

INFORME FINAL PREVIOZONO 2007

**PROGRAMA ESPECIAL DE VIGILANCIA DE LAS CONCENTRACIONES DE
OZONO TROPOSFÉRICO EN LA COMUNIDAD VALENCIANA**



**César Azorín Molina
Núria Castell i Balaguer
Enrique Mantilla Iglesias**

Fundación Centro de Estudios Ambientales del Mediterráneo

Trabajo preparado por la Fundación CEAM
para la Conselleria de Medi Ambient, Aigua, Urbanisme i Habitatge
de la Generalitat Valenciana



Índice

1. INTRODUCCIÓN.....	- 5 -
1.1. OBJETIVOS.....	- 6 -
1.2. CONTENIDO.....	- 6 -
1.3. ESTRUCTURA DEL INFORME.....	- 9 -
2. DESARROLLO Y DATOS UTILIZADOS.....	- 10 -
2.1. ALCANCE Y METODOLOGÍA.....	- 10 -
2.1.1. Personal.....	- 11 -
2.2. DATOS UTILIZADOS.....	- 12 -
2.2.1. Red de Calidad Ambiental de la Comunidad Valenciana.....	- 12 -
2.2.2. Información meteorológica.....	- 18 -
2.3. DESCRIPCIÓN DE LAS HERRAMIENTAS.....	- 18 -
2.3.1. Procesamiento de datos.....	- 18 -
2.3.2. Página web.....	- 19 -
2.3.3. Envío de mensajes.....	- 19 -
3. ANÁLISIS DE LOS NIVELES DE CONCENTRACIÓN DE OZONO.....	- 22-
3.1. RECUPERACIÓN DE DATOS DE OZONO.....	- 22 -
3.2. ESTADÍSTICA DESCRIPTIVA.....	- 24 -
3.3. CARACTERIZACIÓN ESTADÍSTICA DE ESTACIONES.....	- 29 -
3.3.1. Estadística referida a la normativa.....	- 34 -

3.3.2. Estadística referida a los sucesos.....	- 39 -
------------------------------------------------	--------

4. ANÁLISIS DE LAS JORNADAS CON SUPERACIÓN DEL UMBRAL DE INFORMACIÓN.....	- 40 -
----------------------------------------------------------------------------------	---------------

4.1. HISTORIAL DE SUPERACIONES EN LAS ESTACIONES DE LA RVVCCA.....	- 40 -
--------------------------------------------------------------------	--------

4.2. JORNADAS DEL 27 AL 29 DE AGOSTO DE 2007.....	- 42 -
---------------------------------------------------	--------

5. CONCLUSIONES	- 48 -
------------------------------	---------------

5.1. LÍNEAS FUTURAS.....	- 48 -
--------------------------	--------

6. AGRADECIMIENTOS	- 50 -
---------------------------------	---------------

BIBLIOGRAFÍA	- 51 -
---------------------------	---------------

1. INTRODUCCIÓN

La molécula de ozono, del griego οζειν (tener olor), es una forma alotrópica compuesta por tres átomos de oxígeno (O₃). En la troposfera se produce a través de complejas reacciones químicas, en presencia de luz solar, a partir de los óxidos de nitrógeno (NO_x, de origen principalmente antropogénico) y los compuestos orgánicos volátiles (COV, debidos a la actividad humana y a la vegetación). En consecuencia, el ozono se define como un contaminante secundario formado por reacciones fotoquímicas complejas que ocurren por acción de la radiación solar y, por tanto, no emitido por ninguna fuente de forma directa.

El ozono se presenta en dos capas de la atmósfera, la estratosfera (~12-50 km sobre el suelo) y la troposfera (~0-12 km sobre el suelo). El ozono estratosférico, más conocido con el nombre de capa de ozono u ozonofera (~20 km), actúa como filtro atrapando la radiación ultravioleta (rayos UV) de onda corta, que es nociva para la vida en la Tierra. En cambio, el ozono troposférico, principalmente el que se encuentra

más próximo a la superficie, es un contaminante cuando alcanza ciertas concentraciones, siendo un compuesto potencialmente peligroso debido a su elevada capacidad oxidante.

Sus efectos nocivos sobre la salud humana incluyen la irritación en el aparato respiratorio y los tejidos, con especial incidencia en grupos sensibles, niños, ancianos y personas con problemas respiratorios. En la vegetación puede afectar al crecimiento y fisiología de la vegetación, causando daños foliares y reducción en las cosechas y producción de semillas, pudiendo desembocar en alteraciones en el propio funcionamiento de los ecosistemas cuando aparece en elevadas concentraciones. En los materiales su elevado poder corrosivo, potencia los procesos de oxidación y envejecimiento.

Algunos estudios han estimado que las concentraciones de ozono troposférico son en la actualidad entre tres y cuatro veces superiores a las de época preindustrial, como resultado del incremento de emisiones de óxidos de nitrógeno por causa del tráfico rodado y la industria. En latitudes medias, como es el caso del área mediterránea y la Comunidad Valenciana, las mayores concentraciones de ozono tienen lugar durante la época cálida del año, es decir, aquella que transcurre entre mayo y septiembre. Esto se debe a un escenario meteorológico dominado por una circulación anticiclónica, condiciones de estabilidad atmosférica, escasez de nubosidad, elevada fracción de insolación y mayores niveles de radiación UV, temperaturas elevadas y circulaciones locales en régimen de brisas marinas, elementos atmosféricos que son proclives a una elevada reacción fotoquímica y, por ende, a la concentración del ozono troposférico. A ello se une un alto nivel de industrialización y una fuerte presión automovilística.

La normativa comunitaria sobre contaminación por ozono obliga a los estados miembros a realizar medidas periódicas de los niveles de concentración de ozono, con el fin de informar a la población de la superación de los umbrales legales establecidos en la Directiva 2002/3/CE (transpuesta en España a través del Real Decreto 1796/2003 del 26 de Diciembre), estimando con antelación la evolución de dicho contaminante en las situaciones de concentraciones elevadas.

El correcto cumplimiento de la normativa requiere tanto el diagnóstico de la distribución espacial de los niveles de contaminación, que se están registrando en cada momento, como un pronóstico a corto plazo de su evolución previsible. Con tales objetivos especificados en los mandatos de las Directivas, en la Comunidad Valenciana, la Conselleria de Medi Ambient, Aigua, Urbanisme i Habitatge de la Generalitat Valenciana, con el apoyo técnico de la Fundación CEAM, puso en marcha en el año 1999 el Programa Previozono.

1.1. Objetivos

El objetivo general del Programa Previozono es doble, y se resume en los siguientes apartados:

- Dar cobertura a los requerimientos en materia de información a la población, a través del seguimiento y vigilancia diaria de los niveles de concentración de ozono troposférico en la Red Valenciana de Vigilancia y Control de la Contaminación Atmosférica (RVVCCA).
- Profundizar en el conocimiento y caracterización de la contaminación por ozono en la Comunidad Valenciana.

Ambos objetivos se encuentran relacionados de forma sinérgica, puesto que el avance en el conocimiento sobre la dinámica del ozono se traduce en una mejora en la información ofrecida a la población.

1.2. Contenido

El programa de vigilancia Previozono 2007, en lo referente a su desarrollo técnico y de información a la población, siguió un cronograma de trabajo similar al realizado durante los años anteriores. Así, se elaboró un informe diario durante los meses de mayor probabilidad de superación de los umbrales de referencia (de mayo a septiembre), con un contenido relativo a:

- Resumen de los valores de concentración de ozono en las 24 horas anteriores.
- Valoración y/o previsión de los niveles de concentración registrados en función de las condiciones meteorológicas ocurridas.
- Estimación de la evolución esperable de las concentraciones para la siguiente jornada, con las correspondientes recomendaciones en caso de superación de los valores umbrales de información y alerta a la población.

En la página web (<http://www.cma.gva.es/previozono>) se puede consultar la información generada durante el programa de vigilancia 2007 además del informe diario correspondiente.

En caso de superación del umbral de información o de alerta en alguna cabina de las que componen RVVCCA se procede a la realización de un informe específico de la superación, donde siguiendo los requerimientos normativos se indica la hora, concentración registrada, duración y lugar de ocurrencia, además de detallar las condiciones meteorológicas dominantes durante la jornada y una previsión para el día siguiente. El contenido de este informe es remitido mediante un correo electrónico al Centro de Emergencias, con copia a la Conselleria de Medi Ambient, Aigua, Urbanisme i Habitatge.

Por último, una vez dado el aviso de la superación del umbral de información y/o alerta se activa el protocolo de envío de mensajes SMS a teléfonos móviles, mediante el cual se informa de la cabina en la que se ha producido la superación, la concentración alcanzada y la duración temporal de la ocurrencia, al conjunto de

personas subscritas a dicho servicio ofrecido por la Conselleria de Territori i Habitatge de la Generalitat Valenciana.

La información relativa al programa de vigilancia de los niveles de concentración de ozono troposférico en la Comunidad Valenciana está disponible en el portal del Programa Previozono, <http://www.cma.gva.es/previozono>, dividida en los siguientes ocho bloques principales:

(1) *Informe diario*: De mayo a septiembre, meses con mayor probabilidad de alcanzar valores elevados de concentración de ozono, se actualiza a diario un informe con el siguiente contenido:

- Resumen de los valores de concentración de ozono en las 24 horas anteriores.
- Diagnóstico de la situación general ocurrida en relación a los niveles de concentración registrados.
- Previsión de la evolución esperable de las concentraciones para la jornada siguiente.
- Resumen detallado sobre las condiciones meteorológicas y de evolución de las concentraciones de ozono más destacadas.
- Recomendaciones atendiendo a los niveles de concentración esperables.

En los meses periféricos, marzo, abril y octubre, se realiza una vigilancia de la evolución de los niveles de concentración de ozono, actualizándose diariamente la información referida a la superación o no de los umbrales legislados. Además, en caso de que ocurra o exista previsión de superación del umbral de información o alerta se procede a la elaboración de un informe similar al del periodo intensivo.

Al concluir el periodo de vigilancia se pone a disposición del público un resumen estadístico, en el que se presenta el cálculo de parámetros estadísticos descriptivos (máximos, medias y desviación típica) y gráficas explicativas relativas al comportamiento de los niveles de concentración de ozono en cada una de las estaciones de medida.

(2) *Información complementaria*. En esta sección se muestra información correspondiente a las concentraciones de ozono medidas en las estaciones de la RVVCCA durante la jornada de vigilancia. En ella se presenta gráficamente la evolución de algunas magnitudes con objeto de valorar el comportamiento diario de los niveles de concentración de ozono en la Comunidad Valenciana. Esta información gráfica se refiere a:

- Valores máximos horarios
- Concentración media
- Diferencia entre el máximo y mínimo (rango)

- Diferencia entre los valores máximos y medios de la jornada de vigilancia actual respecto a los registrados en la jornada anterior
- Valoración de las concentraciones de ozono relativas a las normales durante el mes en curso (calculadas como el promedio mensual en los años anteriores)

(3) *Informes pasados*. Conjunto de informes diarios anteriores realizados durante la campaña de vigilancia.

(4) *Superaciones*. Registro de las superaciones del umbral de información y/o alerta a la población en las estaciones de la RVVCCA, tanto durante el programa en curso como en periodos de vigilancia pasados. Se puede acceder al contenido del informe enviado a Protección Civil en el que se detallan las características del episodio (análisis meteorológico, duración, etc.). También se encuentra en esta sección una tabla en la que se muestran el número de superaciones del umbral de protección a la salud durante el año en curso.

(5) *Publicaciones*. Sección en la que pueden consultarse las noticias aparecidas en prensa relacionadas con el Programa Previozono o la contaminación por ozono en la Comunidad Valenciana. Además se encuentran disponibles los informes que al finalizar cada campaña prepara la Fundación CEAM para la Conselleria de Medi Ambient, Aigua, Urbanisme i Habitatge, así como artículos de divulgación y/o científicos.

(6) *Legislación*. Legislación vigente referente a las directivas promulgadas por la Unión Europea, y por el Estado Español.

(7) *Zonificación*. Descripción de la Red Valenciana de Vigilancia y Control de la Contaminación Atmosférica, y de la zonificación de la Comunidad Valenciana.

(8) *El ozono*. Preguntas más frecuentes relativas a este contaminante atmosférico.

1.3. Estructura del informe

A continuación se resumen los contenidos de las siguientes secciones que conforman el informe del Programa Previozono 2007:

Desarrollo y datos utilizados: Metodología y datos utilizados durante la ejecución del presente programa de vigilancia. Breve descripción de las herramientas desarrolladas y utilizadas durante el presente ejercicio del Previozono para facilitar el procesamiento de los datos de la Red Valenciana de Vigilancia y Control de la Contaminación Atmosférica (visualización, depuración, cálculos estadísticos, etc.).

Análisis de los niveles de concentración de ozono: Análisis de los niveles de concentración de ozono en el periodo de marzo a octubre del 2007. En esta sección se incluye la estadística relativa a la disponibilidad de datos diezminutales en las diferentes estaciones de la red, así como la estadística descriptiva de cada cabina y la referida a la normativa.

Análisis de las jornadas con superación del umbral de información: Estudio de las jornadas en las que se superó el umbral de información, analizando la situación meteorológica.

Conclusiones: Conclusiones relativas al ejercicio del Programa Previozono 2007, y líneas futuras a medio y largo plazo.

Agradecimientos

Bibliografía

2. DESARROLLO Y DATOS UTILIZADOS

En esta sección se describe la metodología empleada en el desarrollo diario del Programa Previozono 2007, así como las herramientas y los datos utilizados.

2.1. Alcance y metodología

Durante el periodo temporal de realización del Programa Previozono 2007 (marzo-octubre) se siguieron las mismas directrices que en las campañas anteriores.

El periodo de vigilancia se dividió en dos etapas, la vigilancia intensiva abarcó los meses centrales (mayo-septiembre) y la vigilancia laxa, los meses periféricos (marzo, abril y octubre). Esta división se realizó atendiendo a la menor o mayor probabilidad de registrarse superaciones de los umbrales de concentración de ozono legislados. Esta probabilidad es mayor durante la etapa principal ante el predominio de situaciones de estabilidad meteorológica y de condiciones favorables a una elevada formación fotoquímica de ozono y a una escasa renovación de la masa aérea, aunque no se considera despreciable la probabilidad de ocurrencia durante los meses periféricos.

En ambas etapas, tanto durante el periodo central como en el periférico, en caso de producirse niveles de concentración de ozono por encima del valor umbral de información o de alerta se elabora un informe detallando las características del episodio. Este informe se remite, con la mayor celeridad posible, al Centro de Emergencias de la Comunidad Valenciana para que se distribuya a través de los canales adecuados. A continuación se activa el servicio de información vía SMS a los usuarios dados de alta en el mismo.

La información diaria referente a los niveles de concentración de ozono y a las superaciones registradas está ubicada en una página web dedicada al Programa Previozono dentro del servidor de la Conselleria de Medi Ambient, Aigua, Urbanisme i Habitatge (<http://www.cma.gva.es/previozono>). Esta web varía su contenido dependiendo del periodo de vigilancia en el que se encuentre el programa. Durante el periodo central se actualiza diariamente la siguiente información:

(a) Informe diario

- Los datos de los promedios de 24 horas (de 16 a 16h UTC) y de los máximos de los promedios horarios entre las 00h y las 16h UTC, así como de los máximos de los promedios octohorarios durante el mismo periodo temporal para cada una de las estaciones de la RVVCCA.

- Un análisis de lo ocurrido durante la anterior jornada de vigilancia, tanto en lo referente a la evolución de los niveles de ozono, como en las condiciones meteorológicas.
- Un mapa sinóptico con la predicción de la situación atmosférica prevista a las 12h UTC, según el modelo HIRLAM de la Agencia Estatal de Meteorología (AEMET).
- La predicción de la evolución cualitativa de los niveles de ozono y de la situación meteorológica durante la siguiente jornada de vigilancia.
- Un mapa de la zonificación preestablecida de la Comunidad Valenciana, sobre el que se actualiza la probabilidad de superación del umbral de información en cada una de las zonas.
- Una síntesis, breve y concreta, en la que se incluyen los aspectos más relevantes de la predicción.
- Las recomendaciones recogidas en el Real Decreto 1494/1995, en el caso de que se prevea la superación del umbral de información.

(b) Información complementaria compuesta por gráficas

- Gráfica 1: Muestra las concentraciones medias y máximas horarias durante la jornada de vigilancia
- Gráfica 2: Se presenta el rango de valores (diferencia entre el valor máximo y mínimo) de los niveles de concentración de ozono durante la jornada de vigilancia.
- Gráfica 3: Se presentan las diferencias entre los valores medios y máximos de la jornada de vigilancia, con los alcanzados en la jornada anterior.
- Gráfica 4: Muestra la diferencia porcentual entre los valores medio diario y máximo horario respecto a las correspondientes medias mensuales normales calculadas para cada estación.
- Gráfica 5: Se presenta un mapa de la zonificación preestablecida de la Comunidad Valenciana, actualizándose diariamente la probabilidad de superación de los umbrales designados por la normativa vigente en cada una de las zonas.

El contenido de la página durante los meses de marzo, abril y octubre se modifica atendiendo a la menor probabilidad de producirse superaciones del umbral de información. Por este motivo, durante estos tres meses se actualiza la página centrándose en proporcionar una visión general sobre la evolución de los niveles de concentración y en notificar posibles superaciones en cualquiera de las cabinas de la RVVCCA.

2.1.1. Personal. La responsabilidad de la vigilancia del comportamiento de los niveles de ozono y la elaboración del informe diario recayó, durante la vigencia del Programa de Vigilancia Previozono 2007, en el personal de la Fundación CEAM: Núria Castell, Enrique Mantilla y Miguel Ángel Hernández, además del personal cualificado

de la Conselleria de Medi Ambient, Aigua, Urbanisme i Habitatge: José Vicente Miró, Rafael Orts, Lucía Juan, Miguel Poquet y Mercedes Tomás.

2.2. Datos utilizados

Para el cumplimiento del objetivo de información a la población se utilizó la información en superficie ofrecida por la Red Valenciana de Vigilancia y Control de la Contaminación Atmosférica y por la red de torres meteorológicas perteneciente a la Fundación CEAM, e información meteorológica confeccionada, tanto por la Agencia Estatal de Meteorología (AEMET) como por el Instituto Británico de Meteorología (Met Office), relativa a mapas de presión atmosférica en superficie y en altura, así como información elaborada por el departamento de meteorología del CEAM (CEAMET; <http://www.gva.es/ceamet/>).

2.2.1. Red de Calidad Ambiental de la Comunidad Valenciana. La medida y adquisición de los niveles de concentración de ozono, entre otros contaminantes y variables meteorológicas, se lleva a cabo mediante la Red Valenciana de Vigilancia y Control de la Contaminación Atmosférica, propiedad de la Generalitat Valenciana.

En la actualidad la RVVCCA cuenta con 41 estaciones, entre fijas y móviles, dotadas todas ellas con analizadores automáticos que proporcionan promedios diezminutales de la concentración de ozono.

En la tabla 1 se describen los sensores de los que consta cada una de las estaciones, y en la figura 1 se muestra su distribución espacial.



Figura 1: Estaciones de la Red Valenciana de Vigilancia y Control de la Contaminación Atmosférica (RVVCCA) de la Comunidad Valenciana utilizadas durante la campaña Previozono 2007

Tabla 1: Sensores en funcionamiento en cada una de las cabinas que componen la RVVCCA utilizadas en el Previozono 2007. "Meteo" equivale a disponer de medidas de velocidad y dirección del viento, radiación neta, precipitación, temperatura, presión, humedad relativa

ESTACIÓN	SO2	CO	NO	NO2	NOx	O3	PST	CH4	HNM	Meteo
Zorita	X		X	X	X	X				
Coratxar	X		X	X	X	X	X			X
Morella	X		X	X	X	X				X
Vallibona	X		X	X	X	X				
Vilafranca	X		X	X	X	X	X			X
Sant Jordi	X		X	X	X	X				
T.Endomenech	X	X	X	X	X	X				X
Cirat	X	X	X	X	X	X				
Alcora	X	X	X	X	X	X				
Onda	X		X	X	X	X	X			X
Peñeta	X		X	X	X	X	X			X
Grao	X	X	X	X	X	X	X			
Ermita	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
Burriana	X	X	X	X	X	X				X
Viver	X	X	X	X	X	X				X
Sagunt-Nord	X	X	X	X	X	X	X			
Port de Sagunt	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
Villar Arzobispo	X	X	X	X	X	X				X
L'Elia	X	X	X	X	X	X				X
Facultats	X	X	X	X	X	X	X			
Paterna-Ceam	X	X	X	X	X	X	X			
Quart de Poblet	X	X	X	X	X	X	X			
Viveros	X	X	X	X	X	X	X			
N.Centro	X	X	X	X	X	X	X			
Aragón	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
Linares	X	X	X	X	X	X	X			
Pista de Silla	X	X	X	X	X	X	X			
Caudete	X	X	X	X	X	X				X
Alzira	X	X	X	X	X	X				X
Ontinyent	X	X	X	X	X	X				X
Verge	X	X	X	X	X	X	X			
Benigánim	X	X	X	X	X	X				X
Gandía	X	X	X	X	X	X	X			
Benidorm	X	X	X	X	X	X	X			
Monover	X	X	X	X	X	X				X
Renfe	X	X	X	X	X	X	X			X
El Pla	X	X	X	X	X	X	X			
San Vicente	X					X				
Elx2	X	X	X	X	X	X	X			
Agroalimentari	X	X	X	X	X	X	X			X
Orihuela	X	X	X	X	X	X				X

(a) Especificaciones del sensor de ozono

A continuación se describen brevemente las especificaciones técnicas del sensor de ozono utilizado en la RVVCCA. Para mayor información sobre éste y el resto de sensores puede consultarse la página web del fabricante (<http://www.dasibi.com>) o la página web de la empresa suministradora (<http://www.sirsa.es>).

El modelo utilizado en la totalidad de las estaciones de la Red Valenciana de Vigilancia y Control de la Contaminación Atmosférica es el DASIBI 1008-RS. Las medidas se realizan en continuo, de acuerdo a la tecnología estándar de absorción ultravioleta, que sigue los criterios establecidos por la *U.S. Environmental Protection Agency* (U.S. EPA) y por la ISO 13964 (1998). En la tabla 2 se muestran las especificaciones técnicas del analizador de ozono.

Tabla 2: Descripción técnica del analizador de ozono

<i>Analizador de ozono</i>	
Margen de medida	0-1000ppb (0-2000 µg/m ³)
Precisión	1 ppb (2 µg/m ³)
Límite detección	1 ppb (2 µg/m ³)
Margen temperatura	0 – 45 °C
<i>Tiempo de respuesta:</i>	
Manual	2 minutos
Automático	5 – 10 minutos

Las mediciones son almacenadas por el sistema de adquisición de datos en promedios diezminutales, siendo ésta la mayor resolución temporal a la que se puede acceder.

(b) Tipos de emplazamiento

Las cabinas que componen la RVVCCA presentan características diferentes en respuesta a la compleja orografía de la Comunidad Valenciana. En la tabla 3 se muestra una clasificación de las cabinas, desarrollada atendiendo a la recogida en la *European Topic Centre on Air and Climate Change* (ETC/ACC), considerada como estándar para el intercambio de información dentro de la Unión Europea (tabla 4). También se recoge en esta tabla la posición relativa de los emplazamientos dentro de las cuencas aéreas del entorno mediterráneo (tabla 5).

Tabla 3: Clasificación de las estaciones de la Red Valenciana de Vigilancia y Control de la Contaminación Atmosférica atendiendo a las clasificaciones establecidas en las tablas 4 y 5

ESTACIONES	Nivel 1	Nivel 2	Nivel 3	Nivel 4
Zorita	Rural	Fondo	Res	VI
Coratxar	Rural	Industrial	Natural	AI
Morella	Rural	Industrial	Natural	AI
Vallibona	Rural	Industrial	Natural	AI
Vilafranca	Rural	Industrial	Agr	VI
Sant Jordi	Rural	Fondo	Agr	C
T.Endomenech	Rural	Fondo	Res	C
Cirat	Rural	Fondo	Res	AI
Alcora	Urbana	Fondo	Industrial	AI
Onda	Suburbana	Industrial	Res-Ind	ME
Peñeta	Suburbano	Industrial	Res-Ind	AC
Grao	Suburbana	Industrial	Res-Ind	C
Ermita	Rural	Industrial	Agr	C
Burriana	Rural	Fondo	Industrial	C
Viver	Rural	Fondo	Res	AI
Sagunt-Nord	Suburbana	Fondo	Res	C
Port de Sagunt	Urbana	Tráfico	Res-Ind	C
Villar Arzobispo	Suburbana	Fondo	Res	AI
L'Elia	Suburbana	Fondo	Res	ME
Facultats	Urbana	Tráfico	Res	C
Paterna-Ceam	Suburbana	Tráfico	Res	C
Quart de Poblet	Urbana	Tráfico	Res-Ind	C
Viveros	Suburbana	Fondo	Res	C
N.Centro	Urbana	Tráfico	Res-Com	C
Aragón	Urbana	Tráfico	Res	C
Linares	Urbana	Tráfico	Res-Com	C
Pista de Silla	Urbana	Tráfico	Res	C
Caudete	Rural	Fondo	Res	ME
Alzira	Rural	Fondo	Res-Ind	C
Ontinyent	Rural	Fondo	Res	AI
Verge	Urbana	Tráfico	Res	VI
Benigánim	Suburbana	Fondo	Res	ME
Gandía	Suburbana	Fondo	Res	C
Benidorm	Suburbana	Fondo	Res	C
Monover	Suburbana	Industrial	Ind	AI
Renfe	Urbana	Tráfico	Res-Com-Ind	C
El Pla	Urbana	Fondo	Res-Com	C
San Vicente	Urbana	Industrial	Res-Ind	ME
Elx2	Urbana	Tráfico	Res	C
Agroalimentari	Suburbana	Industrial	Ind	C
Orihuela	Suburbana	Fondo	Res-Com	C

Tabla 4: Clasificación de tipos de emplazamientos establecidos en la Decisión del Consejo 97/101/CEE para el intercambio de información

Nivel 1	Según el grado de urbanización del entorno próximo
Urbano	Zona totalmente urbanizada, con excepción de los parques urbanos.
Suburbano	Zona en parte urbanizada mezclada con áreas no urbanizadas.
Rural	Las que no son urbanas ni suburbanas.
Nivel 2	Según el origen de las concentraciones
Tráfico	Concentraciones determinadas por emisiones de tráfico rodado en sus inmediaciones.
Industrial	Influidas significativamente por emisiones cercanas de fuentes industriales o áreas industriales con muchas fuentes.
Fondo	Estaciones ubicadas de manera que el nivel de contaminación medido no está significativamente y directamente influenciado por las emisiones de una fuente puntual identificable, pero sí de forma indirecta debido al régimen de vientos.
Nivel 3	Según la actividad dominante en el entorno inmediato
Residencial	
Industrial	
Comercial	
Agrícola	
Natural	

Tabla 5: Posición relativa de los emplazamientos dentro de un escenario típico, identificable en las cuencas aéreas del entorno mediterráneo

Nivel 4	Según la posición relativa en la cuenca aérea mediterránea
AI	Altura en el interior.
VI	Fondo de valle en el interior.
ME	Media elevación en distancias intermedias entre la costa y el interior.
AC	Costa en altura.
C	Costa a nivel del mar.

(c) Control de calidad de los datos

Este proceso consta de dos niveles, dando como resultado final el conjunto de datos a partir de los cuales se realiza el informe diario.

- El primer nivel se realiza de forma automática y en tiempo real por el Sistema de Adquisición de Datos (SAD). En este nivel se filtran los datos erróneos debidos a autocalibración o a un funcionamiento anómalo del equipo.
- El segundo control, realizado por personal de la Fundación CEAM, es manual y consiste en la visualización de las series de datos con el fin de detectar posibles anomalías.

2.2.2. Información meteorológica. Tal y como se ha comentado en la introducción, el ozono es un contaminante fotoquímico secundario cuyos precursores principales son los óxidos de nitrógeno y los compuestos orgánicos volátiles. Sin embargo, el ozono troposférico no sólo se forma en las áreas de emisión de precursores, sino que su formación se da también en una escala regional. Por este motivo se requiere del estudio de las condiciones de dispersión -suma de los fenómenos de transporte y difusión- de las masas aéreas, con el fin de evaluar la distribución de los niveles de ozono en la Comunidad Valenciana.

A la hora de analizar y predecir el comportamiento de los niveles de concentración es necesario tener como referencia la información meteorológica. Para ello se utilizan diferentes modelos de predicción a escala sinóptica, además de información referente a imágenes satelitales a escala continental e información en superficie proporcionada por la red de torres meteorológicas del CEAM a escala local.

2.3. Descripción de herramientas

El personal de la Fundación CEAM tiene a su disposición diferentes herramientas, desarrolladas por el personal científico o suministradas por la Conselleria de Medi Ambient, Aigua, Urbanisme i Habitatge, con el fin de agilizar el procesamiento de datos de la Red Valenciana de Vigilancia y Control de la Contaminación Atmosférica (visualización, depuración, cálculos estadísticos, etc.) y la distribución a la población (página web, envío de mensajes informando de superaciones del umbral de información, etc.).

2.3.1. Procesamiento de datos. El procesamiento de los datos dentro del Programa Previozono se divide en cuatro fases, realizadas a través de programas específicos.

- *Bajada de datos:* Exportación de los datos acumulados en la Conselleria de Medi Ambient, Aigua, Urbanisme i Habitatge. Se realizan cuatro bajadas

diarias para controlar la evolución de los niveles de concentración de ozono, siendo a las 18h cuando se realiza la última bajada antes de la elaboración del informe.

- *Control de calidad:* Visualización de la serie temporal de concentración de ozono en cada cabina y eliminación manual de valores erróneos.
- *Cálculo de estadísticos:* Obtención de los parámetros estadísticos a partir de las series temporales validadas.
- *Representación gráfica:* Elaboración de las gráficas concernientes a la información complementaria.

2.3.2. Página web. El contenido de la página web está desarrollado en el apartado 1, donde se comenta toda la información disponible en el portal.

En la figura 2 se muestra el aspecto de la página destinada al Programa Previozono, a la cual se puede acceder desde un enlace en el portal de la Conselleria de Medi Ambient, Aigua, Urbanisme i Habitatge de la Generalitat Valenciana (<http://www.cma.gva.es>) o directamente desde <http://www.cma.gva.es/previozono>.

2.3.3. Envío de mensajes en caso de superación del umbral de información. Atendiendo al objetivo de información a la población sobre la calidad del aire, la Conselleria de Medi Ambient, Aigua, Urbanisme i Habitatge, a través de la Dirección General de Calidad Ambiental, dispone de un servicio de mensajería a móviles, con posible suscripción mediante el envío de un SMS con la palabra OZONO al nº 5110, que permite estar informado a través de un mensaje de teléfono móvil de todas las superaciones del Umbral de Información o de Alerta del Ozono Troposférico que ocurran durante el periodo del Programa Previozono en cualquier estación de la Comunidad Valenciana.

El mensaje a recibir consiste en un envío de la Conselleria de Medi Ambient, Aigua, Urbanisme i Habitatge informando en qué estación de la RVVCCA ha ocurrido la superación del umbral de ozono, e incluyendo la hora y fecha de dicha superación, así como la concentración alcanzada, se recuerda también la dirección de la página web del Previozono, donde puede consultarse información más detallada.

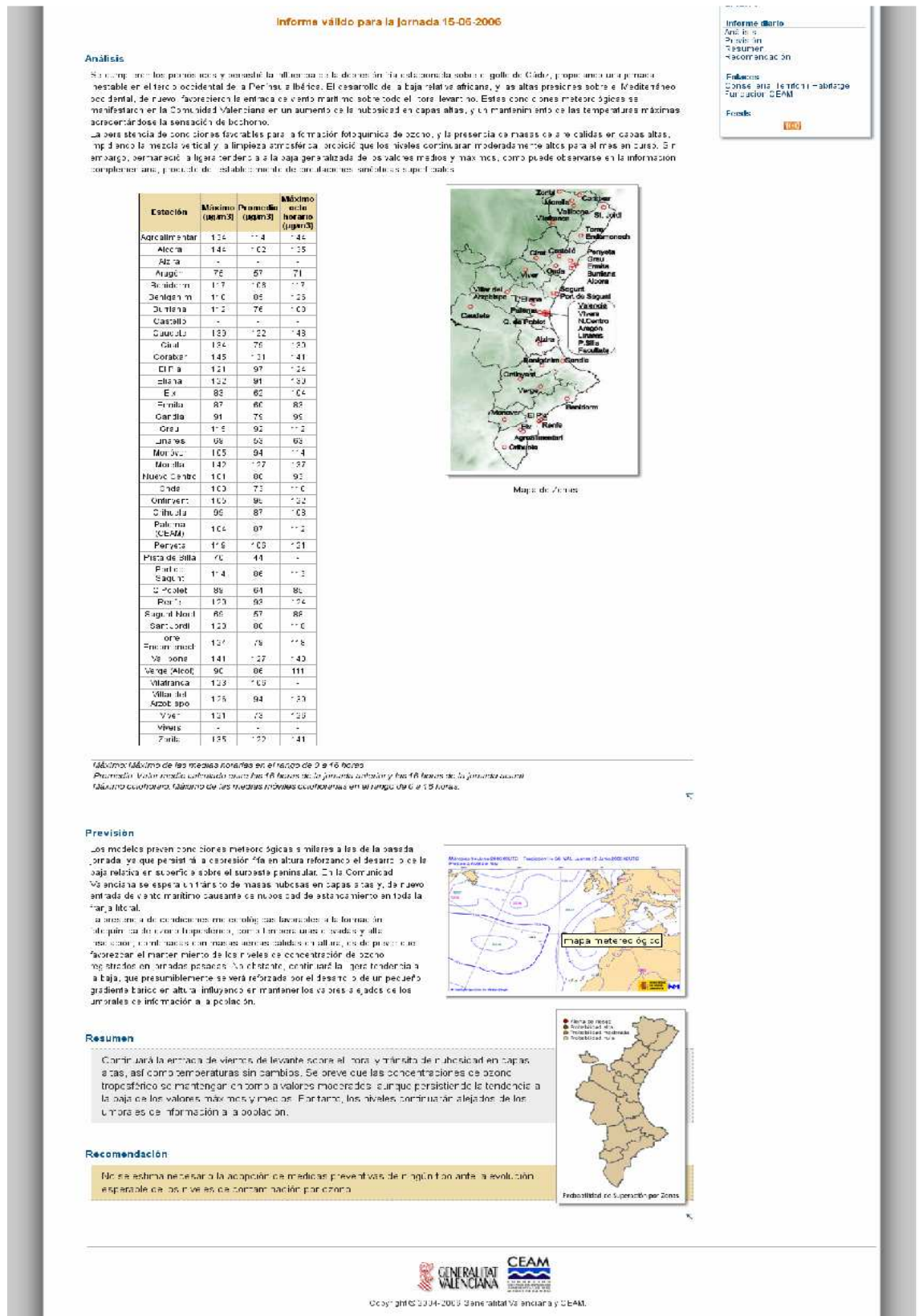


Figura 2a: Aspecto del informe diario consultable a traves de la página web dedicada al Programa Previozono

Previozono 2008 - Mozilla Firefox 3 Beta 3

File Edit View History Bookmarks Tools Help

http://www.cth.gva.es/ftp/ozono/html/ilaxo.shtml

Previozono 2008

Informe diario

Durante los meses de marzo y abril se actualiza diariamente un informe sintetizando la información relativa al diagnóstico de la situación en las 24 horas anteriores, y las recomendaciones oportunas.

En el portal de la Conselleria de medi ambient, aigua, urbanisme i habitatge, pueden consultarse los niveles de concentración de ozono actualizados con un intervalo horario.

Informe válido para la jornada 07-03-08

Análisis

Durante el transcurso de la pasada jornada de vigilancia NO se ha superado el umbral de información/alerta en ninguna de las estaciones de la Red Valenciana de Vigilancia y Control de la Contaminación Atmosférica.

Recomendación

No se estima necesario la adopción de medidas preventivas de ningún tipo ante la evolución esperable de los niveles de contaminación por ozono.

Previozono

Programa de vigilancia de los niveles de ozono troposférico en la Comunidad Valenciana

Contenidos

- Informe diario
- Superaciones
- Publicaciones
- Legislación
- Zonificación
- El ozono

Informe diario

- Análisis
- Recomendación

Enlaces

- Conselleria Medi Ambient
- Fundación CEAM

SMS

Subscríbete al servicio de información enviando **OZONO** al 5110.
(Servicio gratuito salvo el coste del mensaje de activación: 0,30€+IVA)

Feeds

(0)

GENERALITAT VALENCIANA

CEAM
COMISSIÓ INTERDEPARTAMENTAL DE L'ATMOSFERA MEDITERRÀNICA

Copyright © 2004-2008 Generalitat Valenciana y CEAM.

Done

Figura 2b: Página de información sobre los niveles de ozono durante el periodo laxo (marzo, abril y octubre). Consultable a través de la página web dedicada al Programa Previozono

3. ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LOS NIVELES DE CONCENTRACIÓN DE OZONO

En este apartado se detalla la estadística de los datos de ozono registrados en la Red Valenciana de Vigilancia y Control de la Contaminación Atmosférica durante la campaña Previozono 2007. La sección se divide en tres apartados principales:

- Recuperación de datos válidos de ozono
- Estadística descriptiva
- Estadística referida a la normativa

3.1. *Recuperación de datos de ozono*

La recuperación de datos de ozono se refiere al porcentaje de medidas horarias de concentración utilizadas en la elaboración del informe. Se trata, por tanto, de una medida de la cobertura espacio-temporal de las concentraciones de ozono proporcionada por los monitores automáticos de captación de las estaciones de control de la contaminación atmosférica.

Tal y como recoge el Real Decreto 1796/2003 se requiere un porcentaje mínimo de valores para iniciar el cálculo estadístico. Al tomar la serie temporal de valores medios horarios como punto de partida a la hora de realizar los cálculos posteriores, se especifica que se debe disponer de un mínimo de 75% (45 minutos) de datos diezminutales suministrados por las cabinas. Teniendo en cuenta esta restricción, la tabla 6 muestra el porcentaje de valores horarios disponibles para el cálculo de las series temporales derivadas. Puede extraerse de la observación de la tabla que se dispone de una cobertura temporal y espacial de la evolución de las concentraciones de ozono durante los meses de marzo a octubre aceptable. Sin embargo, existen periodos temporales durante los cuales el número de valores horarios es menor que el requerido, por lo que la estadística es poco significativa. Esta ausencia de datos en las diversas estaciones puede deberse, entre otros motivos a:

- Averías en las comunicaciones.
- Caídas del suministro eléctrico.
- Problemas asociados a la superposición de señales de ruido sobre los datos registrados.
- Desplazamientos de líneas base.

Tabla 6. Porcentaje mensual y total (marzo-octubre) de medias horarias válidas durante el periodo Previozono 2007

Estación	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Total
1. Zorita	100	99	99	99	100	100	99	100	100
2. Coratxar	98	99	92	96	87	91	100	100	95
3. Morella	100	90	99	77	99	100	100	100	96
4. Vallibona	86	100	100	99	99	97	100	99	98
5. Vilafranca	99	100	99	55	96	94	93	97	92
6. Sant Jordi	100	99	100	100	100	100	100	100	100
7. T. Endomenech	85	99	100	100	100	99	88	100	96
8. Cirat	100	89	94	100	100	100	99	100	98
9. Patronat d'Esports	89	79	90	96	99	99	93	100	93
10. Penyeta	98	89	100	88	99	99	85	90	94
11. Grao	98	96	99	84	100	100	84	61	90
12. Ermita	94	86	99	87	96	100	100	100	95
13. Burriana	99	100	100	99	83	97	98	99	97
14. C.P. Marina	0	0	0	0	95	79	80	86	43
15. Alcora2	97	18	99	66	99	99	100	99	85
16. Onda	100	100	99	94	53	100	100	88	92
17. Viver	99	100	99	37	0	69	85	95	73
18. Torre Baja	99	98	100	48	0	0	0	0	43
19. Sagunt-Nord	100	100	98	99	100	99	99	99	99
20. Port de Sagunt	91	62	100	99	100	100	100	91	93
21. V. Arzobispo	82	64	100	99	83	94	100	71	87
22. L'Elia	99	100	100	100	95	100	100	88	98
23. CEAM	17	53	49	99	100	100	41	88	69
24. Quart de Poblet	99	84	91	93	83	73	78	97	88
25. Viveros	99	100	98	99	100	100	100	100	99
26. Nuevo Centro	81	100	99	98	100	99	100	100	97
27. Aragón	97	94	99	99	91	51	91	100	90
28. Linares	95	91	98	100	86	98	98	99	95
29. P. de Silla	98	98	89	99	100	100	80	60	90
30. Facultats	100	100	99	44	0	0	62	71	59
31. Caudete	98	100	100	100	100	86	100	99	98
32. Buñol	0	0	0	86	77	94	66	70	49
33. Alzira	100	100	99	100	97	100	88	95	97
34. Ontinyent	89	84	100	100	100	100	100	100	97
35. Verge	100	86	99	99	98	99	86	100	96
36. Gandía	67	80	100	100	90	91	84	100	89
37. Benigánim	97	98	99	99	99	99	68	100	95
38. Monover	99	87	99	100	100	99	91	100	97
39. Benidorm	93	100	100	100	100	100	100	84	97
40. El Pla	99	100	91	100	100	100	70	0	82
41. Renfe	85	100	99	99	99	100	20	55	82
42. Elx2	100	100	99	87	37	0	0	0	53
43. Agroalimentari	100	92	100	94	87	99	100	97	96
44. Orihuela	100	93	69	100	100	100	100	86	93
45. San Vicente	100	100	77	75	100	72	55	95	84

Los monitores de ozono que mayores incidencias registraron durante el Programa Previozono 2007 fueron las estaciones de Viver (73% de registros medios horarios), CEAM (69%), Facultats (59%), Elx2 (53%), Buñol (49%) y C.P. Marina y Torre Baja (43%). Las incidencias técnicas detectadas en estas cabinas se debieron principalmente a desplazamientos de los datos registrados hacia valores por encima, o por debajo, respecto de los datos registrados en estaciones próximas; salidas inestables en los monitores, en los cuales se podía observar una pauta anormal respecto a las medidas registradas en el histórico de estas estaciones o respecto a las medidas registradas en las estaciones de su entorno más próximo; falta de datos, ya fuera por la retirada del monitor de ozono por avería técnica, o por fallos en el sistema de comunicación, y el registro de datos constantes, en cuyo caso los valores registrados no presentaban variabilidad temporal alguna.

Otras estaciones de medida en las que se detectó un menor flujo de datos (<75%) durante algún periodo temporal concreto del Previozono 2007 fueron las siguientes: Vilafranca, El Grao, Alcora 2, Onda, Port de Sagunt, Villar del Arzobispo, Quart de Poblet, Aragón, P. de Silla, Gandía, Benigánim, El Pla, Renfe, Orihuela y San Vicente del Raspeig.

3.2. Estadística descriptiva

En este subapartado se muestra un resumen estadístico de las series de promedios diarios, máximos horarios diarios, máximos octohorarios diarios de concentración de ozono en cada una de las cabinas de la Red Valenciana de Vigilancia y Control de la Contaminación Atmosférica utilizadas en el desarrollo del Programa Previozono 2007, comprendido entre marzo y octubre. Estas series de valores característicos de la evolución de las concentraciones diarias, y posteriores parámetros estadísticos se calculan siguiendo los criterios especificados en la Directiva 97/101/CE del Consejo, recogidos en la tabla 7.

Tabla 7: Criterios para agregar datos y calcular los parámetros estadísticos

Parámetro	Porcentaje requerido de datos
Valores horarios	75% (45 minutos)
Valores octohorarios	75 % de los valores (6 horas)
Máximos diario de las medias octohorarias de periodos octohorarios móviles	75% de los promedios octohorarios móviles (18 promedios octohorarios diarios)
AOT40	90 % de los valores horarios durante el periodo de tiempo definido para calcular el valor AOT40
Número de superaciones y valores máximos mensuales	90% de los valores máximos diarios de las medias octohorarias (27 valores diarios disponibles por mes)

Las tablas siguientes recopilan los valores medios mensuales y desviaciones típicas correspondientes a las series temporales de valores horarios, valores máximos diarios y

valores máximos octohorarios durante el Programa Previozono 2007. Como guía a la hora de visualizar las tablas hay que tener como referencia que han sido realizadas imponiendo la condición de que al menos existiera el 90% (mínimo 27 medidas) de datos válidos durante cada mes, motivo por el cual hay celdas sin datos identificando los meses que no satisfacen esta condición. Los resultados obtenidos apenas varían en comparación a las campañas anteriores. Las conclusiones más significativas son las siguientes:

- La tabla 8 presenta la media mensual obtenida a partir de las medias diarias para cada cabina. Los valores más elevados se registran, aunque no exento de alguna excepción local, en las cabinas de medida de las comarcas del interior de Castellón: Els Ports-Maestrat. El valor medio máximo de ozono para cada mes se concentra en las estaciones de Vallibona (abril $110 \mu\text{g}/\text{m}^3$; mayo $99 \mu\text{g}/\text{m}^3$, y junio $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$) y Morella (marzo $93 \mu\text{g}/\text{m}^3$; julio $101 \mu\text{g}/\text{m}^3$; agosto $112 \mu\text{g}/\text{m}^3$; septiembre $106 \mu\text{g}/\text{m}^3$, y octubre $93 \mu\text{g}/\text{m}^3$). Los meses centrales del verano representan la época con valores medios más elevados. En cambio, el valor medio mínimo se registra en las estaciones emplazadas en zonas próximas a las fuentes de precursores, tales como grandes núcleos urbanos o polígonos industriales. La cabina situada en la Pista de Silla registra valores medios mínimos en marzo ($27 \mu\text{g}/\text{m}^3$), abril ($26 \mu\text{g}/\text{m}^3$), mayo ($29 \mu\text{g}/\text{m}^3$), junio ($30 \mu\text{g}/\text{m}^3$) y agosto ($35 \mu\text{g}/\text{m}^3$), mientras la estación de medida situada en la calle Aragón (Valencia) los concentra en julio ($25 \mu\text{g}/\text{m}^3$), septiembre ($24 \mu\text{g}/\text{m}^3$) y octubre ($17 \mu\text{g}/\text{m}^3$). Nótese que el valor medio mínimo absoluto se registra en el periodo laxo, concretamente en octubre.
- La tabla 9 muestra el promedio mensual de los valores máximos horarios. Las comarcas de Els Ports-Maestrat (Castellón), Requena-Utiel y Rincón de Ademuz (Valencia) registran los valores más elevados durante los meses de vigilancia: Torrebaja (marzo $115 \mu\text{g}/\text{m}^3$ y abril $129 \mu\text{g}/\text{m}^3$), Caudete de las Fuentes (junio y julio $129 \mu\text{g}/\text{m}^3$) y Morella (agosto $130 \mu\text{g}/\text{m}^3$; septiembre $123 \mu\text{g}/\text{m}^3$, y octubre $105 \mu\text{g}/\text{m}^3$). Esta concentración de los picos máximos de ozono en el interior responde principalmente a la dinámica de transporte de los contaminantes emitidos en las áreas precursoras (grandes núcleos urbanos y centros industriales). El proceso de dispersión se realiza a favor de las brisas marinas que transportan los contaminantes hacia el interior. Además, las reacciones fotoquímicas que operan durante el tiempo de residencia de los contaminantes primarios favorece paralelamente la concentración de ozono en las cabinas del interior, principalmente en verano al existir condiciones meteorológicas favorables. La única excepción se detecta en la cabina de Agroalimentari en Alicante, que también registra promedios mensuales elevados, como lo es el máximo absoluto de $134 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en el mes de mayo.
- La tabla 10 recopila la estadística de los promedios mensuales de los máximos octohorarios diarios de ozono en las cabinas de la RVVCCA. En esta tabla se ponen de manifiesto las mismas características que en las anteriores, con valores más elevados durante los meses de vigilancia en las comarcas de Els Ports-Maestrat (Castellón), Requena-Utiel y Rincón de Ademuz, observándose la existencia de cabinas en las que los valores promedios se sitúan por encima del umbral de protección a la salud ($120 \mu\text{g}/\text{m}^3$) de abril a agosto: abril (Torrebaja $121 \mu\text{g}/\text{m}^3$), mayo (Agroalimentari $125 \mu\text{g}/\text{m}^3$), junio (Caudete de las Fuentes $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$), y agosto (Morella $124 \mu\text{g}/\text{m}^3$).

Tabla 8. Media mensual de los valores medios diarios, siendo x el valor medio y σ la desviación tipo. Tanto x como σ han sido calculados a partir del 90% de los valores medios válidos

Estación	Mar.		Abr.		May.		Jun.		Jul.		Ago.		Sep.		Oct.	
	x	σ	x	Σ	x	σ	X	σ	x	σ	x	σ	x	σ	x	Σ
Zorita	74	15	81	10	77	18	81	19	84	14	85	16	73	11	53	13
Coratxar	71	13	88	15	79	18	81	18	79	16	96	21	89	12	73	11
Morella	93	11	104	19	98	18	---	---	101	15	112	18	106	12	93	10
Vallibona	92	21	110	15	99	19	100	18	91	14	96	23	93	13	78	11
Vilafranca	86	9	79	9	75	17	---	---	85	10	83	18	71	9	62	10
Sant Jordi	71	10	77	9	83	17	75	10	67	7	72	10	70	8	59	7
T. Endom.	62	18	72	11	74	19	60	12	56	8	66	13	58	12	43	12
Cirat	77	8	76	14	79	18	70	14	69	8	70	14	63	12	51	11
P.d'Esports	49	20	---	---	63	24	61	12	54	11	64	11	54	16	42	13
Penyeta	77	19	83	20	86	18	74	18	69	9	80	8	---	---	66	15
Grao	58	22	65	21	66	21	---	---	55	8	62	11	50	14	---	---
Ermita	41	17	46	15	52	20	42	12	37	8	47	9	42	11	33	14
Burriana	50	15	50	12	52	15	43	6	30	6	37	7	31	6	29	11
CP Marina	---	---	---	---	---	---	---	---	72	16	---	---	---	---	55	16
Alcora2	73	21	---	---	79	15	---	---	57	10	67	9	59	11	46	14
Onda	78	12	80	13	83	15	73	13	---	---	77	12	68	12	53	10
Viver	71	8	75	10	75	15	---	---	---	---	---	---	57	15	52	9
Torre Baja	87	10	91	11	86	14	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
Sagunt-N	45	11	41	8	49	15	43	9	40	7	54	10	48	8	38	13
P. Sagunt	58	18	---	---	71	18	67	12	62	9	67	10	63	9	48	17
V. Arzob.	72	14	---	---	76	13	74	13	66	15	69	12	64	8	---	---
L'Eliana	66	12	65	14	75	15	71	11	64	7	70	9	58	12	37	15
CEAM	---	---	---	---	---	---	69	10	69	7	73	8	---	---	28	12
Q. Poblet	32	9	---	---	33	10	32	7	32	8	---	---	---	---	23	11
Viveros	50	14	56	15	58	15	55	10	48	8	56	8	46	11	28	13
N. Centro	33	13	36	13	42	14	39	9	37	7	41	8	37	9	22	12
Aragón	32	11	33	12	36	12	32	7	25	7	---	---	24	7	17	9
Linares	29	9	37	14	37	13	41	8	40	7	44	9	35	8	22	13
P. de Silla	27	8	26	8	29	9	30	5	30	5	35	6	---	---	---	---
Facultats	53	11	59	13	52	18	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
Caudete	81	12	96	11	89	14	95	19	91	12	83	22	82	12	68	10
Buñol	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	65	12	---	---	---	---
Alzira	64	13	68	12	83	13	80	11	64	12	63	6	55	12	46	14
Ontinyent	76	14	---	---	83	8	81	15	77	8	76	11	69	11	58	9
Verge	65	11	57	13	67	9	71	14	75	14	79	14	68	15	56	11
Gandía	---	---	---	---	76	10	66	14	61	15	59	15	---	---	42	15
Benigánim	65	14	61	11	71	10	73	12	68	8	61	7	---	---	36	12
Monover	76	10	84	14	83	7	81	13	77	12	77	10	67	12	57	10
Benidorm	78	17	88	12	88	9	81	15	71	10	77	10	75	9	64	11
El Pla	58	14	64	11	70	13	70	15	64	12	66	9	---	---	---	---
Renfe	54	14	61	13	54	12	61	10	37	10	38	7	---	---	---	---
Elx2	56	12	60	14	66	12	58	21	---	---	---	---	---	---	---	---
Agroalim.	81	10	81	18	94	10	89	16	78	16	86	14	80	13	64	14
Orihuela	45	9	47	10	---	---	53	10	48	7	48	5	42	7	29	9
S. Vicente	52	11	55	12	---	---	---	---	78	11	---	---	---	---	63	16

Tabla 9. Media mensual de los valores máximos diarios, siendo x el valor medio y σ la desviación tipo. Tanto x como σ han sido calculados a partir del 90% de los valores máximos válidos

Estación	Mar.		Abr.		May.		Jun.		Jul.		Ago.		Sep.		Oct.	
	x	σ	x	Σ	x	σ	X	σ	x	σ	x	σ	x	σ	x	σ
Zorita	104	12	121	16	112	19	117	21	117	17	121	25	110	14	90	12
Coratxar	86	12	102	15	98	18	103	17	104	14	119	21	108	15	86	11
Morella	105	14	120	15	116	20	---	---	121	16	130	22	123	16	105	9
Vallibona	108	14	125	16	118	23	122	19	113	14	119	22	111	17	92	11
Vilafranca	102	13	99	13	96	18	---	---	116	18	114	26	100	18	82	9
Sant Jordi	92	12	109	12	110	17	107	14	97	11	102	15	102	14	86	12
T. Endom.	91	10	108	17	106	18	99	16	90	11	100	15	95	13	75	11
Cirat	98	11	111	20	111	18	109	21	111	17	114	19	104	16	79	13
P.d'Esports	87	20	---	---	101	20	96	15	83	14	94	13	90	16	75	14
Penyeta	101	18	117	17	120	17	111	18	99	13	106	14	---	---	88	12
Grao	95	22	109	19	107	15	---	---	92	13	98	12	98	15	---	---
Ermita	80	17	90	13	89	18	80	17	68	12	76	11	82	14	69	15
Burriana	88	15	94	14	95	13	84	12	62	9	67	7	68	9	59	10
CP Marina	---	---	---	---	---	---	---	---	108	17	---	---	---	---	96	15
Alcora2	108	15	---	---	118	16	---	---	100	15	107	16	102	17	85	15
Onda	103	14	114	18	118	16	113	17	---	---	112	14	107	15	82	14
Viver	93	11	106	18	105	18	---	---	---	---	---	---	100	18	77	11
Torre Baja	115	10	129	14	119	15	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
Sagunt-N	78	14	74	17	81	17	71	15	69	14	88	15	82	11	70	18
P. Sagunt	90	17	---	---	111	18	105	16	98	11	99	11	99	13	82	19
V. Arzob.	94	13	---	---	103	17	116	25	116	19	116	23	103	19	---	---
L'Eliana	102	15	113	17	118	19	117	20	109	14	112	16	100	19	77	19
CEAM	---	---	---	---	---	---	104	15	105	11	110	14	---	---	49	18
Q. Poblet	52	8	---	---	55	9	52	8	53	10	---	---	---	---	47	15
Viveros	84	12	95	14	95	14	87	12	76	10	87	10	79	12	62	17
N. Centro	69	10	73	15	79	16	72	14	65	8	74	11	72	13	53	20
Aragón	64	13	67	13	66	13	56	12	43	10	---	---	46	9	44	17
Linares	60	13	74	18	70	19	71	13	68	12	75	11	66	13	49	22
P. de Silla	50	7	50	8	51	9	47	6	46	7	55	10	---	---	---	---
Facultats	84	14	98	16	84	23	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
Caudete	104	12	122	16	116	16	129	26	129	16	129	23	117	18	95	12
Buñol	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	110	19	---	---	---	---
Alzira	102	15	119	18	131	16	126	18	103	13	105	15	101	14	87	21
Ontinyent	97	14	---	---	105	14	110	21	110	15	107	17	96	14	78	12
Verge	85	11	78	10	92	12	103	23	115	27	111	22	101	13	85	13
Gandía	---	---	---	---	114	16	100	16	92	15	94	14	---	---	77	18
Benigánim	103	18	101	18	111	15	117	17	108	14	102	16	---	---	71	18
Monover	99	13	110	14	114	16	117	20	113	18	117	20	101	15	81	13
Benidorm	97	14	106	13	114	16	102	16	90	12	95	15	93	8	83	12
El Pla	96	14	103	16	112	17	103	19	91	14	95	11	---	---	---	---
Renfe	93	14	98	17	85	12	91	15	55	12	60	13	---	---	---	---
Elx2	88	13	92	16	100	16	91	20	---	---	---	---	---	---	---	---
Agroalim.	114	15	119	17	134	19	125	19	109	15	120	18	113	15	100	15
Orihuela	77	12	84	12	---	---	86	14	81	13	82	13	80	10	65	16
S. Vicente	84	11	90	16	---	---	---	---	112	15	---	---	---	---	97	18

Tabla 10. Medias mensuales de los valores máximos octohorarios diarios de ozono, siendo x el valor medio y σ la desviación tipo. Tanto x como σ han sido calculados a partir del 90% de los valores máximos octohorarios válidos

Estación	Mar.		Abr.		May.		Jun.		Jul.		Ago.		Sep.		Oct.	
	x	σ	x	Σ	x	σ	X	σ	x	σ	x	σ	x	σ	x	σ
Zorita	99	11	114	15	104	17	111	20	109	15	112	22	103	13	81	11
Coratxar	81	12	97	14	93	16	97	17	---	---	113	19	103	14	82	12
Morella	102	14	---	---	111	19	---	---	113	14	124	19	118	14	101	10
Vallibona	---	---	120	16	113	21	116	19	105	13	114	19	107	16	88	10
Vilafranca	97	12	93	10	90	16	---	---	106	13	104	22	91	15	77	8
Sant Jordi	85	11	100	14	103	17	100	14	90	9	94	14	95	12	77	10
T. Endom.	---	---	102	15	98	17	90	16	83	9	92	14	---	---	66	12
Cirat	92	9	---	---	104	16	99	17	100	12	102	17	94	16	71	14
P.d'Esports	---	---	---	---	---	---	87	13	75	12	85	10	84	14	63	15
Penyeta	93	16	---	---	108	15	---	---	90	11	97	11	---	---	80	14
Grao	87	18	101	15	96	14	---	---	81	11	88	10	---	---	---	---
Ermita	70	18	---	---	78	18	---	---	60	10	68	10	71	14	55	16
Burriana	77	16	82	13	85	13	75	11	---	---	60	7	60	9	47	12
CP Marina	---	---	---	---	---	---	---	---	101	12	---	---	---	---	---	---
Alcora2	99	14	---	---	108	12	---	---	89	14	97	14	91	15	72	17
Onda	94	12	104	18	108	16	102	15	---	---	104	14	95	15	71	13
Viver	88	11	99	17	96	15	---	---	---	---	---	---	---	---	71	9
Torre Baja	108	8	121	13	113	13	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
Sagunt-N	68	12	65	16	73	15	61	12	59	12	79	13	73	10	58	17
P. Sagunt	79	18	---	---	98	18	94	16	86	10	91	10	89	12	71	19
V. Arzob.	---	---	---	---	94	12	102	20	---	---	100	16	91	13	---	---
L'Eliana	94	12	102	16	106	17	106	17	98	12	102	14	90	17	---	---
CEAM	---	---	---	---	---	---	96	14	97	10	101	13	---	---	41	15
Q. Poblet	46	8	---	---	50	9	48	7	---	---	---	---	---	---	37	15
Viveros	73	12	86	16	84	15	79	11	67	10	80	9	71	11	49	20
N. Centro	---	---	61	16	66	16	61	13	55	8	63	9	61	11	38	19
Aragón	51	13	55	13	54	13	47	9	37	8	---	---	38	8	30	15
Linares	46	12	---	---	56	17	58	11	---	---	64	9	55	11	35	19
P. de Silla	41	8	42	8	43	10	42	6	39	6	47	8	---	---	---	---
Facultats	75	12	89	16	76	21	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
Caudete	99	11	114	15	109	14	120	24	117	15	---	---	108	16	88	12
Buñol	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	97	16	---	---	---	---
Alzira	92	14	109	18	120	16	117	17	97	12	96	13	---	---	73	21
Ontinyent	---	---	---	---	98	11	102	20	101	12	98	13	88	12	71	12
Verge	80	11	---	---	85	10	94	19	103	21	103	19	---	---	77	14
Gandía	---	---	---	---	104	15	91	16	86	13	89	9	---	---	64	20
Benigánim	94	14	92	16	101	13	105	18	98	11	93	13	---	---	60	18
Monover	93	12	---	---	104	12	106	17	103	14	106	15	91	12	73	11
Benidorm	92	13	100	12	106	13	95	15	84	11	89	12	88	8	---	---
El Pla	84	16	92	16	103	15	94	19	83	12	87	9	---	---	---	---
Renfe	---	---	85	17	74	12	81	13	48	12	52	12	---	---	---	---
Elx2	76	14	79	16	89	13	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
Agroalim.	106	15	---	---	125	16	116	18	---	---	113	15	107	11	90	16
Orihuela	68	11	77	13	---	---	80	13	74	11	76	10	73	8	---	---
S. Vicente	75	13	80	17	---	---	---	---	103	14	---	---	---	---	87	19

3.3. Caracterización estadística de las estaciones

En este apartado se caracterizan las diferentes estaciones de medida de la RVVCCA, a partir del cálculo de varios parámetros estadísticos.

Esta caracterización de las series temporales de valores promedio diarios, máximos diarios y máximos octohorarios diarios en cada una de las estaciones es sólo representativa para el periodo en el cual se realizó el cálculo, puesto que al escogerse un periodo temporal de un año de medidas, las conclusiones no pueden ser generalizadas.

El significado de los parámetros estadísticos calculados es:

- Mediana o percentil 50: Es el valor de la variable que deja por debajo de sí a la mitad de las n observaciones y por encima a la otra mitad. Este valor de medida de la tendencia central es el más adecuado para la observación de una cierta inclinación en la distribución.
- Media: Es una medida de la tendencia central de una distribución.
- Máximo: Es una medida que indica el valor máximo alcanzado durante el periodo temporal estudiado.
- Percentil 98 (máximo): Es una medida de la posición, y en el caso de variables discretas, el percentil de orden K se define como la observación P_K que deja por debajo de sí el $K\%$ de la población. De esta forma, el P98 ofrece una idea del valor máximo medido en la estación, pero sin tener en cuenta valores más puntuales.
- Percentil 90 - Percentil 10 (rango): Se trata de una medida de la variabilidad o dispersión de la distribución. Indica si los valores de la distribución están próximos entre sí o si por el contrario están muy dispersos. El utilizar los percentiles, en vez del valor máximo y mínimo evitará tener la influencia de los valores más puntuales.

En las tablas 11, 12 y 13 se resumen los resultados de dichos cálculos durante los meses de desarrollo del Programa Previozono 2007 para cada una de las estaciones. Al igual que se observa en las tablas dedicadas a la estadística descriptiva, los valores centrales (media y mediana) más elevados de cada serie se registran en las cabinas del interior: Morella (media $101 \mu\text{g}/\text{m}^3$, y mediana $99 \mu\text{g}/\text{m}^3$), Vallibona (95 y $94 \mu\text{g}/\text{m}^3$), Torrebaja (88 y $89 \mu\text{g}/\text{m}^3$) y Caudete de las Fuentes (86 y $88 \mu\text{g}/\text{m}^3$). También se detectan valores elevados en la cabina de Agroalimentari en Alicante (81 y $82 \mu\text{g}/\text{m}^3$). En cambio, los valores mínimos se localizan en las cabinas de medida ubicadas en zonas próximas a la costa: Aragón (29 y $27 \mu\text{g}/\text{m}^3$), Pista de Silla, (29 y $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$), Quart de Poblet (32 y $32 \mu\text{g}/\text{m}^3$), Nuevo Centro (36 y $36 \mu\text{g}/\text{m}^3$) y Linares (36 y $37 \mu\text{g}/\text{m}^3$).

De la lectura de las tablas se deduce la influencia que la ubicación geográfica de la cabina tiene sobre los niveles de ozono registrados en ella. Así, los valores promedios

y máximos elevados se encuentran en emplazamientos situados en el tránsito de masas de aire envejecidas durante un gran porcentaje de tiempo, teniendo el ejemplo de las estaciones situadas en Els Ports-Maestrat (Castellón). En cambio, las estaciones con valores máximos elevados y promedios no especialmente elevados, se localizan en emplazamientos que no siempre se encuentran bajo la presencia o tránsito de masas envejecidas.

Tabla 11. Caracterización de las estaciones de la RVVCCA durante el Previozono 2007 (marzo-octubre). Medias horarias diaras ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)

Estación	Media	P50	Máximo	P98	Rango (P90-P10)
Zorita	76	76	129	112	44
Coratxar	82	80	143	119	43
Morella	101	99	161	136	40
Vallibona	95	94	149	135	43
Vilafranca	77	78	142	107	34
Sant Jordi	72	71	115	100	29
T. Endomenech	61	61	109	96	40
Cirat	69	70	109	99	38
Patronat d'Esports	56	58	103	94	43
Penyeta	76	77	121	110	37
Grao	58	57	111	99	46
Ermita	42	41	100	81	36
Burriana	40	38	89	75	33
C.P. Marina	68	72	101	93	41
Alcora2	65	64	115	102	45
Onda	72	72	114	110	40
Viver	67	69	106	97	35
Torre Baja	88	89	127	116	30
Sagunt-Nord	45	44	80	71	27
Port de Sagunt	62	63	110	90	36
V. Arzobispo	67	70	103	93	36
L'Elia	63	66	108	93	38
CEAM	61	67	91	85	52
Quart de Poblet	32	32	61	52	25
Viveros	50	50	92	81	36
Nuevo Centro	36	36	81	61	30
Aragón	29	27	65	57	26
Linares	36	37	68	60	31
P. de Silla	29	30	49	45	21
Facultats	49	51	93	85	43
Caudete	86	88	122	116	40
Buñol	59	63	86	85	39
Alzira	66	65	107	98	40
Ontinyent	75	76	116	101	36
Verge	67	67	121	98	37
Gandía	59	61	105	89	45
Benigánim	61	63	93	87	43
Monover	75	76	109	100	36
Benidorm	78	78	115	104	35
El Pla	65	65	99	91	33
Renfe	49	47	85	80	41
Elx2	59	59	90	85	36
Agroalimentari	81	82	118	107	38
Orihuela	46	46	72	68	30
San Vicente	64	64	111	98	43

Tabla 12. Caracterización de las estaciones de la RVVCCA durante el Previozono 2007 (marzo-octubre). Máximos horarios ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)

Estación	Media	P50	Máximo	P98	Rango (P90-P10)
Zorita	111	108	192	151	48
Coratxar	101	99	182	135	48
Morella	117	115	198	154	47
Vallibona	114	113	180	159	48
Vilafranca	101	99	218	144	48
Sant Jordi	101	99	143	133	40
T. Endomenech	96	95	153	136	43
Cirat	104	105	161	148	52
Patronat d'Esports	90	90	147	127	43
Penyeta	106	104	171	151	43
Grao	98	97	169	136	41
Ermita	79	79	125	114	39
Burriana	77	75	142	112	43
C.P. Marina	107	108	144	135	41
Alcora2	105	105	152	140	49
Onda	106	106	167	142	47
Viver	100	98	151	149	51
Torre Baja	123	119	174	169	37
Sagunt-Nord	77	76	134	107	40
Port de Sagunt	99	99	154	133	44
V. Arzobispo	104	103	174	152	61
L'Elia	106	108	172	145	53
CEAM	94	99	143	133	68
Quart de Poblet	55	54	102	81	27
Viveros	83	84	119	112	40
Nuevo Centro	70	69	104	99	37
Aragón	55	55	96	87	39
Linares	66	67	109	99	43
P. de Silla	50	50	100	66	21
Facultats	85	87	126	123	52
Caudete	117	117	173	166	52
Buñol	103	105	162	147	57
Alzira	110	108	163	153	56
Ontinyent	101	99	147	138	47
Verge	96	93	171	160	48
Gandía	95	96	143	136	47
Benigánim	101	101	150	136	54
Monover	106	107	190	146	50
Benidorm	98	97	147	136	41
El Pla	99	98	150	134	43
Renfe	77	78	147	120	58
Elx2	91	93	133	123	44
Agroalimentari	117	116	176	159	49
Orihuela	81	81	128	108	34
San Vicente	100	100	153	141	55

Tabla 13. Caracterización de las estaciones de la RVVCCA durante el Previozono 2007 (marzo-octubre). Máximos octohorarios ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)

Estación	Media	P50	Máximo	P98	Rango (P90-P10)
Zorita	104	101	176	144	46
Coratxar	95	93	169	129	46
Morella	112	111	184	147	43
Vallibona	108	107	169	154	46
Vilafranca	94	93	182	128	41
Sant Jordi	93	92	133	125	38
T. Endomenech	88	88	138	129	41
Cirat	95	96	148	132	45
Patronat d'Esports	82	82	129	115	42
Penyeta	97	95	149	136	39
Grao	88	87	131	123	37
Ermita	69	68	108	104	38
Burriana	68	67	114	103	42
C.P. Marina	99	100	128	124	39
Alcora2	94	95	136	127	48
Onda	97	97	150	130	47
Viver	92	90	143	135	47
Torre Baja	116	112	159	153	33
Sagunt-Nord	67	67	121	99	38
Port de Sagunt	88	89	129	119	39
V. Arzobispo	94	94	137	127	46
L'Elia	96	97	143	130	48
CEAM	86	91	132	120	64
Quart de Poblet	48	48	85	73	27
Viveros	73	75	112	105	41
Nuevo Centro	57	59	96	87	35
Aragón	44	44	83	74	34
Linares	54	54	96	83	40
P. de Silla	42	43	83	58	20
Facultats	76	79	114	111	53
Caudete	109	109	157	150	47
Buñol	92	94	135	132	49
Alzira	100	99	152	144	54
Ontinyent	93	94	135	125	42
Verge	89	87	154	138	45
Gandía	87	87	130	123	48
Benigánim	92	93	139	126	51
Monover	97	98	150	128	43
Benidorm	92	92	135	120	39
El Pla	90	90	133	126	38
Renfe	67	67	127	106	55
Elx2	81	83	115	106	40
Agroalimentari	109	109	157	145	43
Orihuela	74	75	117	100	34
San Vicente	91	93	136	131	53

3.3.1. Estadística referida a la normativa. El propósito fundamental de la vigilancia de los niveles de concentración de ozono durante los meses de marzo a octubre dentro del Programa Previozono es la información de posibles superaciones de los umbrales legales establecidos en la Directiva 2002/3/CEE sobre contaminación atmosférica por ozono. Estos umbrales son:

- *Información:* establecido en $180 \mu\text{g}/\text{m}^3$ como promedio horario.
- *Alerta:* establecido en $240 \mu\text{g}/\text{m}^3$ como promedio horario.

En este subapartado también se tendrán en cuenta el resto de umbrales que aparecen en la normativa referidos tanto a la protección de la salud humana, como de la vegetación. A continuación, se muestran los umbrales legislados relativos al ozono y que se recogen en el Real Decreto 1796/2003. La Directiva 2002/3/CEE establece también para el ozono unos valores objetivo y unos objetivos a largo plazo.

Tabla 14. Umbrales de concentración de ozono. Directiva 2002/3/CE

	Parámetro	Umbral
Protección a la salud	Promedio 8 horas	$120 \mu\text{g}/\text{m}^3$
Protección a la vegetación	AOT40	$18000 \mu\text{g}/\text{m}^3$
Información	Promedio horario	$180 \mu\text{g}/\text{m}^3$
Alerta	Promedio horario	$240 \mu\text{g}/\text{m}^3$

Tabla 15. Valores objetivo de ozono a alcanzar el año 2010. Directiva 2002/3/CE

	Parámetro	Valor objetivo para el 2010
Valor objetivo para la protección de la salud humana	Máximo de las medidas octohorarias del día	$120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ que no deberá superarse más de 25 días por cada año civil de promedio en un periodo de 3 años.
Valor objetivo para la protección de la vegetación	AOT40, calculada a partir de los valores horarios de mayo a julio.	$18000 \mu\text{g}/\text{m}^3 \cdot \text{h}$ de promedio en un periodo de 5 años.

La evolución de las concentraciones de ozono a lo largo de la Comunidad Valenciana y la probabilidad de superaciones de los umbrales de referencia marcados en la legislación, está ligada a las propias características que presenta el ozono. Se trata de un contaminante fotoquímico secundario cuya formación puede darse en puntos alejados de las fuentes de emisión de gases primarios; de forma que las concentraciones elevadas no quedan restringidas a puntos próximos a las fuentes. Estas características unidas a las propias de la cuenca mediterránea: elevada insolación, mar rodeado de altas montañas que actúan como chimeneas orográficas, pasos naturales a través de los que viaja la masa aérea desde los focos de emisión hacia el interior, etc., dan lugar a un comportamiento característico de los niveles de ozono.

De esta forma, en los sucesivos años de campaña de vigilancia y de análisis de las medidas, se observa como son las estaciones situadas en el interior de la Comunidad Valenciana las que se registran un mayor número de superaciones, principalmente en verano cuando el desarrollo de los ciclos locales es mayor.

En las estaciones de medida ubicadas en entornos urbanos o industriales el número de superaciones de los umbrales legales relativos al ozono es menor que el registrado en estaciones localizadas en entornos no tan influenciados por las emisiones humanas (tráfico, chimeneas industriales, etc.). Sin embargo, este menor número de superaciones en las estaciones urbanas no siempre es debido a una mejor calidad del aire ambiente, pudiendo estar ligado a los procesos químicos de eliminación de ozono por parte de los óxidos de nitrógeno, principalmente NO con origen en el tráfico. En resumen, en las zonas con concentraciones elevadas de óxidos de nitrógeno, los niveles de ozono se reducen debido a la destrucción química. No obstante, los compuestos resultantes de estas transformaciones químicas reaccionarán entre sí en zonas alejadas de focos humanos (carreteras, industrias) dando lugar, de nuevo, a la formación de ozono. De ahí que se registren un mayor número de superaciones de los umbrales legales en las zonas del interior de la Comunidad Valenciana, estando éstas asociadas a la llegada de la masa aérea contaminada procedente del litoral.

Umbrales referidos a la vegetación

El valor AOT40 es la suma de la diferencia entre las concentraciones horarias superiores a los $80 \mu\text{g}/\text{m}^3$ y $80 \mu\text{g}/\text{m}^3$ a lo largo del periodo temporal entre el 1 de Mayo y el 31 de Julio de cada año utilizando únicamente los valores horarios medidos entre las 8:00 y las 20:00 horas, hora de Europa Central (CET), cada día. Para realizar una medida representativa del nivel concentración de ozono es necesario que se disponga de entre el 90% y 100% de valores horarios, pudiéndose aplicar la siguiente ecuación para obtener el valor estimado en caso de que no se disponga del 100%. En el supuesto de que se disponga de un porcentaje inferior al 90% de valores horarios el valor de AOT40 no se considera representativo de la concentración de ozono para dicho periodo temporal.

$$AOT40_{previsto} = AOT40_{medido} * \frac{\text{N}^\circ \text{ total posibles de horas}}{\text{N}^\circ \text{ de valores horarios medidos}}$$

En la tabla 16 se representan los valores del parámetro AOT40 referidos al umbral de protección a la vegetación tomando como referencia para el periodo 2007 el valor de $6000 \mu\text{g}/\text{m}^3 \text{ h}$, basándose en los valores objetivos a largo plazo marcados por la legislación para el año 2020 (tabla 17). Se ha optado por aplicar la ecuación anterior a todas las estaciones con el propósito de poder facilitar una comparación del valor

AOT40 obtenido, resaltando aquellas estaciones que no dispongan del porcentaje de valores horarios necesario para considerar como representativa a la medida.

Tabla 16. Valores AOT40 referidos a la vegetación. Mayo-Julio 2007

Estación	AOT40 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Superación umbral (2007)	Superación umbral (2006)
Zorita	25599	SI	SI
Coratxar	10961	NO	SI
Morella	27458	SI	SI
Vallibona	23415	SI	SI
Vilafranca	15911	NO	SI
Sant Jordi	16076	NO	SI
T. Endomenech	10752	NO	SI
Cirat	18040	SI	SI
Patronat d'Esports	7475	NO	----
Penyeta	17620	NO	SI
Grao	9694	NO	NO
Ermita	2917	NO	NO
Burriana	3237	NO	NO
Alcora2	18627	SI	SI
Onda	20126	SI	SI
Viver	18637	SI	SI
Sagunt-Nord	1455	NO	NO
Port de Sagunt	12468	NO	NO
V. Arzobispo	17064	NO	SI
L'Elia	20411	SI	SI
CEAM	13569	NO	NO
Quart de Poblet	0	NO	NO
Viveros	3474	NO	NO
Nuevo Centro	655	NO	NO
Aragón	43	NO	NO
Linares	283	NO	NO
P. de Silla	0	NO	NO
Facultats	6766	NO	NO
Caudete	34521	SI	SI
Buñol	17311	NO	----
Alzira	28743	SI	SI
Ontinyent	18227	SI	SI
Verge	13839	NO	SI
Gandía	13223	NO	NO
Benigánim	18486	SI	SI
Monover	21472	SI	SI
Benidorm	14427	NO	SI
El Pla	12754	NO	NO
Renfe	2466	NO	NO
Elx2	5754	NO	NO
Agroalimentari	33188	SI	SI
Orihuela	4266	NO	NO
San Vicente	18707	SI	SI

Umbrales referidos a la salud.

En el Real Decreto 1494/1995 se indican tres umbrales referidos a la salud humana:

- Umbral de protección a la salud: $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (promedio octohorario)
- Umbral de información: $180 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (promedio horario)
- Umbral de alerta: $240 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (promedio horario)

Umbral de protección a la salud.

El umbral de protección a la salud humana se establece en $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ como promedio octohorario. Este valor será tomado como referencia de los valores máximos diarios octohorarios calculados a partir de los promedios móviles de ocho horas. El promedio octohorario calculado se asignará al día en que dicho promedio termina, es decir, el primer periodo de cálculo para un día cualquiera será el periodo de las 17:00 del día anterior hasta las 1:00 de dicho día; el último periodo de cálculo para un día cualquiera será el periodo a partir de las 16:00h hasta las 24:00 de dicho día.

En la tabla 18 se desglosa el número de superaciones del umbral de protección a la salud ($120 \mu\text{g}/\text{m}^3$) registradas durante los meses de marzo a octubre en cada una de las estaciones de la RVVCCA tomando como criterio que sólo se contabiliza para su cálculo el valor máximo octohorario alcanzado durante cada jornada.

Tabla 17. *Objetivos a largo plazo para el ozono. Directiva 2002/3/CE.*

	Parámetro	Objetivo a largo plazo
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, calculada a partir de valores horarios de mayo a julio.	$6000 \mu\text{g}/\text{m}^3 * \text{h}$

Tabla 18. Número de superaciones del umbral de protección a la salud. Calculados sobre el 90% de valores máximos octohorarios diarios válidos

Estación	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Total
Zorita	2	9	6	11	6	11	2	0	47
Coratxar	0	3	2	1	2	11	6	0	25
Morella	4	11	9	9	10	16	14	0	73
Vallibona	4	14	13	14	5	12	7	0	69
Vilafranca	2	0	1	3	4	7	2	0	19
Sant Jordi	0	3	6	1	0	0	0	0	10
T. Endomenech	0	4	2	0	0	1	0	0	7
Cirat	1	5	3	0	2	4	1	0	16
Patronat d'Esports	1	0	1	0	0	0	0	0	2
Penyeta	2	4	7	2	0	0	1	0	16
Grao	2	3	2	0	0	0	0	0	7
Ermita	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Burriana	0	0	0	0	0	0	0	0	0
C.P. Marina	0	0	0	0	3	1	2	0	6
Alcora2	1	0	6	5	0	1	1	0	14
Onda	1	6	5	2	0	5	1	0	20
Viver	1	3	2	4	0	2	0	0	12
Torre Baja	2	13	8	11	0	0	0	0	34
Sagunt-Nord	0	0	0	0	0	1	0	0	1
Port de Sagunt	0	1	3	0	0	0	0	0	4
V. Arzobispo	0	2	0	4	1	2	0	0	9
L'Eliana	1	4	7	6	1	4	1	0	24
CEAM	0	0	0	0	0	4	1	0	5
Quart de Poblet	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Viveros	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Nuevo Centro	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Aragón	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Linares	0	0	0	0	0	0	0	0	0
P. de Silla	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Facultats	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Caudete	1	9	6	18	12	13	9	0	68
Buñol	0	0	0	6	0	2	0	0	8
Alzira	1	7	14	13	2	1	0	0	38
Ontinyent	1	3	0	6	1	2	0	0	13
Verge	0	0	0	2	5	5	0	0	12
Gandía	0	2	4	0	1	0	0	0	7
Benigánim	2	1	3	7	0	1	0	0	14
Monover	1	2	3	6	3	4	0	0	19
Benidorm	0	1	4	0	0	0	0	0	5
El Pla	0	1	5	2	0	0	0	0	8
Renfe	0	1	0	0	0	0	0	0	1
Elx2	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Agroalimentari	5	6	19	15	3	10	3	0	61
Orihuela	0	0	0	0	0	0	0	0	0
San Vicente	0	0	1	6	3	4	2	0	16

Umbral de información y alerta

En este apartado, al igual que en el anterior, se muestran el número de superaciones del umbral de información ocurridas durante el Programa Previozono 2007 en las estaciones de la RVVCCA.

Tabla 19. Umbrales de información y alerta relativos al ozono. Directiva 2002/3/CE.

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

Tabla 20. Número de superaciones de los umbrales de información y/o alerta durante el Previozono 2007

Estación	Fecha	Hora (UTC)	Concentración ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Umbral
Zorita	28/08/2007	14, 15, 16, 17	192	Información
Coratxar	28/08/2007	15	182	Información
Morella	28/08/2007	13, 14, 15, 16, 17	198	Información
Vilafranca	28/08/2007	13, 14, 15, 16	218	Información
Elx (P. Bombers)	29/08/2007	12	181	Información
Monovar	29/08/2007	14	190	Información

3.3.2. Estadística referida a los sucesos. Esta sección está dedicada al estudio de la distribución del máximo diario en función de la hora del día, durante la campaña Previozono 2007 (tabla 21). También se adjunta una tabla en la que se muestra la evolución diaria de la probabilidad acumulada de ocurrencia del valor máximo diario (tabla 22).

En la tabla 21, correspondiente a la probabilidad de ocurrencia horaria, se observa que los mayores porcentajes se localizan entre las 11h y las 17h UTC durante el periodo comprendido entre los meses de marzo-octubre. Este agrupamiento resulta coherente al ser el periodo horario en el que se da el máximo de radiación solar (incentivación de la producción fotoquímica), y también un mayor desarrollo espacial de la brisa, que penetra desde el litoral al interior (transporte de la masa aérea contaminada).

Sin embargo, existen estaciones en las que se observan probabilidades elevadas, tomando el resto como referencia, de ocurrencia durante la noche. Tal es el caso de Coratxar, Morella, o Vallibona, justificado por encontrarse sumergidas en el tránsito de masas de aire contaminadas.

4. ANÁLISIS DE LAS JORNADAS CON SUPERACIÓN DEL UMBRAL DE INFORMACIÓN

En esta sección se analizan las condiciones atmosféricas en los días de superación del umbral de información ($180 \mu\text{g}/\text{m}^3$, promedio horario). Para ello se hace uso de los mapas sinópticos para la jornada de ocurrencia (D0), así como para las jornadas anterior (D-1) y posterior (D+1), estableciéndose la relación entre la situación atmosférica y la evolución de los niveles de concentración de ozono medidas en las estaciones de la Red Valencia de Vigilancia y Control de la Contaminación Atmosférica.

4.1. *Historial de superaciones en las estaciones de la RVVCCA*

En la tabla 21 se presenta un listado con las superaciones del umbral de información en las estaciones de la RVVCCA durante el periodo comprendido entre los años 1997-2007.

Las causas meteorológicas bajo las que se incrementa la probabilidad de producirse valores de concentración de ozono por encima del umbral de información acontecen principalmente durante los meses centrales del año, y vienen caracterizadas por un régimen anticiclónico y estable, de elevados índices de radiación solar y altas temperaturas, en el que se desarrollan circulaciones de brisas marinas que transportan las emisiones costeras al interior a través de valles fluviales. A lo largo de este recorrido las masas aéreas están sometidas a procesos de formación fotoquímica, lo que puede favorecer la ocurrencia de incrementos puntuales de los niveles de ozono troposférico. La estrechez de las cuencas y la estabilidad vertical favorecen que la masa aérea quede confinada.

En el área mediterránea de la Península Ibérica existe un dominio de recirculaciones verticales de masas de aire asociado al elevado grado de ocurrencia y persistencia de las brisas marinas, particularmente en verano (en condiciones sinópticas de escaso gradiente horizontal de presión y elevada insolación), pero que también ha sido documentado en invierno. El resultado de estos procesos es una elevada residencia y envejecimiento de la masa aérea contaminada y, en consecuencia, un mayor tiempo de mezcla, la aparición de reacciones químicas y procesos de formación de contaminantes secundarios, tales como el ozono. Este problema de contaminación atmosférica no es tan habitual en las regiones del norte de Europa, donde la circulación de vientos del oeste renueva las masas de aire bajo un intenso transporte a larga distancia de aerosoles atmosféricos.

Tabla 21. Historial de superaciones del umbral de información en las estaciones de la RVVCCA en el periodo 1997-2007

Estación	Concentración	Fecha	Hora (UTC)	Duración (horas)
P. de Sagunt	181	24/07/1997	14	1
Onda	182	01/08/1997	13	1
Paterna	196	10/09/1997	13	1
P. de Sagunt	184	30/06/1998	20	1
Vilafranca	185	06/07/1998	14-15	2
Morella	183	12/08/1998	14	1
P.de Sagunt	200	03/09/1999	13-14-15-16	4
Onda	182	16/09/1999	17	1
Onda	190	28/09/1999	17	1
Onda	182	29/09/1999	14	1
Vilafranca	185	31/05/2001	17-18	2
Vallibona	186	20/06/2001	21-22	2
Vilafranca	185	02/07/2001	16-17	3
S.Jordi	186	28/07/2001	14-15	2
Penyeta	197	28/07/2001	18	1
Onda	182	28/07/2001	19	1
Vilafranca	191	02/08/2001	14-15-16	3
El Grau	191	26/04/2002	17-18	2
Vilafranca	186	27/06/2002	15-16-17	3
Vallibona	193	14/06/2003	16-17	2
Vilafranca	194	11/07/2003	14-15-16	3
Vallibona	191	11/07/2003	15	1
Zorita	188	11/07/2003	16	1
Verge (Alcoi)	185	14/08/2003	16	1
Vilafranca	184	18/06/2004	17-18	2
Penyeta	181	18/06/2004	16	1
Verge dels Iris	184	18/06/2004	15-16	2
Caudete	181	16/06/2005	16	1
V. del Arzobispo	184	22/06/2005	14	1
Grau	184	29/06/2005	15	1
Caudete	193	13/07/2005	17-18	2
Caudete	182	14/07/2005	16	1
Caudete	191	15/07/2005	17-18	2
Caudete	193	23/07/2005	15-16-17-18	4
Agroalimentari	181	02/04/2006	14	1
V. del Arzobispo	181	07/06/2006	14	1
V. del Arzobispo	203	22/06/2006	13-14	2
Caudete	185	30/06/2006	15	1
Caudete	182	11/07/2006	15	1
Caudete	193	13/07/2006	13-14-15	3
Caudete	184	18/07/2006	16	1
Caudete	181	20/07/2006	14	1
V. del Arzobispo	199	21/07/2006	14	1
V. del Arzobispo	181	25/07/2006	13	1
Zorita	192	28/08/2007	14-15-16-17	4
Coratxar	182	28/08/2007	15	1
Morella	198	28/08/2007	13-14-15-16-17	5
Vallibona	180	28/08/2007	14	1
Vilafranca	218	28/08/2007	13-14-15-16	4

4.2. Jornadas del 27 al 30 de agosto de 2007

En las jornadas del 28 y 29 de agosto tuvo lugar el único episodio de concentración de ozono con superación del umbral de información ($180 \mu\text{g}/\text{m}^3$) en las estaciones de la RVVCCA durante la campaña de 2007. Este episodio afectó a un área geográfica relativamente extensa, englobando 6 cabinas del interior de Castellón donde se detectaron superaciones el día 28 de agosto: Coratxar ($182 \mu\text{g}/\text{m}^3$), Morella ($198 \mu\text{g}/\text{m}^3$), Vallibona ($180 \mu\text{g}/\text{m}^3$), Vilafranca ($218 \mu\text{g}/\text{m}^3$) y Zorita ($192 \mu\text{g}/\text{m}^3$). A su vez, un pico de superación local del umbral de información también se midió en la estación de Monovar ($190 \mu\text{g}/\text{m}^3$) en la jornada siguiente, la del 29 de agosto. En el resto de estaciones de la RVVCCA los valores horarios de concentración de ozono fueron moderados sin superar el valor legislado.

Este episodio de contaminación atmosférica por concentración de ozono puede catalogarse de intenso por dos factores: (a) los elevados valores de concentración registrados en algunas estaciones, y (b) la persistencia horaria del episodio. Las concentraciones de ozono alcanzaron un pico máximo de $218 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en Vilafranca, que representa el valor máximo absoluto registrado en la RVVCCA durante la última década. También resultó destacada la medida de la estación de Morella, que alcanzó un valor de concentración de ozono de $198 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Por otro lado, la persistencia horaria de este episodio fue sobresaliente por cuanto se superó el umbral de información a la población durante 5 horas consecutivas en Morella (de las 13 a las 17 h), y en 4 horas en Vilafranca (de las 13 a 16 h) y Zorita (de las 14 a 17 h). Todo ello acentuó la exposición de la población a altas concentraciones de ozono durante un tiempo relativamente prolongado. Los niveles de concentración resultaron puntuales en el resto de cabinas: máximo a las 15 h en Coratxar, y a las 14 h. en Monovar y Vallibona.

El análisis de la situación sinóptica y de las condiciones atmosféricas durante este episodio ayuda a explicar las causas de las elevadas concentraciones de ozono troposférico en la RVVCCA en este episodio. La interpretación de la situación meteorológica se realiza mediante el análisis de los campos de presión a nivel de mar, y las superficies geopotenciales de 850 y 500 hPa de la jornada del 28 de agosto (D0), así como de los días anterior (D-1) y posterior (D+1) al suceso. La figura 4 presenta un panel sinóptico o de macroescala con la configuración de los campos de presión a estos tres niveles. En la superficie equipotencial de 500 hPa el elemento característico es la presencia de una depresión fría frente a las costas de Portugal el D-1, y una potente cresta anticiclónica con estratificación estable abarcando la fachada oriental de la Península Ibérica y toda la cuenca del Mediterráneo Occidental. Esta configuración en los campos de presión favorece la entrada de vientos sinópticos del SO y S en la troposfera libre sobre la Península Ibérica. La intrusión de una masa de aire cálido también se detecta claramente en la superficie equipotencial de 850 hPa, mientras en superficie la situación está definida por un área de bajas presiones relativas o pantano barométrico, con una potente célula anticiclónica al OSO de las Islas Británicas. Estas condiciones sinópticas persisten el D0, jornada en la cual se detectan las superaciones en el umbral de información. A partir del D+1 una onda retrógrada se sitúa sobre la Península Ibérica en las superficies de 850 y 500 hPa, mientras en superficie se dibuja un área de bajas presiones sobre el E.

El segundo panel representa la evolución de la temperatura, humedad, cobertura total nubosa y radiación a las 12 h UTC durante este episodio de concentración de ozono a escala mesoescalar. La situación sinóptica descrita y de un modo particular un elemento de la misma, es decir, la cresta de aire Tc situada sobre la mitad E de la Península Ibérica, provocó elevadas temperaturas (>30 °C), valores bajos de humedad relativa (20-40%), cielos prácticamente despejados ($<20\%$) y elevados índices de radiación solar al mediodía (entre 600-700 W/m²). Estas condiciones meteorológicas favorecieron el dominio de circulaciones de viento en régimen de brisas marinas, escasa ventilación y renovación de las masas de aire en superficie, con creación de estratos de reserva de masas de aire envejecidas, una fotoquímica activa y, por tanto, unos elevados niveles de concentración de ozono troposférico. Todas las superaciones se producen en cabinas situadas en el interior de la Comunidad Valenciana, a sotavento de los grandes focos de emisión de contaminantes, así como en pasillos naturales hacia la meseta.

En las jornadas siguientes se detecta un descenso de las concentraciones en las cabinas de la RVVCCA, puesto que la intrusión sahariana en forma de cresta anticiclónica sobre el sureste peninsular se retiró hacia el interior de la cuenca del Mediterráneo Occidental, y en consecuencia las condiciones meteorológicas limitaron la producción fotoquímica de ozono troposférico sobre el territorio valenciano.

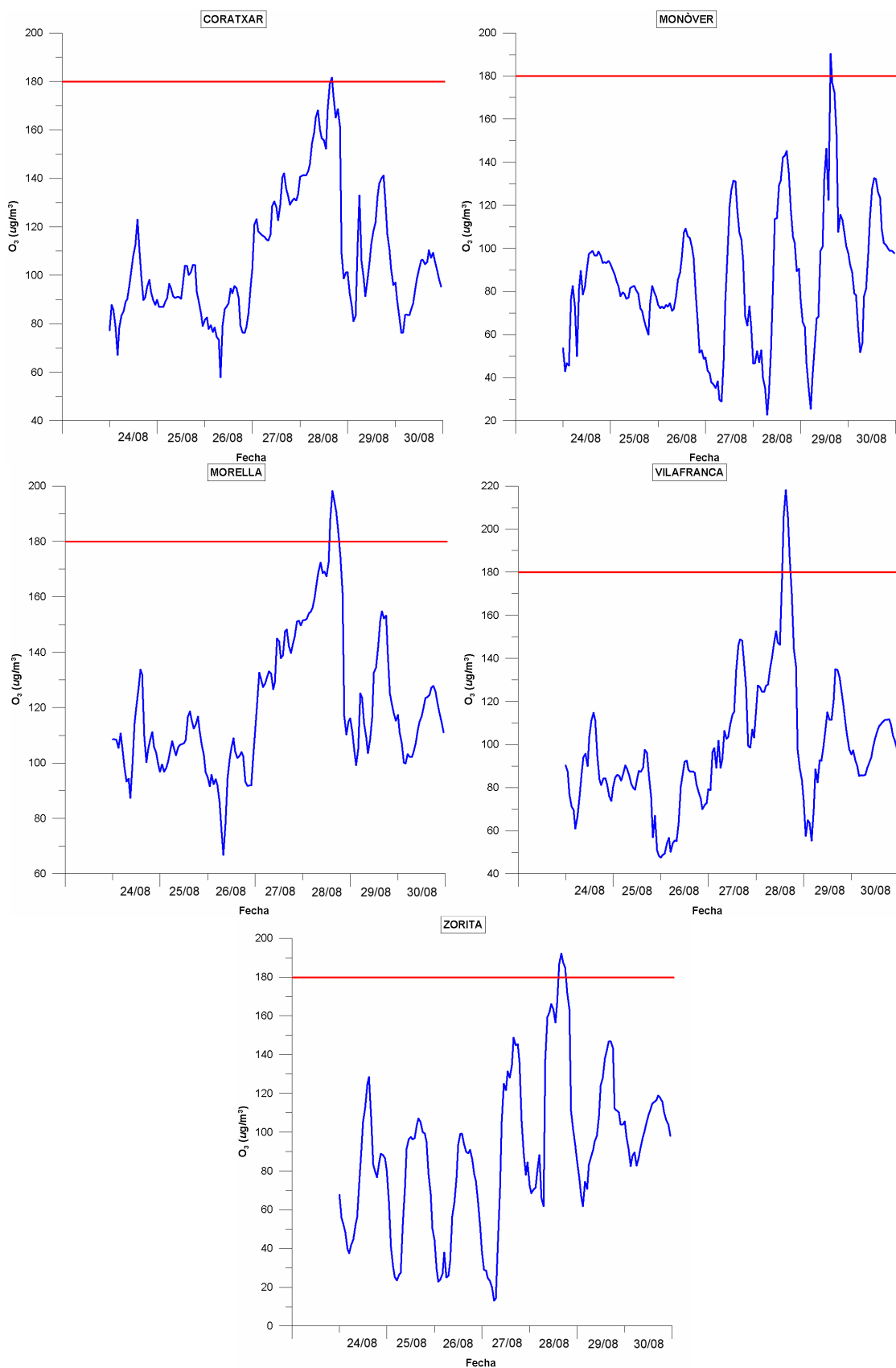


Figura 3: Evolución de los niveles de ozono en las cabinas que registraron superación del umbral de información durante las jornadas del 24 al 29 de agosto de 2007

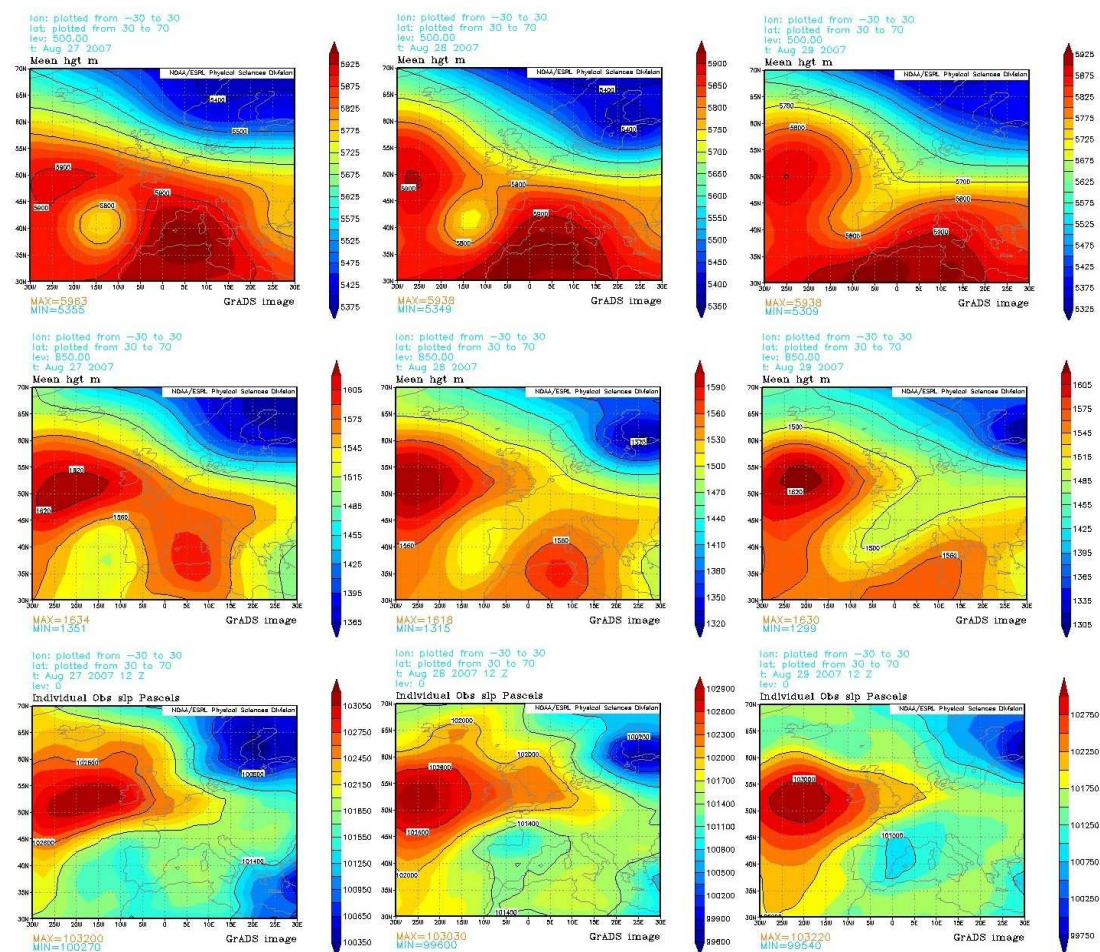


Figura 4: Panel de la situación sinóptica a 500 hPa (fila superior), 850 hPa (fila central) y superficie (fila inferior) durante la jornada anterior (D-1; columna de la izquierda), central (D0; columna central) y posterior (D+1; columna de la derecha) a la superación del umbral de información

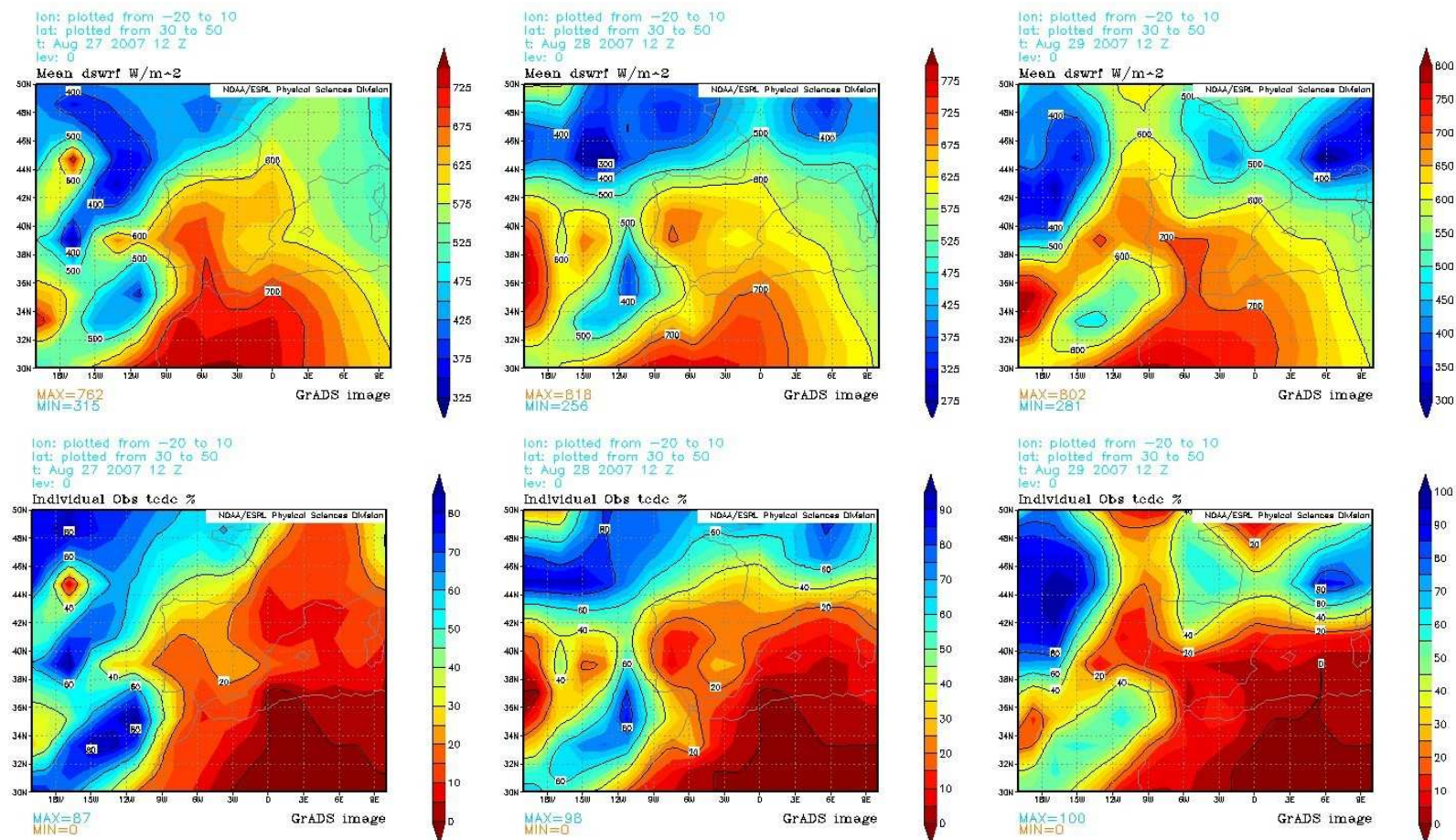


Figura 5: Panel de radiación (fila superior) y cobertura total nubosa (fila inferior) durante la jornada anterior (D-1; columna de la izquierda), central (D0; columna central) y posterior (D+1; columna de la derecha) a la superación del umbral de información

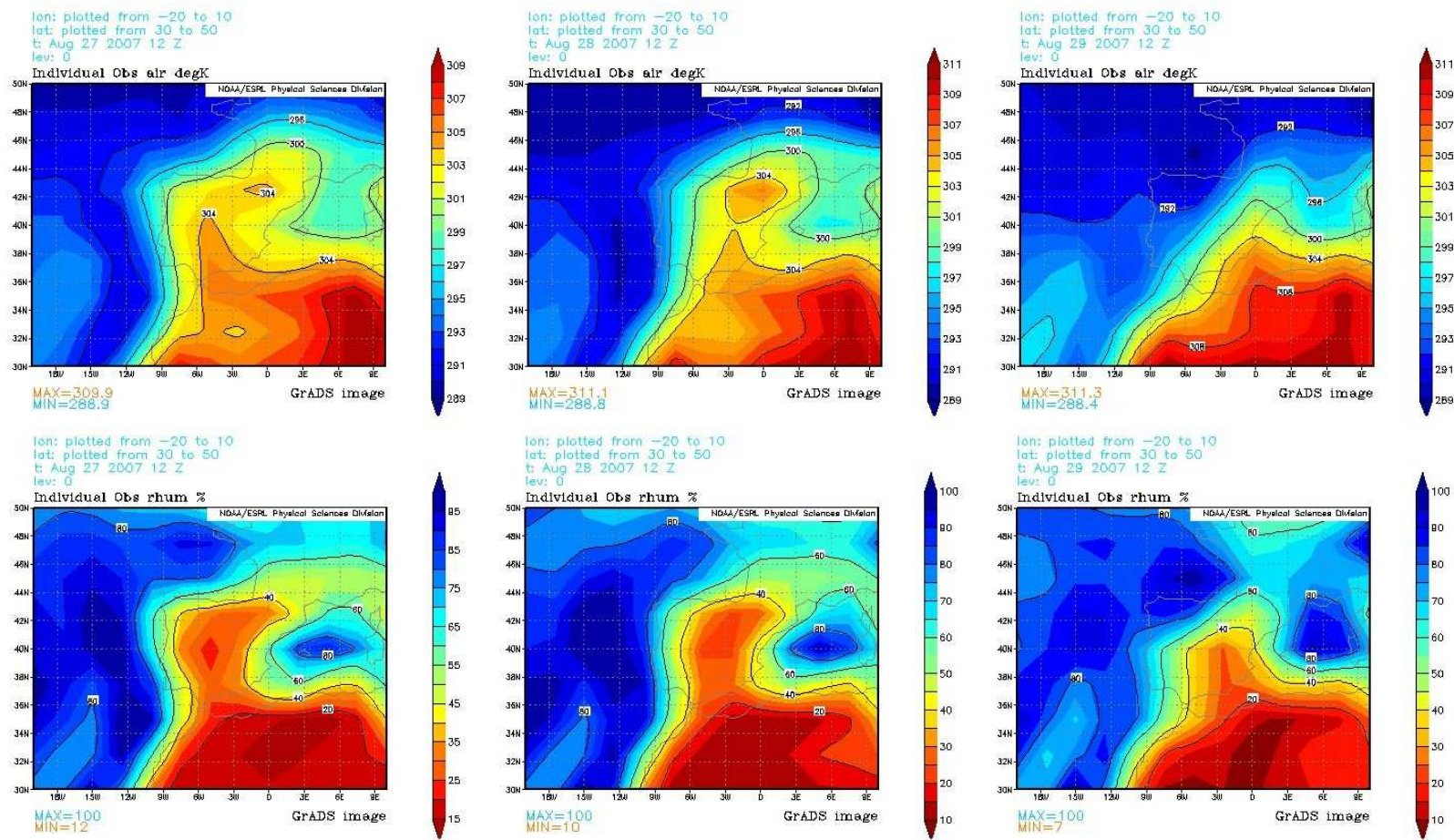


Figura 6: Panel de la temperatura del aire (fila superior) y humedad (fila inferior) durante la jornada anterior (D-1; columna de la izquierda), central (D0; columna central) y posterior (D+1; columna de la derecha) a la superación del umbral de información

5. CONCLUSIONES

En el marco del Programa de Vigilancia de Contaminación por Ozono Troposférico se han cumplido satisfactoriamente dos objetivos principales durante la campaña de Previozono 2007: (1) dar cobertura a los requerimientos en materia de información en caso de superación de los umbrales de información y/o alerta a la población, y (2) avanzar en el estudio de la dinámica del ozono troposférico en la vertiente levantina y de un modo particular en la Comunidad Valenciana.

Durante el transcurso del periodo de vigilancia (marzo a octubre) se ha informado a la población conforme a los requerimientos dispuestos en la normativa, tanto de los niveles de concentración máxima horaria como octohoraria, y de los valores promedio diarios. También se ha proporcionado, a través de la web del programa, información sobre los niveles de concentración, análisis de las situación que condujo a esos niveles, un pronóstico sobre la evolución en función de la situación atmosférica y las características de la cuenca mediterránea, y un mapa zonificado en 14 áreas cubriendo toda la Comunidad Valenciana en la que se informaba de la probabilidad de que se registrase superación del umbral de información en las 24 horas siguientes.

5.1 Líneas futuras

El periodo de vigilancia se ha mostrado acertado durante los años anteriores, por lo que durante el desarrollo del programa de vigilancia del ozono troposférico 2008 se prevé una línea de trabajo similar. Se dividirá el periodo de vigilancia en dos subperiodos:

- Durante los meses de marzo, abril y octubre, en los que se realizará una vigilancia de las concentraciones, informando de la ocurrencia de superaciones del umbral de información y/o alerta.
- Durante los meses de mayo a septiembre, en los que se redactará diariamente un informe diario. Este informe constará, al igual que en años anteriores, de un análisis de la jornada y un pronóstico de la evolución de los niveles de ozono.

Algunas líneas de trabajo que se pretenden abordar durante la siguiente campaña de vigilancia, dentro del marco del Programa Previozono son:

- Continuación del estudio de la dinámica del ozono y de los episodios de elevada concentración de ozono. Poniendo especial hincapié en el estudio de los campos de viento (circulaciones de brisas marinas), y las condiciones meteorológicas.
- Durante los pasados años se ha trabajado en la puesta en marcha de un sistema de modelización del ozono troposférico basado en un modelo fotoquímico (CAMx) acoplado a un modelo meteorológico de alta resolución (MM5, RAMS). Este sistema se ha utilizado con éxito para la evaluación del impacto

sobre el ozono atmosférico debido a la puesta en marcha de nuevas industrias (bibliografía: [4, 5, 6 y 7]). Durante el año 2008 se trabajará en la utilización de este modelo para el diagnóstico de las concentraciones de ozono en la Comunidad Valenciana.

De esta forma, durante el siguiente programa se continuará con las líneas de información y estudio abiertas en años anteriores, a la vez que se incorporan otras nuevas, con el objetivo de que se incremente el conocimiento de la dinámica del ozono.

6. AGRADECIMIENTOS

Nos gustaría, en primer lugar, agradecer a la Dirección General de Calidad Ambiental, especialmente a José V. Miró Bayarri, Rafael Orts, Miguel Poquet, Lucía Juan y Mercedes Tomás, del Servicio de Protección del Ambiente Atmosférico, la confianza que han depositado, un año más, en el personal de la Fundación CEAM para la elaboración del Programa Previozono.

En segundo lugar, dar las gracias al Departamento de Informática de la Fundación CEAM, por su ayuda en la solución de los problemas técnicos; al Área de Dinámica de Contaminantes, en particular a José Jaime Dieguez y Laura Padilla, por el trabajo de validación de los datos de calidad del aire de la RVVCCA; y al Departamento de Meteorología, especialmente a David Corell, encargado del mantenimiento y actualización de los datos de las torres meteorológicas.

BIBLIOGRAFÍA

- [1] Castell, N., Mantilla, E. y Viúdez, A. 2005. *Informe final Previozono 2005: Programa especial de vigilancia del ozono troposférico en la Comunidad Valenciana*. Consellería de Medi Ambient. Generalitat Valenciana.
- [2] Castell, N. y Mantilla, E. 2004. *Estudio de los episodios de contaminación por ozono en la Comunidad Valenciana*. Ed. Conselleria de Medi Ambient, Aigua, Urbanisme i Habitatge de la Generalitat Valenciana.
- [3] Castell, N., Mantilla, E. and Millán, M. 2007. Analysis of tropospheric ozone concentration on a western mediterranean site: Castellon (Spain). *Environmental Monitoring and Assessment* 136, 3-11.
- [4] Castell, N., Mantilla, E., Salvador, R., Stein, A., Hernández, L., Millán, M. 2006: Emission Inventory for a Photochemical Modelling Exercise over the South-west of Spain. *6th Annual Meeting of the EMS / 6th ECAC. 4-8 September 2006*. Ljubljana (Slovenia).
- [5] Castell, N., Salvador, R., Mantilla, E., Stein, A.F. and Millán M. 2007: The impact of biogenic VOC emissions on photochemical ozone formation in a high ozone pollution episode in the Iberian Peninsula for the 2003 summer season. *6th International Conference on Urban Air Quality. Chypre*.
- [6] Mantilla, E., Castell, N., Salvador, R., Stein, A.F. and Millán M. 2006: Estimación del impacto fotoquímico debido a una nueva planta de producción eléctrica en un entorno complejo y con elevada presión industrial del suroeste de la Península Ibérica. *V Seminario de Calidad del Aire en España, 16-18 Octubre 2006*. Santander (Spain).
- [7] Mantilla, E., Castell, N., Salvador, R., Stein, A.F. and Millán M. 2007: Photochemical modeling analysis and of ozone impact from new Industrial Facilities in the Southwestern Iberian Peninsula. *6th International Conference on Urban Air Quality. Chypre*.