

Informe Final. Previozono 2004

Programa Especial de Vigilancia del Ozono Troposférico



Núria Castell i Balaguer
Enrique Mantilla Iglesias
Antoni Viúdez i Mora

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

Diciembre, 2004

Índice general

1. Introducción	1
1.1. Objetivos	2
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 Valencia de vigilancia y control de la contaminación atmosférica	7
2.2.2. Información meteorológica	12
2.3. Descripción herramientas	12
2.3.1. Procesamiento de datos	12
2.3.2. Página web	12
3. Análisis de los niveles de concentración de ozono	15
3.1. Recuperación de datos de ozono	15
3.2. Estadística descriptiva	18
3.2.1. Estadística de la concentración horaria de ozono	18
3.2.2. Estadística de la concentración máxima horaria diaria de ozono	18
3.2.3. Estadística de la concentración media diaria de ozono	18
3.3. Caracterización física de las estaciones	25
3.4. Estadística referida a la normativa	27
3.4.1. Umbrales referidos a la vegetación	27
3.4.2. Umbrales referidos a la salud	28
4. Análisis de las jornadas con superación	33
4.1. Historial de superaciones en las estaciones de la RVVCCA	33
4.2. Jornadas del 16 al 20 de junio de 2004	33
5. Conclusiones	39
5.1. Líneas futuras	40

A. Descripción de las situaciones sinópticas	43
B. Campo de vientos	45
B.1. Objetivo	45
B.2. Metodología	46
B.3. Resultados	47
C. Influencia de la calidad de las medidas en el desarrollo del Previozono	
2004	49
C.1. Procedimiento	49
C.2. Conclusiones	50
Bibliografía	55

Capítulo 1

Introducción

La atmósfera que rodea nuestro planeta Tierra está básicamente compuesta por nitrógeno (alrededor de un 78 %) y oxígeno (cerca del 21 %), con cantidades mucho menores de otros elementos, entre los que se encuentra el ozono, que constituye por lo tanto un componente natural de aquella. La proporción de estas especies en la composición atmosférica varía con la altura, lo que es especialmente remarcable en el caso del ozono.

La presencia de ozono tiene orígenes diferentes en la estratosfera y en la troposfera. Mientras el ozono en la estratosfera se forma como resultado de la disociación del oxígeno molecular al atrapar la radiación solar de onda corta, en la troposfera el ozono procede principalmente de la formación fotoquímica, a partir de compuestos precursores, principalmente óxidos de nitrógeno (NO_x) y compuestos orgánicos volátiles (COVs), en presencia de luz solar.

Las concentraciones más altas de ozono junto a la superficie se registran principalmente en las estaciones del año con mayor insolación y generalmente bajo condiciones de gran estabilidad atmosférica. Las condiciones meteorológicas que favorecen estas situaciones propician una menor dispersión de los contaminantes, acumulando las emisiones de precursores y aumentando la eficiencia de la cascada de reacciones fotoquímicas.

El ozono troposférico, y en concreto el 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 y el ecosistema.

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. En la actualidad la Directiva 92/72/CEE se encuentra derogada por la Directiva 2002/3/CE, que se encuentra debidamente transpuesta en España a través del Real decreto 1796/2003 del 26 de diciembre, relativo al ozono en el aire ambiente (BOE núm. 11, de 13 de Enero de 2004).

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 2004, 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.cth.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, un resumen estadístico de los niveles de concentración de ozono.
2. **Información complementaria:** Información correspondiente a las concentraciones de ozono medidas en las estaciones de la RVVCCA durante la jornada de vigilancia. En ella se presenta de forma gráfica la evolución de los parámetros derivados de la concentración de ozono superficial, correspondientes a la evolución del máximo horario, concentración media, diferencia entre el máximo y mínimo, diferencia entre la concentración media (o máximo horario) de la jornada de vigilancia respecto las registradas en la jornada anterior y por último una valoración de las concentraciones de ozono relativas a las normales para el mes en curso. 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?. También se presenta un mapa zonificado de la Comunidad Valenciana con la previsión de niveles de ozono en las diferentes zonas.

3. **Informes pasados:** informes diarios realizados en la campaña en curso.
4. **Superaciones:** Superaciones del umbral de información y/o alerta a la población registradas en las estaciones de la RVVCCA durante el programa en curso. En ella además se puede consultar con detalle las características de episodios de superación en los niveles de información a la población. En ella se ofrece un análisis tanto sinóptico como en superficie, junto a un texto adjunto explicativo del episodio en cuestión. Número de superaciones (actualizado diariamente) del umbral de protección a la salud, para cada una de las estaciones de la RVVCCA.
5. **Publicaciones** En esta sección puede consultarse las noticias aparecidas en la prensa, relacionadas con el proyecto Previozono o la contaminación en la Comunidad Valenciana, los informes que al finalizar la campaña prepara la Fundación CEAM para la Consellería de Territori i Habitatge, y artículos de divulgación/científicos.
6. **Legislación:** Legislación vigente referente a las directivas promulgadas por la Unión Europea, así como las adoptadas por el Estado Español.
7. **Zonificación:** En esta sección se describen brevemente la Red de Valencia de Vigilancia y Control de la Contaminación Atmosférica, y la zonificación de la Comunidad Valenciana.
8. **El ozono:** Preguntas más frecuentes relativas a este contaminante.

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 actualizó el estudio de los episodios de contaminación por ozono, analizando su comportamiento espacial y temporal, y su relación con los patrones de flujo sinóptico para los años 2002 y 2003. Se realizó un estudio del campo de vientos bi-dimensional, tomando los datos de dirección y velocidad de las estaciones de la Red de Valencia de Vigilancia y Control de la Contaminación Atmosférica, a lo largo del período comprendido entre los años 1997 y 2003.

1.2. Estructura del informe

A continuación se resumen los contenidos de las siguientes secciones:

Capítulo 2 : 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 de Valencia de Vigilancia y Control de la Contaminación Atmosférica (visualización, depuración, cálculos estadísticos, etc.).

Capítulo 3 : Análisis de los niveles de concentración de ozono en el periodo de Marzo a Octubre del 2004. 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 2004, y líneas futuras a medio y largo plazo para el Previozono 2005 y sucesivos.

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

Apéndice B: Estudio de los parámetros de recirculación asociados al campo de vientos superficial en las estaciones de la RVVCCA, durante el periodo 1997/2003.

Capítulo 2

Desarrollo y datos utilizados

En esta sección se describe la metodología empleada en el desarrollo del Proyecto Previozono 2004, 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 2004 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, así como de los máximos de los promedios octohorarios durante el mismo período temporal, para cada una de las estaciones de la Red, sobre un mapa de la Red de Valencia de Vigilancia y Control de la Contaminación Atmosférica.
 - 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.
- Figura 2: Se presentan la oscilación (diferencia entre máximo y mínimo) de las concentraciones de ozono durante la jornada de vigilancia.
- Figura 3: 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 4: 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 1997-2003).
- Figura 5: Se presenta un mapa actualizado diariamente de la Comunidad Valenciana, bajo una zonificación preestablecida, en la cual se indica la probabilidad de superación de los umbrales designados por la normativa vigente, para cada una de las zonas.

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 Previozono 2004 recayó en el personal de la Fundación CEAM: Núria Castell, Enrique Mantilla y Antoni Viúdez.

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 Valencia de Vigilancia y Control de la Contaminación Atmosférica (RVVCCA) 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 Valencia de vigilancia y control de la contaminación atmosférica

La medida y adquisición de las concentraciones de ozono, entre otros contaminantes y variables meteorológicas, se lleva a cabo mediante la Red de Valencia de Vigilancia y Control de la Contaminación Atmosférica, propiedad de la Generalitat Valenciana.

La Red de Valencia de Vigilancia y Control de la Contaminación Atmosférica 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 RVVCCA 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 2004.



Figura 2.1: Estaciones de la Red de Valencia de Vigilancia y Control de la Contaminación Atmosférica. Las cruces indican la posición de las estaciones, a la derecha del mapa se encuentran los nombres de las estaciones

Especificaciones del sensor de ozono

A continuación se describen brevemente las especificaciones técnicas del sensor de ozono utilizado en la RVVCCA. 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

¹www.dasibi.com

²www.sirsa.es

Cuadro 2.1: Sensores en funcionamiento en cada una de las estaciones de la RVVCCA. 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	$SO_2, NO, NO_2, NO_x, O_3, PST, CO$

empresa encargada de la instalación.

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

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

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.

Tipos de emplazamiento

Resulta de interés explicar la clasificación recogida en la Agencia Europea del Medio Ambiente, puesto que puede considerarse un estándar para el intercambio de información dentro de la Unión Europea. Esta clasificación define en tres niveles, que se explican en la tabla 2.3. Una clasificación actualizada de las estaciones de la Red de Valencia de vigilancia y control de la contaminación atmosférica esta disponible desde el portal de la Conselleria de Territori i Habitatge.

En la tabla 2.5 se describe la clasificación de las estaciones de la Red de Valencia de Vigilancia y Control de la Contaminación Atmosférica.

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.

Cuadro 2.3: Clasificación de tipos de emplazamiento establecida 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	
Comercial	
Industrial	
Agrícola	
Natural	

Cuadro 2.4: Nivel 4 relacionado con la posición relativa de los emplazamientos dentro de un escenario típico, identificable en las cuencas aéreas del entorno mediterráneo.

Nivel 4	Según su 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 al nivel del mar.

Cuadro 2.5: Clasificación de las estaciones de la Red de Valencia de Vigilancia y Control de la Contaminación Atmosférica atendiendo a la clasificación establecida en la tabla 2.3, y a la distribución dentro de la cuenca aérea mediterránea.

Estación	Nivel 1	Nivel 2	Nivel 3	Nivel 4
Coratxar	Rural	Fondo	Natural	AI
Morella	Rural	Fondo	Natural	AI
Vallibona	Rural	Fondo	Natural	AI
Vilafranca	Rural	Fondo	Res-Agr	VI
Sorita	Rural	Fondo	Res-Agr	VI
S. Jordi	Suburbano	Fondo	Res-Agr	C
Penyeta	Suburbana	Industrial	Res-Ind	AC
Onda	Suburbana	Industrial	Res-Ind	ME
Grau de Castelló	Suburbana	Industrial	Agr-Ind	C
Ermita	Suburbana	Industrial	Agr-Ind	C
Castelló	Urbana	Tráfico	Res-Com	C
Burriana	Suburbana	Industrial	Industrial	C
Alcora	Suburbana	Industrial	Industrial	AI
Sagunt	Urbana	Tráfico	Comercial	C
Port de Sagunt	Urbana	Fondo	Res-Ind	C
Paterna	Urbana	Fondo	Res	C
Quart de Poblet	Urbana	Fondo	Res-Ind	C
Gran Vía (Vlc)	Urbana	Tráfico	Res-Com	C
Linares (Vlc)	Urbana	Tráfico	Res-Com	C
Nuevo Centro (Vlc)	Urbana	Tráfico	Res-Com	C
Aragón (Vlc)	Urbana	Tráfico	Res-Com	C
P. Silla	Urbana	Tráfico	Res-Com	C
Gandia	Urbana	Fondo	Res	C
Alzira	Suburbano	Residencial	Res	C
Verge	Urbana	Residencial	Res	VI
Renfe	Urbana	Tráfico	Res-Com	C
El Pla	Urbana	Residencial	Res	C
Elx	Suburbano	Residencial	Res	C
Agroalimentari	Suburbano	Industrial	Ind	C

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.).

2.3. Descripción herramientas

Durante los meses previos al inicio de la campaña de vigilancia del Previozono 2004, se desarrollaron diferentes herramientas para facilitar el procesamiento de los datos de la Red de Valencia de Vigilancia y Control de la Contaminación Atmosférica (visualización, depuración, cálculos estadísticos, etc.) y la distribución a la población (página web con accesos más claros, mayor información disponible, etc.).

2.3.1. Procesamiento de datos

El procesamiento de los datos dentro del programa previozono se divide en tres fases: control de calidad, cálculo de estadísticos y representación gráfica. En programas anteriores estas tres fases se realizaban con la ayuda de una hoja de cálculo diseñada y programada para tal efecto. Sin embargo, el continuo crecimiento de la Red hace necesario disponer de herramientas más potentes y versátiles. De esta forma, se desarrolló un software específico para el tratamiento de datos.

En la figura 2.2 se muestra una captura del software desarrollado para el procesamiento de los datos.

2.3.2. Página web

Se diseñó y desarrolló un nuevo portal de información a la población, modificando tanto el aspecto exterior (haciendo más cómoda la búsqueda de información) como el interior (acceso a más información). En el capítulo 1 se comenta toda la información disponible en el actual portal.

Las novedades más notables que se han introducido este año son: explicación/utilización de la zonificación de la Comunidad Valenciana; mapa de probabilidad de superaciones del umbral de información a la población para cada una de las zonas; aumento de la información gráfica; y enlaces a trabajos realizados dentro del marco del programa previozono.

En la figura 2.3 se muestra el aspecto del portal de previozono, al que puede accederse desde un enlace en el portal de la Generalitat (<http://www.cth.gva.es>) o directamente desde la dirección (<http://www.cth.gva.es/ftp/ozono/html/index.html>).

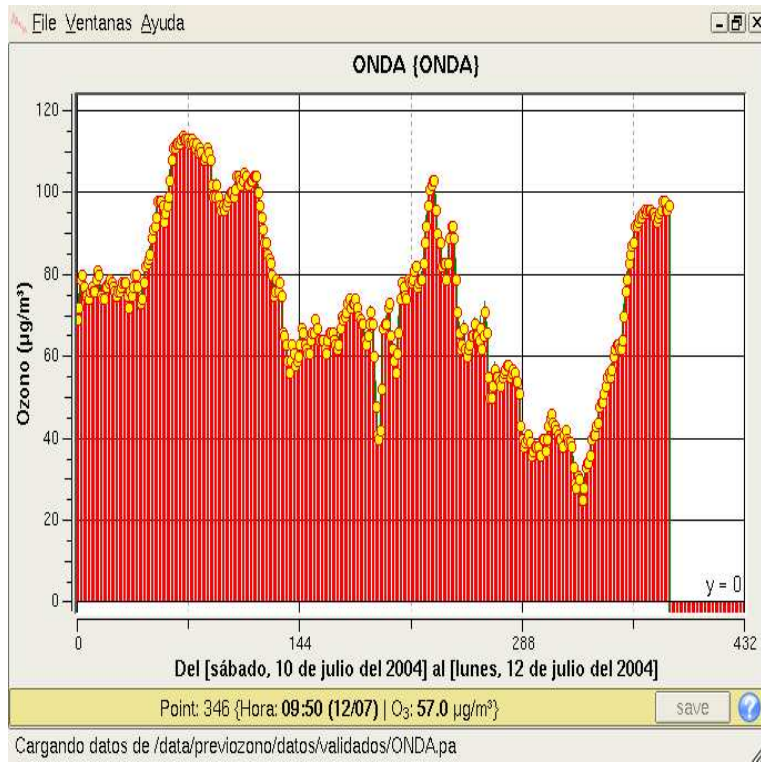


Figura 2.2: Captura de pantalla del software de procesamiento de datos.

Previozono 2004

Previozono 2004

La Conselleria de Territori i Habitatge de la Generalitat Valenciana, con la colaboración de la Fundación Centro de Estudios Ambientales del Mediterráneo (CEAM) desarrolla, dentro del marco de las directivas europeas sobre contaminación atmosférica (2002/3/CE), una campaña estival de vigilancia de los niveles de contaminación por ozono en la atmósfera con objeto de informar y prevenir a la población sobre posibles casos de superación de los valores umbrales.

Los citados umbrales, establecidos en el Real Decreto 1796/2003, se refieren al *umbral de información a la población* y al *umbral de alerta a la población*, establecidos en 100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$; como valor medio en una hora y 240 $\mu\text{g}/\text{m}^3$; como valor medio en una hora, respectivamente.

Descripción de los contenidos

- **Informe diario:** 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, previsión de la evolución esperable de las concentraciones para la siguiente jornada, y las recomendaciones oportunas.
- **Información complementaria:** Información gráfica correspondiente a las concentraciones de ozono medidas en la RAVCA, y a la previsión de niveles de ozono en las diferentes zonas.
- **Informes pasados:** Informes diarios realizados en la campaña en curso
- **Superaciones:** Superaciones del umbral de información y/o alerta a la población en las estaciones de la RAVCA durante el programa Previozono 2004.
- **Publicaciones:**

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

Contenidos
Informe diario
Información complementaria
Informes pasados
Superaciones
Publicaciones
Legislación
Zonificación
El ozono

Previozono 2004
Descripción de los contenidos

Enlaces
Conselleria, Territori i Habitatge
Fundación CEAM

Figura 2.3: Captura de pantalla del portal de previozono.

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 de Valencia de Vigilancia y Control de la Contaminación Atmosférica, durante la campaña Previozono 2004 (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. Durante estos 7 meses, las incidencias detectadas se han relacionado fundamentalmente con fallos debidos a la ausencia de datos en las diversas estaciones (como consecuencia de averías en las comunicaciones, caídas en el suministro eléctrico), problemas asociados a la superposición de señales de ruido sobre los datos registrados, y desplazamientos de líneas base. 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 2004:

- Las estaciones que han presentado fallos en las comunicaciones han sido básicamente *Coratxar*, *Elx2* y *Onda*. No obstante, en todas ellas se han realizado recogidas manuales posteriores que han permitido la obtención de los datos registrados (aunque no se han observado en tiempo real, aspecto requerido en el proyecto del Previozono en la elaboración diaria del informe) en los periodos considerados.
- La estación de *Vilafranca* registró datos no válidos a lo largo del mes de julio, y a principios del mes de agosto se retiró el monitor por avería. Esta situación fue similar a la acontecida en el monitor de la estación de *Vallibona* cuyo monitor, tras un período registrando valores constantes, a finales de agosto, se retiró a mediados del mes de septiembre.

- La estación de *Verge* registró un elevado número de datos no válidos, debido a la gran inestabilidad de las medidas registradas a principios del mes de julio.
- La estación de *Renfe* se observó mucho ruido en las medidas, y registró períodos en los cuales los valores pico eran muy superiores a los medidos en otras estaciones cercanas.
- En lo que se refiere a las estaciones de València, se destaca entre todas ellas la ubicada en *Paterna*. Esta estación, aunque registra los mayores niveles de O_3 de entre todas las estaciones cercanas, el día 23 de agosto se produjo un desplazamiento generalizado de todos los valores, generando datos no válidos. Las estaciones de *Quart* y *Nuevo Centro* registraron a principios del mes de septiembre datos con una gran inestabilidad.

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	94	100	100	94	80	78	78	92
Coratxà	-	56	96	24	85	99	99	60
Morella	83	73	99	86	95	86	86	99
Vallibona	81	93	92	91	96	54	52	-
Vilafranca	100	86	91	99	33	53	52	-
S. Jordi	98	96	94	89	81	78	77	94
Penyeta	100	99	99	97	99	98	99	99
Castelló	99	79	86	78	81	97	97	30
Onda	83	100	99	99	84	89	88	85
El Grau	91	95	99	97	80	96	96	98
Ermita	89	97	99	92	89	100	100	95
Burriana	89	90	81	91	85	96	96	76
Alcora	92	69	69	90	90	98	98	85
Sagunt	93	100	100	100	98	99	99	99
P. Sagunt	99	99	100	96	100	98	98	95
Paterna	100	99	82	99	99	59	58	77
Q. Poblet	100	100	100	80	87	99	99	99
Vivers	96	98	100	99	98	99	99	84
N. Centro	100	83	94	96	89	98	98	98
Aragon	93	99	95	100	90	88	87	95
Linares	100	100	100	96	99	99	99	84
P. Silla	79	54	92	75	88	98	98	82
Gandia	88	92	95	92	62	99	99	58
Alzira	94	95	88	100	95	99	99	100
Verge	94	99	100	87	37	84	84	98
Renfe	100	89	100	99	99	99	99	96
El Pla	100	100	100	99	86	54	52	99
Elx	100	100	97	98	53	100	100	56
Agroalimentari	99	100	84	93	99	99	99	81
Benidorm	99	100	97	100	100	99	99	99

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 de Valencia de Vigilancia y Control de la Contaminación Atmosférica, durante el periodo comprendido entre Marzo y Octubre del 2004, 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	63	29	80	30	55	29
Coratxà	-	-	98	20	88	16
Morella	93	12	106	15	87	15
Vallibona	99	13	109	14	-	-
Vilafranca	84	18	95	19	-	-
S. Jordi	65	19	74	18	56	22
Penyeta	68	24	81	22	59	21
Castelló	41	25	51	25	29	19
Onda	71	23	89	20	58	17
El Grau	53	34	63	37	34	30
Ermita	44	31	54	33	32	26
Burriana	37	30	45	33	31	26
Alcora	48	25	60	27	36	23
Sagunt	46	21	57	19	43	17
P. Sagunt	49	28	62	28	44	26
Paterna	43	27	62	32	42	27
Q. Poblet	27	24	44	28	26	24
Vivers	41	27	56	30	27	21
N. Centro	34	26	47	29	20	16
Aragon	29	20	41	22	24	17
Linares	25	17	36	21	16	13
P. Silla	30	22	41	24	24	18
Gandia	55	31	71	32	42	26
Alzira	52	31	68	35	44	28
Verge	69	19	80	21	56	23
Renfe	59	24	62	27	46	23
El Pla	50	25	57	27	34	24
Elx	46	23	61	25	39	18
Agroalimentari	60	27	69	28	49	26
Benidorm	76	16	87	17	63	17

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	79	32	85	36	82	31	88	31	69	30
Coratxà	104	16	105	18	105	16	95	17	86	17
Morella	110	16	109	19	107	19	100	17	92	15
Vallibona	114	15	114	19	108	19	109	18	-	-
Vilafranca	97	21	100	27	103	23	104	18	-	-
S. Jordi	74	18	81	25	88	32	83	28	85	29
Penyeta	82	26	82	30	77	24	77	20	73	19
Castelló	51	27	53	28	51	24	50	21	34	19
Onda	87	23	81	27	79	24	80	21	63	19
El Grau	70	38	66	41	59	34	56	33	48	36
Ermita	59	35	55	36	55	30	54	28	45	32
Burriana	55	41	64	42	52	32	49	30	33	29
Alcora	77	35	73	40	58	28	60	25	51	26
Sagunt	52	19	53	21	56	19	53	17	50	165
P. Sagunt	69	30	74	33	69	28	65	27	62	30
Paterna	62	31	64	33	58	28	58	28	52	30
Q. Poblet	43	29	47	31	52	25	45	23	36	25
Vivers	55	30	60	31	57	27	48	22	38	22
N. Centro	47	29	50	29	45	24	43	23	24	18
Aragon	42	22	41	21	40	16	42	18	32	17
Linares	35	20	35	19	31	14	29	13	21	10
P. Silla	36	21	41	24	38	19	39	19	30	20
Gandia	76	33	80	35	69	30	63	31	49	26
Alzira	69	36	65	39	57	35	54	32	43	34
Verge	79	25	84	30	82	26	78	23	64	25
Renfe	66	27	63	27	72	24	69	26	49	19
El Pla	66	28	65	30	54	18	44	24	42	21
Elx	65	24	62	25	42	18	53	20	29	16
Agroalimentari	77	29	82	29	74	25	65	25	56	24
Benidorm	88	19	84	19	76	18	74	20	67	17

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	93	14	109	13	105	15
Coratxà	-	-	113	15	-	-
Morella	106	10	119	13	115	16
Vallibona	112	8	122	12	-	-
Vilafranca	104	11	115	14	-	-
S. Jordi	85	10	96	10	96	8
Penyeta	91	14	109	13	96	11
Castelló	71	16	80	13	-	-
Onda	94	14	113	13	89	7
El Grau	88	15	107	16	92	12
Ermita	78	17	98	14	81	10
Burriana	74	20	88	18	77	9
Alcora	74	15	93	15	80	9
Sagunt	72	11	81	10	67	13
P. Sagunt	84	15	100	16	96	22
Paterna	82	15	102	12	94	20
Q. Poblet	60	18	81	13	87	26
Vivers	76	14	92	12	65	16
N. Centro	71	20	86	12	48	13
Aragon	61	19	75	12	61	16
Linares	52	18	70	14	46	13
P. Silla	60	18	72	12	48	15
Gandia	92	16	108	20	86	23
Alzira	92	13	113	14	98	15
Verge	93	10	105	12	99	10
Renfe	91	14	96	22	96	8
El Pla	80	10	92	9	77	4
Elx	77	9	92	11	-	-
Agroalimentari	92	8	103	10	93	8
Benidorm	93	10	107	8	91	5

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	114	13	126	16	116	13	114	16	100	13
Coratxà	118	14	132	13	123	10	121	17	-	-
Morella	124	15	131	17	124	14	121	15	109	12
Vallibona	128	14	137	19	126	15	131	15	-	-
Vilafranca	121	15	137	21	135	14	129	16	-	-
S. Jordi	110	19	124	14	114	17	111	28	98	11
Penyeta	115	14	121	20	106	13	105	17	102	13
Castelló	83	9	85	26	80	14	77	11	55	16
Onda	115	14	119	15	111	11	106	14	92	13
El Grau	114	14	118	22	94	20	95	19	99	19
Ermita	104	13	103	21	89	19	91	14	88	12
Burriana	99	29	117	25	89	13	88	16	73	22
Alcora	112	30	126	22	94	13	96	13	87	11
Sagunt	79	11	84	18	79	16	76	14	73	15
P. Sagunt	109	16	119	19	103	14	100	14	106	14
Paterna	101	18	109	16	94	14	91	18	102	4
Q. Poblet	83	12	94	18	83	12	-	-	76	17
Viveros	92	11	96	15	85	10	74	15	68	9
N. Centro	88	10	90	20	71	21	75	14	52	16
Aragon	74	12	71	15	59	13	67	10	60	14
Linares	68	14	63	19	50	12	48	13	37	8
P. Silla	66	12	71	17	62	12	62	11	57	13
Gandia	113	19	123	21	103	14	99	23	82	21
Alzira	113	16	115	23	103	13	98	14	92	23
Verge	111	14	122	21	111	17	108	17	100	16
Renfe	99	20	101	17	106	17	106	17	77	11
El Pla	101	13	100	15	74	9	76	10	68	10
Elx	98	12	91	19	62	13	-	-	-	-
Agroalimentari	109	16	116	13	103	12	98	18	87	9
Benidorm	109	12	107	17	97	11	99	13	88	12

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	62	17	80	15	75	21
Coratxà	-	-	98	17	-	-
Morella	94	9	106	13	102	13
Vallibona	99	9	109	12	-	-
Vilafranca	84	12	94	12	-	-
S. Jordi	65	13	74	7	59	5
Penyeta	68	18	81	12	69	7
Castelló	41	17	50	13	-	-
Onda	70	17	89	11	59	10
El Grau	54	24	63	11	37	4
Ermita	44	20	54	10	33	5
Burriana	36	16	46	14	34	5
Alcora	48	17	59	9	44	6
Sagunto	47	15	57	12	45	10
P. Sagunto	49	17	62	13	51	9
Paterna	43	15	62	14	43	10
Q. Poblet	27	14	45	12	33	8
Viveros	41	15	56	11	30	5
N. Centro	34	16	48	11	21	7
Aragon	31	18	41	10	28	6
Linares	25	10	35	9	19	5
P. Silla	29	14	41	10	23	11
Gandia	54	18	70	12	50	15
Alzira	51	15	68	9	45	8
Verge	69	9	80	9	63	10
Renfe	59	14	61	15	50	8
El Pla	50	12	56	10	40	6
Elx	46	10	61	10	-	-
Agroalimentari	60	11	69	10	55	8
Benidorm	76	12	87	10	70	6

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	79	10	86	15	82	12	80	16	68	16
Coratxà	104	13	106	13	105	11	99	15	-	-
Morella	110	12	110	13	107	14	100	12	92	9
Vallibona	114	12	114	13	108	14	109	11	-	-
Vilafranca	97	9	100	15	103	10	104	11	-	-
S. Jordi	81	9	88	13	83	14	82	22	65	9
Penyeta	82	11	82	15	77	14	77	9	73	9
Castelló	51	10	51	15	50	14	50	8	34	14
Onda	87	12	81	14	79	12	80	12	63	11
El Grau	70	11	66	14	58	16	55	8	49	13
Ermita	59	7	56	11	54	13	54	8	45	13
Burriana	53	17	64	15	52	11	49	10	32	10
Alcora	72	17	73	16	58	11	60	6	51	11
Sagunt	52	11	53	13	56	11	53	9	50	9
P. Sagunt	69	10	74	12	69	12	65	11	62	10
Paterna	62	11	64	11	58	10	56	14	55	10
Q. Poblet	43	7	48	10	52	11	45	12	36	8
Vivers	55	10	60	11	57	11	49	12	39	9
N. Centro	47	10	49	14	43	14	43	11	24	9
Aragon	42	9	41	9	39	9	42	8	32	6
Linares	35	7	35	11	31	8	30	8	20	5
P. Silla	36	8	42	15	38	9	39	10	30	10
Gandia	75	10	79	14	70	11	63	14	48	8
Alzira	69	11	65	11	57	10	55	12	42	10
Verge	79	10	84	14	82	15	79	9	64	7
Renfe	66	14	64	13	72	11	69	15	49	9
El Pla	66	12	65	13	54	8	44	10	42	8
Elx	65	12	61	13	42	11	-	-	-	-
Agroalimentari	76	13	82	10	74	10	66	10	56	8
Benidorm	88	13	84	12	76	12	74	11	67	8

3.3. Caracterización física de las estaciones

Para la caracterización de las diferentes estaciones que forman la RVVCCA, 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 2004.

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 RVVCCA. Periodo de marzo a octubre

Estación	mediana (P50)	media	máximo (P98)	rango (P90-P10)
Sorita	81	74	130	88
Coratxà	96	97	133	47
Morella	100	101	139	46
Vallibona	108	109	146	43
Vilafranca	96	95	144	57
S. Jordi	74	74	130	71
Penyeta	76	75	125	62
Castelló	50	47	93	70
Onda	77	77	124	63
El Grau	63	56	121	99
Ermita	52	50	110	87
Burriana	45	46	119	90
Alcora	55	57	128	80
Sagunt	52	51	91	51
P. Sagunt	62	62	120	81
Paterna	58	58	112	84
Q. Poblet	40	40	94	75
Vivers	51	48	101	78
N. Centro	37	39	94	71
Aragon	36	36	80	55
Linares	28	30	74	45
P. Silla	36	35	78	58
Gandia	66	65	130	90
Alzira	58	57	124	93
Verge	74	74	125	66
Renfe	61	61	115	68
El Pla	55	52	104	76
Elx	50	50	101	67
Agroalimentari	69	67	120	76
Benidorm	79	77	117	51

3.4. Estadística referida a la normativa

Para la elaboración del Informe diario se han tenido en cuenta los umbrales legales establecidos en la Directiva 2002/3/CEE sobre contaminación atmosférica por ozono, de información a la población (establecido en $180\mu\text{g}/\text{m}^3$ en $\langle 1h \rangle$) y el umbral de alerta a la población (establecido en $240\mu\text{g}/\text{m}^3$ en $\langle 1h \rangle$).

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 3.12, se muestran los umbrales legislados relativos al ozono recogidos en el Real Decreto 1494/1995. La directiva 2002/3/CEE 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 2002/3/CE.

	Parámetro	Umbral
Umbral de protección a la salud	Promedio 8 horas	$120\mu\text{g}/\text{m}^3$
Umbrales de protección de la vegetación	AOT40	$18000\mu\text{g}/\text{m}^3$ promedio de 5 años.
Umbral de información a la población	Promedio horario	$180\mu\text{g}/\text{m}^3$
Umbral de alerta a la población	Promedio horario	$240\mu\text{g}/\text{m}^3$

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 3.13, se presentan los valores del parámetro AOT40 referidos al umbral de protección a la vegetación establecido en $18000\mu\text{g}/\text{m}^3$ de promedio durante un período de 5 años

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

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 humana, se define como el máximo de las medias octohorarias del día. El máximo de las medias octohorarias del día deberá seleccionarse examinando promedios móviles de ocho horas, calculados a partir de datos horarios y actualizados cada hora. Cada promedio octohorario así calculado se asignará al día en que dicho promedio termina, es decir, el primer período de cálculo para un día cualquiera será el período a partir de las 17:00h del día anterior hasta la 1:00h de dicho día; el último

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	$120\mu g/m^3$
Objetivo a largo plazo para la protección de la vegetación	AOT40, calculada a partir de valores horarios de mayo a julio	$6000\mu g/m^3 \cdot h$

Cuadro 3.12: Umbrales de información y alerta relativos al ozono. Directiva 2002/3/CE.

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

Cuadro 3.13: valores AOT40 referidos a la vegetación. Marzo-Julio 2004

Estación	AOT40	Superación umbral
Sorita	23613.1	SI
Coratxà	27903.1	SI
Morella	32614.1	SI
Vallibona	33914.8	SI
Vilafranca	33731.2	SI
S. Jordi	23589.1	SI
Penyeta	18972.9	SI
Castelló	2428.4	NO
Onda	19149.8	SI
El Grau	15968.6	NO
Ermita	8533.2	NO
Burriana	13074.6	NO
Alcora	18102.5	SI
Sagunt	1909.4	NO
P. Sagunt	14506.8	NO
Paterna	10184.8	NO
Q. Poblet	2861.4	NO
Vivers	2363.2	NO
N. Centro	2363.2	NO
Aragon	395.5	NO
Linares	349.0	NO
P. Silla	286.1	NO
Gandia	20856.6	SI
Alzira	16180.6	NO
Verge	20760.8	SI
Renfe	6686.0	NO
El Pla	6475.2	NO
Elx	4847.4	NO
Agroalimentari	18657.3	SI
Benidorm	14328.1	NO

período de cálculo para un día cualquiera será el período a partir de las 16:00h hasta las 24:00h de dicho 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 2004.

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

Los porcentajes más elevados de superaciones del umbral de $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 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 $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 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 4 horas, distribuidas en una misma jornada. En la tabla 3.15, se detallan el día, 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 RVVCCA.

En lo referente a la superación del umbral de información a la población, se observa, que la superación registrada es la consecuencia de las condiciones atmosféricas de estabilidad presentes, altas presiones en superficie y en niveles altos de la atmósfera, que limitaron fuertemente la ventilación de los estratos inferiores, a la vez que la eficaz insolación favoreció la producción fotoquímica de ozono a partir de las emisiones locales.

La ocurrencia de las superaciones en una gran disparidad de emplazamientos del territorio sugiere que el origen de los fuertes incrementos tiene su origen en procesos locales, sin influencia exterior, ligados fuertemente a las circulaciones de brisa como vehículos de difusión de la producción fotoquímica de ozono, con un alcance tanto espacial como temporal necesariamente limitado.

Cuadro 3.14: Porcentaje de superaciones del umbral de protección a la salud. Marzo-Octubre 2004

Estación	3	4	5	6	7	8	9	10
Sorita	0	17	16	41	19	12	0	0
Coratxà	0	24	33	43	35	19	3	11
Morella	8	38	45	64	62	35	13	6
Vallibona	8	46	57	74	48	60	0	0
Vilafranca	6	20	29	60	86	0	0	0
S. Jordi	0	0	19	33	20	39	0	0
Penyeta	0	3	16	24	6	7	0	0
Castelló	0	0	0	0	0	0	0	0
Onda	0	13	13	23	10	4	0	0
El Grau	0	7	10	25	0	3	0	0
Ermita	0	0	0	11	0	0	0	0
Burriana	0	0	4	29	0	3	0	0
Alcora	0	0	30	31	0	0	0	0
Sagunt	0	0	0	0	0	0	0	0
P. Sagunt	0	0	3	21	3	3	0	0
Paterna	0	0	4	13	0	0	0	0
Q. Poblet	0	0	0	0	0	0	0	0
Vivers	0	0	0	3	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	0	7	31	37	5	8	0	0
Alzira	0	14	15	27	0	0	0	0
Verge	0	7	10	24	20	0	0	0
Renfe	0	0	0	3	7	7	0	0
El Pla	0	0	0	0	0	0	0	0
Elx	0	0	0	0	0	0	0	0
Agroalimentari	0	0	12	19	0	3	0	0
Benidorm	0	0	7	14	0	0	0	0

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)
Penyeta	181	18/06/2004	16	1
Verge (Alcoi)	184	"	16	1
Vilafranca	184	"	17-18	2

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 de Valencia de Vigilancia y Control de la Contaminación Atmosférica 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 RVVCCA, 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 RVVCCA

En la tabla 4.1 se muestran las superaciones del umbral de información a la población en las estaciones de la RVVCCA, en el periodo 1997-2004.

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 16 al 20 de junio de 2004

Durante la jornada del día 18 de Junio, se registra la superación del umbral de información a la población en tres estaciones de la Red de Valencia de Vigilancia y Control de la Contaminación Atmosférica. Aunque el emplazamiento de las tres estaciones se encuentran en diferentes zonas, cabe destacar que este episodio se da lugar como caso local en la superación de los umbrales de información a la población. Estos episodios se

Cuadro 4.1: Historial de superaciones del umbral de información a la población en las estaciones de la RVVCCA, en el periodo 1997-2004.

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
Vilafranca	184	18/06/2004	17-18	2
Penyeta	181	"	16	1
Verge dels Lliris	184	"	16	1

dan lugar en las estaciones de Vilafranca (ES1002) (Figura 4.1), en Penyeta (ES1003) (Figura 4.2) y en la estación ubicada en Verge dels Lliris-Alcoi (ES1012) (Figura 4.3).

En el transcurso de la jornada precedente al episodio, el panorama atmosférico tanto en superficie como en las capas medias de la troposfera, se apreciaba una clara situación de estabilidad bajo la presencia de altas presiones atlánticas, conformándose una situación de pantano barométrico sobre la Península Ibérica, la cual favorecería una disminución de la circulación general, dando prioridad a las circulaciones mesoescalares y que junto a la progresiva intrusión de una dorsal en altura, de origen subtropical incentivaría unas condiciones favorables para la formación de ozono superficial. Durante la jornada de vigilancia del día 18 de Junio, las condiciones generales de estabilidad atmosféricas, (Figura 4.4) asociadas a la presencia de altas presiones en superficie y una dorsal poco profunda en niveles altos, cuya clasificación sinóptica (ver Apéndice A) es

del tipo III, condujeron a un incremento notable de las concentraciones de ozono registradas en niveles superficiales. La prevista inestabilización en niveles altos, con la aproximación sobre la Península del borde meridional de una vaguada polar, retrasó su avance, permaneciendo aún bajo la influencia de las altas presiones. El predominio de buen tiempo, con insolación intensa, favoreció la producción fotoquímica de ozono, a la vez que las circulaciones de brisa en niveles bajos, junto con una dispersión vertical claramente acotada por la presencia de una inversión de subsidencia a baja altura, limitaron fuertemente la renovación de los estratos inferiores de la atmósfera.

Se alcanzaron así niveles elevados de concentración de ozono, que llevaron a la superación del umbral de protección a la salud en muchas estaciones, alcanzándose el de información a la población en las estaciones de Vilafranca (Figura 4.1), Penyeta (Castelló) (Figura 4.2), Verge dels Lliris (Alcoi) (Figura 4.3), durante periodos que en ningún caso superaron las dos horas de duración. La ocurrencia en esta gran disparidad de emplazamientos de la Comunidad sugiere que el origen de las superaciones se encuentran en procesos locales, sin influencia exterior, ligados fuertemente a las circulaciones de brisa como vehículos de difusión de la producción fotoquímica, con un alcance tanto espacial como temporal necesariamente limitado.

El la jornada posterior al episodio de superación del umbral de información a la población, se apreció un claro descenso de los niveles superficiales de ozono, en todas las estaciones de la Red, así como en las que se dió lugar la superación del umbral de protección a la población, tras una evolución de la situación atmosférica en superficie, la instalación de una pequeña baja sobre la vertiente mediterránea peninsular, favoreció una variabilidad presentada en el campo de vientos, traduciéndose en una limpieza efectiva de los estratos atmosféricos más superficiales.

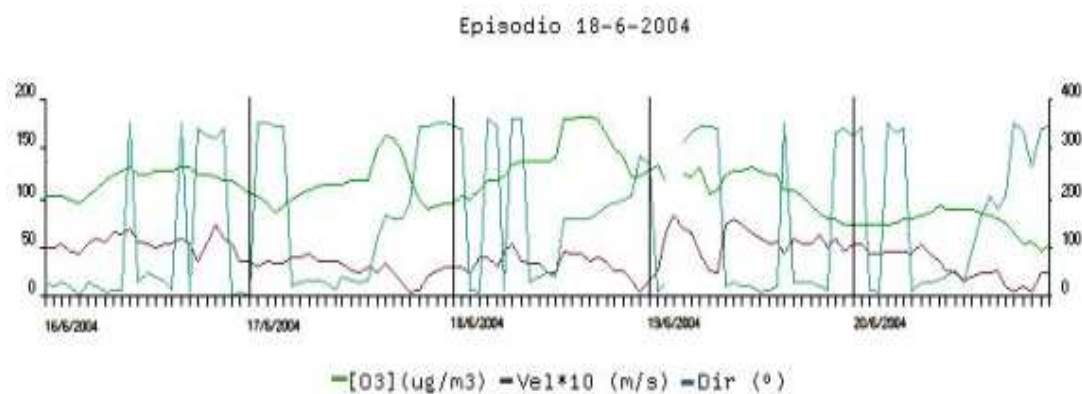


Figura 4.1: Jornadas del 16 al 20 de junio de 2004 (Vilafranca)

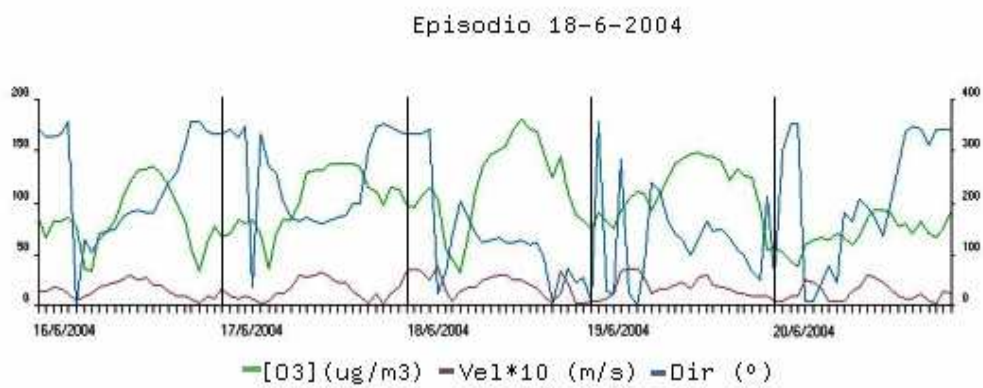


Figura 4.2: Jornadas del 16 al 20 de junio de 2004 (Penyeta)

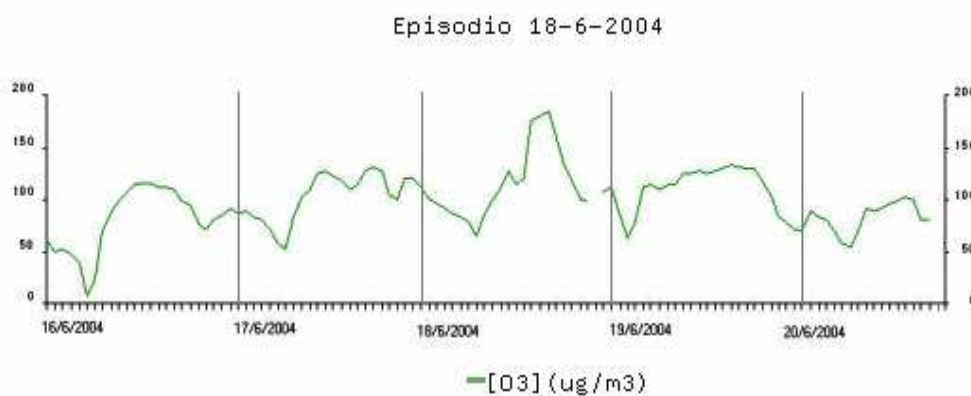


Figura 4.3: Jornadas del 16 al 20 de junio de 2004 (Verge dels Liris)

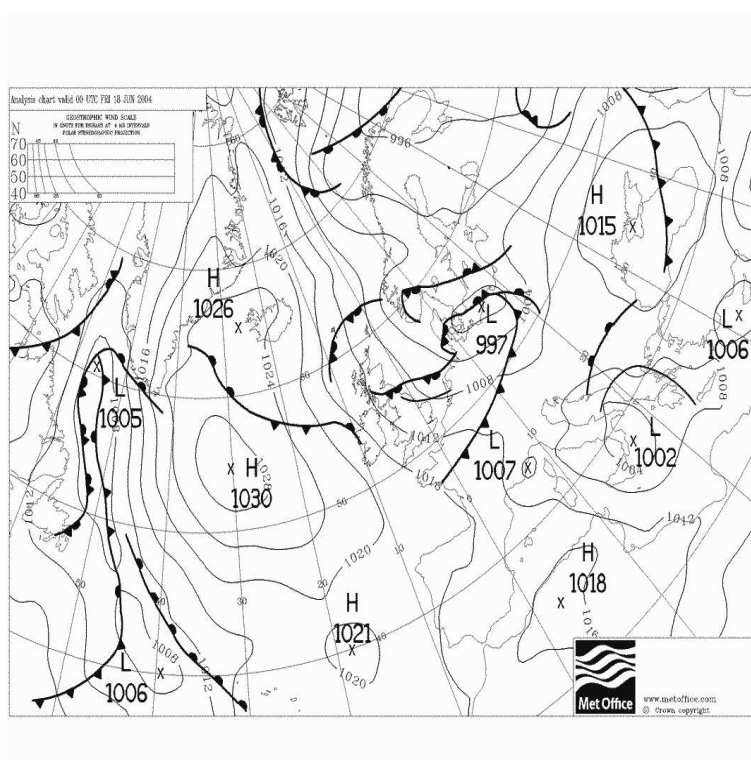


Figura 4.4: Mapa barométrico en superficie para la jornada del 18 de junio de 2004.

Capítulo 5

Conclusiones

Al igual que en programas anteriores, los objetivos del programa o proyecto Previozono han tenido dos vertientes. Una vertiente de carácter legislativo, consistente en dar cobertura a los requerimientos en materia de información y alerta a la población; y una segunda vertiente consistente en la profundización en el estudio de la dinámica del ozono en la vertiente levantina, y concretamente en la Comunidad Valenciana.

Durante el desarrollo del Programa de Vigilancia de Contaminación por Ozono Troposférico, Previozono 2004, ambos objetivos o vertientes se han cumplido satisfactoriamente.

Durante el transcurso del programa Previozono 2004 se ha informado a la población, conforme a los requerimientos de la normativa. Dándose varios pasos en el avance y ampliación de la información a la población. Informándose no solo de los niveles de concentración máxima y promedio de ozono, si no también de los máximos octohorarios, de forma tal que la población estuviese informada de las superaciones del umbral de protección a la salud durante los 8 meses centrales (Marzo a Octubre).

También durante estos meses centrales 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. Durante este programa se realizó también el esfuerzo de poner a disposición de la población un mapa zonificado de la Comunidad Valenciana en la que se informaba de la probabilidad de que se registrase una superación del umbral de información en las 24 horas siguientes.

En lo relativo a la vertiente enfocada a la profundización en el conocimiento de la dinámica del ozono en la Comunidad Valenciana, durante este programa se amplió el estudio sobre el comportamiento espacial y temporal de los episodios de elevada concentración de ozono y su relación con los patrones sinópticos, añadiendo a los años 1997-2001 (estudiados durante el pasado programa) los años 2002-2003. Se estudió también el campo de vientos bi-dimensional durante el periodo de marzo a octubre, poniendo de manifiesto la importancia de los ciclos mesoescalares en los episodios de elevada concentración de ozono. Los resultados de estos trabajos se presentaron en diferentes foros especializados en meteorología y contaminación.

Gracias al apoyo de la Generalitat Valenciana y especialmente de la Conselleria de Territori i Habitatge, durante el año 2004 se puso en marcha la edición del libro *“Estudio de los episodios de contaminación por ozono en la Comunidad Valenciana”*, que sintetiza algunos de los estudios realizados dentro del marco del Proyecto Previozono.

Dentro del programa Previozono siempre se ha prestado especial atención en la

información a la población, pero no solo desde un punto de vista legislativo, sino que siempre se ha intentado dar un gran peso a la divulgación/aumento del conocimiento. Durante este programa se ha creado un apartado dentro de la página web del previozono donde pueden consultarse diferentes trabajos realizados dentro del marco del programa Previozono.

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 2005, 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 anteriores, de forma que seguirá conteniendo información relativa a: análisis de la situación y pronóstico de la evolución de los niveles de ozono. De forma similar a esta campaña, se presentará la información atendiendo a la zonificación de la Comunidad Valenciana, y no solo a las estaciones de medida particulares.

Algunas de las líneas de trabajo que pretenden abordarse durante siguientes campañas, dentro del marco del proyecto 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, y en las condiciones meteorológicas (capa de mezcla, advección, etc.).
- Utilización de modelos físico-químicos tri-dimensionales, como el CAMx (Comprehensive Air Quality Model Extensions), junto con modelos de diagnóstico de campos de viento, y las estaciones meteorológicas. Esto nos permitiría obtener campos espaciales continuos de concentración de ozono, que complementen a las medidas de carácter puntual tomadas en las estaciones de la RVVCCA.

De esta forma, durante el siguiente programa se continuará con las líneas de información y estudio abiertas en años anteriores. Poniéndose especial hincapié en la distribución de una información que favorezca el incremento del conocimiento de la problemática del ozono entre la población.

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 [4].

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.

Apéndice B

Campo de vientos

Se presenta un análisis bidimensional del campo de vientos en superficie para las estaciones de la RVVCCA, que ponga de manifiesto las características propias de la Comunidad Valenciana. El análisis se realiza considerando los parámetros de estancamiento, recirculación y ventilación.

Aunque el análisis se realizó para todas las estaciones, y durante todo el periodo 1997-2003, aquí se presenta un análisis considerando solo los días en que las concentraciones de ozono fueron superiores a 140 ug/m³, y para cinco de las estaciones de la red (Morella, Vilafranca, Onda, Penyeta y El Grau).

B.1. Objetivo

La finalidad de este estudio, es la ampliación del conocimiento dinámico de contaminantes en la Comunidad Valenciana, mediante el cálculo de diferentes parámetros derivados del campo de vientos superficial, en diferentes estaciones de la Red de Valencia de Vigilancia y Control de la Contaminación Atmosférica. Para ello se parte de que la situación en la que se encuentra la Comunidad Valenciana, como sus rasgos morfológicos, nuestro territorio está como bien sabemos en la cuenca mediterránea occidental, donde la característica más importante es el elevado gradiente de altura entre la costa y el interior. También es característico de la zona la complejidad de su topografía, el territorio valenciano está formado por una serie de montañas que se sitúan tanto al norte como al sur, atravesados por infinidad de valles. Estos canales proporcionan caminos preferentes de penetración de los flujos costeros y de los sistemas de brisa mar-montaña, y las zonas montañosas sobre las que se apoyan estas circulaciones en su penetración frontal. Tal y como se ha apuntado en la descripción, la fuerte insolación y la complejidad de la topografía favorecen el desarrollo de sistemas de circulación mesoescalares, que proporcionan la penetración de los sistemas de brisas. La aparición de un mayor o menor gradiente térmico entre el mar y la tierra, y las condiciones sinópticas dominantes, condicionarán el grado de desarrollo de este tipo de circulaciones, pudiendo potenciarlas o inhibirlas. Así pues con esta nueva fuente de datos, se pretende ampliar y explotar en acciones futuras el mejor conocimiento de la dinámica de contaminantes en la Comunidad Valenciana.

B.2. Metodología

Para la ejecución de este estudio, se partió como fuente de la base de datos que tiene el CEAM, en la cual se tienen almacenados los datos promediados de la recuperación de las estaciones de la Red de Valencia de Vigilancia y Control de la Contaminación Atmosférica, en estos datos sólo nos hemos centrado en los de carácter meteorológico [ver descripción de estaciones en Capítulo 2, tabla 2.1]. Para ello se tomaron datos de la mejor zona cubierta con medidas en continuo de ozono, correspondiente a la provincia de Castelló, la cual tiene estaciones situadas en varios puntos de la cuenca de transporte, cubriendo desde el litoral hasta las zonas situadas más al interior, de manera que los puntos de monitorización se integran dentro de un esquema general de la dinámica de contaminantes en la vertiente mediterránea. De las 29 estaciones fijas y 2 móviles con las que cuenta la Red de Valencia de Vigilancia y Control de la Contaminación Atmosférica, se hace especial hincapié en las estaciones de Morella, Vilafranca, Onda, Penyeta, El Grau y Ermita, todas ellas situadas en la provincia de Castelló, y características de cinco tipos de emplazamiento diferentes atendiendo a su posición relativa dentro de la cuenca aérea: altura en interior, fondo de valle en el interior, media elevación en distancias intermedias entre la costa y el interior, costa en altura y costa a nivel del mar respectivamente. Para la descripción meteorológica de la cuenca aérea y de los días con elevada concentración de ozono, se han utilizado los datos de la red de medida en superficie de la Generalitat Valenciana, los mapas barométricos de análisis confeccionados por la Oficina Meteorológica Británica (*MetOffice*), y los sondeos aerológicos realizados en las zonas de Murcia, Palma de Mallorca y Zaragoza por el Instituto Nacional de Meteorología. El cálculo desarrollado con estos datos, los cuales pueden ser actualizados en progresivos estudios, se extrajeron unos coeficientes [1, 3], los cuales ponen de manifiesto los tipos de condiciones de transporte de las masas de aire sobre un punto o zona geográfica determinada. Así pues una situación en la que la condición predominante es el estancamiento, este se caracteriza por ser el evento atmosférico en el que el flujo atmosférico decrece en intensidad o, eventualmente, se hace cero (calma), de forma que los contaminantes permanecen próximos a las fuentes; la recirculación es el evento en el que la contaminación es inicialmente transportada lejos de la fuente de emisión, para posteriormente se transportada de nuevo a una zona geográfica próxima al foco emisor, pudiendo producir episodios de elevada contaminación; la ventilación es el evento en el que la masa atmosférica es transportada y alejada indefinidamente del foco emisor (advección horizontal). Estos tres parámetros se definen de la siguiente manera:

$$L = T * \sqrt{X^2 + Y^2} \quad (\text{B.1})$$

$$S = T * \sum V_i \quad (\text{B.2})$$

$$R = 1 - \frac{L}{S} \quad (\text{B.3})$$

donde, L es el desplazamiento neto o distancia que el aire ha recorrido; S es la distancia recorrida (suma de los módulos de los vectores velocidad, registrados en intervalos T); R es el factor que indica la presencia de recirculaciones locales sobre la escala de tiempos en la que se promedie (en este estudio, 24 horas). Estas cantidades serían una medida correcta del transporte en un caso ideal de campo de vientos homogéneo. Aunque no es el caso habitual en terreno complejo, las medidas pueden considerarse como características del flujo de aire en los puntos de medida. Si R es igual a uno significa

una recirculación total; el factor S determina el grado de estancamiento (S igual a cero, estancamiento total y, por tanto, R es igual a cero). La ventilación viene determinada por valores elevados de L y S, y valores bajos de R. valores de R próximos a uno indican mayores condiciones de recirculación. El período de promedio empleado ha sido de 24 horas, ya que este es el período temporal de los procesos mesoescálicos, que son los que afectan principalmente la dispersión de contaminantes, en este caso el ozono superficial.

B.3. Resultados

En cuanto a los resultados obtenidos de este estudio, se desprende la fuerte influencia de los procesos meteorológicos mesoescálicos, los cuales determinan la relación entre los episodios en los cuales los niveles de ozono llegan a alcanzar e incluso a superar con creces, alguno de los umbrales legales de referencia, entre ellos el de protección a la salud humana, favorecidos en gran medida al parámetro del factor de recirculación, mediante el cual se observa que la mayoría de episodios este parámetro se encuentra con valores superiores a la media. Así pues, los efectos de la orografía, unida a los procesos recirculatorios característicos de la cuenca mediterránea, en la cual el gradiente térmico diurno-nocturno, favorecen un flujo que progresivamente va envejeciendo las capas más superficiales de la troposfera, llegando a recargar los estratos de contaminantes y que unidos a situaciones de fuerte estabilidad en las capas medias y altas de la troposfera, incentivan los días con niveles en las concentraciones superiores a los permitidos legalmente. En el cuadro B.1, como en los gráficos B.1 y B.2 se pone de manifiesto y cuantifica la predominancia, según emplazamientos con distantes peculiaridades orográficas, de unas determinadas condiciones de transporte. Así, se observa un predominio de las condiciones de recirculación y la escasa ventilación de la masa aérea durante los episodios de elevada concentración de ozono, tanto en estaciones situadas en el litoral, siendo los valores del factor de recirculación (R) similares para las estaciones de Morella y Grau, características de un entorno de interior y un entorno de costa respectivamente:

Cuadro B.1: Factores de estancamiento (S), desplazamiento neto (L) y recirculación (R), para los seis emplazamientos, como promedio de días episódicos desde el año 1997 al 2003.

Estación	S(km)	L(km)	R[0,1]
Morella	440.9	111.9	0.75
Vilafranca	267.1	53.9	0.8
Onda	169.5	34.7	0.79
Penyeta	132.8	32.4	0.78
Grau	136.5	31.5	0.77

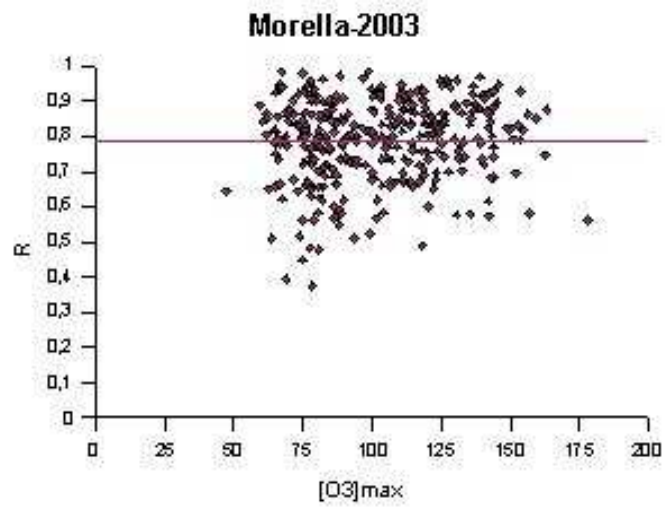


Figura B.1: Comportamiento del máximo de ozono frente el factor de recirculación. Morella 2003

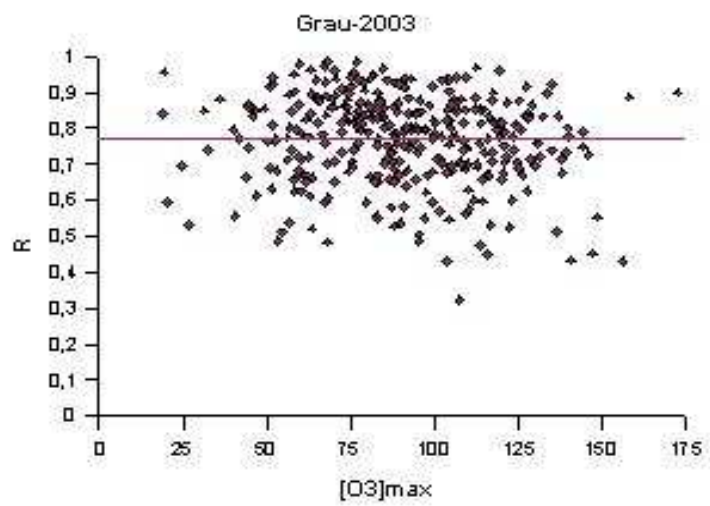


Figura B.2: Comportamiento del máximo de ozono frente el factor de recirculación. Grua 2003

Apéndice C

Influencia de la calidad de las medidas en el desarrollo del Previozono 2004

Tras la realización del programa del Previozono durante el presente año 2004, se intenta valorar de forma cualitativa, la influencia de la calidad de las medidas en su desarrollo diario. Con ello se pretende determinar las estaciones que a lo largo de este período de vigilancia han presentado fallos, como la causa que las llevó a producir.

C.1. Procedimiento

Para llevar a cabo este proyecto, se han tomado dos fuentes de datos para la determinación de la calidad de medidas realizadas por la RVVCCA. La primera de ellas corresponde a los informes diarios realizados en tiempo real, desde el inicio hasta la finalización de la campaña. De esta fuente se ha cuantificado el número de días en los que por alguna causa a determinar, no se pudo informar en tiempo real, de alguno de los parámetros derivados de la concentración de ozono superficial -máximo horario, promedio horario y promedio octohorario-. La segunda fuente de la que se ha tenido acceso, han sido los datos recuperados de las estaciones que tras un proceso de validación, son almacenados para futuros estudios. Bajo estas dos fuentes de datos, la primera de ellas de tiempo real y la segunda de recuperación a posteriori, mediante una simple combinación de posibilidades, se puede determinar la causa de los posibles fallos en una estación, de este modo se dan cuatro casos posibles los cuales pasamos a describir en la tabla siguiente:

Cuadro C.1: Determinación de la calidad de medidas

Datos recuperados	Informe diario	Codificación	Causa
X	X	0	Funcionamiento incorrecto
X	V	1	Anulación a posteriori
V	X	2	No disponible tiempo real
V	V	3	Funcionamiento correcto

De este modo, y para todas las estaciones de la RVVCCA, como para cada uno de

los tres parámetros derivados de la concentración de ozono superficial -máximo horario, promedio horario y promedio octohorario-, se puede determinar la causa que originó el fallo en tiempo real. Del mismo modo se ha podido evaluar la evolución de la calidad de las medidas según el intervalo temporal, ya sea semanal o mensual. Para que ello se visualice con un simple golpe de vista, se han generado diferentes gráficas, las cuales pasamos a describir seguidamente. En la primera de ellas, y la cual podríamos tomar como resumen de la calidad de las medidas llevadas a cabo por las estaciones, se muestra una representación porcentual de la codificación obtenida a partir de las posibles combinaciones anteriormente descritas, viendo que estaciones han tenido mayor número de fallos y de que tipo. Esta misma gráfica C.1 va acompañada de una tabla C.2, en la cual se presenta el porcentaje de días en los cuales ha existido algún tipo de fallos, durante los 150 días de los que ha constado el Previozono 2004.

También se ha incluido una tabla C.3, en la que se muestra el promedio porcentual de todos los fallos ocurridos en todas las estaciones.

El estudio realizado también se ha podido desarrollar durante períodos mensuales C.4, mostrándose los resultados en el siguiente cuadro, así como de modo gráfico tanto para el caso mensual C.2, como el relativo a la semana y al fin de semana C.3:

C.2. Conclusiones

De este estudio cualitativo de las medidas tomadas por las estaciones de la RVVCCA, se concluye la presencia de un progresivo aumento de fallos a la hora de obtener los datos en tiempo real, para la realización del informe diario durante la campaña del Previozono 2004. El porcentaje de fallos respecto el total de datos, ha llegado a suponer un 30,9 % del total de datos utilizados. La raíz principal de los errores han sido por un fallo en la comunicación en tiempo real, ya que ha posteriori se ha podido comprobar la posibilidad de recuperación de los datos, llegando a suponer un 16 % de los datos utilizados, así mismo el 9 % de los datos no válidos, han sido debidos a un funcionamiento incorrecto de las estaciones, de las cuales no se ha tenido acceso a ellas ni en tiempo real ni a posteriori, suponiendo que el problema sería técnico en el monitor de medida de ozono. En cuanto al porcentaje de datos que no han servido a posteriori sólo han supuesto el 6 %.

En definitiva se puede concluir que durante el presente año, en el transcurso de la campaña de vigilancia del Previozono 2004, se ha ido progresivamente perdiendo calidad en los datos, principalmente en su demanda en tiempo real, de la cual cabría esperar que al menos en su conjunto las estaciones se encontraran en torno a un 25 %, para una realización óptima del informe diario.

Cuadro C.2: Porcentajes de días con fallos

Estación	Máximo (%)	Promedio (%)	Octohorario(%)
Sorita	20	20	20
Coratxà	99,3	99,3	99,3
Morella	10	10	10
Vallibona	33,3	33,3	34
Vilafranca	66,7	66,7	66,7
S. Jordi	15,3	14,7	14,7
Penyeta	4,7	4,7	4,7
Castelló	34,7	34	34,7
Onda	24	24	24
El Grau	24,7	24,7	24,7
Ermita	30	30	30
Burriana	67,3	67,3	66,7
Alcora	73,3	73,3	72,7
Sagunt	12,7	12,7	12,7
P. Sagunt	14	14,7	14,7
Paterna	34,7	34,7	34,7
Q. Poblet	19,3	19,3	18,7
Vivers	9,3	8,7	8,7
N. Centro	22	22,7	23,3
Aragon	20	20	20
Linares	22,7	22,7	22,7
P. Silla	36	36	36,7
Gandia	25,3	25,3	25,3
Alzira	18	18,7	18,7
Verge	42,7	42	42
Renfe	12,7	12,7	12,7
El Pla	15,3	15,3	17,3
Elx	98,7	98,7	98,7
Agroalimentari	14	13,3	14
Benidorm	6	6	6,7

Cuadro C.3: Porcentaje total de fallos

	Promedio (%)
Máximo	30,9
Promedio	31,9
Octohorario	32,9

Cuadro C.4: Porcentaje mensual de fallos

Estación	Mayo (%)	Junio (%)	Julio (%)	Agosto (%)	Septiembre (%)
Sorita	0	20	0	42	23
Coratxà	87	93	90	97	100
Morella	0	20	10	10	0
Vallibona	0	13	0	35	100
Vilafranca	13	20	90	87	100
S. Jordi	0	13	6	35	13
Penyeta	0	13	3	6	0
Castelló	19	27	19	42	55
Onda	0	0	3	32	81
El Grau	0	7	29	23	48
Ermita	0	13	10	19	97
Burriana	65	63	48	77	61
Alcora	77	77	52	77	61
Sagunt	0	0	3	13	45
P. Sagunt	0	0	23	23	23
Paterna	23	7	3	26	100
Q. Poblet	3	23	3	23	42
Vivers	0	17	3	13	13
N. Centro	16	13	23	26	29
Aragon	13	0	6	23	45
Linares	0	10	3	13	84
P. Silla	16	70	39	6	45
Gandia	10	13	19	39	42
Alzira	16	0	3	16	48
Verge	0	27	52	68	55
Renfe	10	17	10	10	16
El Pla	0	0	0	42	23
Elx	84	93	90	97	100
Agroalimentari	26	3	23	13	0
Benidorm	6	0	0	0	19
Promedio	16	22	22	34	51

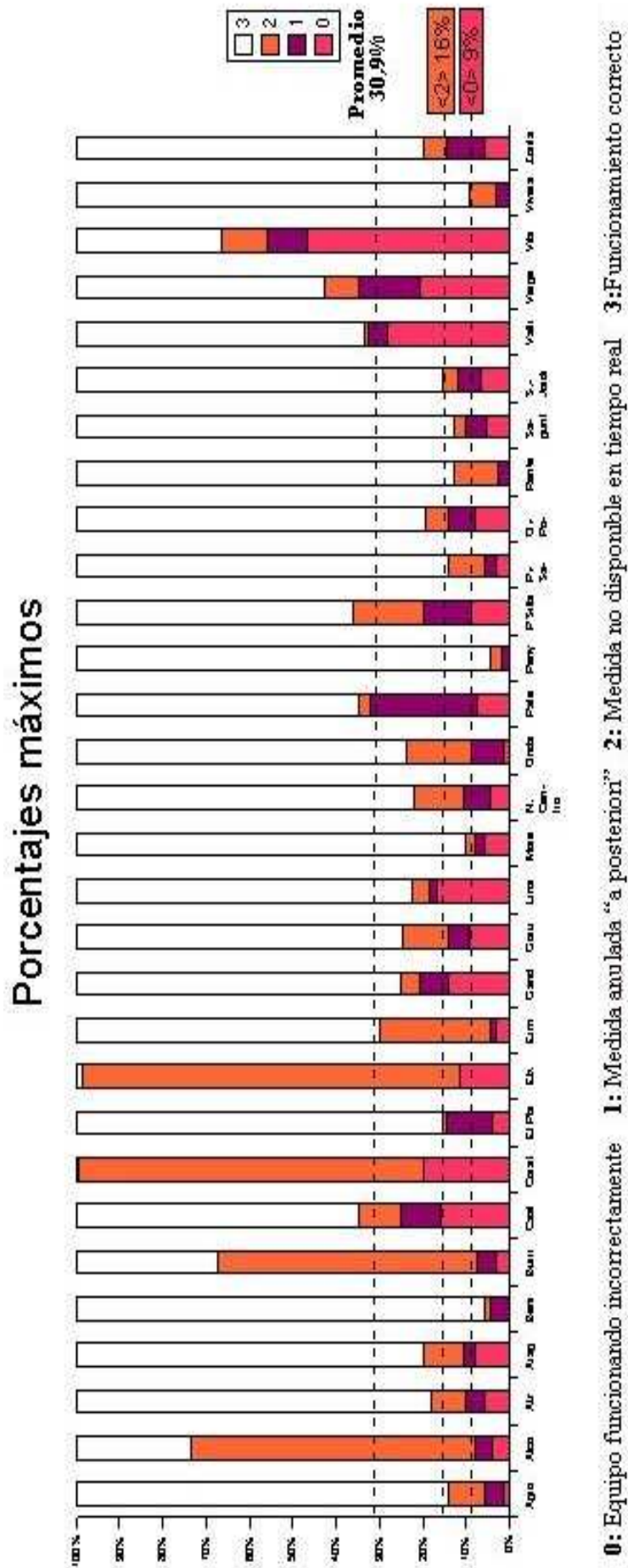


Figura C.1: Porcentaje de fallos durante la campaña del Previozono 2004.

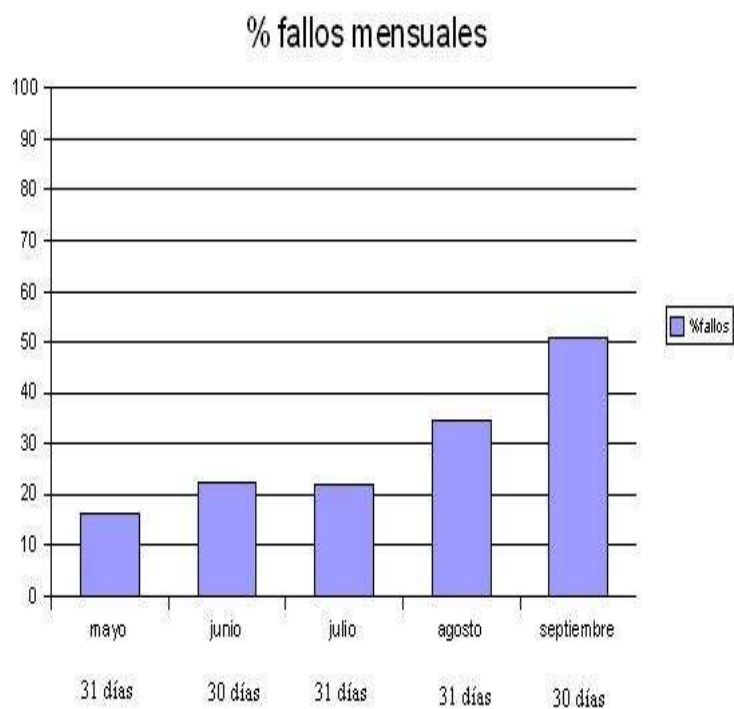


Figura C.2: Evolución de los fallos mensuales durante el Previozono 2004.



Figura C.3: Porcentaje de fallos entre semana y el fin de semana durante la campaña del Previozono 2004.

Bibliografía

- [1] K. ALLWINE Y C. WHITEMAN. Single-station integral measures of atmospheric stagnation, recirculation and ventilation. *Atmospheric Environment* **28**, 713–721 (1994).
- [2] N. CASTELL Y E. MANTILLA. “Informe Final Previozono 2003: Programa especial de vigilancia del ozono troposférico en la Comunidad Valenciana.” Conselleria de Territori i Habitatge. Generalitat Valenciana (2003).
- [3] N. CASTELL, E. MANTILLA, A. VIÚDEZ Y J. MIRÓ. Resumen de cinco años de vigilancia normativa del ozono troposférico en la comunidad valenciana. *IX Congreso de Ingeniería Ambiental-PROMA* **1**, 453–462 (2004).
- [4] N. CASTELL I BALAGUER. Fenomenología de los Episodios de Contaminación por Ozono en la Vertiente Mediterránea. Trabajo Investigación Tercer Ciclo, Universitat de València (2003).