 28 y 29 de Abril.
- Relación de establecimientos industriales afectados por la normativa de prevención de accidentes graves.
- Documento API sobre composición del convertidor catalítico en los analizadores de ozono.
- Informe realizado en la Universidad Politécnica de Madrid sobre los resultados de la modelización del episodio del 29 de Abril.
- Datos meteorológicos horarios y trihorarios de las estaciones automáticas del Instituto Nacional de Meteorología situadas en la Comunidad de Madrid.
- Mapas e información meteorológica sinóptica de superficie y altura.
- Información sobre descargas eléctricas en la Comunidad de Madrid.
- Datos horarios RADAR de vientos hasta 3.000 metros de altura.
- Sondeos termodinámicos realizados en Barajas.
- Datos horarios de radiación solar global y ultravioleta, medidos en el Centro Radiométrico Nacional (Ciudad Universitaria).
- Retrotrayectorias de partículas con destino Madrid desde 48 horas antes de su llegada, desde superficie hasta 5.000 metros.

1. INTRODUCCIÓN

En la madrugada del día 29 de Abril de 2000 se detectaron concentraciones anormalmente elevadas de ozono en el aire en diferentes estaciones automáticas de control de la calidad del aire de la Comunidad de Madrid.

Este episodio se detectó en primer lugar en la estación de Coslada a partir de las 2:00 horas, obteniéndose un valor medio horario de la concentración de ozono de $163 \mu\text{g}/\text{m}^3$, que ascendió a $421 \mu\text{g}/\text{m}^3$ a las 3:00 horas, con un valor máximo quinceminal de $547 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Posteriormente, se fueron detectando valores excepcionalmente altos en las estaciones de la red de la Comunidad de Madrid ubicadas en las zonas sur y suroeste, cuyos valores medios horarios máximos fueron los siguientes:

Fuenlabrada: $1133 \mu\text{g}/\text{m}^3$ a las 6:00 horas
Leganés: $627 \mu\text{g}/\text{m}^3$ a las 7:00 horas
Alcorcón: $479 \mu\text{g}/\text{m}^3$ a las 7:00 horas
Getafe: $494 \mu\text{g}/\text{m}^3$ a las 8:00 horas
Móstoles: $218 \mu\text{g}/\text{m}^3$ a las 11:00 horas

El episodio también fue detectado en las estaciones de medida de la red del Ayuntamiento de Madrid, aunque con valores horarios máximos en el intervalo $100 - 470 \mu\text{g}/\text{m}^3$. El episodio finalizó alrededor de las 12:00 horas del día 29 de Abril, siendo por tanto su duración total de 10 horas. Se trata de un episodio anómalo, tanto por los elevados valores de concentración de ozono detectados, como por las horas en las que se produce (nocturnas), por lo tanto, sin irradiación solar y con temperaturas moderadas.

2. EVOLUCIÓN TEMPORAL DEL EPISODIO

A partir de los datos recogidos en las diferentes estaciones de la red de la Comunidad de Madrid se ha construido la tabla 1, que representa la evolución horaria de las medidas de ozono en las nueve estaciones de la red. En ella se muestran en negrita aquellos valores superiores o iguales a $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Del análisis de estos datos se pueden deducir las siguientes observaciones:

El episodio se inicia en la zona del Corredor del Henares a las 2:00 horas, detectándose simultáneamente en Torrejón, Alcalá y Coslada. En esta última localidad se alcanzan los valores de concentración de ozono más elevados de la zona, registrándose también durante un mayor espacio de tiempo (hasta las 4:00 horas). En Alcobendas, el episodio se detecta a las 6:00 horas con un pequeño incremento en la medición de ozono.

A partir de las 4:00 horas, el episodio se detecta en la zona sur, concretamente en Getafe. Posteriormente, se miden concentraciones muy elevadas de ozono en Fuenlabrada (5:00 – 7:00 horas), Leganés y Alcorcón (6:00 – 7:00 horas). Es de destacar que en las zonas sur y suroeste, los medidores de ozono detectan dos oleadas, la primera de mayor intensidad que la segunda, produciéndose esta última entre las 10:00 y 11:00 horas de la mañana. La llegada del episodio a Móstoles coincide con esta segunda oleada.

Esta evolución temporal concuerda con los valores obtenidos en los medidores de otras redes diferentes a la de la Comunidad de Madrid. Concretamente, el medidor del Ayuntamiento de Getafe detectó valores medios quinceminales comprendidos entre 200 y $450 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en el periodo 4:00 – 5:00 horas de la mañana, de $650 \mu\text{g}/\text{m}^3$

entre las 7:00 y las 8:00 horas, y de 117 a 377 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ entre las 9:00 y las 10:00 horas de la mañana.

En las mediciones de la red del Ayuntamiento de Madrid se detecta el primer valor de concentración de ozono elevado (163 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) en la estación de Santa Eugenia a las 3:00 horas. Una hora más tarde se registran valores entre 126 y 235 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ en las estaciones de Moratalaz, Villaverde, Luca de Tena y Vallecas. El episodio se desplaza progresivamente en la dirección oeste, siendo las últimas estaciones en detectarlo las situadas en esa zona (Alto de Extremadura y Casa de Campo), que lo hacen a las 7:00 horas, finalizando el episodio a las 12:00 horas. En general, las estaciones menos afectadas fueron las situadas en la zona norte de Madrid capital.

La red de AENA detectó en Barajas concentraciones de ozono de 114 - 126 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ entre las 5:00 y las 6:00 horas de la mañana coherentes con el valor registrado en Alcobendas. La red de Castilla – La Mancha detecta un único pico de 127 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ a las 5:00 horas en la estación de Guadalajara, también acorde con los datos medidos en la zona del Corredor del Henares, mientras que no se registraron valores significativos en la estación de Toledo. La red de medidores de Castilla - León no detectó ningún valor superior a los normales en las estaciones de Avila y Segovia. Por último, la estación situada en el Instituto de la Salud Carlos III de Majadahonda, no detectó ningún valor anómalo durante la duración del episodio.

Los niveles de ozono registrados en la mayoría de las estaciones de la Comunidad de Madrid, con excepción de Torrejón, Alcalá y Alcobendas, superaron el nivel de información a la población (180 $\mu\text{g}/\text{m}^3$). En las estaciones de Coslada, Leganés, Getafe, Alcorcón y Fuenlabrada se superó asimismo el nivel de alerta a la población (360 $\mu\text{g}/\text{m}^3$), resultando especialmente elevados los valores correspondientes a esta última población en la que durante un periodo de tres horas se alcanzaron valores medios horarios entre dos y tres veces superiores al nivel de alerta a la población. Sin embargo, es de destacar que no se ha tenido noticia de ningún tipo de efecto sobre la salud de la población en estas localidades ni durante la duración del episodio ni en días posteriores. Tampoco, parecen haberse producido quejas en la población como consecuencia de olores no habituales durante el desarrollo del episodio.

Tabla 1. Evolución de los valores medios horarios de las mediciones de ozono ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) en las estaciones de la Comunidad de Madrid de 0:00 a 14:00 horas del 29 de Abril

HORA	COSLADA	TORREJÓN	ALCALÁ	GETAFE	FUENLABRADA	LEGANÉS	ALCORCÓN	ALCOBENDAS	MÓSTOLES
0:00	30	27	69	39	60	24	52	50	38
1:00	50	57	80	38	58	---	61	43	42
2:00	163	144	108	---	65	37	63	46	40
3:00	421	82	57	47	57	38	54	53	40
4:00	267	45	50	107	53	32	60	57	43
5:00	82	41	55	311	810	48	62	56	41
6:00	45	33	55	85	1133	429	144	107	44
7:00	34	28	49	123	945	627	479	26	34
8:00	22	26	46	494	52	98	62	23	38
9:00	27	29	47	81	44	31	47	70	38
10:00	24	28	51	227	364	209	59	19	43
11:00	43	46	65	81	124	291	278	46	218
12:00	64	57	73	35	50	61	99	68	29
13:00	69	60	83	39	65	48	57	66	49
14:00	72	62	89	46	82	55	77	60	76

3. EPISODIOS DE ALTA CONCENTRACIÓN DE OZONO REGISTRADOS EN OTROS LUGARES DE ESPAÑA

La Comisión no ha tenido conocimiento de antecedentes en Europa de episodios similares al aquí estudiado. Sin embargo, sí están documentados episodios de altas medidas de ozono en Puertollano y Santa Cruz de Tenerife, aunque no se puede establecer una analogía con el episodio de Madrid, dado que en esos dos casos existen circunstancias diferenciadoras, derivadas de la presencia de instalaciones de refino de petróleo y petroquímica.

Concretamente, en el caso de Puertollano, la Junta de Castilla – La Mancha midió la concentración de ozono durante varios meses de 1999 con dos equipos de técnica diferente: uno por el método de referencia (fotometría ultravioleta) y otro mediante un prototipo de quimiluminiscencia con NO. Se concluyó que las altas concentraciones de ozono en algunos de los episodios registrados podrían ser achacables a la presencia de compuestos interferentes.

4. FUNCIONAMIENTO DE LOS SENSORES DE OZONO INSTALADOS EN LAS ESTACIONES DE MEDIDA

El episodio detectado en la Comunidad de Madrid el día 29 de Abril no puede achacarse a un mal funcionamiento puntual de alguno de los sensores de la red, ya que los valores fueron detectados simultáneamente en diferentes redes de analizadores: Comunidad de Madrid, Ayuntamiento de Madrid, Ayuntamiento de Getafe, AENA y Comunidad de Castilla – La Mancha.

Todos los sensores de ozono instalados en estas redes de medida corresponden al tipo de absorción de radiación ultravioleta, disponiendo de un detector que mide la absorción monocromática a 253,7 nm. Este método de medida es el método de referencia y el más ampliamente utilizado en la Unión Europea y en Estados Unidos. Estos medidores determinan la concentración de ozono por diferencia entre los valores correspondientes a dos medidas: la primera es la que se obtiene al hacer pasar por el detector una muestra completa del aire ambiental y la segunda es la correspondiente a una muestra de aire ambiental que previamente se ha hecho pasar por un convertidor catalítico (scrubber), que elimina cuantitativamente el ozono. Por tanto, la diferencia entre ambas medidas se correlaciona cuantitativamente, previo calibrado del sensor, con la concentración de ozono existente en el aire ambiental. Aunque como ya se ha indicado anteriormente, esta técnica es la de referencia, puede presentar interferencias si en el aire ambiental existen compuestos distintos del ozono, que absorban radiación ultravioleta a 253,7 nm y que puedan ser eliminados o retenidos en el scrubber. La magnitud de la interferencia depende del tipo y concentración de dicho compuesto. En ocasiones, el incremento en la detección aparente de ozono provocada por la interferencia puede ir seguida del registro de valores negativos en la señal de ozono. Se han descrito en la bibliografía interferencias por múltiples compuestos de naturaleza orgánica, especialmente hidrocarburos aromáticos, e incluso por mercurio.

5. CONDICIONES METEOROLÓGICAS EXISTENTES DURANTE EL EPISODIO

Las condiciones meteorológicas existentes en la zona afectada durante el desarrollo del episodio fueron las siguientes:

- Temperaturas comprendidas entre 5 y 12 C.
- Lloviznas puntuales con escasas precipitaciones.
- Ausencia de tormentas.

Al comienzo del episodio los vientos en superficie eran flojos, de (0 a 8 nudos, de dirección de Sur a Suroeste, que giraron al Sureste a medida que transcurría el mismo. Los vientos en altura a partir de los 100 metros, eran del Suroeste con v velocidades de 10 a 20 nudos. A partir de las 5:00 horas los vientos, entre 100 y 200 metros de altura giraron al Sureste y disminuyó su velocidad hasta 4 nudos. Esta evolución de los vientos en superficie y, a partir de la 05:00 horas, de los de altura, explica el desplazamiento de la nube contaminante, en primer lugar en dirección del Corredor del Henares y posteriormente, su desplazamiento hacia el oeste. Por ello, el origen de dicha nube parece localizarse en el sureste de la Comunidad de Madrid.

6. HIPÓTESIS ANALIZADAS EN RELACIÓN CON EL EPISODIO

El episodio de altas mediciones de ozono ocurrido el día 29 de Abril en la Comunidad de Madrid no se corresponde con el bien conocido incremento de las concentraciones de ozono que tiene lugar en horas vespertinas como consecuencia de reacciones fotoquímicas en las que actúan como precursores de ozono los óxidos de nitrógeno y los hidrocarburos volátiles, producidos fundamentalmente por el tráfico de las ciudades. Así, diariamente se observa en Madrid y ciudades de su entorno que la concentración de ozono aumenta paulatinamente a lo largo del día hasta alcanzar valores máximos alrededor de las 17.00 horas. El valor de estos máximos de concentración se incrementa durante los meses de verano, al verse favorecidos dichos procesos fotoquímicos por las altas temperaturas y la radiación solar, llegándose a registrar episodios con concentraciones de ozono de hasta 200 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

En el episodio detectado la madrugada del 29 de Abril las condiciones ambientales eran totalmente desfavorables para este fenómeno, ya que se inicia a las 2:00 horas de la madrugada, por lo tanto, sin radiación solar y con temperaturas por debajo de 10 C, y con un día previo de nubosidad variable.

Descartada por estas razones esta hipótesis, el resto de las alternativas manejadas por parte de la Comisión se han clasificado en dos grupos:

- Hipótesis basadas en la existencia de una nube real de ozono.
- Hipótesis basadas en la existencia de sustancias interferentes que hubieran podido alterar las medidas de los sensores de ozono.

6.1. HIPÓTESIS BASADAS EN LA EXISTENCIA REAL DE UNA NUBE DE OZONO

A su vez, se han dividido en dos bloques en función de que las posibles causas fueran naturales o no naturales.

6.1.1. Causas naturales

Generación de ozono por tormentas

Esta hipótesis debe descartarse dada la no existencia de tormentas con aparato eléctrico en la Comunidad de Madrid durante la noche del 28 al 29 de Abril.

Desprendimiento de ozono estratosférico

El posible transporte del ozono estratosférico hasta la troposfera es un fenómeno natural raro, que tiene lugar excepcionalmente. En opinión de los expertos en meteorología, las condiciones meteorológicas reinantes durante el desarrollo del episodio no justifican el que hubiera podido tener lugar un fenómeno tan intenso de esta naturaleza. Además, la posibilidad de un aporte estratosférico sería difícil que condujera a los altos niveles de ozono detectados y debería haberse notado en un área más extensa.

Efecto de fumigación nocturna

Esta hipótesis se basa en una variante del efecto fumigación que ocurre todos los días por la mañana y que puede describirse de la siguiente forma. El ozono formado por procesos fotoquímicos el día anterior se acumula durante las horas vespertinas en la capa límite situada a 1500 – 2000 m de altura. Después de la puesta del sol, comienza a formarse la capa de estratificación turbulenta que se mantiene estable en las proximidades del suelo y evita el descenso de los contaminantes, que se acumulan en la capa residual por encima de ella. Lo habitual es que durante la noche los contaminantes se dispersen a lo largo de esta capa residual desplazándose varios kilómetros. De esta forma, a la mañana siguiente, al iniciarse la formación de la capa de mezcla y desaparecer la estratificación turbulenta, estos contaminantes caen hacia el suelo en aquél lugar en el que se encuentren, normalmente a muchos kilómetros de distancia del punto en el que se generaron.

Una posible explicación al episodio de ozono del 29 de Abril sería que se hubiese producido una fumigación nocturna. Para ello deberían darse las siguientes circunstancias simultáneamente:

- i) El ozono en la capa residual, que habitualmente se dispersa, como consecuencia de las componentes de los vientos retorna acumulándose de nuevo sobre el centro del área de Madrid.
- ii) Rotura nocturna de la capa de estratificación turbulenta (hecho poco común), produciéndose la fumigación del ozono y del resto de los contaminantes acumulados.

Aunque la coexistencia de estos dos fenómenos resulta altamente improbable, los resultados obtenidos en la simulación llevada a cabo en la Universidad Politécnica de Madrid correspondientes al período 0:00 horas del día 28 hasta las 0:00 horas del 30 de Abril, cuyo informe se adjunta en el anexo, no descartan esta posibilidad.

Sin embargo, existen factores en contra de esta alternativa como son las concentraciones tan elevadas de ozono detectadas, que no se corresponden con los valores medidos en fenómenos de esta naturaleza, así como el hecho de que simultáneamente con el aumento de la concentración de ozono no se hayan registrado variaciones significativas en otros contaminantes atmosféricos, que también deberían haberse desprendido como consecuencia de la fumigación.

6.1.2. Causas no naturales

Emisiones directas de ozono como consecuencia de la actividad industrial

El ozono se emplea industrialmente como agente para la desinfección de agua potable, en el tratamiento de aguas residuales y como agente blanqueante en la fabricación de papel. Las industrias que utilizan ozono en sus procesos no lo almacenan en grandes depósitos, sino que lo producen in situ mediante ozonizadores, lo que evita también el transporte de este compuesto. Así pues, debe descartarse la hipótesis de un gran vertido de ozono como consecuencia de fallos en los sistemas de almacenamiento o de transporte o en operaciones de limpieza de los mismos.

Sin embargo, sí cabría la posibilidad de un incorrecto funcionamiento de un ozonizador con emisiones a la atmósfera de aire enriquecido en ozono. Teniendo en cuenta las concentraciones de ozono a la salida de los ozonizadores (1-2 % en peso), así como la extensión de la zona geográfica afectada por el episodio, dicha emisión tendría que haber sido de un volumen muy por encima de la capacidad habitual de estos equipos.

Como ya se ha comentado anteriormente, el origen de la nube de contaminante parece encontrarse en la zona sureste de Madrid, dónde no se tiene conocimiento de la existencia de ninguna empresa que utilice ozono a gran escala.

Otra posible actividad industrial que podría generar ozono son los electrofiltros basados en el efecto corona negativo, que se utilizan para la separación de polvos en corrientes gaseosas, en industrias como las cementeras y fábricas de harina. Esta hipótesis también debe descartarse porque la contaminación de ozono en este caso debería producirse continuamente y no de forma puntual como la correspondiente al episodio estudiado.

Emisiones de compuestos precursores de ozono

Se ha tenido conocimiento que los días 27 y 28 de Abril aproximadamente a las 5:00 – 6:00 horas de la mañana, en la planta de la empresa TMP localizada en Vallecas se produjeron emisiones a la atmósfera de gases nitrosos, que como ya se ha mencionado son uno de los precursores de la formación fotoquímica de ozono. Coincidiendo en el tiempo se observó un aumento de los valores de NO_x en la estación de medida de Santa Eugenia, pero sin una repercusión en los índices de ozono a lo largo de dichos días, que evolucionaron de acuerdo con el ciclo diario habitual. Por ello, puede descartarse esta hipótesis como origen del incremento brusco en los niveles de ozono producido durante la madrugada del día 29 de Abril.

En general, la posible emisión de compuestos precursores de ozono en niveles superiores a los habituales, como NO_x o COVs, por parte de plantas industriales o por aglomeraciones de tráfico no parecen ser el origen del episodio de ozono en estudio ya que, en ese caso, se habría detectado un incremento en la concentración de ozono

troposférico de una forma paulatina y con valores máximos de concentración en las primeras horas de la tarde.

6.2. HIPÓTESIS BASADAS EN LA PRESENCIA DE SUSTANCIAS INTERFERENTES DE LOS SENSORES DE OZONO

Se analizan en este caso las posibles emisiones puntuales, accidentales o intencionadas, de contaminantes distintos del ozono que pudieran interferir en las medidas de los analizadores. Los hechos en los que se fundamentan estas hipótesis son los siguientes:

- i) Los incidentes producidos en Canarias y Puertollano, aunque las circunstancias no eran similares al acaecido en Madrid, podrían ser achacables a la presencia de interferentes.
- ii) Informes de la EPA y la propia norma UNE 77-221-2000 sobre los aparatos de medida de ozono por absorción ultravioleta reconocen las interferencias de determinados compuestos sobre las medidas de concentración de ozono.
- iii) En la práctica totalidad de los aparatos de medida, se registraron durante el episodio valores negativos de concentración de ozono, inmediatamente después de detectarse la subida en el nivel del mismo. Dichos valores negativos perduraron durante varias horas, lo que de acuerdo con el informe de la EPA puede considerarse un indicio de la existencia de interferencias.

Entre los compuestos interferentes reconocidos en los analizadores de ozono por absorción ultravioleta cabe citar diferentes hidrocarburos, preferentemente aromáticos, benzaldehído, cresoles, mercurio, etc. No obstante, no puede descartarse que existan otros compuestos interferentes de tales mediciones. El grado de interferencia sobre la señal de ozono depende de la concentración y tipo de compuesto interferente. A modo de ejemplo, si el compuesto interferente fuera el nitrocresol, una concentración del mismo de 20 mg/m^3 provocaría una medición ficticia de ozono superior a $400 \text{ } \mu\text{g/m}^3$.

No se puede obtener información sobre el tipo de interferente a partir de las medidas de la red de estaciones de la Comunidad de Madrid, puesto que en ellas no se realizan ni análisis de hidrocarburos ni de COVs. Análisis de hidrocarburos sí se llevan a cabo en algunas de las estaciones del Ayuntamiento de Madrid, observándose que el desarrollo del episodio coincide en algunos de los casos con incrementos en la concentración de hidrocarburos. Sin embargo, se trata fundamentalmente de metano, el cual no interfiere en los sensores de ozono. Asimismo, en dos de las estaciones del Ayuntamiento de Madrid se realizan análisis específicos para la detección de hidrocarburos aromáticos, no observándose durante el episodio variaciones significativas de los mismos. Por ello, cabe descartar que el posible interferente sea un hidrocarburo del tipo de los componentes habituales de los carburantes de automoción. Este hecho se ve reforzado porque el incremento observado en el nivel de hidrocarburos en el aire durante la madrugada del 29 de Abril fue similar o incluso inferior al producido en la madrugada del día 14 de Abril, coincidente con la operación salida de Semana Santa.

Tampoco parece probable que el responsable del episodio sea alguno de los otros interferentes descritos en la norma UNE 77-221-2000 (tolueno, estireno, benzaldehído, o-cresol y nitro-cresol), ya que se ha llevado a cabo una estimación de las concentraciones necesarias para dar lugar a las interferencias detectadas, resultando valores excesivamente altos, entre 65 y 1.000 mg/m^3 , a fin de alcanzar los niveles de Fuenlabrada.

Por todo ello, en caso de tratarse de un interferente, debería ser algún compuesto que provoque una fuerte distorsión en el análisis de ozono, debiendo cumplir las siguientes características:

- Absorción intensa de radiación ultravioleta a 253.7 nm.
- Retención o destrucción del mismo en el convertidor catalítico incorporado al analizador de ozono.

7. CONCLUSIONES SOBRE LAS DIFERENTES HIPÓTESIS ANALIZADAS

De lo anteriormente expuesto se deduce que las diferentes alternativas consideradas sobre el origen de una posible nube de ozono para explicar el episodio son altamente improbables. Además, ha de tenerse en cuenta que en las estaciones de medida no se han observado disminuciones apreciables en los niveles de NO durante el desarrollo del episodio, lo que se produce cuando las concentraciones de ozono son elevadas.

Asimismo, si el incidente hubiese sido ocasionado por la existencia real de una nube de ozono, se considera que especialmente en Fuenlabrada, donde se alcanzaron los niveles más elevados, parte de la población hubiera experimentado algún tipo de problema respiratorio, e incluso hubiese detectado el olor típico del ozono. Aunque el episodio tuvo lugar durante la madrugada, tratándose de un viernes y en una localidad con 160.000 habitantes, el número de personas expuestas debería haber sido significativo, máxime teniendo en cuenta que persistieron niveles muy elevados de ozono durante un periodo de tres horas.

Todo ello hace que resulte muy improbable que el episodio sucedido el día 29 de Abril sea consecuencia del desplazamiento de una nube real de ozono por la zona afectada.

A juicio de esta Comisión, y dada la información disponible, la hipótesis más probable es la presencia en la atmósfera de algún tipo de sustancia, que provoque una fuerte interferencia en los analizadores de ozono por absorción de ultravioleta. Este tipo de sustancia no parece ser un hidrocarburo de los presentes habitualmente en carburantes de automoción o aviación, sino que debe tratarse de algún compuesto, existente en la atmósfera durante la noche del 28 al 29 de Abril. Caso de ser consecuencia de un vertido, el origen más probable se situaría en la zona sureste de la Comunidad de Madrid.

8. RECOMENDACIONES

Como consecuencia de las conclusiones obtenidas, y con vistas a intentar aclarar el episodio acaecido en la Comunidad de Madrid, la Comisión considera oportuno proponer que se recabe y analice información sobre las diferentes plantas industriales situadas en la zona anteriormente señalada, fundamentalmente respecto del tipo de productos que manejan o que fabrican, estudiándose si los mismos pueden ser interferentes en la medida de los analizadores de ozono.

Asimismo, con vistas a poder esclarecer futuros episodios de características similares, se realizan las siguientes recomendaciones:

- i) Instalación de analizadores de hidrocarburos y VOCs en la red de estaciones de la Comunidad de Madrid.
- ii) Instalación en las estaciones de medida de sistemas automáticos para la toma de muestras de aire, que se activen cuando se registren medidas de algún contaminante por encima de lo habitual, a fin de permitir su posterior análisis e identificación.
- iii) Estudiar la posibilidad de llevar a cabo experimentos piloto en los que se utilicen, además de la absorción ultravioleta, otras técnicas alternativas y/o complementarias para la determinación del ozono.
- iv) Realización de un estudio sistemático sobre los compuestos o grupos de compuestos que pueden interferir fuertemente en las medidas de ozono por absorción de ultravioleta.
- v) Completar la red de torres meteorológicas disponibles en la Comunidad de Madrid, con objeto de mejorar los datos disponibles sobre vientos y, por tanto, sobre procedencia y origen de contaminantes atmosféricos.

9. UBICACIÓN DE LAS ESTACIONES MEDIDORAS DE OZONO

La Comisión considera que las estaciones de medida de ozono disponibles en la actualidad en la Comunidad de Madrid se encuentran adecuadamente situadas desde el punto de vista de la protección de la mayoría de la población, ya que se encuentran ubicadas en las grandes aglomeraciones urbanas con elevadas densidades de población. De esta forma, se consigue obtener una medida directa de la calidad del aire en las principales ciudades de la Comunidad de Madrid.

No obstante, dadas las características especiales de la formación y transporte de ozono en la atmósfera, que provocan que en numerosas ocasiones los máximos de concentración se presenten fuera de los grandes núcleos de población, consideramos interesante la iniciativa de la Comunidad de Madrid sobre la ampliación del número de estaciones de medida de este contaminante. Las nuevas estaciones deberían cubrir zonas rurales que, por sus características geográficas, presentan un alto riesgo de niveles elevados de ozono.

Madrid, 17 de mayo de 2000

ANEXO III

Definiciones

A continuación se definen algunos términos importantes que aparecerán en la redacción de este informe y especialmente en este apartado:

- **Aire ambiente:** el aire exterior de la troposfera, excluidos los ambientes de trabajo.
- **Contaminante:** cualquier sustancia introducida directa o indirectamente por el hombre en el aire ambiente que pueda tener efectos nocivos sobre la salud humana o el medio ambiente en su conjunto.
- **Valor límite:** un nivel fijado basándose en conocimientos científicos, con el fin de evitar, prevenir o reducir los efectos nocivos para la salud humana y/o para el medio ambiente en su conjunto, que debe alcanzarse en un plazo determinado y no superarse una vez alcanzado.
- **Umbral de alerta:** un nivel a partir del cual una exposición de breve duración supone un riesgo para la salud humana y a partir del cual los Estados miembros de3berrán tomar medidas inmediatas como establece la Directiva 96/62/CE.
- **Margen de tolerancia:** el porcentaje del valor límite en el que éste puede sobrepasarse con arreglo a las condiciones establecidas en la Directiva 96/62/CE.
- **Zona:** La porción de su respectivo territorio delimitada por los Estados miembros.
- **Óxidos de nitrógeno:** la suma en partes por billón, de óxido nítrico y dióxido de nitrógeno expresada como dióxido de nitrógeno, en microgramos por metro cúbico.
- **PM₁₀:** las partículas que pasan a través de un cabezal de tamaño selectivo para un diámetro aerodinámico de 10 µm con una eficiencia de corte del 50 %.
- **PM_{2.5}:** las partículas que pasan a través de un cabezal de tamaño selectivo para un diámetro aerodinámico de 2.5 µm con una eficiencia de corte del 50 %.
- **Umbral de evaluación superior:** determinado nivel por debajo del cual puede utilizarse una combinación de mediciones y técnicas de modelización para la evaluar la calidad del aire ambiente, con arreglo al apartado 3 de la Directiva 96/62/CE.
- **Umbral de evaluación inferior:** determinado nivel por debajo del cual es posible limitarse al empleo de técnicas de modelización o de estimación objetiva para evaluar la calidad del aire ambiente, con arreglo al apartado 4 de la Directiva 96/62/CE.

ANEXO IV

Listado de legislación sobre calidad del aire

Debido a la entrada en vigor de nuevas Directivas europeas y hasta la trasposición de estas a la legislación nacional, existe una “convivencia” entre Directivas y Reales Decretos Nacionales. Por tal motivo, hay que hacer referencia a una serie de Reales Decretos y Directivas a lo largo del informe, los cuales se resumen a continuación:

IV.1. Legislación UE

- **2000/69/CE, de 16 de diciembre de 2000**, relativa a valores límite de benceno y monóxido de carbono en el aire ambiente.
- **1999/30/CE, de 22 de abril de 1999**, relativa a los valores límite de dióxido de azufre, dióxido de nitrógeno y óxidos de nitrógeno, partículas y plomo en el aire ambiente.
- **96/61/CE**, relativa a herramientas de integración para la prevención y el control de la contaminación.
- **96/62/CE**, relativa a normas de evaluación y gestión de la calidad del aire ambiente.
- **Propuesta** de modificación de Directiva relativa al ozono en el aire ambiente.
- **92/72/CE, de 21 de septiembre**, sobre la contaminación atmosférica por ozono. Traspuesta en el R.D. 1494/1995 a la legislación nacional.
- **82/884/CEE, de 3 de diciembre**, relativa al valor límite para el plomo contenido en la atmósfera.
- **80/779/CE**. Relativa a valores límite para las partículas en suspensión y el dióxido de azufre. Traspuesta en el R.D. 1613/1985 a la legislación nacional.
- **85/203/CE**. Relativa a valores límite para el dióxido de nitrógeno. Traspuesta en el R.D. 717/1987 a la legislación nacional.
- **89/427/CE**. Modifica la Directiva 80/779 relativa a valores límite de partículas en suspensión medidas por método gravimétrico. Traspuesta en el R.D. 1321/1985 a la legislación nacional.

IV.2. Legislación Nacional

- **R.D. 1494/1995, de 8 de septiembre**, por el que se establecen valores límite de protección para la contaminación por ozono.
- **R.D. 1321/1992, de 30 de octubre**, por el que se modifica parcialmente el Real Decreto 1613, de 1 de octubre, y se establecen nuevas normas de calidad del aire en lo referente a contaminación por dióxido de azufre y partículas.
- **R.D. 717/1987, de 27 de mayo**, por el que se modifica parcialmente el Decreto 833/1975, de 6 de febrero, y se establecen nuevas normas de calidad del aire en lo referente a contaminación por dióxido de nitrógeno y plomo.
- **R.D. 1613/1985, de 1 de agosto**, por el que se modifica parcialmente el Decreto 833/1975, de 6 de febrero, y se establecen nuevas normas de calidad del aire en lo referente a contaminación por dióxido de azufre y partículas.
- **R.D. 833/1975**, por el que se establecen valores límite para HCT, CO, Cl₂, HCl, compuestos de flúor, HF, H₂S, Sulfuro de carbono y partículas en sedimentales.
- **Ley 38/1972, de 22 de diciembre**. Por el que se establecen objetivos de protección del ambiente atmosférico.