

Informe Final. Previozono 2003

Programa Especial de Vigilancia del Ozono Troposférico



Núria Castell i Balaguer
Enrique Mantilla Iglesias

Trabajo preparado por la Fundación CEAM
para la Conselleria de Territori i Habitatge
de la Generalitat Valenciana.

Diciembre, 2003

Índice general

1. Introducción	1
1.1. Objetivos	1
1.2. Estructura del informe	3
2. Desarrollo y datos utilizados	5
2.1. Alcance y metodología	5
2.1.1. Personal	6
2.2. Datos utilizados	6
2.2.1. Red de Calidad Ambiental de la Comunidad Valenciana	6
2.2.2. Información meteorológica	7
3. Análisis de los niveles de concentración de ozono	11
3.1. Recuperación de datos de ozono	11
3.2. Estadística descriptiva	14
3.2.1. Estadística de la concentración horaria de ozono	14
3.2.2. Estadística de la concentración máxima horaria diaria de ozono	14
3.2.3. Estadística de la concentración media diaria de ozono	14
3.3. Caracterización física de las estaciones	21
3.4. Estadística referida a la normativa	23
3.4.1. Umbrales referidos a la vegetación	23
3.4.2. Umbrales referidos a la salud	24
4. Análisis de las jornadas con superación	29
4.1. Historial de superaciones en las estaciones de la RAVCA	29
4.2. Jornadas del 13 al 15 de junio de 2003	29
4.3. Jornadas del 10 al 12 de julio de 2003	31
4.4. Jornadas del 13 al 15 de agosto de 2003	32
5. Conclusiones	39
5.1. Líneas futuras	39
A. Descripción de las situaciones sinópticas	43

Bibliografía**45**

Capítulo 1

Introducción

La atmósfera es la capa gaseosa que rodea a la Tierra y, esta básicamente compuesta por nitrógeno (alrededor de un 78 %) y oxígeno (cerca del 21 %), con cantidades menores de otros componentes, entre ellos el ozono. La concentración en la atmósfera de ozono es tan pequeña, que reducida a condiciones normales, trasladado a la superficie de la tierra, a nivel del mar, ocuparía un espesor medio de unos 3 mm.

La mayor parte del ozono se encuentra en la estratosfera, a unos 20-30 km de altitud. Este ozono estratosférico es imprescindible para la vida en el planeta, puesto que absorbe las componentes de radiación solar que son perjudiciales para los seres vivos. En cambio, el ozono que se encuentra en la troposfera y, concretamente aquel que se encuentra más próximo a la superficie, es un gas tóxico cuando los valores de concentración son elevados, con repercusiones importantes sobre la salud humana, la vegetación y los materiales.

Procurando aminorar los efectos nocivos sobre la salud humana y el medio ambiente en general, provocados por el ozono, el Consejo de las Comunidades Europeas aprobó la Directiva 92/72/CEE, que se encuentra debidamente transpuesta en España a través del Real Decreto 1494/1995. En la actualidad la Directiva 92/72/CEE se encuentra derogada por la Directiva 2002/3/CE. Cabe decir, que el proyecto Previozono 2003 se enmarcó dentro de la Directiva 92/72/CEE, puesto que la siguiente Directiva no entró en vigor hasta septiembre de 2003.

En la Comunidad Valenciana, la Generalitat Valenciana, con el apoyo técnico de la Fundación CEAM, puso en marcha en el año 1999 el proyecto Previozono, con el objetivo de dar cobertura a los mandatos de las Directivas. 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.

1.1. Objetivos

El objetivo del proyecto Previozono es doble. Por un lado, dar cobertura a los requerimientos en materia de información y alerta a la población. Por otro lado, profundizar en la caracterización de la contaminación por ozono en un terreno con una morfología compleja, como es la Comunidad Valenciana. Ambos objetivos se encuentran interrelacionados, puesto que, cualquier incremento en el conocimiento se traduce en una mejora en la información ofrecida a la población.

El programa de vigilancia 2003, en lo referente a su desarrollo técnico e información a la población, siguió un esquema de trabajo similar al elaborado durante el pasado

programa. De esta forma, se elaboró (por parte de personal técnico de la Fundación CEAM) un informe diario, con información relativa a:

- Resumen de los valores de concentración de ozono en las 24 horas anteriores,
- Diagnóstico de la situación general ocurrida con relación a los niveles de concentración registrados,
- Previsión de la evolución esperable de las concentraciones para la siguiente jornada, con las correspondientes recomendaciones en caso de superación de los umbrales o previsión de superación.

Dicho informe se actualizó diariamente, durante los meses de mayor probabilidad de superación de los umbrales legales de referencia (Mayo a Septiembre), en la página web dedicada al Proyecto Previozono, y que puede consultarse en la dirección:

<http://www.cma.gva.es/ftp/ozono/html/index.html>

La página web del Proyecto Previozono se encuentra disponible durante todo el año, y en ella puede consultarse información como:

1. **Informe diario:** durante los meses de mayo a septiembre, diariamente se actualiza un Informe sintetizando la información relativa a: resumen de los valores de concentración de ozono en las 24 horas anteriores, diagnóstico de la situación general ocurrida con relación a los niveles de concentración registrados, previsión de la evolución esperable de las concentraciones para la siguiente jornada (con las correspondientes recomendaciones en caso de superación o previsión). En los meses periféricos, marzo, abril y octubre, la información que se actualiza se refiere a la superación o no de los umbrales legislados, en las 24 horas anteriores de vigilancia. Al terminar la campaña de vigilancia, se pone a disposición del público, información estadística sobre los niveles de concentración de ozono.
2. **Informes pasados:** informes diarios realizados en la campaña en curso
3. **Infomes históricos:** informes diarios y finales realizados durante las campañas pasadas
4. **Información gráfica:** Información correspondiente a las concentraciones de ozono medidas en las estaciones de la RAVCA durante la jornada de vigilancia. Con ella se pretende dar respuesta a tres de las necesidades de conocimiento que habitualmente se demandan respecto a la contaminación atmosférica: ¿cuáles son los niveles registrados?, ¿cómo están evolucionando? y ¿son los normales para el emplazamiento y estación?
5. **Superaciones:** Superaciones del umbral de información y/o alerta a la población registradas en las estaciones de la RAVCA durante el programa en curso.
6. **Ozono Troposférico:** Preguntas más frecuentes sobre qué es el ozono y qué hacer en caso de superación. También se incluyen algunos teléfonos y direcciones de interés.
7. **Directivas:** Directivas Europeas y Nacionales sobre contaminación por ozono.

8. **Información RAVCA:** Enlaces a la descripción de las estaciones de la Red Automática de Vigilancia de la Calidad del Aire, y descripción del monitor de ozono utilizado en las mismas.
9. **Noticias:** Noticias aparecidas en los medios de comunicación relacionadas con la contaminación por ozono

Durante los meses de Marzo, Abril y Octubre, la información que se actualiza diariamente, es la concerniente a la superación, o no, de los umbrales legales de referencia.

En cuanto a los objetivos del Proyecto Previozono, referentes a la caracterización de la contaminación por ozono en la Comunidad Valenciana, se elaboró un estudio de los episodios de contaminación por ozono, analizando su comportamiento espacial y temporal, y su relación con los patrones de flujo sinóptico. De esta forma, se clasificaron las situaciones sinópticas “tipo” que conducen a episodios de ozono, y se estudió el forzamiento que estas introducen en los niveles de concentración de ozono medidos en una Red de Calidad Ambiental.

1.2. Estructura del informe

A continuación se resumen los contenidos de las siguientes secciones:

Capítulo 2: Metodología utilizada y datos utilizados durante la ejecución del presente programa de vigilancia.

Capítulo 3: Análisis de los niveles de concentración de ozono en el periodo de Marzo a Octubre del 2003. En esta sección se incluye la estadística relativa a la recuperación de promedios horarios en las diferentes estaciones de la Red; la estadística descriptiva; y la estadística referida a la normativa.

Capítulo 4: Estudio de las jornadas en las que se supera el umbral de información a la población, en alguna de las estaciones de la Red. Analizando la situación meteorológica en la que acontece el episodio.

Capítulo 5: Conclusiones relativas al ejercicio del proyecto Previozono 2003, y líneas futuras a medio y largo plazo para el Previozono 2004 y sucesivos.

Apéndice A: Descripción de las situaciones sinópticas “tipo”, que conducen a elevados niveles de concentración de ozono en la Comunidad Valenciana.

Capítulo 2

Desarrollo y datos utilizados

En esta sección se describe la metodología empleada en el desarrollo del Proyecto Previozono 2003, describiendo tanto las herramientas utilizadas para lograr el objetivo final de informar a la población; como los datos empleados para dicho propósito.

2.1. Alcance y metodología

Tal y como se ha mencionado en la Introducción, el Proyecto Previozono 2003 siguió la misma metodología que durante el año anterior [2]. De esta forma, se establecieron jornadas de vigilancia de los niveles de concentración de ozono, durante los meses de Marzo a Octubre, ambos incluidos.

Al igual que en la anterior campaña, el periodo de vigilancia se dividió en dos subperiodos, uno que cubría el intervalo central de Mayo a Septiembre, y otro que comprendía los meses periféricos de Marzo, Abril y Octubre. Durante el intervalo central, en el que la probabilidad de que se registren superaciones de los umbrales es mayor, se realizó un Informe diario. En los meses periféricos, en los que los niveles de ozono se reducen considerablemente, pero en los que no es despreciable la probabilidad de que se produzca la superación de los umbrales de información y alerta a la población, se realizó una vigilancia diaria de los niveles y se informó sobre la superación o no de los mismos.

En el caso de superación de alguno de los umbrales de información y/o alerta a la población, además de reflejarlo en el Informe diario se elaboró una información complementaria, que se remitió al Centro de Emergencias de la Comunidad Valenciana para que informara a los ayuntamientos de las poblaciones afectadas.

Toda esta información se ubicó en una página web dedicada al Proyecto Previozono dentro del servidor de la Conselleria de Territori i Habitatge. En dicha web, diariamente se actualizó la siguiente información:

1. Informe diario con la siguiente información:
 - Los datos de los promedios de 24 horas (de 18 a 18 h UTC) y de los máximos de los promedios horarios entre las 00 h y las 18 h UTC, para cada una de las estaciones de la Red, sobre un mapa de la Red de medida.
 - Un análisis de lo acontecido en el periodo de vigilancia anterior, tanto en el aspecto de la evolución de los niveles de ozono, como en el aspecto meteorológico.
 - Un mapa sinóptico con la predicción de la situación prevista a las 12 h UTC, según el modelo HIRLAM del Instituto Nacional Meteorológico.

- La predicción de la evolución cualitativa de los niveles de ozono y de la situación meteorológica, para la ventana de vigilancia de la jornada siguiente.
- Una síntesis, breve y concreta, incluyendo 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 a la población.

2. Información gráfica:

- Figura 1: Se presentan las concentraciones media y máxima horaria durante la jornada de vigilancia; en líneas continuas se representan los valores promedio mensuales de referencia para las concentraciones media y máxima horaria calculados en el periodo 1997-2001.
- Figura 2: Se presentan las diferencias entre la concentración media (o máximo horario) de la jornada de vigilancia, respecto a las registradas en la jornada anterior.
- Figura 3: Se presentan las medidas (media diaria y máximo horario) efectuadas durante la jornada de vigilancia precedente, relativas a las normales para el mes en curso, de manera que los valores positivos significan un estado por encima de las concentraciones normales y los negativos una situación por debajo. Las unidades se expresan en porcentajes respecto a las correspondientes medias mensuales normales (calculadas para el periodo 1997-2001).

2.1.1. Personal

La responsabilidad de la vigilancia del comportamiento de los niveles de ozono y la elaboración del parte diario durante la vigencia del Programa de Vigilancia PRE-VIOZONO 2003 recayó en el personal de la Fundación CEAM: Núria Castell, J. Jaime Diéguez, Enrique Mantilla y J. Luis Palau.

2.2. Datos utilizados

Para el cumplimiento del objetivo de información a la población, se utilizó la información en superficie ofrecida por la Red de Calidad Ambiental de la Comunidad Valenciana (RAVCA) y, la información meteorológica confeccionada, tanto por el Instituto Nacional Meteorológico (INM), como por el Instituto Británico de Meteorología (Mettooffice), relativa principalmente, a mapas barométricos en superficie y en altura.

2.2.1. Red de Calidad Ambiental de la Comunidad Valenciana

La medida y adquisición de las concentraciones de ozono, entre otros contaminantes y variables meteorológicas, se lleva a cabo mediante la Red Automática de Vigilancia de la Calidad del Aire, propiedad de la Generalitat Valenciana.

La Red de Vigilancia consta de 3 unidades móviles que permiten cubrir transectos a lo largo de las cuencas aéreas de la Comunidad Valenciana, y cubrir con ello, la escasez de datos de algunas zonas del interior, sobre todo de la provincia de Valencia y Alicante.

En la actualidad, la RAVCA cuenta con 30 estaciones fijas y 3 unidades móviles. En la tabla 2.1 se describen los sensores de los que consta cada una de las estaciones. En la

figura 2.1 se muestra la ubicación de las estaciones utilizadas en el Proyecto Previozono 2003.

Especificaciones del sensor de ozono

A continuación se describen brevemente las especificaciones técnicas del sensor de ozono utilizado en la RAVCA. Puede encontrarse más información, sobre éste y el resto de sensores, en la página web¹ de la casa del fabricante y en la página web² de la empresa encargada de la instalación.

El modelo utilizado en la totalidad de las estaciones de la Red Automática de Vigilancia 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 2.2 se muestran las especificaciones del analizador de ozono y del generador de ozono.

Las mediciones son almacenadas por el sistema de adquisición de datos según promedios diezminutales, a los que se exige un cubrimiento mínimo de medidas válidas, siendo esta la mayor resolución temporal a la que se puede acceder.

Control de calidad de los datos

El control de calidad de los datos consta de dos niveles. 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 debidos a autocalibraciones o a un funcionamiento anómalo del equipo. En este primer nivel de control no se filtran todos los datos erróneos por lo que es necesario realizar un segundo control. El segundo nivel de control de calidad es manual y consiste en la visualización de las series de datos para detectar las posibles anomalías. Los datos que no superan el control, no se utilizan en la elaboración del Informe diario.

2.2.2. Información meteorológica

El ozono es un contaminante secundario, que se forma principalmente a partir de los óxidos de nitrógeno y los compuestos orgánicos volátiles, con la presencia de luz solar. Sin embargo, el ozono no sólo se forma en las áreas de emisión de precursores, si no que su formación se da también a una escala regional (10 a 100 km en la horizontal). De esta forma, la evaluación de la distribución de los niveles de ozono en las cuencas que forman la Comunidad Valenciana, requiere del estudio de las condiciones de dispersión (horizontal y vertical) de la masa aérea.

Para evaluar las condiciones de difusión y transporte de la masa aérea se utilizaron los mapas barométricos en superficie y en altura, y los sondeos aerológicos. En el informe que se elabora diariamente se incluyó el mapa de presión en superficie elaborado por el Instituto Nacional de Meteorología. Sin embargo, en el proceso de análisis se coteja la información de diferentes modelos de predicción, elaborados por diferentes instituciones; y también información de otras características (imágenes de satélites, información en superficie de la red de estaciones meteorológicas del CEAM, etc.).

¹www.dasibi.com

²www.sirsa.es

Cuadro 2.1: Sensores en funcionamiento en cada una de las estaciones de la RAVCA. Donde meteo = velocidad y dirección del viento, radiación neta, precipitación, temperatura, presión, humedad relativa.

Emplazamiento	Sensores
Coratxar	$SO_2, NO, NO_2, NO_x, O_3, PST, meteo$
Morella	$SO_2, NO, NO_2, NO_x, O_3, PST, meteo$
Vallibona	$SO_2, NO, NO_2, NO_x, O_3, meteo$
Vilafranca	$SO_2, NO, NO_2, NO_x, O_3, PST, meteo$
Sorita	$SO_2, NO, NO_2, NO_x, O_3, PM_1, PM_2, PM_{10}, meteo$
Sant Jordi	$SO_2, NO, NO_2, NO_x, O_3, PM_1, PM_2, PM_{10}, meteo$
Penyeta	$SO_2, NO, NO_2, NO_x, O_3, PST, meteo$
Onda	$SO_2, NO, NO_2, NO_x, O_3, PST, meteo$
Grau de Castelló	$SO_2, NO, NO_2, NO_x, O_3, PST, CO, meteo$
Ermita	$SO_2, NO, NO_2, NO_x, O_3, PST, CO, meteo$
Castelló	$SO_2, NO, NO_2, NO_x, O_3, PST, CO, BTX, meteo$
Burriana	$SO_2, NO, NO_2, NO_x, O_3, PM_2, PM_{10}, CO, meteo$
Alcora	$SO_2, NO, NO_2, NO_x, O_3, PM_2, PM_{10}, CO$
Sagunt	$SO_2, NO, NO_2, NO_x, O_3, PST, CO$
Port de Sagunt	$SO_2, NO, NO_2, NO_x, O_3, PST, CO, CH_4, HNM, HCT, meteo$
Paterna	$SO_2, NO, NO_2, NO_x, O_3, PST, CO$
Quart de Poblet	$SO_2, NO, NO_2, NO_x, O_3, PST, CO$
Viveros	$SO_2, NO, NO_2, NO_x, O_3, PST, PM_{10}, CO, BTX$
Gran Vía (Vlc)	$SO_2, NO, NO_2, NO_x, O_3, PST, CO$
Linares (Vlc)	$SO_2, NO, NO_2, NO_x, O_3, PST, CO$
Nuevo Centro (Vlc)	$SO_2, NO, NO_2, NO_x, O_3, PST, CO$
Aragón (Vlc)	$SO_2, NO, NO_2, NO_x, O_3, PST, CO, CH_4, HNM, HCT$
Pista de Silla	$SO_2, NO, NO_2, NO_x, O_3, PST, CO, meteo$
Gandia	$SO_2, NO, NO_2, NO_x, O_3, PST, CO$
Alzira	$SO_2, NO, NO_2, NO_x, O_3, PM_{10}, CO, meteo$
Verge	$SO_2, NO, NO_2, NO_x, O_3, PST, CO$
El Pla	$SO_2, NO, NO_2, NO_x, O_3, PM_1, PM_2, CO$
Agroalimentari	$SO_2, NO, NO_2, NO_x, O_3, PST, CO, meteo$
Renfe	$SO_2, NO, NO_2, NO_x, O_3, PST, CO$
Elx	$SO_2, NO, NO_2, NO_x, O_3, PST, CO$

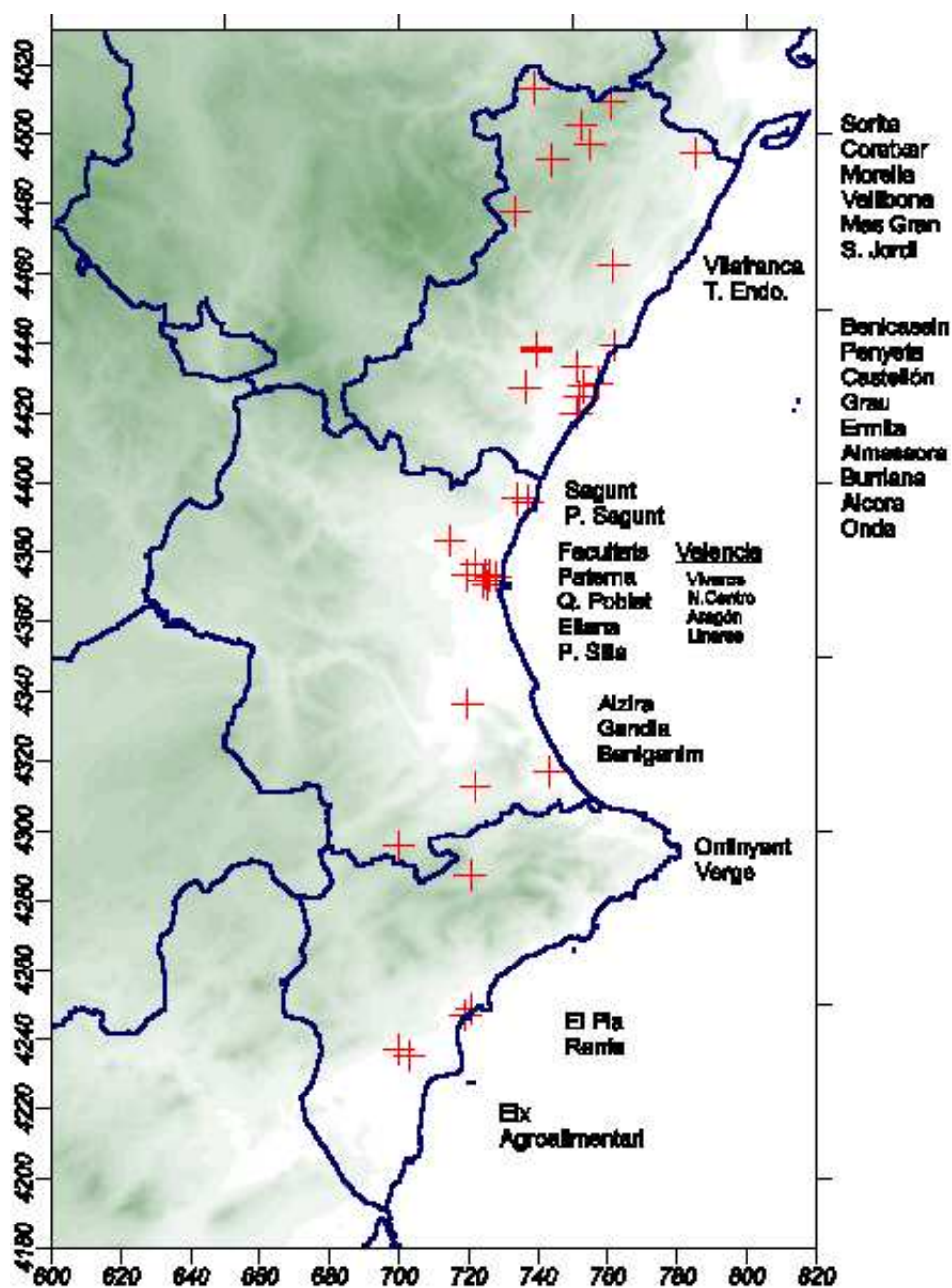


Figura 2.1: Estaciones de la Red de Calidad Ambiental de la Comunidad Valenciana. Las cruces indican la posición de las estaciones, a la derecha del mapa se encuentran los nombres de las estaciones

Cuadro 2.2: Especificaciones del analizador y del generador de O_3 .

Analizador de ozono	
Margen de medida	0-1000 ppb (0-2000 $\mu g/m^3$)
Precisión	1 ppb (2 $\mu g/m^3$)
Límite detección	1 ppb (2 $\mu g/m^3$)
Margen temperatura	0 -45°C
Generador de ozono	
Tiempo respuesta:	
manual	2 minutos
automático	5-10 minutos

Capítulo 3

Análisis de los niveles de concentración de ozono

En esta sección se detalla la estadística de los datos de ozono registrados en la Red Automática de Vigilancia, durante la campaña Previozono 2003 (Marzo a Octubre). La sección se divide en tres subsecciones referidas a: recuperación de datos de ozono; estadística descriptiva y, estadística referida a la normativa.

3.1. Recuperación de datos de ozono

La recuperación de datos de ozono se refiere al porcentaje de datos horarios de ozono que han podido utilizarse en la elaboración del Informe, se trata por tanto, de una medida de la cobertura temporal y espacial ofrecida por el monitor de ozono.

Para el cálculo de las medias horarias se exige un 75 % de datos válidos. Del contenido de la tabla 3.1, se concluye que los equipos de medida de ozono tienen un rendimiento alto, resultando una cobertura temporal y espacial en la Red aceptable. En algunos periodos concretos de tiempo y en estaciones bien identificadas, que han sufrido algún tipo de avería, no se dispone de una buena cobertura de datos. En este sentido, podemos destacar las siguientes incidencias acontecidas durante el desarrollo del Previozono 2003:

- Oliver: fue dada de baja el 26 de febrero de 2003, de forma que ya no estuvo en funcionamiento durante el desarrollo del Previozono 2003.
- El Pla: entra en funcionamiento el 11 de septiembre de 2002.
- Burriana: entra en funcionamiento el 18 de abril de 2003.
- Alcora: entra en funcionamiento el 18 de abril de 2003.
- El Pla: durante el mes de junio el porcentaje de datos recuperados desciende al 52 %, debido a fallos en las comunicaciones.
- Elx: durante el mes de junio, el porcentaje de recuperación desciende al 9 %, debido a fallos en las comunicaciones.
- Morella: durante el mes de octubre, el porcentaje de recuperación se sitúa en un 43 %, debido a fallos en las comunicaciones.

- Durante algunos meses, que varían dependiendo de la estación, el porcentaje de recuperación de datos varía en un 70-80 %, esto es debido principalmente, a fallos de comunicación, averías locales, etc.

Cuadro 3.1: Estadística de recuperación de valores horarios de ozono. Periodo de marzo a octubre

Estación	3	4	5	6	7	8	9	10
Sorita	96	95	99	98	92	95	99	80
Coratxà	99	100	87	84	88	88	100	97
Morella	99	76	99	99	100	96	94	43
Vallibona	100	100	82	99	93	100	96	100
Vilafranca	99	99	100	88	77	55	76	92
S. Jordi	99	99	100	88	81	90	98	99
Penyeta	100	100	99	89	94	77	88	100
Castelló	92	95	84	86	53	77	100	99
Onda	99	87	94	88	98	100	88	100
El Grau	94	89	93	83	89	89	98	94
Ermita	99	99	99	76	65	100	99	100
Burriana	-	41	85	77	91	92	96	95
Alcora	-	42	88	77	78	94	93	94
Sagunto	100	90	92	99	96	100	99	99
P. Sagunto	100	99	90	100	91	100	99	95
Paterna	99	89	88	98	83	100	98	100
Q. Poblet	96	89	91	99	94	93	96	97
Viveros	100	100	100	95	100	99	99	93
N. Centro	92	100	75	100	69	76	96	99
Aragon	99	100	97	95	86	81	98	100
Linares	100	99	92	98	85	85	100	100
P. Silla	100	97	96	96	95	97	99	99
Gandia	88	98	82	92	98	100	99	100
Alzira	100	100	93	85	86	100	100	97
Verge	99	97	97	89	87	99	88	99
Renfe	100	97	99	100	100	99	99	91
El Pla	97	76	83	52	99	100	100	90
Elx	95	91	100	9	80	99	99	97
Agroalimentari	95	94	97	96	92	91	97	97

3.2. Estadística descriptiva

Se presenta un resumen estadístico de las series de valores horarios, máximos horarios diarios y promedios diarios de concentración de ozono, en todos los emplazamientos de la Red Automática, durante el periodo comprendido entre Marzo y Octubre del 2003, ambos incluidos.

3.2.1. Estadística de la concentración horaria de ozono

En las tablas 3.2 y 3.3, pueden consultarse los estadísticos referidos a la media y la desviación típica, de la concentración horaria de ozono, para cada una de las estaciones de la Red. La tabla 3.2, se refiere a los meses periféricos (Marzo, Abril y Octubre), mientras que la tabla 3.3 se refiere a los meses centrales de vigilancia (Mayo a Septiembre).

3.2.2. Estadística de la concentración máxima horaria diaria de ozono

En las tablas 3.4 y 3.5, pueden consultarse los estadísticos referidos a la media y la desviación típica, de la concentración máxima horaria diaria de ozono, para cada una de las estaciones de la Red. La tabla 3.4, se refiere a los meses periféricos (Marzo, Abril y Octubre), mientras que la tabla 3.5 se refiere a los meses centrales de vigilancia (Mayo a Septiembre).

3.2.3. Estadística de la concentración media diaria de ozono

En las tablas 3.6 y 3.7, pueden consultarse los estadísticos referidos a la media y la desviación típica, de la concentración media diaria de ozono, para cada una de las estaciones de la Red. La tabla 3.6, se refiere a los meses periféricos (Marzo, Abril y Octubre), mientras que la tabla 3.7 se refiere a los meses centrales de vigilancia (Mayo a Septiembre).

Cuadro 3.2: Estadística descriptiva de la concentración horaria de ozono. Marzo, Abril y Octubre

Estación	Mar		Abr		Oct	
	m	dt	m	dt	m	dt
Sorita	70	34	77	33	48	25
Coratxà	95	19	95	14	74	9
Morella	97	20	103	16	66	12
Vallibona	107	20	112	14	82	9
Vilafranca	82	25	95	21	61	13
S. Jordi	85	27	97	25	65	20
Penyeta	58	34	76	24	58	17
Castelló	40	30	60	31	26	19
Onda	68	29	83	25	60	18
El Grau	57	42	74	40	40	26
Ermita	39	34	55	35	33	26
Burriana	-	-	63	43	38	29
Alcora	-	-	65	32	41	19
Sagunto	62	27	73	25	45	21
P. Sagunto	53	33	68	31	24	17
Paterna	46	32	60	33	37	23
Q. Poblet	38	29	51	31	25	19
Viveros	45	33	59	32	28	20
N. Centro	30	26	40	27	24	20
Aragon	21	19	39	24	17	15
Linares	24	18	33	20	17	11
P. Silla	33	27	46	27	24	17
Gandia	58	38	71	36	32	21
Alzira	52	39	67	36	38	27
Verge	77	27	80	22	52	21
Renfe	57	27	65	25	42	18
El Pla	57	32	65	29	36	23
Elx	52	24	61	23	35	19
Agroalimentari	60	28	77	29	46	25

Cuadro 3.3: Estadística descriptiva de la concentración horaria de ozono. Periodo central

Estación	May		Jun		Jul		Ago		Sep	
	m	dt	m	dt	m	dt	m	dt	m	dt
Sorita	75	32	88	32	86	34	86	39	59	35
Coratxà	94	16	107	17	109	20	118	21	90	22
Morella	96	18	105	17	104	21	114	23	86	24
Vallibona	106	18	119	16	121	22	131	22	102	23
Vilafranca	89	21	99	25	103	27	93	29	75	26
S. Jordi	85	23	79	30	75	29	90	28	93	29
Penyeta	63	22	65	25	65	26	87	25	79	25
Castelló	57	29	55	29	59	28	46	25	43	27
Onda	79	23	78	25	82	26	91	22	67	23
El Grau	73	36	61	39	54	33	50	40	52	39
Ermita	52	31	48	34	39	27	49	36	47	36
Burriana	65	39	57	41	72	47	65	47	58	46
Alcora	67	32	69	37	69	33	74	30	55	28
Sagunto	66	23	60	24	63	21	63	21	58	25
P. Sagunto	68	31	69	31	71	29	68	29	62	31
Paterna	57	33	59	34	65	33	59	34	52	32
Q. Poblet	48	29	48	30	46	24	46	28	42	29
Viveros	58	31	59	31	58	28	54	30	47	31
N. Centro	49	29	49	29	61	30	49	32	24	20
Aragon	37	22	37	20	37	19	32	23	31	22
Linares	30	17	30	18	32	18	29	19	24	13
P. Silla	40	24	38	22	42	22	40	21	34	23
Gandia	71	36	71	35	72	33	70	39	56	33
Alzira	59	38	61	38	65	40	62	43	48	35
Verge	79	26	84	27	85	28	94	30	71	27
Renfe	64	24	62	23	61	21	63	25	61	22
El Pla	68	29	58	29	55	24	57	30	59	26
Elx	62	23	73	24	52	25	60	25	57	23
Agroalimentari	72	30	72	31	74	28	73	30	70	29

Cuadro 3.4: Estadística descriptiva de la concentración máxima horaria diaria de ozono. Marzo, Abril y Octubre

Estación	Mar		Abr		Oct	
	m	dt	m	dt	m	dt
Sorita	104	18	113	13	79	9
Coratxà	108	18	108	13	86	6
Morella	109	19	117	15	81	11
Vallibona	120	20	125	14	95	5
Vilafranca	104	18	121	17	79	9
S. Jordi	118	20	128	14	92	17
Penyeta	83	33	104	12	84	9
Castelló	77	18	98	12	57	14
Onda	105	22	116	12	84	10
El Grau	105	23	117	15	76	14
Ermita	83	18	97	14	75	13
Burriana	-	-	115	14	84	15
Alcora	-	-	109	15	70	9
Sagunto	92	18	105	15	79	12
P. Sagunto	94	24	108	14	75	18
Paterna	91	17	105	13	77	21
Q. Poblet	79	17	91	12	61	18
Viveros	87	21	97	11	61	14
N. Centro	64	20	75	15	61	15
Aragon	61	20	75	14	48	13
Linares	49	14	64	14	42	12
P. Silla	66	20	79	14	54	13
Gandia	103	21	115	15	65	16
Alzira	101	22	112	14	79	16
Verge	111	21	112	10	84	11
Renfe	92	17	99	14	78	13
El Pla	96	17	100	12	74	14
Elx	84	13	92	10	66	11
Agroalimentari	96	12	112	9	82	12

Cuadro 3.5: Estadística descriptiva de la concentración máxima horaria diaria de ozono. Periodo central

Estación	May		Jun		Jul		Ago		Sep	
	m	dt	m	dt	m	dt	m	dt	m	dt
Sorita	117	20	140	16	140	21	128	23	99	23
Coratxà	109	12	128	11	130	13	132	20	107	22
Morella	113	15	126	12	128	17	133	19	106	24
Vallibona	125	15	139	16	146	17	149	20	124	22
Vilafranca	117	20	140	16	140	21	128	23	109	28
S. Jordi	113	14	120	20	107	17	128	17	132	20
Penyeta	90	10	98	17	96	21	120	24	111	19
Castelló	92	13	92	21	91	21	80	15	83	19
Onda	110	10	111	14	114	16	118	15	100	15
El Grau	116	15	111	24	87	23	104	19	103	24
Ermita	90	12	95	19	74	21	100	18	98	19
Burriana	114	17	110	19	130	23	131	21	122	23
Alcora	110	15	120	20	115	16	118	16	96	18
Sagunto	99	15	91	21	91	17	95	17	94	17
P. Sagunto	109	18	111	18	107	15	114	17	107	21
Paterna	105	14	103	19	106	21	110	17	108	23
Q. Poblet	87	15	87	16	78	16	86	14	92	21
Viveros	96	15	98	16	88	19	96	17	91	20
N. Centro	92	12	91	16	102	15	100	21	81	21
Aragon	71	14	68	14	59	20	70	16	72	19
Linares	60	13	59	17	55	17	60	20	52	16
P. Silla	75	13	70	13	70	17	71	14	72	20
Gandia	113	17	118	18	114	18	125	20	107	20
Alzira	106	19	108	22	114	21	122	22	106	23
Verge	114	16	122	13	126	11	132	20	112	14
Renfe	97	14	92	16	89	13	99	14	100	13
El Pla	102	12	91	19	84	14	96	17	97	12
Elx	89	13	108	15	78	23	93	19	92	11
Agroalimentari	107	12	110	15	109	18	109	18	106	13

Cuadro 3.6: Estadística descriptiva de la concentración media diaria de ozono. Marzo, Abril y Octubre

Estación	Mar		Abr		Oct	
	m	dt	m	dt	m	dt
Sorita	70	21	77	13	49	14
Coratxà	95	17	95	11	74	5
Morella	97	18	103	13	66	10
Vallibona	107	19	112	12	82	4
Vilafranca	82	16	95	11	61	7
S. Jordi	85	17	97	12	66	14
Penyeta	58	30	76	14	58	11
Castelló	39	17	60	14	26	10
Onda	68	20	83	12	60	12
El Grau	56	22	75	19	40	14
Ermita	39	17	55	16	33	11
Burriana	-	-	61	8	38	11
Alcora	-	-	64	9	41	9
Sagunto	62	20	73	14	45	12
P. Sagunto	53	21	68	14	38	12
Paterna	46	15	60	13	37	12
Q. Poblet	39	15	51	13	25	9
Viveros	46	18	59	15	28	9
N. Centro	30	16	40	14	24	9
Aragon	22	7	39	11	17	6
Linares	24	11	33	10	17	6
P. Silla	33	17	46	14	24	9
Gandia	58	21	71	11	32	12
Alzira	52	15	67	11	38	14
Verge	77	15	80	7	52	11
Renfe	57	16	65	11	42	10
El Pla	58	19	65	11	36	11
Elx	52	13	61	9	35	10
Agroalimentari	59	12	76	11	46	13

Cuadro 3.7: Estadística descriptiva de la concentración media diaria de ozono. Periodo central

Estación	May		Jun		Jul		Ago		Sep	
	m	dt	m	dt	m	dt	m	dt	m	dt
Sorita	75	16	88	13	86	15	86	19	60	21
Coratxà	94	12	107	10	109	15	118	19	90	21
Morella	96	14	105	11	104	16	114	20	85	21
Vallibona	106	13	119	10	122	15	130	19	103	21
Vilafranca	89	11	100	11	103	15	93	16	76	19
S. Jordi	85	9	80	13	74	15	91	12	93	17
Penyeta	63	10	65	10	66	16	88	15	79	18
Castelló	57	11	55	12	58	14	46	11	43	13
Onda	79	10	78	11	82	15	91	15	67	16
El Grau	73	10	61	11	52	14	51	9	52	19
Ermita	52	10	48	11	39	11	49	8	47	15
Burriana	66	9	57	12	72	16	65	12	58	16
Alcora	67	12	69	14	70	12	74	12	55	15
Sagunto	65	11	60	14	63	14	63	13	58	15
P. Sagunto	68	11	69	12	70	11	69	10	62	16
Paterna	58	11	59	10	64	15	59	10	52	12
Q. Poblet	49	11	48	10	46	10	46	9	42	14
Viveros	58	11	59	10	58	14	54	8	47	15
N. Centro	49	11	49	11	59	11	51	12	36	13
Aragon	37	9	37	7	37	12	32	9	31	10
Linares	30	7	30	8	32	10	28	7	24	6
P. Silla	39	10	38	9	42	11	39	8	34	13
Gandia	70	10	71	11	72	12	70	11	56	14
Alzira	59	11	61	13	65	14	62	12	48	14
Verge	79	10	84	10	87	8	94	16	71	12
Renfe	65	11	62	8	61	9	63	10	61	8
El Pla	68	13	58	11	55	9	57	13	59	10
Elx	62	12	76	14	52	18	60	15	57	10
Agroalimentari	72	11	72	13	74	13	73	16	70	13

3.3. Caracterización física de las estaciones

Para la caracterización de las diferentes estaciones que forman la RAVCA, se utilizaron diferentes estadísticos con significado físico. Los cálculos se realizaron para cada una de las estaciones y, durante el periodo de marzo a octubre de 2003.

Cabe decir, que dicha caracterización tan solo es representativa del periodo para el que se realizó el cálculo, puesto que al cogerse un solo año de medidas, las conclusiones no son generalizables.

Mediana o percentil 50: La mediana es el valor de la variable que deja por debajo de sí a la mitad de las n observaciones. Este valor de medida de la tendencia central, es el más adecuado cuando la distribución presenta una cierta inclinación.

Media: la media al igual que la mediana se trata de una medida de la tendencia central de una distribución. En estudios relacionados con propósitos estadísticos, suele recomendarse el uso de esta medida.

Percentil 98 (máximo): Los percentiles son una medida de 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 nos 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. Nos 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, nos evitará tener la influencia de los valores más puntuales.

En la tabla 3.8, se muestran los resultados de dichos cálculos. En ellas se observa como los valores más altos, representados por el P98, acontecen en las estaciones de Els Ports-Maestrat, junto con las estaciones de Burriana, Gandia, Alzira, y Verge. Dentro de estas estaciones, son las situadas en Els Ports-Maestrat y Verge, las que tienen valores centrales (media y mediana) más altos.

Las estaciones cuyos valores tanto promedios, como máximos son elevados, son indicativos de estaciones que se encuentran en emplazamientos sumergidos en masas de aire envejecidas, durante un gran porcentaje de tiempo. En cambio, las estaciones con máximos altos y promedios no especialmente elevados, son características de estaciones que no siempre se encuentran midiendo masas envejecidas.

Cuadro 3.8: Caracterización de las estaciones de la RAVCA. Periodo de marzo a octubre

Estación	mediana (P50)	media	máximo (P98)	rango (P90-P10)
Sorita	78	74	139	96
Coratxà	96	97	143	57
Morella	98	98	143	59
Vallibona	109	110	159	61
Vilafranca	85	87	145	69
S. Jordi	85	84	141	74
Penyeta	69	68	122	71
Castelló	48	47	105	79
Onda	76	76	128	68
El Grau	59	58	128	103
Ermita	46	45	110	88
Burriana	58	59	146	114
Alcora	59	62	128	88
Sagunto	61	61	112	63
P. Sagunto	62	62	123	85
Paterna	53	54	121	90
Q. Poblet	41	43	99	78
Viveros	52	51	111	86
N. Centro	39	41	103	78
Aragon	28	31	81	57
Linares	24	27	70	44
P. Silla	36	37	86	65
Gandia	61	62	134	98
Alzira	56	56	131	103
Verge	77	78	135	75
Renfe	61	60	108	66
El Pla	58	57	111	81
Elx	55	54	105	65
Agroalimentari	68	68	125	81

3.4. Estadística referida a la normativa

Para la elaboración del Informe diario se han tenido en cuenta los umbrales legales establecidos en el Real Decreto 1494/1995 sobre contaminación atmosférica por ozono, de información a la población (establecido en $180\mu\text{g}/\text{m}^3$ en $< 1h >$) y el umbral de alerta a la población (establecido en $360\mu\text{g}/\text{m}^3$ en $< 1h >$).

En esta subsección, 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. En la tabla 3.9, se muestran los umbrales legislados relativos al ozono recogidos en el Real Decreto 1494/1995.

La Directiva 2002/3/CEE que entró en vigor en septiembre de este mismo año, establece una reducción en el umbral de alerta a la población, que se sitúa en $240\mu\text{g}/\text{m}^3$ como promedio horario. La nueva directiva establece, también, unos valores objetivo de ozono y unos objetivos a largo plazo para el ozono (ver tablas 3.10, 3.11 y 3.12).

Cuadro 3.9: Umbrales de concentración de ozono. Directiva 92/72/CEE.

	Parámetro	Umbral
Umbral de protección a la salud	Promedio 8 horas	$110\mu\text{g}/\text{m}^3$
Umbrales de protección de la vegetación	Promedio horario	$200\mu\text{g}/\text{m}^3$
	Promedio diario	$65\mu\text{g}/\text{m}^3$
Umbral de información a la población	Promedio horario	$180\mu\text{g}/\text{m}^3$
Umbral de alerta a la población	Promedio horario	$360\mu\text{g}/\text{m}^3$

Cuadro 3.10: Valores objetivo de ozono. Directiva 2002/3/CE.

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

3.4.1. Umbrales referidos a la vegetación

En la tabla 3.14, se presentan las superaciones del umbral de protección a la vegetación establecido en $65\mu\text{g}/\text{m}^3$ como promedio diario; el segundo de los umbrales, establecido en $200\mu\text{g}/\text{m}^3$ no se ha superado durante la presente campaña de vigilancia.

Tal y como se desprende de las tablas, la superación de los umbrales legales de referencia, sigue el mismo comportamiento que en años anteriores.

En lo referente a los umbrales de protección a la vegetación, un año más, el umbral establecido en $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$ no se ha superado durante ninguna jornada, mientras que el establecido en $65 \mu\text{g}/\text{m}^3 < 24\text{h} >$ ha llegado a superarse, en algunas de las estaciones, durante más del 90 % de las jornadas.

Las características propias del ozono, 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. Unidas a las características 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 hasta 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 del análisis de las medidas, se observa, como son las estaciones situadas en el interior de la Comunidad, las que registran un mayor número de superaciones, principalmente en verano, cuando el desarrollo de los ciclos locales es mayor.

En las estaciones de un carácter urbano o industrial, es decir, emplazadas en la ciudad o próximas a polígonos industriales o carreteras, el número de superaciones es notablemente menor. En cualquier caso, esto no es, por si solo, indicativo de una mejor calidad del aire, si no, generalmente, de una mayor concentración de *NO*, lo que se traduce en un consumo de ozono.

3.4.2. Umbrales referidos a la salud

Existen, en el Real Decreto 1494/1995, tres umbrales referidos a la salud humana: el umbral de protección, el umbral de información, y el umbral de alerta a la población.

Umbral de protección a la salud

El umbral de protección a la salud se define como un promedio octohorario, y se calcula cuatro veces al día, entre las 0-8 h, las 8-16h, las 16-24h, y las 12-20h, por

Cuadro 3.11: 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	$6000 \mu\text{g}/\text{m}^3 \cdot \text{h}$

Cuadro 3.12: 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	$240 \mu\text{g}/\text{m}^3$

Cuadro 3.13: Porcentaje de superaciones del umbral de protección a la vegetación. Marzo-Octubre 2003

Estación	3	4	5	6	7	8	9	10
Sorita	52	83	77	90	87	87	42	10
Coratxà	94	100	84	80	87	84	90	87
Morella	94	73	97	100	100	94	84	23
Vallibona	94	100	81	100	90	100	90	100
Vilafranca	87	100	97	83	77	52	45	26
S. Jordi	87	100	100	77	48	87	94	45
Penyeta	48	73	35	37	42	68	68	26
Castelló	10	27	19	10	13	3	6	0
Onda	52	80	84	83	81	100	39	35
El Grau	32	63	65	27	16	3	23	3
Ermita	10	17	10	3	0	3	13	0
Burriana	0	17	45	17	61	45	29	0
Alcora	0	20	52	40	58	74	29	0
Sagunto	45	63	42	30	35	42	29	6
P. Sagunto	32	63	61	67	58	65	0	0
Paterna	16	27	26	27	39	32	19	0
Q. Poblet	0	10	0	3	3	3	6	0
Viveros	19	37	32	23	29	6	10	0
N. Centro	3	7	0	7	26	6	0	0
Aragon	0	0	0	0	0	0	0	0
Linares	0	0	0	0	0	0	0	0
P. Silla	3	10	0	0	3	0	3	0
Gandia	32	73	61	57	68	61	13	3
Alzira	19	53	26	30	42	52	13	0
Verge	77	93	87	90	74	97	45	0
Renfe	29	43	52	37	32	52	29	0
El Pla	39	40	55	13	13	42	23	0
Elx	16	33	42	7	13	48	23	0
Agroalimentari	26	80	74	67	65	52	48	6

Cuadro 3.14: Porcentaje de superaciones del umbral de protección a la salud. Marzo-Octubre 2003

Estación	3	4	5	6	7	8	9	10
Sorita	10	13	19	37	35	55	6	0
Coratxà	16	17	10	30	48	61	19	0
Morella	23	27	19	43	42	61	19	0
Vallibona	45	37	42	83	87	81	23	0
Vilafranca	13	27	35	70	52	23	16	0
S. Jordi	32	37	13	23	10	39	39	0
Penyeta	3	0	0	0	3	23	10	0
Castelló	0	3	0	0	3	0	0	0
Onda	6	7	3	7	19	32	3	0
El Grau	10	17	10	13	3	6	10	0
Ermita	0	3	0	0	0	3	0	0
Burriana	-	-	10	-	45	35	23	0
Alcora	-	-	6	20	10	23	0	0
Sagunto	3	3	0	0	0	0	3	0
P. Sagunto	6	0	10	13	3	6	6	0
Paterna	0	3	0	10	6	3	0	0
Q. Poblet	0	0	0	0	0	0	0	0
Viveros	0	0	0	0	0	0	0	0
N. Centro	0	0	0	0	0	0	0	0
Aragon	0	0	0	0	0	0	0	0
Linares	0	0	0	0	0	0	0	0
P. Silla	0	0	0	0	0	0	0	0
Gandia	6	17	10	17	10	32	10	0
Alzira	13	13	3	13	19	45	10	0
Verge	16	3	6	20	23	61	3	0
Renfe	0	0	0	0	0	0	0	0
El Pla	0	0	0	0	0	0	0	0
Elx	0	0	0	0	0	3	0	0
Agroalimentari	0	7	6	17	10	16	10	0

lo que pueden registrarse hasta cuatro superaciones diarias. No obstante, y para una mejor interpretación de los resultados, tan solo se ha contabilizado, para el cálculo de porcentajes, una superación por día.

En la tabla 3.14, se muestra el porcentaje de superaciones del umbral de protección a la salud (contabilizado como se indica en el párrafo anterior), para cada uno de los meses de vigilancia del proyecto Previozono 2003.

Se observa un comportamiento espacial similar a los umbrales de protección a la vegetación.

Los porcentajes más elevados de superaciones del umbral de $110 \mu\text{g}/\text{m}^3$ se registran en las estaciones situadas en el interior o a media distancia entre el interior y la costa. En las estaciones situadas en altura, los niveles de concentración de ozono pueden superar los $110 \mu\text{g}/\text{m}^3$ como promedio horario durante la noche, puesto que las estaciones permanecen en contacto con los estratos de reserva no perturbados.

Umbral de información y alerta a la población

El umbral de información a la población, establecido en $180\mu\text{g}/\text{m}^3$ se superó durante 8 horas, distribuidas en 3 jornadas diferentes. En la tabla 3.15, se detallan los días, estaciones, y horas, durante los que se registró la superación del umbral de información. El umbral de alerta a la población no se superó en ninguna de las estaciones de medida de la RAVCA.

En lo referente a la superación del umbral de información a la población, se observa, generalmente, que aunque la mayor parte de estaciones del entorno registran un incremento en las concentraciones de ozono, la superación suele tener un carácter local, y de poca duración temporal. Esto puede deberse, a que la estación (o estaciones) es alcanzada por una “masa de aire” especialmente enriquecida en ozono, pero que carece de una gran extensión espacial.

Cuadro 3.15: Superaciones del umbral de información a la población.

Estación	C. máx. horaria ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Fecha	Hora (UTC)	Duración episodio (horas)
Vallibona	193	14/06/2003	15-16	2
Vilafranca	194	11/07/2003	13-15	3
Vallibona	191	”	14	1
Zorita	188	”	15	1
Verge (Alcoi)	185	14/08/2003	15	1

Capítulo 4

Análisis de las jornadas con superación del umbral de información a la población

En esta sección se analiza la evolución de la concentración de ozono medida en las estaciones de la Red Automática en los días en los que se supera el umbral de información a la población. Para ello se relacionan los niveles de concentración de ozono medidos en la RAVCA, con las condiciones meteorológicas.

En el análisis de las jornadas de superación, se hace referencia al tipo sinóptico en el que acontecen. En el apéndice A puede encontrarse una descripción de los mismos.

4.1. Historial de superaciones en las estaciones de la RAVCA

En la tabla 4.1 se muestran las superaciones del umbral de información a la población en las estaciones de la RAVCA, en el periodo 1997-2003.

En general, y de forma simplista, podemos decir que la superación del umbral de información a la población acontece en un régimen atmosférico anticiclónico y estable, en el que se desarrollan intensas circulaciones de brisa, circulaciones que se convierten en vehículos de transmisión de las emisiones costeras a través de los valles. En el recorrido la masa aérea esta sometida a procesos de formación fotoquímica, lo que puede favorecer la ocurrencia de incrementos puntuales de los niveles de ozono (de ahí que se registren en estaciones aisladas, y no en todas las que se encuentran en un área determinada). La estrechez de las cuencas y la estabilidad vertical favorecen que la masa aérea quede confinada.

4.2. Jornadas del 13 al 15 de junio de 2003

Durante la jornada del 14 de junio, se registra la superación del umbral de información a la población en la estación de Vallibona (comarca de Els Ports), entre las 15 y las 16 hora solar (17 y 18 h. local), con valores de 193 y 190 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, respectivamente.

Durante la jornada del 13 se observa como la situación meteorológica esta dominada por un centro de altas presiones al Norte de la Península y una baja Sahariana al Sur, de forma que impulsan la entrada de un flujo de E-SE sobre la vertiente mediterránea

Cuadro 4.1: Historial de superaciones del umbral de información a la población en las estaciones de la RAVCA, en el periodo 1997-2003.

Estación	C. máx. horaria ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Fecha	Hora (UTC)	Duración episodio (horas)
P. Sagunt	181	24/07/1997	13	1
Onda	182	01/08/1997	12	1
Paterna	196	10/09/1997	12	1
P. Sagunt	184	30/06/1998	19	1
Vilafranca	185	06/07/1998	13-14	2
Morella	183	12/08/1998	13	1
P. Sagunt	200	03/09/1999	12-15	4
Onda	182	16/09/1999	16	1
Onda	190	28/09/1999	16	1
Onda	182	29/09/1999	13	1
Vilafranca	185	31/05/2001	16-17	2
Vallibona	186	20/06/2001	20-21	2
Vilafranca	185	02/07/2001	15-16	3
S. Jordi	186	28/07/2001	13-14	2
Penyeta	197	28/07/2001	17	1
Onda	182	28/07/2001	18	1
Vilafranca	191	02/08/2001	13-15	3
El Grau	191	26/04/2002	17-18	2
Vilafranca	180	23/06/2002	13-14	1
Vilafranca	186	27/06/2002	16-17	3
Vallibona	193	14/06/2003	15-16	2
Vilafranca	194	11/07/2003	13-15	3
Vallibona	191	"	14	1
Zorita	188	"	15	1
Verge (Alcoi)	185	14/08/2003	15	1

(TIPO IV). Esta situación favorecerá la inyección en altura de estratos superficiales. En altura se observa una masa de aire cálido que favorecerá el confinamiento de los estratos de reserva. Durante la jornada del 14 continúa predominando un flujo de SE, con condiciones anticiclónicas, pero de pantano barométrico sobre la Comunidad Valenciana. Con estas condiciones se favorece la formación de estratos de reserva y el confinamiento de los mismos. La jornada del 15, se caracteriza por las altas presiones, aunque se da el paso de frentes nubosos sobre la Comunidad, impulsados por una borrasca situada al Oeste de Gran Bretaña.

En las estaciones situadas en el interior, se observa durante la jornada del 13 un flujo de SE, que ya durante el 14 parece ir rolando a NW, con algunas rachas de intensidad moderada. Los niveles de ozono se mantienen sin cambios significativos durante las jornadas del 12 al 14, con un remonte puntual el 14, coincidiendo con la entrada de un flujo de S. Este repunte desaparece con la entrada de un flujo de SW de mayor intensidad.

En la estación de Vilafranca, se registra un régimen de brisa, y los niveles de ozono

se mantienen sin cambios importantes. Durante la jornada del 14, parece iniciarse un descenso en los niveles de ozono, a excepción del repunte, de carácter más puntal.

En las estaciones de Onda, S. Jordi, Penyeta y Ermita, se observa una recarga paulatina de los niveles de ozono. En el Grau, la situación es similar, pero el máximo se registra durante la jornada del 13, y ya durante el 14 descienden los niveles de ozono.

Podríamos decir que el episodio acontece bajo unas condiciones que favorecen la formación de estratos de reserva y el confinamiento de los mismos. De forma, que pueden fumigar sobre el suelo en determinadas horas del día.

4.3. Jornadas del 10 al 12 de julio de 2003

Durante la jornada del 11 de julio, se registra la superación del umbral de información en tres de las estaciones de medida de la RAVCA, Vilafranca, Vallibona y Zorita, todas ellas situadas en la comarca de Els Ports.

En la estación de Vilafranca, la superación se registra durante tres horas consecutivas, de las 13 a las 15 hora solar (15 a 17 h. local), con valores de 181, 194 y 191 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, respectivamente.

En la estación de Vallibona, la superación se registra a las 14 hora solar (16 h. local), y alcanza un valor de 191 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

En la estación de Zorita, la superación se registra a las 15 hora solar (17 h. local), y alcanza un valor de 188 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

Durante las jornadas del 10 al 12, los mapas en superficie muestran la presencia de un anticiclón Atlántico que se extiende sobre la vertiente mediterránea y la formación de altas presiones relativas sobre el mediterráneo occidental. En el interior peninsular, se forman bajas térmicas relativas, como consecuencia del intenso calentamiento (TIPO II). La extensión del anticiclón hacia el mediterráneo, se traduce en la entrada de un flujo de aire de componente E-SE . En jornadas sucesivas, la situación continúa dominada por el anticiclón de las Azores, de forma que, la renovación de la masa aérea se ve limitada. En la parte alta de la troposfera, la situación esta dominada por un dorsal de aire cálido, que limita la dispersión vertical.

En las estaciones del interior en altura, se registra, durante las jornadas del 10 al 13, un flujo de componente SE. Los niveles de ozono se mantienen sin cambios significativos, aunque con una ligera tendencia de aumento. Durante la jornada del 11 se observa un incremento puntual en los niveles de ozono, que no coincide con ningún cambio en la dirección de viento.

En Vilafranca, durante la jornada del 10 llega a penetrar la célula de brisa, pero durante las jornadas del 11 y 12 tenemos un flujo general de componente SE. Se observa como los niveles de ozono se van recargando. El 11 se produce, al igual que en las estaciones de altura, un incremento en los niveles de ozono. Durante las jornadas posteriores, los niveles de ozono continúan en una pauta creciente.

En S. Jordi, se observa un claro ciclo de brisas y como los niveles de ozono se van incrementando. En Onda, la situación es similar, y los valores de radiación muestran cielos despejados. También las temperaturas son altas. En Ermita y El Grau, no se dispone de datos durante las jornadas del 10 al 12.

En las estaciones de Paterna y Quart (a sotavento de la ciudad de València), el día 11 se produce un pico que incrementa, en poco tiempo, los niveles de ozono en más de 40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

El episodio acontece en una situación dominada por un anticiclón Atlántico, que se

extiende hacia Europa y la cuenca mediterránea occidental, bloqueando la penetración de otros sistemas meteorológicos y con ello la renovación de la masa aérea. Las condiciones anticiclónicas favorecen, por un lado, la estabilidad atmosférica, con cielos despejados y elevada insolación y, por otro, la escasa ventilación atmosférica.

4.4. Jornadas del 13 al 15 de agosto de 2003

Durante la jornada del 14 de agosto, se registra la superación del umbral de información a la población en la estación de Verge dels Liris, situada en el término municipal de Alcoi (Alacant). La superación se registra a las 15 hora solar (17 h. local) y, alcanza un valor de $185\mu\text{g}/\text{m}^3$.

La situación esta marcada por las altas presiones, que desde el Atlántico se extienden sobre Europa y el mediterráneo occidental (TIPO VI), determinando condiciones de estabilidad atmosférica, con cielos despejados y elevada insolación. En altura, la presencia de una dorsal de aire cálido, mantiene confinada la masa aérea. Durante la jornada del 15, comienza a penetrar una vaguada en altura, pero no es hasta el 16 cuando afecta a la Comunidad Valenciana, registrándose entonces, un descenso en los niveles de concentración de ozono.

En las estaciones de altura en el interior, se registra una componente de SE. Los niveles de ozono se mantienen sin cambios significativos. En Vilafranca se registra un régimen de brisas, y se observa un incremento paulatino en los niveles máximos de ozono. Una tendencia similar, se registra en la estación de S. Jordi. En Onda, la pauta creciente esta más enmascarada, y los niveles de ozono no sufren cambios significativos.

En Penyeta, destaca el pico de ozono que se registra el día 13. En El Grau, también se registra un paulatino incremento en los niveles de ozono y un repunte el día 13.

Las estaciones valencianas también registran una tendencia creciente en los niveles de concentración de ozono.

En la estación de Verge dels Liris (Alcoi, Alacant) se observan valores similares durante las jornadas del 12 y 13, aunque con una ligera tendencia creciente. Ya durante la jornada del 14, los niveles de ozono se incrementan notablemente, registrándose un segundo incremento durante la tarde, incremento que da lugar a la superación del umbral de información a la población.

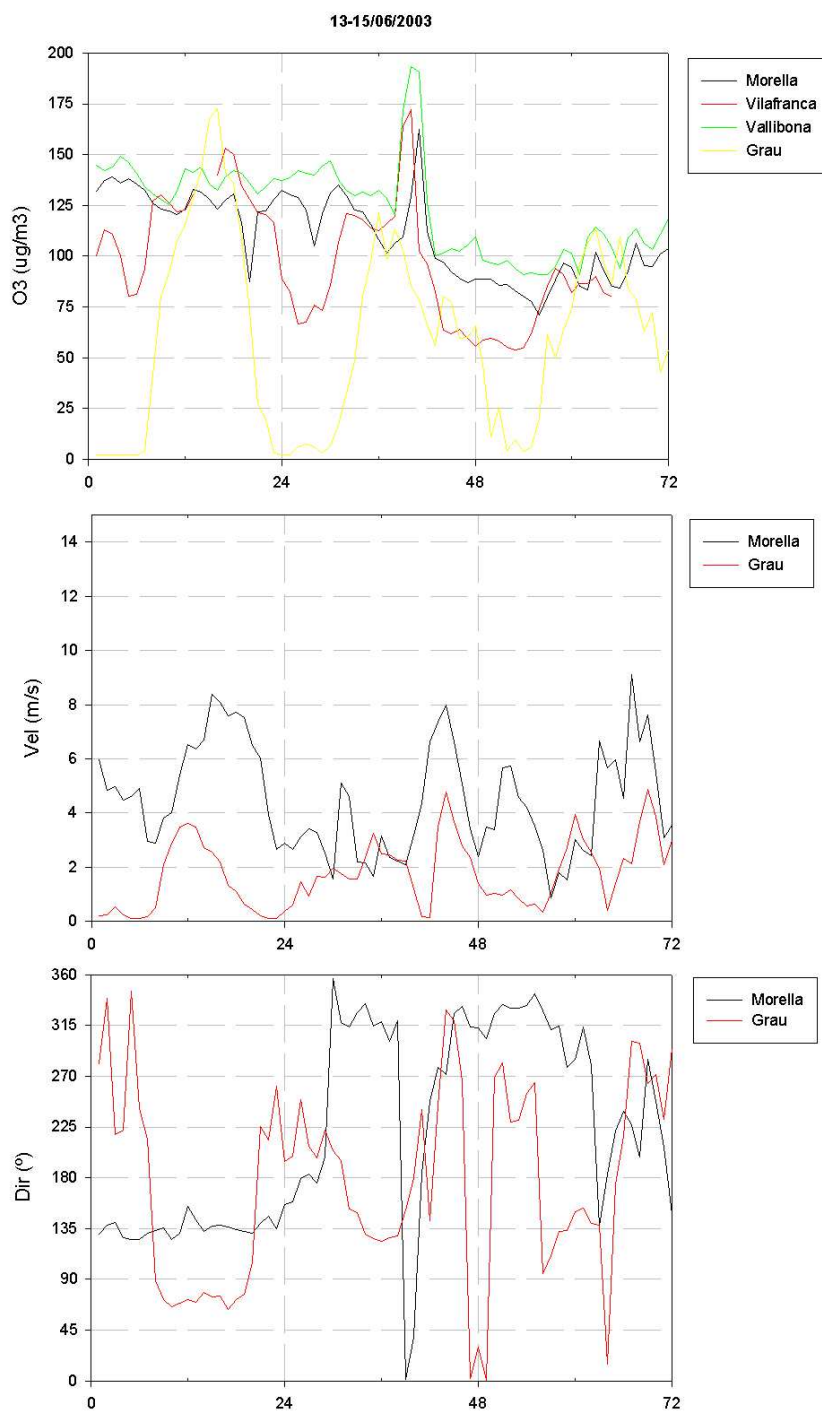


Figura 4.1: Jornadas del 13 al 15 de junio de 2003.

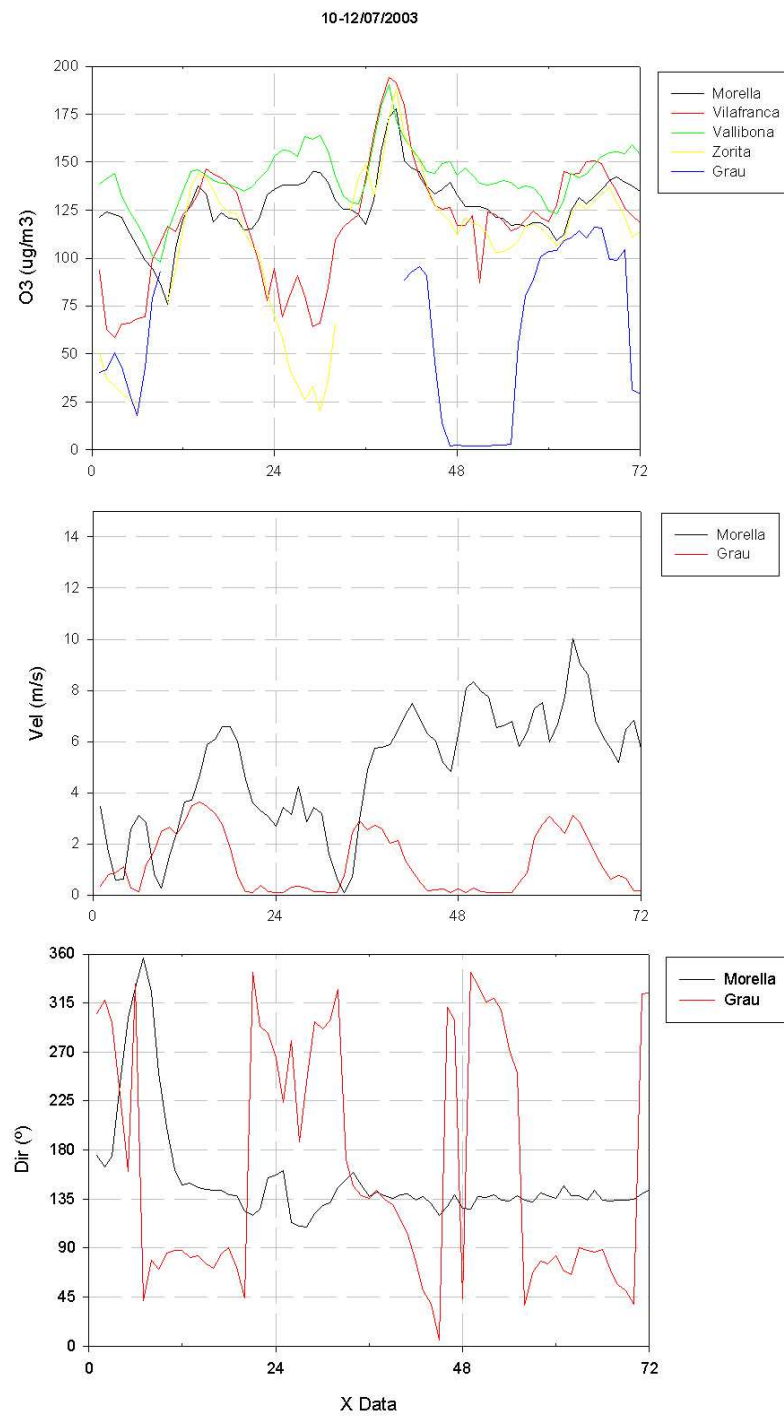


Figura 4.2: Jornadas del 10 al 12 de julio de 2003.

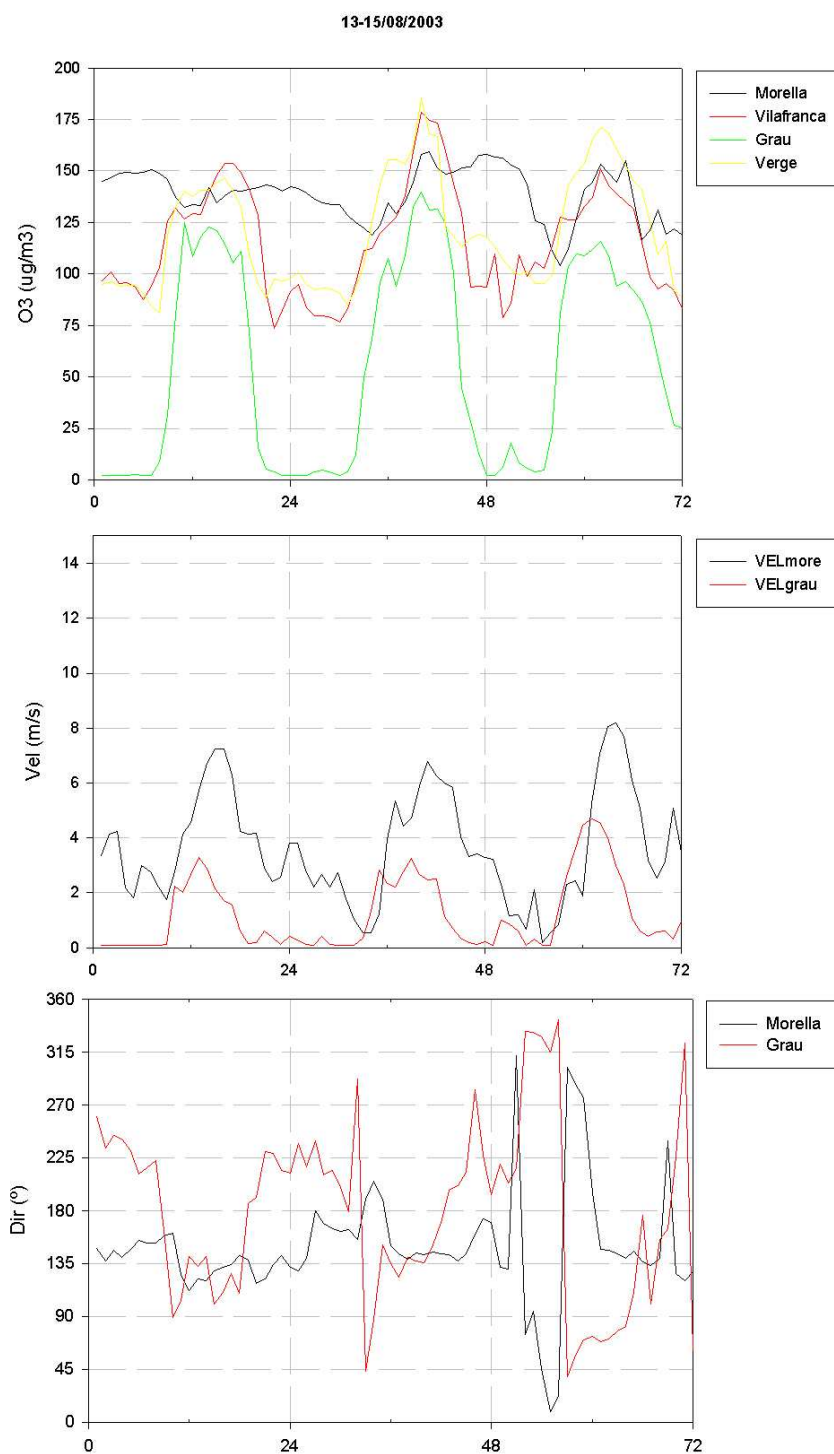


Figura 4.3: Jornadas del 13 al 15 de agosto de 2003.

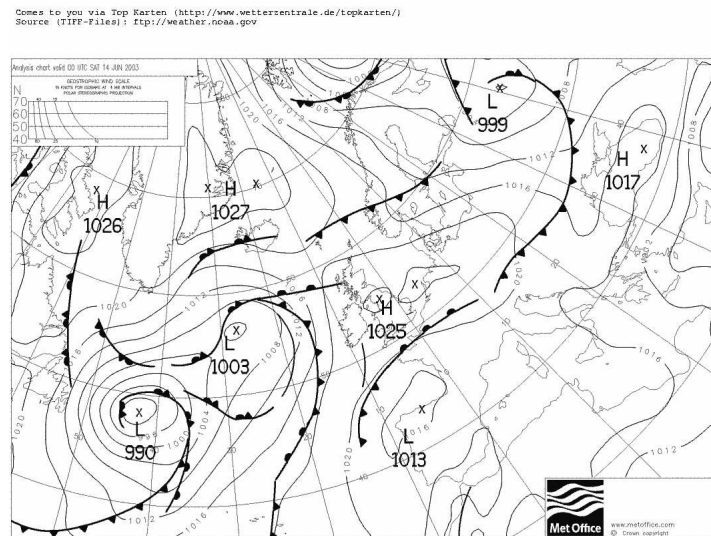


Figura 4.4: Mapa barométrico en superficie para la jornada del 14 de junio de 2003.

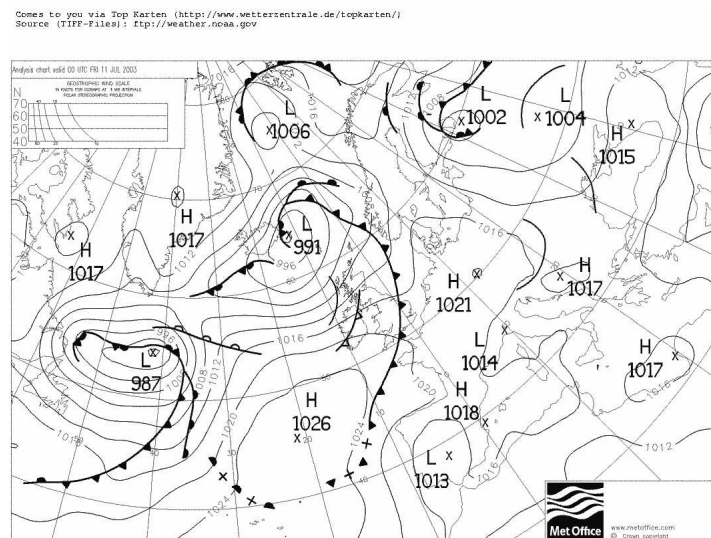


Figura 4.5: Mapa barométrico en superficie para la jornada del 11 de julio de 2003.

Capítulo 5

Conclusiones

El Proyecto Previozono tiene dos objetivos principales; por un lado, dar cobertura a los requerimientos en materia de información y alerta a la población. Por otro lado, profundizar en la caracterización de la contaminación por ozono en un terreno con una morfología compleja, como es la Comunidad Valenciana.

Durante el desarrollo del Programa de Vigilancia de Contaminación por Ozono Troposférico, Previozono 2003, ambos objetivos se han cumplido satisfactoriamente.

En lo referente al primer objetivo, se ha informado a la población, conforme a los requerimientos de la normativa. De hecho, al igual que en años anteriores, se ampliaron los requerimientos de la normativa, informándose a la población sobre los niveles de concentración de ozono durante los 8 meses centrales (Marzo a Octubre).

Se proporcionó información relativa a: niveles de concentración de ozono, análisis de la situación que condujo a esos niveles y, pronóstico de la evolución de los niveles, atendiendo a la situación atmosférica y a las características propias de la cuenca mediterránea. Esta información se actualizó diariamente, en la página web del Previozono, durante los meses de Mayo a Septiembre.

En lo relativo al segundo objetivo, planteado en el Proyecto Previozono: aumentar el conocimiento sobre el comportamiento de los niveles de concentración de ozono en la Comunidad Valenciana; se ha realizado un estudio sobre el comportamiento espacial y temporal de los episodios de elevada concentración de ozono, y su relación con los patrones sinópticos. Estudiando, que patrones sinópticos “tipo” están asociados con episodios de ozono y, cual es el forzamiento que cada uno de ellos introduce sobre los niveles de ozono medidos en una Red de Calidad Ambiental. Dicho trabajo ha sido presentado como *Trabajo de Investigación de Tercer Ciclo* en la Universitat de València y, se está trabajando, actualmente, en adecuar su formato para la publicación en el portal de la Conselleria, para su libre consulta.

5.1. Líneas futuras

El periodo de vigilancia se ha mostrado acertado durante los años anteriores, por ese motivo, durante el desarrollo del programa de vigilancia del ozono troposférico 2004, se prevé que la división continúe realizándose en dos subperiodos: un periodo en el que se realiza una vigilancia diaria de los niveles de ozono, pero no se redacta un informe diario (a no ser que las condiciones lo requieran) en los meses de Marzo, Abril y Octubre; y otro periodo, de Mayo a Septiembre, en los que se redacta un informe diario.

El contenido del Informe diario, seguirá una línea continuista respecto a años ante-

riores, de forma que seguirá conteniendo información relativa a: análisis de la situación y pronóstico de la evolución de los niveles de ozono. Sin embargo, no se descartan cambios en el formato de presentación de la información. De esta forma, la información podría presentarse atendiendo a la zonificación de la Comunidad Valenciana, y no solo a las estaciones de medida particulares.

En el estudio sobre los episodios de ozono, se han abierto líneas de interés, que podrían ser abordadas dentro de un proyecto como el Previozono, como por ejemplo:

- Ampliación del estudio, no sólo con episodios de elevada concentración, si no también con otro tipo de episodios que puedan considerarse interesantes, como por ejemplo, situaciones que conducen a una limpieza atmosférica, a incrementos bruscos en los niveles de ozono, a recarga paulatina de las concentraciones, etc.
- Estudio de la evolución estacional de la capa de mezcla y, su importancia en los episodios de elevada concentración de ozono.

Como objetivo a medio plazo, se pretende profundizar en la utilización de modelos físico-químicos para el diagnóstico/pronóstico de la evolución de los niveles de concentración de ozono en la Comunidad Valenciana. De forma que la modelización, pase a ser una parte clave en el desarrollo del Proyecto Previozono.

Agradecimientos

Nos gustaría, en primer lugar, agradecer a la Dirección General de Calidad Ambiental, especialmente a *José V. Miró Bayarri*, *Rafael Ors*, *Miguel Poquet* y *Lucía Juan*, del Servicio de Protección del Ambiente Atmosférico, la confianza que han depositado en el personal de la Fundación CEAM, un año más, para la elaboración del Proyecto 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; y al Departamento de Meteorología, especialmente a *David Corell*, encargado del mantenimiento y actualización de los datos de las torres meteorológicas.

Apéndice A

Descripción de las situaciones sinópticas

A continuación se describen los tipos principales que dan lugar a episodios de elevada concentración de ozono en la Comunidad Valenciana [1].

TIPO I. Baja al Norte de la Península, con flujo suave del NO sobre la vertiente mediterránea. Esta configuración da lugar frecuentemente a fuertes vientos de poniente sobre la vertiente mediterránea. Cuando el gradiente es poco intenso, el flujo del NW en altura puede transportar emisiones procedentes del centro peninsular, mientras que en niveles bajos puede desarrollarse un ciclo de brisas. Se presenta principalmente en los meses de abril a septiembre

TIPO II. Anticiclón de las Azores, altas presiones relativas sobre el mediterráneo occidental. Puede presentarse desde finales de marzo hasta últimos de septiembre, presentando una mayor frecuencia en julio y agosto. Suele ser muy persistente, no siendo raro que dure más de dos semanas. En la mayor parte de las ocasiones esta acompañada por la presencia de una baja térmica en la mitad Sur o Centro peninsular, provocada por el fuerte calentamiento que sufre esa zona en los meses estivales, estando el resto de la Península bajo el predominio del anticiclón de las Azores. En altura se observa una dorsal anticiclónica, que provoca la estabilización atmosférica. Si en altura se presenta una vaguada, esta se traducirá en una inestabilización atmosférica (debido a la masa relativamente fría que lleva asociada), pudiendo dar lugar a las tormentas típicas de verano. Bajo estas condiciones de gradientes barométricos casi nulos y con fuerte insolación, se desarrollan los ciclos de brisa de gran extensión.

TIPO III. Anticiclón Británico-Centroeuropeo, con extensión de altas presiones hacia el Mediterráneo occidental y depresión térmica peninsular. Las altas presiones generales favorecen el desarrollo de brisas, con los procesos recirculatorios a los que dan lugar. Una cierta subsidencia sobre el mediterráneo occidental, fruto del bucle de altas presiones, favorece estos procesos, así como el confinamiento de estratos. El transporte neto procedente de Centroeuropa en la circulación del margen oriental del anticiclón puede aportar masas envejecidas a cierta altura sobre la vertiente levantina. Se presenta desde marzo a finales de septiembre, aunque su frecuencia es mayor en los meses de mayo a septiembre.

TIPO IV. Anticiclón Atlántico-europeo y baja Sahariana. Gradiente neto

de Levante. Esta situación característica de bloqueo, cuando el gradiente no es muy intenso, puede dar lugar durante varios días a un flujo suave de Levante, favoreciendo la inyección en altura de estratos superficiales sobre las cadenas montañosas. La situación anticiclónica, en ocasiones con presencia de una inversión de subsidencia a relativamente baja altura, favorece la formación de estratos de reserva y el confinamiento de los mismos, que pueden fumar sobre el suelo a determinadas horas del día. Se presenta, principalmente, en los meses de junio a agosto.

TIPO V. Borrasca Atlántica situada en latitudes meridionales. Gradiente flojo de componente Sur-Sureste sobre la costa de Levante. Esta situación preludio en ocasiones de fuertes temporales de Levante, con evolución posible hacia procesos de ciclogénesis en la cuenca mediterránea occidental, juega en ocasiones el papel de elemento forzador de un flujo de levante no muy intenso, con efectos similares al caso anterior, estando acompañada también en ocasiones de fuertes subidas de los niveles de ozono.

TIPO VI. Anticiclón atlántico-centroeuropeo. Puede presentarse de mayo a septiembre. Su duración suele ser inferior a los cinco días. El anticiclón se sitúa en una posición más septentrional, lo que provoca que haya una circulación norte, proveniente de latitudes altas, sobre el oeste peninsular. Se presenta principalmente en los meses centrales de junio a agosto.

Bibliografía

- [1] N. CASTELL I BALAGUER. Fenomenología de los Episodios de Contaminación por Ozono en la Vertiente Mediterránea. Trabajo Investigación Tercer Ciclo, Universitat de València (2003).
- [2] E. MANTILLA Y N. CASTELL. “Informe Final Previozono 2002: Programa especial de vigilancia del ozono troposférico en la Comunidad Valenciana.” Conselleria Medi Ambient. Generalitat Valenciana (2003).