



Universitat d'Alacant
Universidad de Alicante

Departament d'Enginyeria Química
Departamento de Ingeniería Química



**VIGILANCIA DE LA CALIDAD
DEL AIRE EN LA UNIVERSIDAD
DE ALICANTE
(Extracto del informe final)**

Preparado por Adoración Carratalá).

Responsable del proyecto: Adoración Carratalá.

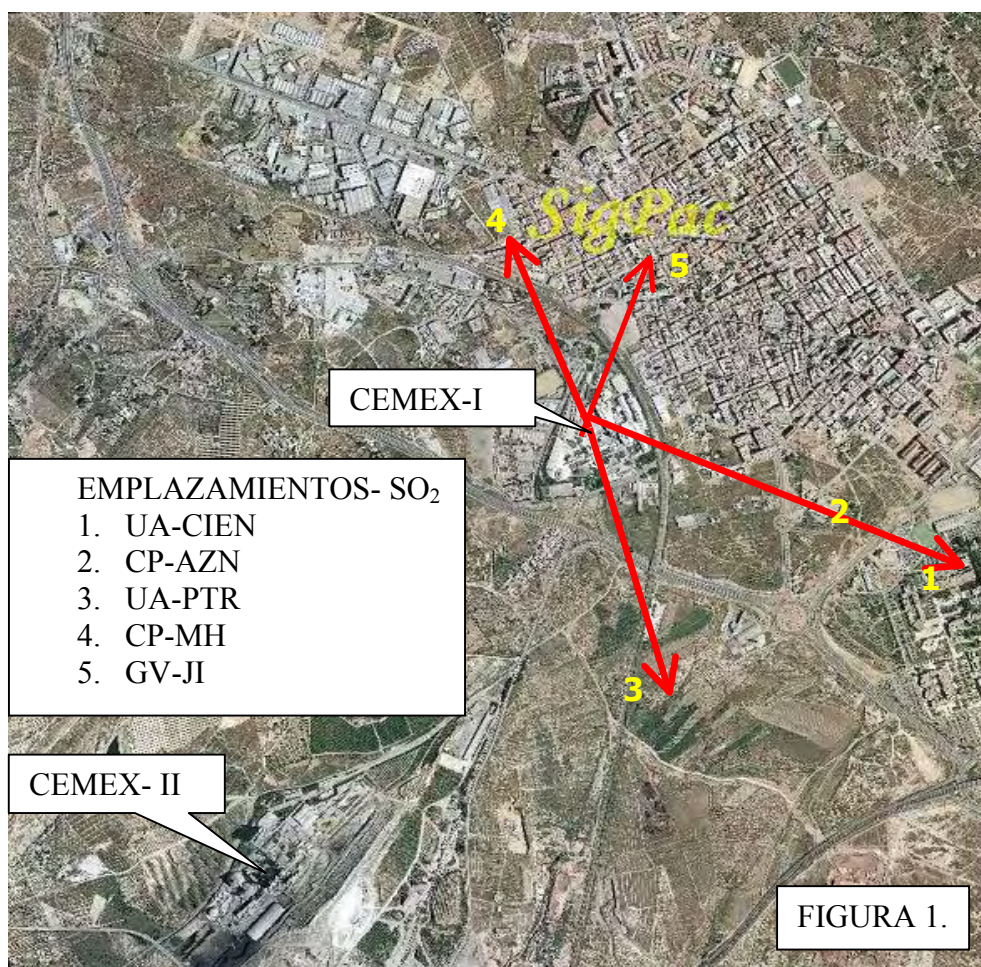
10/03/ 2006

Referencia: CAUA-IQ05/02-versión 02

EXTRACTO DEL INFORME FINAL. CONCLUSIONES

Las conclusiones del presente informe están enfocadas tanto a cubrir los objetivos de vigilancia de calidad del aire (inmisiones) como a discernir entre los factores que condicionan dicha calidad (dispersivos, de emisión, etc.) en el actual Campus Universitario de San Vicente del Raspeig así como en las posibles nuevas dependencias que pueden crearse como consecuencia de futuras ampliaciones.

Se ha considerado como emplazamientos representativos de la UA, la terraza de la Facultad de Ciencias (UA-CIEN), y de los posibles nuevos emplazamientos: (1) Colegio Público Azorín (CP-AZN) como representante de la ampliación NO y edificio de Petrología (UA-PTR) como representante de la ampliación O-SO (Figura 1¹).



Los periodos de medida anuales han sido desde 1-junio de 2004 al 30-junio de 2005, en el caso del SO₂, y desde 7-julio-2004 a 7-julio-2005, para el caso de PM₁₀. La duración del periodo de medidas en las nuevas dependencias ha oscilado entre 4 y 5 meses de la primera mitad del año 2005.

Los contaminantes objeto del estudio han sido SO₂ y PM₁₀, por ser éstos susceptibles de presentar niveles más elevados según estudios previos.

¹ La numeración de tablas y figuras corresponde al informe final.

1. En lo que respecta al SO₂ como contaminante en UA-CIEN:
 - ✓ En el emplazamiento de la UA (UA-CIEN), la cobertura del periodo anual para la inmisión de SO₂ ha sido del 98.3% por lo que los datos disponibles se pueden considerar que representan de manera adecuada a un periodo anual completo. En la Figura 2 y Tabla 2 se representan los promedios diarios y horarios y la estadística básica, de la que es destacable además de su distribución no gaussiana, el que:
 - El número de valores horarios superiores al valor límite de 350 µg/m³N (contemplado en la legislación) ha sido de 8.
 - No se ha detectado ningún valor del promedio diario superior a 125 µg/m³N. Los periodos con niveles horarios más elevados y frecuentes (episodios) se han dado entre septiembre y diciembre de 2004.

TABLA 2: Estadística básica en la UA-CIEN. Los niveles de concentración son en µg/m³N.

ESTADÍSTICA: NIVELES HORARIOS DE SO₂	
PERIODO ANUAL	UACIENCIAS FII
	1/6/04-31/5/05
nº DE HORAS CON DATOS	8563
NºDIAS CON MEDIDAS (% anual)	359 (98.3%)
nº DE HORAS SIN DATOS	197
NºDIAS SIN MEDIDAS	6 (1.7%)
PROMEDIO	11.7
STDS	29.3
MEDIANA	3.4
PERCENTIL 98	101.5
MAXIMO	507.3
nº DE HORAS >350	8
nº DE HORAS >125	129
nº DE DIAS >125	0

- ✓ La dirección predominante de los vientos ha sido del 2º y 4º cuadrante, E-ESE y O-ONO-NO respectivamente. Siendo los del 4º cuadrante los que alcanzan velocidades más fuertes. De la rosa de concentraciones se puede apreciar que el 90% de las medidas de SO₂ se encuentran por debajo de 20 µg/m³ y que las concentraciones superiores a 20 µg/m³ y por encima de 125 µg/m³, que son las que contribuirían a subir los promedios por encima de los límites legislados, proceden de episodios con direcciones del 4º cuadrante, aunque también se dan en menor extensión del 3º cuadrante. Este mismo comportamiento se observa en el periodo del 2005 y es también coincidente con los datos previos tomados en la zona durante 2003 (CAUA-IQ03/01). Dichos resultados confirman la validez del modelo propuesto en el 2003 para el comportamiento de la inmisión de SO₂ en la UA.
 - Patrón de impactos con vientos flojos, durante el periodo nocturno o transitorios entre cambio de régimen de vientos. De dirección variable.
 - Patrón de impactos con vientos fuertes de dominancia de meteorológica sinóptica, de dirección O-ONO-NO.

2. En lo que respecta al SO₂ como contaminante en las nuevas dependencias:

- ✓ El periodo de cobertura con medidas en las nuevas dependencias, CP-AZN, como representante de la zona de ampliación NO, y UA_PTR, como representativo de la ampliación O-SO, ha sido del 46% y del 26% del periodo anual, respectivamente. Dichos periodos se han dado dentro del año 2005 y han sido simultáneos con medidas en la UA-CIEN. La estadística correspondiente aparece en la tabla 3.

TABLA 3: Estadística básica del periodo de medidas simultaneas en las estaciones del Campus y/o extensión del mismo. Los niveles están expresados en $\mu\text{gSO}_2/\text{m}^3\text{N}$.

ESTADÍSTICA: NIVELES HORARIOS DE SO₂			
	UACIENCIAS FII	AZORIN	PETROLOGIA
PERIODO	1/1/05-19/7/05	1/2/05-19/7/05	28/1/05-18/5/05
n° DE HORAS CON DATOS	4505	4039	2264
N°DIAS CON MEDIDAS	188	168	94
n° DE HORAS SIN DATOS	285	18	412
N°DIAS SIN MEDIDAS	12	1	17
PROMEDIO	8.5	18.4	8.8
MEDIANA	2.8	4.5	3.8
PERCENTIL 98	73.4	214.7	32.7
MAXIMO	257.0	781.5	247.3
n° DE HORAS >350	0	32	0
n° DE HORAS >125	36	167	7
n° DE DIAS >125	0	7	0

- ✓ Durante el periodo de comparación (2005) no se produce ninguna superación en el emplazamiento de UA-CIEN ni en UA-PTR mientras que se producen 32 superaciones del nivel de 350 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ en CP-AZN. En lo que respecta al número de días con valores superiores a 125 $\mu\text{gSO}_2/\text{m}^3\text{N}$ (valor del límite para el promedio diario). El límite de la normativa (RD1073/2002) es de 24 superaciones del límite horario y de 7 superaciones del límite diario, por lo que la estación de CP-AZR, con un 46% de las mediciones del año, presentaría niveles superiores a los de dicha normativa.
 - ✓ Del estudio de los niveles de SO₂ a escala horaria, se ha detectado que las horas con niveles más elevados en las estaciones de CP-AZN y de UA-CIEN están altamente correlacionadas, mientras que no existe ninguna correlación entre estas estaciones y la de Petrología.
 - ✓ La correlación tan significativa entre las estaciones de CP-AZN y UA-CIEN se debe a la simultaneidad del incremento de niveles, como consecuencia de su posición relativa con respecto al foco emisor de SO₂. La ausencia de correlación entre estas y UA-PTR indica que los incrementos no son simultáneos, lo cual se debe también a su posición relativa con respecto al foco. La alineación y distancia con el foco puede verse en la Figura 1
3. Los niveles de SO₂ en la UA y en la eventuales nuevas dependencias han sido comparados con mediciones realizadas por la *Red de Calidad del Aire de la*

Generalitat Valenciana en su entorno más próximo: Colegio Publico Jaume I de San Vicente del Raspeig (CP-JI) y Cabina del PLA en la ciudad de Alicante (PLA).

- ✓ El promedio anual es muy bajo en todas las estaciones, inferior al de las estaciones de la Universidad y su entorno, presentando un nivel ligeramente superior, la estación de San Vicente del Raspeig (CP-JI). En lo que respecta al percentil 98, este también es más bajo, siendo del orden del registrado en la estación de UA-PTR. Estos niveles promedio vienen dados por el menor número de situaciones con niveles elevados que se registran en las estaciones de la GV. En la estación de San Vicente, los episodios con niveles altos son mayores, llegándose a registrar 4 superaciones del límite horario.
 - ✓ Del estudio de los niveles más elevados en relación con la meteorología, se observa cómo los mayores niveles ocurren en la estación del PLA, con vientos fuertes de O-ONO, mientras que en el emplazamiento de SV (CP-JI) ocurren con vientos procedentes del SO-SSO. Este comportamiento asocia los niveles altos en ésta última estación con el foco CEMEX I. La baja frecuencia de los impactos está asociada a la baja ocurrencia de vientos procedentes de dirección SSO.
4. En lo que respecta al PM10 como contaminante:
- ✓ En la Tabla 6 se presenta la estadística correspondiente a los medidas realizadas en la UA-CIEN y disponibles de la estación de la GV, PLA En ella se observa que la cobertura, en la UA (UA-CIEN), ha sido superior al 90%.

TABLA 6: Estadísticos de los niveles diarios de PM10 correspondientes al periodo entre el 8 julio 2004 y 7 de julio de 2005 en la estación UA-CIEN y la estación del PLA.

NIVELES DE PM10 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)		
PARAMETRO	UA-CIENFII	ALIC-PLA
Nº DIAS MED	337	209
% ANUAL MED	92.3	57.3
PROMEDIO	43.9	38.0
MEDIANA	40.3	35.0
DESVEST	17.9	16.2
MAX	106.4	125.0
MIN	8.5	12.0
PERCENTIL 98	90.7	78.7
DIAS > 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	98	35

- ✓ La distribución de promedios diarios en el periodo anual es de tipo gausiano (la mayor parte de los días se está en condiciones de nivel medio de PM10), a diferencia del SO₂, que presentaba una distribución tipo log-normal (sólo un pequeño porcentaje de los días presenta valores altos, siendo el valor promedio un “valor ficticio” por que no indica que sea el valor diario más común). Ello ya indica

que, en el caso de la partículas, se trata de una contaminación más habitual, que afecta al foco de forma más cotidiana.

- ✓ En UA-CIEN, tanto el promedio anual como la mediana superan ligeramente el valor de $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$. El valor mínimo ha sido de $8.5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ y el máximo de $106 \mu\text{g}/\text{m}^3$ y se han registrado 98 días con valores superiores a $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$. De estas superaciones, 35 pueden estar asociadas a un origen Sahariano y 1 a un origen Europeo, según el informe de la Generalitat Valenciana, por lo que el número de días con niveles superiores a $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ asociados a un origen local es de 62 días, lo que superaría la normativa vigente que permite 35 superaciones al año para este valor límite diario.

5. La comparación con los datos disponibles de la estación de la Generalitat Valenciana del PLA muestran:

- ✓ Un gran paralelismo en las series de promedios diarios (Figura 15)
- ✓ La estación urbana de UA-CIEN presenta unos niveles ligeramente superiores (en cuanto a promedio) y claramente superiores en cuanto a número de superaciones y percentil 98. Sin embargo, los niveles mínimos de partículas son más bajos en la Universidad de Alicante que en la ciudad de Alicante (PLA). Aunque éstos datos estadísticos sólo representan en el caso de la ciudad de Alicante el 57.3% de los días del año frente al 92.3% en la Universidad de Alicante.
- ✓ Los niveles mínimos están generalmente asociados a fines de semana y/o periodos de vacaciones o condiciones meteorológicas específicas. Todo ello parece indicar que la fuente de partículas es múltiple y/o difusa y afecta de manera similar a ambos puntos de medida. Por una parte, los episodios de gran escala como las intrusiones de polvo sahariano y los factores de dispersión afectarían a todas las estaciones por igual y por otra parte, las diferencias entre estaciones que se encuentran en las series de PM10, podríamos postular que son un reflejo de la distinta incidencia, en las mismas, de las emisiones locales:
 - TRÁFICO: compuestos secundarios + in-quemados, neumáticos, frenos...(ciudades de Alicante y San Vicente, Universidad, y autovías, carreteras, etc.).
 - INDUSTRIA: emisiones en chimenea (primarias y secundarias), extracciones y transporte de materias primas, resuspensión de polvo depositado.
 - CONSTRUCCIÓN: excavaciones y transporte de materias primas.

5. En lo que respecta al PM10 como contaminante en las eventuales nuevas dependencias:

- ✓ El periodo de cobertura con medidas de partículas en las nuevas dependencias, ha sido del 28.8% del periodo anual en CP-AZN y del 41.6% en UA-PTR, respectivamente. Dichos periodos se han dado dentro del año 2005 y han sido simultáneos con medidas en la UA-CIEN.

- ✓ La comparación entre las estaciones de la UA y la urbana de Alicante (PLA) en el periodo de medidas simultáneas muestra:
- ✓ Aunque se sigue manteniendo el mismo paralelismo entre máximos y mínimos (asociados a factores de emisión y dispersivo), que mostraban las series de UA-CIEN y PLA, tiende a presentar valores superiores la serie de CP-AZO y valores inferiores la serie de UA-PETRO. Esta tendencia se confirma al comparar los estadísticos (tabla 9) de cada serie presentando el emplazamiento de UA-PTR unos valores mucho más cercanos a la estación de Alicante PLA que a los emplazamientos de UA-CIENC y CP-AZN. Esto podría ser debido a que estos últimos están bajo la influencia de un foco local de forma diferenciada a las de UA-PTR y PLA.

✓

Tabla 9: Estadísticos de los niveles diarios de PM10 correspondientes al periodo de medidas simultáneas (aprox: enero a mayo) en las estaciones del entorno de la UA y la estación del PLA.

NIVELES DE PM10 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)				
PARAMETRO	UA-CIENFI	UA-PETR	CP-AZO	ALIC-PLA
Nº DIAS MED	161	152	105	116
% ANUAL MED	44.1	41.6	28.8	31.8
PROMEDIO	44.1	33.7	47.0	36.2
MEDIANA	40.8	32.1	40.6	33.0
DESVEST	17.7	14.0	25.1	14.8
MAX	93.8	79.1	117.8	86.0
MIN	9.5	7.6	7.0	12.0
PERCENTIL 98	92.1	68.8	100.5	76.4
DIAS > 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	46	18	43	17

- ✓ El estudio de la serie de datos a nivel diezminutal, que permite su desagregación según direcciones de viento, indica que el patrón de mayores concentraciones está asociado a los vientos dominantes (2º y 4º cuadrante) y, al igual que ocurría con el SO₂, además los niveles de partículas más elevados están asociados con vientos del 4º (O-ONO). Sin embargo, como se pone de manifiesto a continuación, las situaciones meteorológicas que dan lugar a los niveles más altos de partículas y sus orígenes son distintos a los del SO₂.
6. Patrones de inmisión elevados de PM10 y condiciones de emisión y dispersivas asociadas:
- ✓ Las situaciones que dan lugar a los niveles más elevados de PM10 se dan en condiciones gran estabilidad meteorológica (anticiclónica y condiciones nocturnas y de madrugada) y son las que coinciden con los flujos del 4º cuadrante (O-ONO). Se dan en las horas nocturnas y puede coincidir que el origen de los niveles altos de partículas sea fundamentalmente tráfico o tráfico + industrial o fundamentalmente industrial.

- ✓ Otras situaciones que dan lugar a niveles altos de PM10 son las de vientos fuertes de procedencia advectiva (O-ONO). Son situaciones de buena ventilación, en las que no se produce acumulación de las emisiones. Los niveles altos de PM10 se dan a cualquier hora del día o mayormente en las horas centrales del día. Este patrón se considera asociado a partículas resuspendidas desde el suelo o desde superficies y está potenciado también por la actividad diurna, si no se llega a producir impacto del penacho, mientras que si se detectan impactos considerables del penacho (que suelen darse con vientos de este cuadrante), los niveles altos de partículas se deben al solapamiento tanto de las partículas contenidas en la masa del penacho como a la resuspensión anteriormente comentada.
- ✓ La tercera situación tipo que ha sido detectada, y que da lugar a niveles altos, es una situación de poco gradiente con una masa de aire de procedencia sahariana. En este caso se superpone el efecto local, que podría estar dominado por el tráfico que incorpora partículas, a una masa que lleva una carga de fondo de partículas. En este caso el patrón de partículas a lo largo del día tiene un comportamiento casi plano, de nivel de fondo, alto con niveles nocturnos ligeramente superiores.

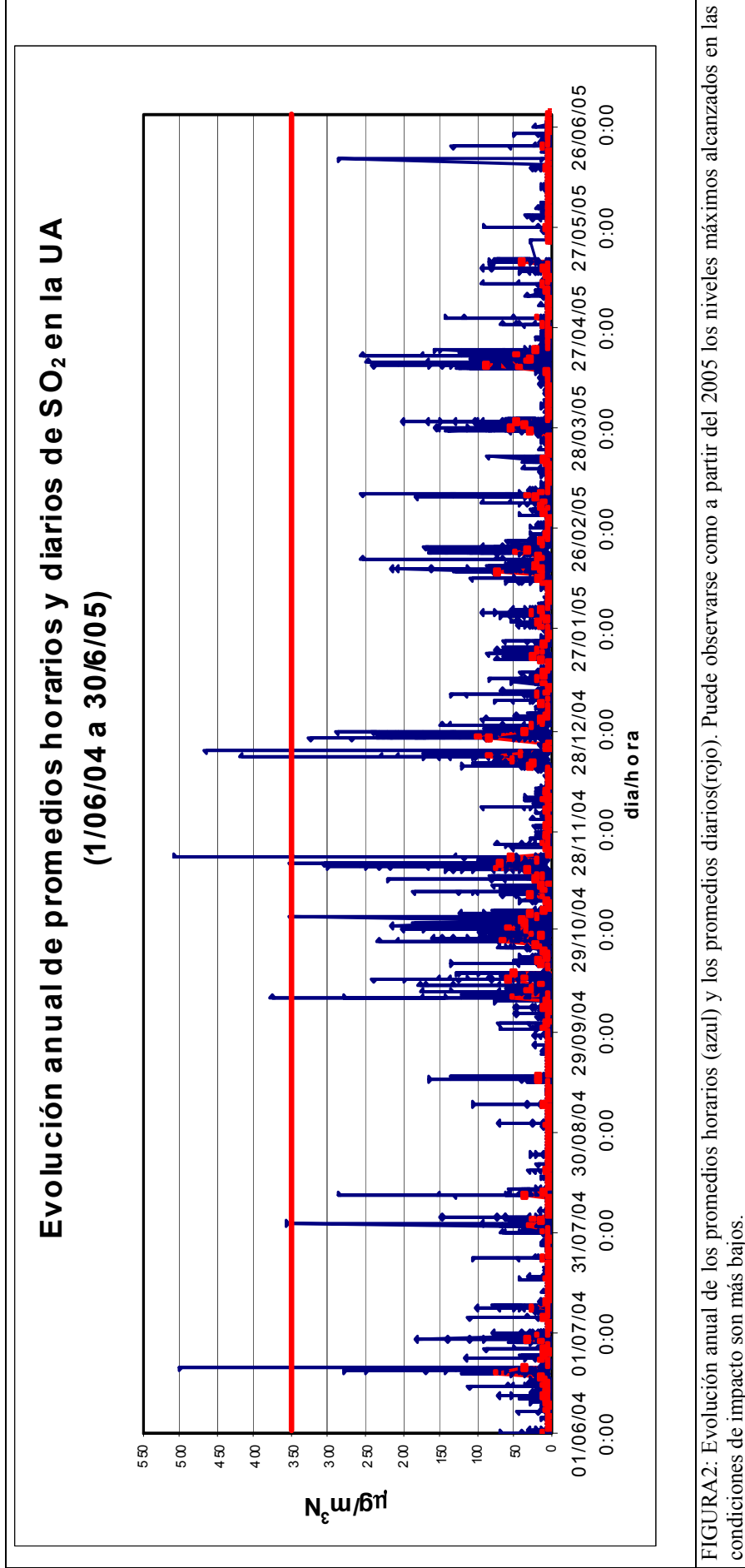


FIGURA2: Evolución anual de los promedios horarios (azul) y los promedios diarios(rojo). Puede observarse como a partir del 2005 los niveles máximos alcanzados en las condiciones de impacto son más bajos.

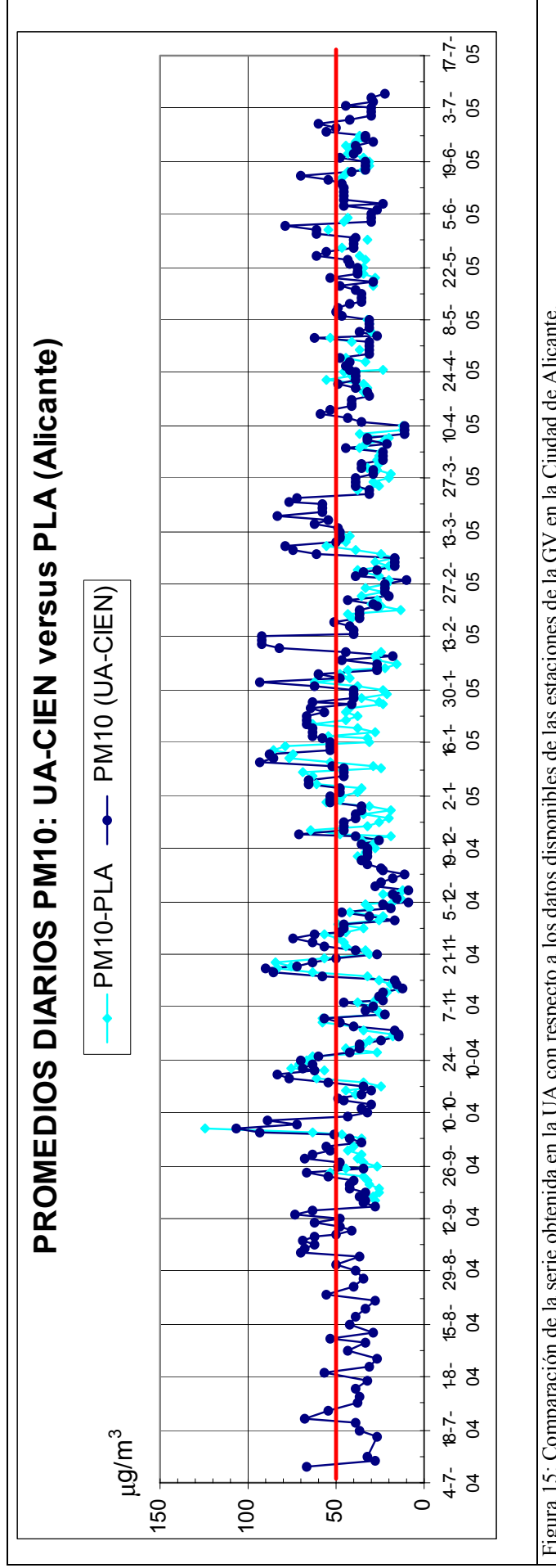


Figura 15: Comparación de la serie obtenida en la UA con respecto a los datos disponibles de las estaciones de la GV en la Ciudad de Alicante.