

PLAN DE MEJORA DE LA CALIDAD DEL AIRE DE L'ALACANTÍ OCCIDENTAL.

Zona ES1013: Segura-Vinalopó (A. Costera) y Aglomeración ES1017: Alacant



Conselleria de Medio Ambiente, Agua, Urbanismo y Vivienda
Fundación Centro de Estudios Ambientales del Mediterráneo
Instituto de Diagnóstico Ambiental y Estudios del Agua, CSIC
Instituto de Tecnología Cerámica
Universidad de Alicante
Universidad Miguel Hernández de Elche



Revisión: Octubre 2010

ÍNDICE GENERAL

1. LA ZONA DE L'ALACANTÍ OCCIDENTAL. CONTEXTO DE LA PROPUESTA.....	6
2. DESCRIPCIÓN GENERAL DEL ÁREA DE ESTUDIO: OROGRAFIA, POBLACIÓN Y PRINCIPALES ACTIVIDADES EXISTENTES.	9
2.1 Orografía y población.....	9
2.2 Actividades potencialmente contaminantes.....	10
3. DINÁMICA ATMOSFÉRICA.....	12
3.1 Introducción y antecedentes.....	12
3.2 Entorno topográfico.....	12
3.3 Fuentes de información.....	13
3.4 Identificación de patrones atmosféricos.....	35
3.5 Identificación de cambios meteorológicos en la serie 2004-2008.	43
4. LAS EMISIONES ATMOSFÉRICAS.....	50
4.1 Introducción.....	50
4.2 Proceso cerámico y emisiones asociadas.....	58
<i>4.2.1 Fabricación de ladrillos y tejas: descripción general del proceso.....</i>	<i>58</i>
<i>4.2.2 Flujos de materiales en las plantas de la zona de estudio: materias primas, combustibles y productos.....</i>	<i>59</i>
<i>4.2.3 Emisiones generadas en la fabricación de ladrillos y tejas: Valoración cualitativa.....</i>	<i>62</i>
<i>4.2.4 Cuantificación y caracterización de las emisiones canalizadas generadas en la fabricación de ladrillos y tejas.....</i>	<i>63</i>
<i>4.2.5 Cuantificación y caracterización de las emisiones difusas generadas en la fabricación de ladrillos y tejas.....</i>	<i>68</i>
<i>4.2.6 Estimación de las emisiones totales de la industria cerámica en el área de estudio.....</i>	<i>70</i>
4.3 Proceso de fabricación de cemento y emisiones asociadas.....	71
<i>4.3.1 Fabricación de cemento: descripción general del proceso.....</i>	<i>71</i>
<i>4.3.2 Proceso de fabricación en las plantas de CEMEX ubicadas en la zona de estudio.....</i>	<i>73</i>
<i>4.3.3 Emisiones generadas por la fabricación de cemento: Valoración cualitativa.....</i>	<i>75</i>
<i>4.3.4 Cuantificación y características de las emisiones canalizadas originadas en las plantas de fabricación de cemento.....</i>	<i>76</i>
<i>4.3.5 Cuantificación y características de las emisiones difusas generadas en la fabricación de cemento.....</i>	<i>80</i>
<i>4.3.6 Estimación de las emisiones totales de la industria cementera.....</i>	<i>81</i>
4.4. Otras actividades del inventario de emisiones (distintas de las industrias cerámica y cementera) en la zona de estudio.....	82
<i>4.4.1 Tráfico por carretera.....</i>	<i>82</i>
<i>4.4.2 Otros tipos de transporte y maquinaria móvil.....</i>	<i>84</i>
<i>4.4.3 Actividades agrícolas.....</i>	<i>84</i>
<i>4.4.4 Emisiones debidas a otros procesos industriales.....</i>	<i>85</i>
<i>4.4.5 Combustión no industrial.....</i>	<i>86</i>
<i>4.4.6 Otras actividades.....</i>	<i>87</i>
4.5 Resumen de emisiones atmosféricas en el área de estudio.....	87

5. MARCO NORMATIVO DE PROTECCIÓN DEL AMBIENTE ATMOSFÉRICO.....	90
5.1 Marco normativo relativo a la gestión y evaluación de la calidad del aire ambiente	94
5.2 Marco normativo relativo a las emisiones industriales	101
6. CALIDAD DEL AIRE EN LA ZONA DE L'ALACANTÍ OCCIDENTAL.....	108
6.1 Introducción al marco normativo	111
6.2 Parámetros críticos	117
<i>6.2.1 Material particulado atmosférico.....</i>	<i>119</i>
<i>6.2.2 El dióxido de azufre (SO₂).....</i>	<i>151</i>
7. PROGRAMA DE ACCIÓN	153
7.1 Introducción a las Mejores Técnicas Disponibles.....	153
7.2 Medidas en actividades de fabricación de cemento	154
<i>7.2.1 Medidas de compatibilidad urbanística.....</i>	<i>154</i>
<i>7.2.2 Medidas tecnológicas.....</i>	<i>154</i>
7.3 Medidas en actividades de fabricación de cerámica.....	160
<i>7.3.1 Medidas de compatibilidad urbanística.....</i>	<i>160</i>
<i>7.3.2 Medidas tecnológicas en actividades de fabricación de cerámica estructural: tejas y ladrillos .</i>	<i>160</i>
8. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	182
8.1 Sobre el control de la calidad el aire y caracterización meteorológica .	182
8.2 Sobre la estimación y el control de las emisiones industriales.	183
8.3 Sobre la evaluación de la calidad del aire, metas propuestas y medidas para alcanzarlas	185
8.4 Sobre los indicadores de seguimiento de la calidad del aire.....	188
ANEXO 1. INSTRUCCIONES Y OBJETIVOS EN MATERIA DE PROTECCIÓN DEL AMBIENTE ATMOSFÉRICO PARA LA INDUSTRIA CERÁMICA Y DE FABRICACIÓN DE TEJAS Y LADRILLOS.....	193
BIBLIOGRAFÍA	206

COMISIÓN DE ELABORACIÓN

- Andrés Alastuey ¹
- Cristina Calvo ²
- Adoración Carratalá ³
- Javier Crespo ⁴
- Alberto Escrig ⁵
- Antonio Ferreiro ²
- F^{co} Javier González ⁶
- Enrique Mantilla ⁷
- Javier Martínez ²
- María Cruz Minguillón ¹
- Eliseo Monfort ⁵
- Xavier Querol ¹
- Cristina Reche ¹
- Vicenta Sanfeliu ²
- Milagros Santacatalina ³
- M^a Mercedes Tomás ⁸
- Eduardo Yubero ³

¹ Instituto de Diagnóstico Ambiental y Estudios del Agua, CSIC.

² Análisis Estadístico de Datos (AED).

³ Departamento de Ingeniería Química, Universidad de Alicante.

⁴ Laboratorio Contaminación Atmosférica, Universidad Miguel Hernández de Elche.

⁵ Instituto de Tecnología Cerámica (ITC).

⁶ Conselleria de Medio Ambiente, Agua, Urbanismo y Vivienda, Generalitat Valenciana.

⁷ Fundación Centro de Estudios Ambientales del Mediterráneo.

⁸ Valenciana de Aprovechamiento Energético de Residuos S.A.

COORDINACIÓN Y SUPERVISIÓN:

- **D. José V. Miró Bayarri.** Jefe de Servicio de Protección del Ambiente Atmosférico ⁶

DIRECCIÓN:

- **D. Jorge Lamparero Lázaro.** Director General para el Cambio Climático ⁶

1. LA ZONA DE L'ALACANTÍ OCCIDENTAL. CONTEXTO DE LA PROPUESTA.

El área de territorio afectada por el presente Plan de mejora de calidad del aire, será denominada a lo largo de este documento como *l'Alacantí Occidental*, por abarcar únicamente los municipios occidentales de la comarca de l'Alacantí: Agost, San Vicente del Raspeig y Alicante, un área de unos 25x25 km².

Esta área de estudio forma parte de la comarca del l'Alacantí, y se encuentra en el interior de la zona de calidad del aire denominada ZONA ES1013: SEGURA-VINALOPÓ (A. Costera), abarcando también la Aglomeración ES1017: ALACANT (nomenclatura utilizada por la Conselleria de Medio Ambiente, Agua, Urbanismo y Vivienda de la Generalitat Valenciana).

En la Figura 1.1 se muestra la zona de estudio específica del presente plan de mejora de calidad de aire, pues es en esa zona en la que se sitúan la mayoría de las estaciones de muestreo utilizadas en este estudio.



Figura 1.1. Mapa con la localización del área de estudio Alacantí occidental, dentro de las áreas de l'Alacantí y de las zonas ES1013 y ES1017.

La necesidad del establecimiento de un Plan de Mejora de la Calidad del Aire en este área, viene determinada por las características y la distribución de actividades en dicho territorio. La comarca de l'Alacantí es un área con un elevado índice de producción de cemento y de cerámica a nivel nacional. Respecto a la producción de cemento, con sus dos plantas de fabricación de cemento situadas a unos 2 km de distancia, alcanzan una producción aproximada de un millón y medio de toneladas al año.

El cemento es un material básico para la construcción de edificios y obras civiles. La producción de la industria cementera está directamente relacionada con el sector de la construcción en general y, por lo tanto, es un buen indicador de la situación económica global. En 1995, la producción de cemento en la Unión Europea alcanzó la cifra de 172 millones de toneladas, que equivale al 12% de la producción mundial (BREF, Referente Document on BAT in the Cement Manufacturing industries). Respecto a la producción cerámica, esta zona y concretamente la localidad de Agost tiene una elevada producción cerámica estructural, tejas y ladrillos. En este municipio se produjeron en el 2007 casi 2 millones de toneladas (1784942 t/año). El sector cerámico español es el mayor productor europeo de materiales cerámicos para la construcción, con una producción de más de 30 millones de toneladas anuales. Es también una referencia para el resto de países en campos como la innovación y la tecnología industrial, gracias a las inversiones que han realizado las empresas en I+D+I en los últimos años. (Fuente: Hispalyt)

La producción de cemento u otras actividades relacionadas (minería, transporte...) pueden llevar asociadas emisiones importantes de material particulado atmosférico, metales y otros contaminantes gaseosos, como el SO₂, NO_x y CO₂, los compuestos orgánico volátiles (VOC), dioxinas y furanos (PCDDs y PCDFs), ácido fluorhídrico (HF) y ácido clorhídrico (HCl). Además de estas emisiones directas cabe destacar el papel de las emisiones de NO_x en la generación de episodios de O₃ en las comarcas del interior.

Estas emisiones producidas en este área, en la comarca de l'Alacantí, tienden a quedar retenidas debido a que esta zona forma una pequeña cuenca, rodeada de montañas, que por su régimen local de vientos y por las peculiaridades típicas de las regiones circun-mediterráneas occidentales, no permite la dispersión rápida de estas emisiones. Los largos periodos sin renovación de masa de aire favorecen el desarrollo de episodios de contaminación regional (entre ellos episodios de ozono troposférico en zonas colindantes).

En parte del sector cementero, tanto como en el cerámico, han sido adoptadas varias medidas primarias generales, como la optimización del control de procesos, el uso de modernos sistemas de alimentación gravimétrica de combustible sólido, la optimización de las conexiones de refrigeración y la aplicación de sistemas de gestión energética. Estas medidas suelen tener por objeto mejorar la calidad del producto (clínker..) y reducir los costos de producción, pero también reducen el consumo de energía y las emisiones atmosféricas. En el caso del cemento, esto es así en la mayor parte de Europa, donde actualmente, alrededor del 78% del cemento de fabricación se produce en hornos de proceso seco, método por el cual disminuyen considerablemente las emisiones de contaminantes a la atmósfera, pero queda otro 22% de la fabricación que se realiza con procesos húmedos, semisecos y semihúmedos en los que los índices de emisiones de contaminantes a la atmósfera son muy elevados (BREF, Referente Document on BAT in the Cement Manufacturing industries). En los estudios realizados por la Universidad de Alicante, desde 2003, se detectaron unos niveles relativamente altos de algunos contaminantes atmosféricos, como en el caso de SO₂ y las partículas (PM₁₀). Desde 2004 se dispone de medidas en la zona las estaciones de control de la calidad del aire de la Generalitat Valenciana constatándose de las que los niveles de estos parámetros se mantienen elevados. En el plan de mejora de la calidad del aire de la zona cerámica de Castellón se han puesto de manifiesto los márgenes de mejora de la calidad que la tecnología y los estudios disponibles prevén que son posibles de alcanzar. Para ello se desarrolla este plan de mejora de calidad del aire.

La estrategia para el desarrollo de este plan comienza con un diagnóstico ambiental inicial, que consiste en la evaluación de la calidad del aire teniendo en cuenta la dinámica atmosférica y el análisis de las actividades potencialmente contaminantes en la zona. Con ello se identifican los parámetros críticos propios de la zona, bien los que presentan dificultades para cumplir la legislación o bien los que se encuentran en niveles muy elevados en comparación con otras zonas no industrializadas.

Con la puesta en marcha del presente plan se pretende garantizar el cumplimiento de la legislación relativa a calidad del aire, mejorar ésta tanto como sea posible (viable técnica y económicamente) y fijar metas concretas para los parámetros críticos, que permitan, a la vez que obtener mejoras ambientales y ser utilizadas para la planificación del desarrollo urbano e industrial de la zona de estudio.

Para lograr los objetivos expuestos se propone una serie de medidas a aplicar en las distintas actividades contaminantes. La eficacia de dichas medidas se valorará mediante la evaluación en continuo de la calidad del aire en función de unos indicadores fijados para los parámetros críticos y en caso de ser necesario se proponen medidas adicionales a adoptar. Llegados a este punto y posteriormente de forma periódica se llevará a cabo una revisión del plan de mejora de la calidad del aire (Figura 1.2).

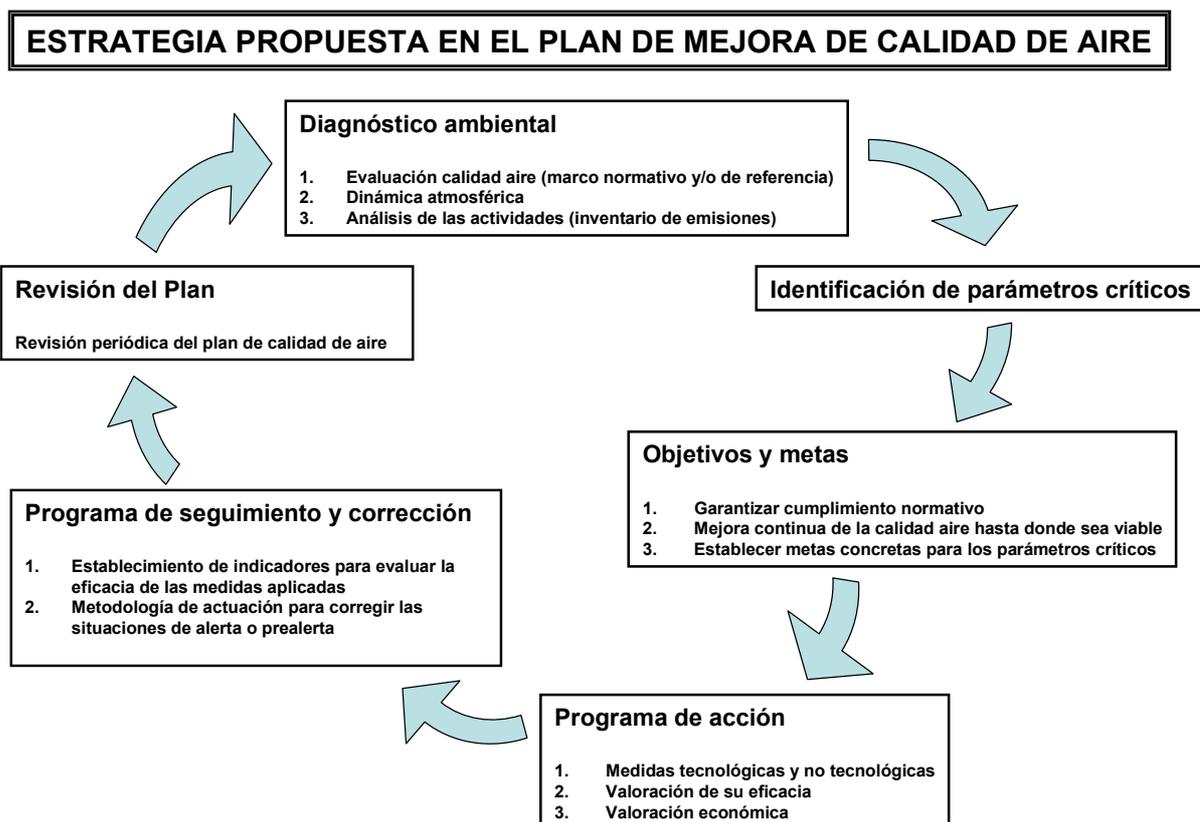


Figura1.2. Estrategia del plan de mejora de la calidad de aire.

2. DESCRIPCIÓN GENERAL DEL ÁREA DE ESTUDIO: OROGRAFIA, POBLACIÓN Y PRINCIPALES ACTIVIDADES EXISTENTES.

2.1 Orografía y población

La zona objeto de estudio se sitúa al Este de la Península Ibérica, en la costa mediterránea de la provincia de Alicante, en la denominada comarca de L'Alacantí. La geología de la comarca es compleja debido tanto a la variedad estratigráfica como la fuerte tectónica. Está fundamentada en unas superficies de glacis a modo de suaves pendientes que marcan el enlace con las montañas colindantes y en las que los llanos aluviales se encuentran restringidos por una serie de lomas y colinas de distinta envergadura. Morfológicamente la comarca se enmarca entre las sierras del Maigmó (O) y las estribaciones del Cabeçó d'Or (NE) mientras que los límites meridionales son poco precisos y están constituidos por varios cerros que empalman con la sierra de Crevillente (Matarredona coll, 1989).

La zona de desarrollo del plan de mejora abarca la zona occidental de la rambla del Rambuchar donde las sierras, dispuestas de NO a SE, incrementan su cota hacia el norte (lomas de Castellar y Ventós) hasta culminar en los 1296 m del Maigmó, a las faldas del cual se encuentra la población de Agost. Desde éstas desciende el Glacis de San Vicente del Raspeig donde, también dispuestas de NO a SE, se encuentran las sierras de Águilas, Mediana, Fontcalent y Serreta Llarga, entre las cuales se forman pasillos naturales por los que la cuenca se abre hacia el SO. Con la misma disposición, NO a SO, en su descenso hacia la costa, las depresiones aluviales tienen una continuidad en el barranco de las ovejas que constituiría el límite meridional de la zona de estudio.

El área engloba por tanto a las ciudades de San Vicente del Raspeig, Alicante y Agost y abarca una extensión aproximada de 25x10 km extendiéndose desde la costa de la Ciudad de Alicante (10 km), al sur del Cabo de las Huertas hacia el interior en dirección perpendicular a la costa en su orientación SE hasta la población de Agost (25 km). De las tres poblaciones la de Alicante es la más importante con el 86% de la población seguida de San Vicente con un 13 % siendo la de Agost la de menor población. La población de la zona a 1 de enero de 2007 es de 376780 habitantes (Tabla 2.1). De forma adicional a esta población la Universidad de Alicante situada entre los municipios de San Vicente y Alicante la forman entre estudiantes y profesores unas 40.000 personas.

Los materiales geológicos predominantes constituyen una fuente de riqueza para la zona ya que han sido explotados y continúan siéndolo en la actualidad y son relevantes desde el punto de vista de la mejora de la calidad del aire.

Los materiales más antiguos corresponden al Triásico y, en general, predominan las areniscas rojas y arcillas con yesos en la depresión de Agost y en la sierra de las Águilas; arcillas y margas con yesos al NE de la sierra Mediana al sur de Agost.

Los afloramientos del Jurásico y Cretácico aparecen en las sierras de Fontcalent, Mediana y Serreta Llarga que tienen una litología común de margo-calizas y margas. Por último los materiales más modernos, corresponden a la era cuaternaria, forman rellenos importantes en el valle de Agost, San Vicente del Raspeig y la huerta de Alicante. Su litología está formada a base de limos, conglomerados y gravas y proceden de la desintegración de las sierras adyacentes. Estos tres grupos de materiales: arcillas, yesos, calizas y margas así como sus materiales de desintegración, arenas y gravas, constituyen la base de la una actividad minero-industrial de la zona de gran peso: cerámica, fabricación de cemento, yeso y morteros y materiales para construcción (Matarredona coll, 1989).

Tabla 2.1. Ciudades y población en el área de estudio. Cifras referidas al censo de 1 de enero de 2007, según el Instituto Nacional de Estadística.

Ciudad	Población (nº habitantes)	%⁽¹⁾
Alicante	322.673	85,6
San Vicente del Raspeig	49.341	13,1
Agost	4.766	1,3
Total área de estudio	376.780	82,8 ⁽²⁾
Total de la comarca	455.292	

⁽¹⁾ % respecto del total de la zona de estudio

⁽²⁾ % respecto el total de la comarca de l'Alacantí

2.2 Actividades potencialmente contaminantes

Industria

Cerámica:

La producción de cerámica, de unas 10 empresas, está concentrada en la actualidad en Agost. En el término municipal de Alicante también existen dos plantas de teja estudio que utilizan gas como combustible y sólo una de ellas estaría dentro de la zona de estudio.

Producción de Cemento:

En la zona existen dos plantas de fabricación de cemento Pórtland **CEMEX-I** (en funcionamiento desde 1920) situada al noroeste y **CEMEX-II** (en funcionamiento desde 1975) situada al oeste). Estas plantas, utilizan como combustible básico coque de petróleo y tienen una capacidad de producción de un millón y medio de toneladas al año, repartiéndose aproximadamente en 1.170.000 toneladas de cemento gris y 365.000 toneladas de cemento blanco.

Producción de yeso.

Existen dos plantas de fabricación de yeso en la zona de estudio Algíss en San Vicente del Raspeig y Yesares del Cuartel en Agost. Estas plantas utilizan gas como combustible.

Extracción de áridos y hormigones.

Aunque la contribución a la contaminación atmosférica de este sector es a nivel de partículas y de corto alcance, el movimiento del transporte de materia prima y productos del mismo aumentan su alcance y por supuesto contribuyen positivamente.

Existen múltiples canteras de áridos y plantas de hormigón y asfalto en la zona. La asociación de áridos de la CV tiene 15 empresas en la provincia de Alicante. Aunque de éstas en la zona de estudio solo se encuentra Áridos Holcim, se han encontrado otras empresas que también tienen canteras o extracciones como CEMEX, Savall SL. En el caso de las plantas de hormigón y procesados de áridos se han localizado bastantes empresas en la zona algunas de ellas pertenecientes a grupos como CEMEX, Holcim, hormigones Tizón, Hormigones San Vicente etcétera. También se han encontrado otras actividades de acopio y trituración de restos de la construcción y que una vez procesados son susceptibles de volver al mercado. En este caso únicamente se dispone de la ubicación de los enclaves de dicha actividad.

Agricultura:

En la actualidad la actividad agrícola en la zona es reducida, puesto que la mayor parte de la huerta tradicional alicantina ha sido abandonada como también el tradicional cultivo de almendros. Las explotaciones agrícolas más relevantes en la zona lo son en el entorno de la misma: al Sur y al Este, hay un par de grandes explotaciones dedicadas a cultivos bajo plástico fundamentalmente de tomates y flores. En centro de la zona de estudio, en el entorno de la Sierra de Foncalent, está la explotación de 100 Ha de la empresa CEMEX dedicada a fruto de hueso y naranjas y otras tantas de alcachofas y almendros. Al NO y entorno de Agost sí existen terrenos agrícolas dedicados fundamentalmente a la uva de mesa. Las emisiones atmosféricas procedentes de estas fuentes de emisión destacan la quema de residuos de plantas o poda y la emisión de polvo mineral del suelo. En general son actividades muy puntuales y por su extensión de corto alcance temporal y espacial.

Emisiones urbanas:

Las principales emisiones atmosféricas propias de áreas urbanas incluyen: tráfico rodado, emisiones domésticas (calefacciones, cocinas, calentadores,...) construcción, demolición. El área de estudio presenta las emisiones propias de una zona con una población de alrededor de 370.000 habitantes con fuerte tendencia a desplazamientos diarios a segunda residencia durante el periodo estival y con intenso desarrollo urbanístico (construcción-demolición). Además el número de habitantes en la zona costera se ve ampliamente incrementado por la afluencia del turismo, lo cual supone un incremento estacional (e incluso de fin de semana) de las emisiones de tráfico rodado y de la generación eléctrica.

Otras fuentes:

Otra fuente de emisiones es el tráfico rodado que atraviesa la zona de estudio a través de las distintas autovías y autopistas que la atraviesan. Las principales son la autovía a Madrid, A-7, las vías de comunicación con Madrid y entre el Sur y Sureste de España con el resto de Europa, con el consiguiente flujo elevado de vehículos de todo tipo, tanto turismos como vehículos pesados. También la autovía hacia Alcoi es la principal conexión con municipios de importancia económica como Ibi, Castalla y Alcoi con alto tráfico. Así mismo la propia construcción de una autopista de peaje AP-7 y ampliación de conexiones, vías y cinturones de la ciudad de Alicante pueden tener repercusiones en la atmósfera.

Además, el puerto de Alicante puede aportar emisiones atmosféricas de contaminantes tanto a través de las actividades de descarga de materiales pulverulentos a granel, como de los motores de los buques y de los vehículos pesados que distribuyen o aportan mercancías.

Existe también en la zona (sierra Fontcalent) la planta de tratamiento de residuos urbanos de Alicante y el vertedero controlado que funciona de forma continua y en la que se genera biogás y se consume en la propia planta para la producción de energía eléctrica.

3. DINÁMICA ATMOSFÉRICA

3.1 Introducción y antecedentes

En el contexto del diagnóstico de la calidad del aire en la Comarca del Alacantí, dentro de la elaboración de un plan de mejora, el conocimiento de la dinámica atmosférica en el entorno se plantea como una clave imprescindible a la hora de interpretar correctamente las evidencias experimentales disponibles, así como el diseño de cualquier estrategia de actuación.

Los esfuerzos han sido orientados hacia la interpretación estadística de las series temporales largas (restringidas a los años 2005, 2006 y 2007, por contar con una buena cobertura de medidas), como base para la interpretación de la dinámica atmosférica en la zona; identificación de un conjunto finito de situaciones atmosféricas que, por su naturaleza podrían considerarse como patrones tipo de circulación; evaluación de las medidas en términos de dichos patrones, así como la caracterización de la dispersión atmosférica en la zona bajo tales regímenes (para lo que se hará uso de herramientas de simulación numérica).

3.2 Entorno topográfico

La zona de estudio se encuentra situada al sur de las estribaciones más orientales del sistema Bético en la Península Ibérica, y que configuran la morfología del cabo de San Antonio, incorporando a las poblaciones de Alicante y San Vicente como los principales núcleos urbanos. En la llanura costera de un amplio golfo que se orienta según una dirección aproximada SW-NE, la orografía asciende rápidamente hacia el norte, presentando un frente de laderas orientadas hacia el sur, con algunos pasos naturales como el que constituye el cauce del río Seco y ría Verde. La conexión hacia la población de Agost, parte del ámbito de estudio del presente trabajo, se posibilita a través de varias vías naturales, pero finaliza abruptamente con el importante farallón que constituye la sierra del Maigmo. Hacia el este la cuenca del Vinalopó determina una canalización hacia el interior mesetario, a lo largo del mismo curso que sigue el trazado de la autovía de Madrid.

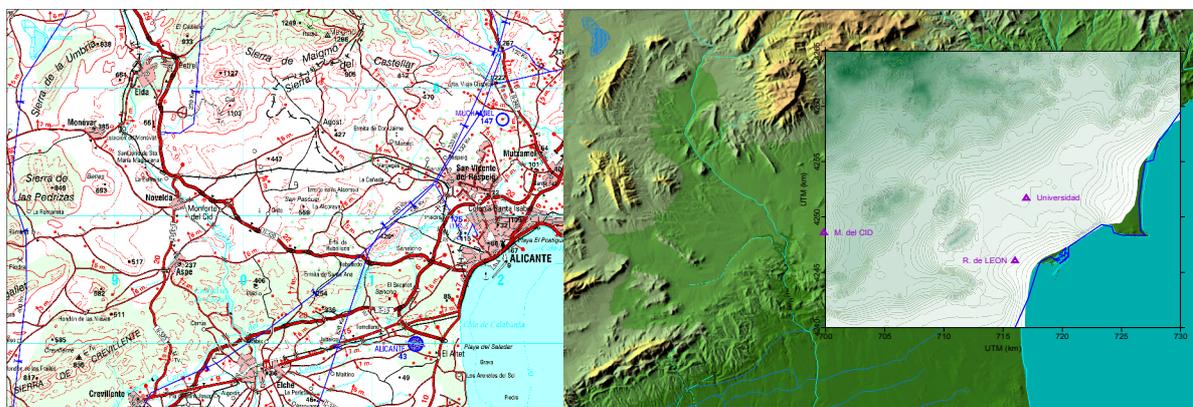


Figura 3.1. Entorno social y físico del emplazamiento.

En este contexto orográfico son frecuentes las circulaciones de brisa costera, que acopladas y reforzadas por las orográficas, determinan el desarrollo de importantes circulaciones mesoescalares, que rigen el movimiento atmosférico en los niveles superficiales durante un gran número de días al año.

3.3 Fuentes de información

En la zona de estudio se dispone de información meteorológica y de calidad del aire procedente de diferentes fuentes (Red Valenciana de Vigilancia Y Control de la Contaminación Atmosférica, Red Meteorológica del CEAM, etc).

En este apartado se han considerado las estaciones de Alicante-Universidad, Rincón de León y Montforte del CID (reflejadas en el mapa adjunto) como base para el análisis de los regímenes de viento, y las cabinas de la Red Valenciana de Vigilancia y Control como complemento de la dinámica de contaminantes. En lo que sigue se presenta la estadística descriptiva de los tres emplazamientos con información meteorológica.

Paralelamente se han analizado las distribuciones de los contaminantes primarios (SO_2 y NO_2) en las cabinas de la zona, como ejemplo de diferentes tipos de respuesta en relación a la dinámica atmosférica y a los focos potenciales de contaminación a que se ven sometidos.

3.3.1 Torre Meteorológica de Universidad de Alicante

La presente estación se sitúa en pleno campus universitario de Alicante, en una zona abierta y relativamente despejada, entre los núcleos urbanos de Alicante y San Vicente. A unos seis km de la costa en línea recta, se manifiesta claramente la influencia de la brisa, que en las rosas de viento (Figuras 3.2 a 3.3) determina una clara simetría axial (según un eje aproximadamente oestenoeste a esteseeste), y en las gráficas de frecuencias (Figura 3.4) una clara distribución espaciotemporal. Diferentes ramblas convergen las pendientes de la sierra del Maimó que canalizan los vientos más fríos y más intensos, así como los más moderados, superponiéndose las circulaciones a gran escala (dominadas por ponientes en estas latitudes), en el primero de los casos, con la componente nocturna de la brisa, en el segundo. Ambas circulaciones muestran también una clara distribución estacional, predominando en invierno la primera y verano la segunda. Los vientos de componente oeste se manifiestan más colimados y, como se indicó, incluyen los rangos de velocidades más intensas y también la mayor proporción de vientos flojos. La entrada de la brisa costera se desarrolla sobre un abanico más amplio de rumbos, en torno al segundo cuadrante. En invierno las frecuencias de vientos costeros se ven muy disminuidas, pudiendo tener en ello causa la ciudad, con un importante efecto barrera (tanto térmica como mecánica). El comportamiento registrado en las rosas de viento tiene su confirmación en las gráficas de las distribuciones de frecuencias (Figura 3.4), en la que se introduce explícitamente el comportamiento horario. Se puede apreciar que los vientos presentan una clara onda diurna, con alternancia día noche bien marcada, como corresponde a un régimen de vientos dominado por un régimen de brisas.

Como ya se indicó, los vientos de componente oeste son preferentemente nocturnos, y diurnos los de procedencia marítima. La intensidad de viento refleja esta dinámica, incorporando algunos de sus rasgos principales; así como la intensidad media presenta los máximos a mediodía, tanto diurnos (brisa marina, vientos moderados pero muy frecuentes), como nocturnos (resultado del acoplamiento de la

circulación sinóptica, menos frecuente pero de intensidades significativamente mayores). Y del mismo modo las intensidades máximas dejan registro de los ponientes y levantes, correspondientes a circulaciones de mayor alcance, que persisten durante todas las horas del día.

Tabla 3.1. Cobertura de datos y estadísticos generales de la serie meteorológica completa.

Primer Dato Analizado :	2005-01-01
Último Dato Analizado :	2007-12-31
Cobertura Temporal (meses) :	36.0

Magnitud	Media	Sigma	Máximo	Mínimo	%Válido
SO ₂ (µg/m ³)	13.6	64.4	1428.0	0.0	75.6
O ₃ (µg/m ³)	93.1	34.3	793.0	0.0	80.4
NO (µg/m ³)	7.7	21.0	250.0	0.0	81.8
NO ₂ (µg/m ³)	22.6	24.6	359.0	0.0	72.6
NO _x (µg/m ³)	36.2	52.6	601.0	0.0	72.4
Velocidad (m/s)	2.6	2.0	25.1	0.0	83.4
Dirección (grd)	192.2	108.7	360.0	0.0	83.5
Temperatura (C)	18.2	6.1	35.2	-10.9	83.5
Humedad Relativa (%)	61.1	16.8	99.0	0.0	83.5
SO ₂ _AZS (µg/m ³)	18.8	77.3	1341.8	0.0	43.5
SO ₂ _Petr (µg/m ³)	15.2	59.0	1588.9	0.0	56.2
PM ₁₀ (µg/m ³)	40.9	44.0	999.4	0.3	34.1
PM ₁ (µg/m ³)	17.7	19.6	997.6	0.2	34.1
PM _{2.5} (µg/m ³)	11.5	10.4	253.6	0.0	35.7

El comportamiento de la onda térmica, tal y como se refleja en las mismas figuras, presenta también algunos rasgos interesantes: los valores medios de la temperatura, asociados a la componente marítima de la brisa, no se alcanzan a mediodía, sino a primeras horas de la mañana. En ello se aprecia el efecto refrigerador del flujo de mar. Por el contrario, bajo condiciones de vientos del interior, el máximo (de los valores promedios) si se corresponde con el cenit solar. Por el contrario, el comportamiento de las temperaturas absolutas sí presenta una distribución con un máximo centrado en la hora solar, con cierta independencia de la dirección (es claro que los extremos térmicos se corresponden con las circulaciones de poniente, en las que el efecto foehn característicamente se asocia a la ocurrencia de olas de calor en esta zona).

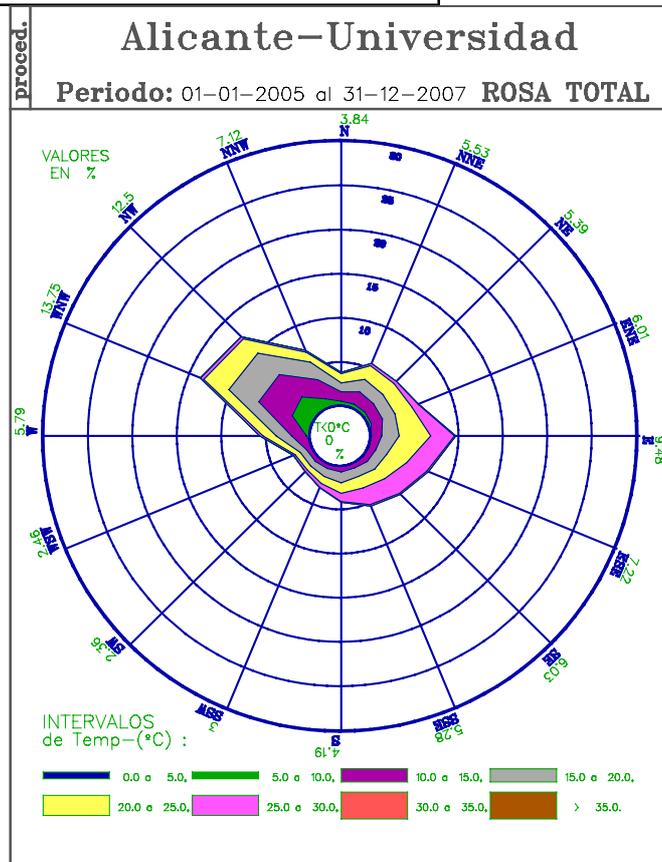
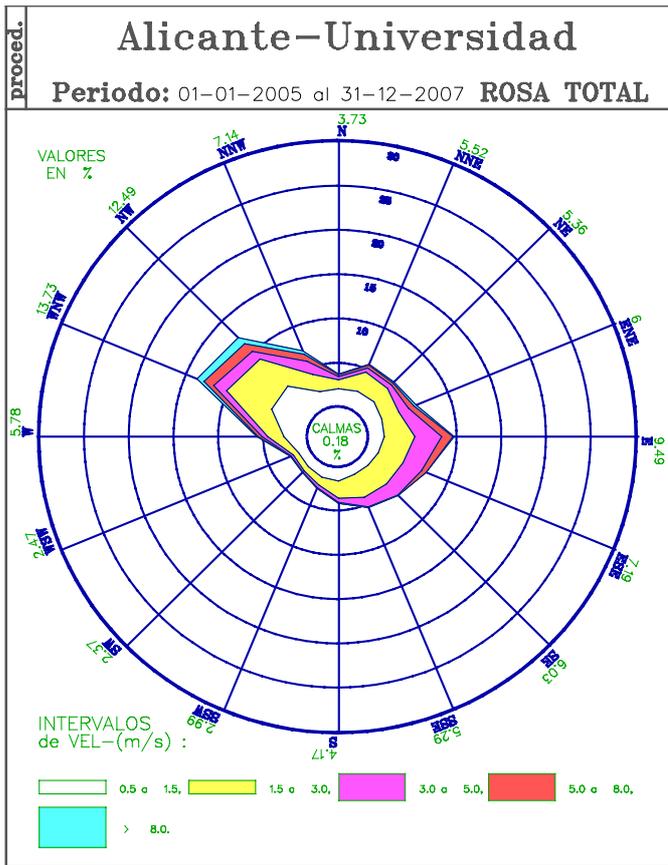


Figura 3.2. Rosa de vientos y rosa de temperaturas para el periodo total considerado.

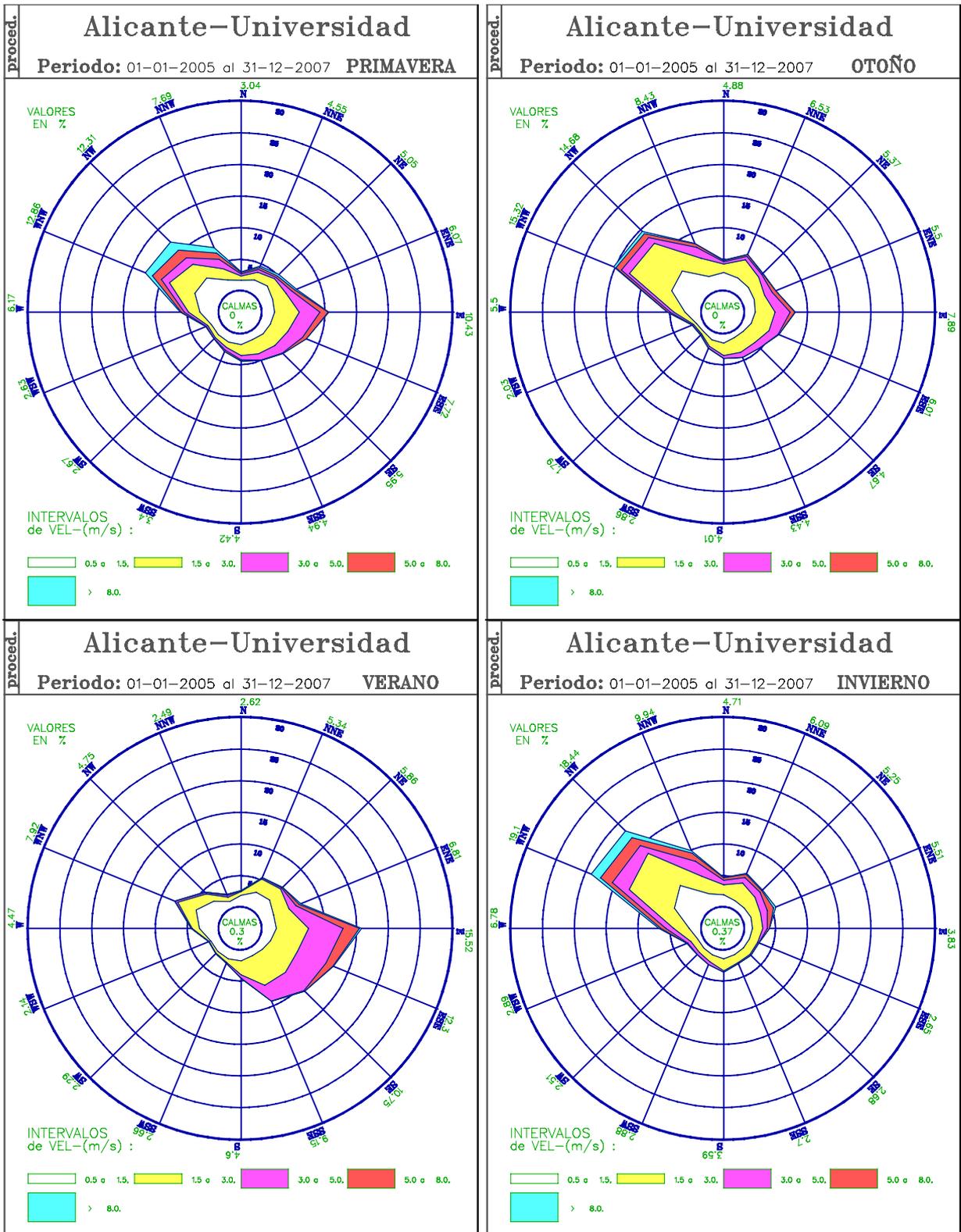


Figura 3.3. Rosa de vientos estacionales.

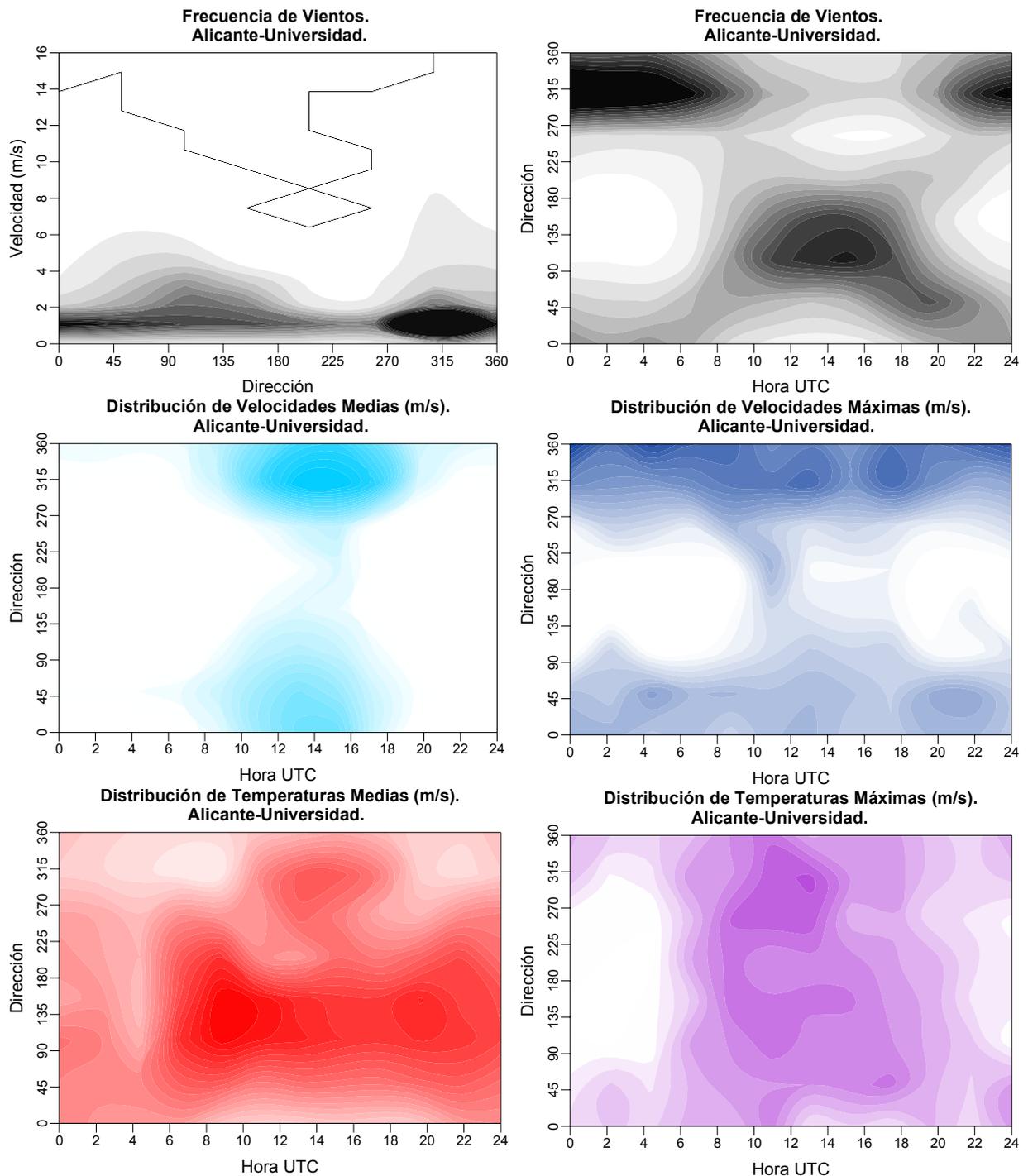


Figura 3.4. Distribuciones de frecuencia horarias y direccionales del viento y la temperatura.

3.3.2 Torre Meteorológica de Rincón de León

El emplazamiento actual se sitúa también próximo al mar (a menos de 2 km de la costa en línea recta), lo que le confiere también peculiaridades típicamente ribereñas. Ubicado en plena rambla del barranco de las Ovejas, la torre meteorológica ocupa un pequeño collado que se abre a la amplia vega de Montforte del Cid, en lo que es ya la cuenca del Vinalopó, de cuya aerología se puede considerar subsidiario a mayor escala. En general el emplazamiento está bien ventilado, y no presenta grandes

constricciones orográficas, más allá que a escala muy local, el propio cauce de la rambla y la presencia de la ciudad no muy lejana.

Presentes de nuevo los ciclos diarios, puede valorarse (frente a otros emplazamientos de orografía más compleja) la preponderancia de la onda diurna y su marcada evolución estacional, potenciada durante el periodo estival.

A diferencia del emplazamiento anterior, se manifiesta aquí un mayor encauzamiento de los flujos procedentes de la costa, bajo la influencia directa del barranco de las Ovejas, que en los provenientes del interior, donde el emplazamiento se abre a la gran cuenca del Vinalopó. La distribución de vientos muestra de nuevo una clara distribución en "alas de mariposa", según un eje aproximadamente ostenoroeste-estesureste.

En términos generales, tal y como se desprende de las rosas totales (Figuras 3.5), la componente marina, que se registra bastante colimada en torno al ESE, presenta velocidades intermedias y temperaturas superiores, mientras que la componente de tierra, con un rango más amplio de direcciones permitidas, recoge aquellas velocidades más bajas a la vez que las más intensas. En este sentido el esquema se repite con relación a los otros emplazamientos comentados, con unas direcciones del segundo cuadrante eminentemente diurnas y marinas (Figura 3.6), con intensidades intermedias, correspondientes a la brisa marina; una distribución del cuarto cuadrante, con alta frecuencia de vientos muy suaves (correspondientes a la brisa de tierra) junto con una frecuencia menor de vientos intensos (correspondientes a flujos de mayor escala encauzados y acelerados a lo largo del valle principal). No se manifiesta aquí de manera relevante una componente del primer cuadrante que, frente al emplazamiento anterior, la ciudad de Alicante puede ejercer un papel inhibitor.

Tabla 3.2. Cobertura de datos y estadísticos generales de la serie meteorológica completa.

Primer Dato Analizado :	2001/10/05
Último Dato Analizado :	2007/12/31
Cobertura Temporal (meses) :	74.9

Magnitud	Media	Sigma	Máximo	Mínimo	%Válido
Dirección (grd)	199.6	104.3	360.0	0.0	96.5
Sigma de la Dirección (grd)	12.2	8.7	123.4	0.0	96.5
Velocidad (m/s)	3.4	2.3	31.9	0.0	96.4
Sigma de la Velocidad (m/s)	0.7	0.5	47.4	0.0	96.4
Velocidad Máxima (m/s)	4.9	3.4	39.9	0.0	96.4
Temperatura a 3 m (C)	18.0	6.2	39.1	-1.2	96.4
Temperatura 15 m (C)	17.6	5.9	36.3	-10.0	93.2

Valorando la dependencia estacional del viento (Figura 3.7) los patrones varían sólo cuantitativamente, con refuerzo de la componente marina durante los periodos

más estivales y de la componente de tierra durante los periodos más invernales, apareciendo en estos casos un refuerzo de las intensidades más elevadas como consecuencia de la proliferación de situaciones sinópticas.

Las distribuciones de velocidad (Figura 3.7) refleja claramente la importancia de las circulaciones locales, asociadas al ciclo de calentamiento solar, con un eje de máximos durante las horas centrales del día, con cierta independencia de la dirección, mientras que los picos absolutos se distribuyen preferentemente a lo largo del noroeste, correspondientes a circulaciones de mayor escala, que persisten durante periodos más largos, no sometidas a la onda diurna. Respecto al calentamiento, en promedio está ligado a las direcciones marina y primeras horas del ciclo de día, actuando nuevamente el efecto refrigerante del aire marino.

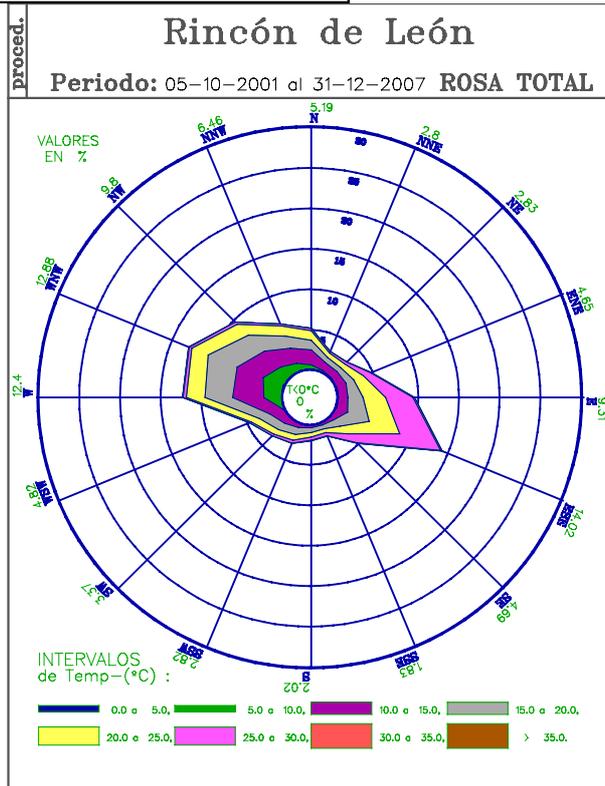
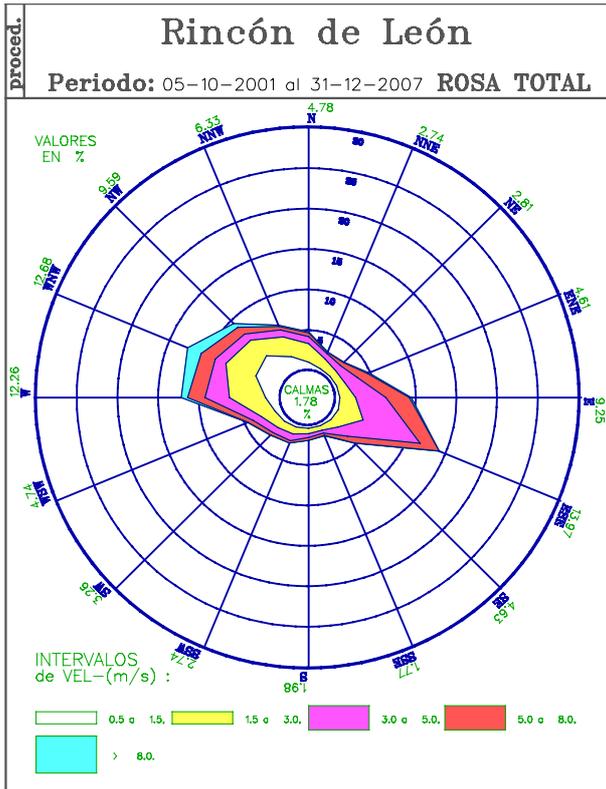


Figura 3.5. Rosa de vientos y rosa de temperaturas para el periodo total considerado.

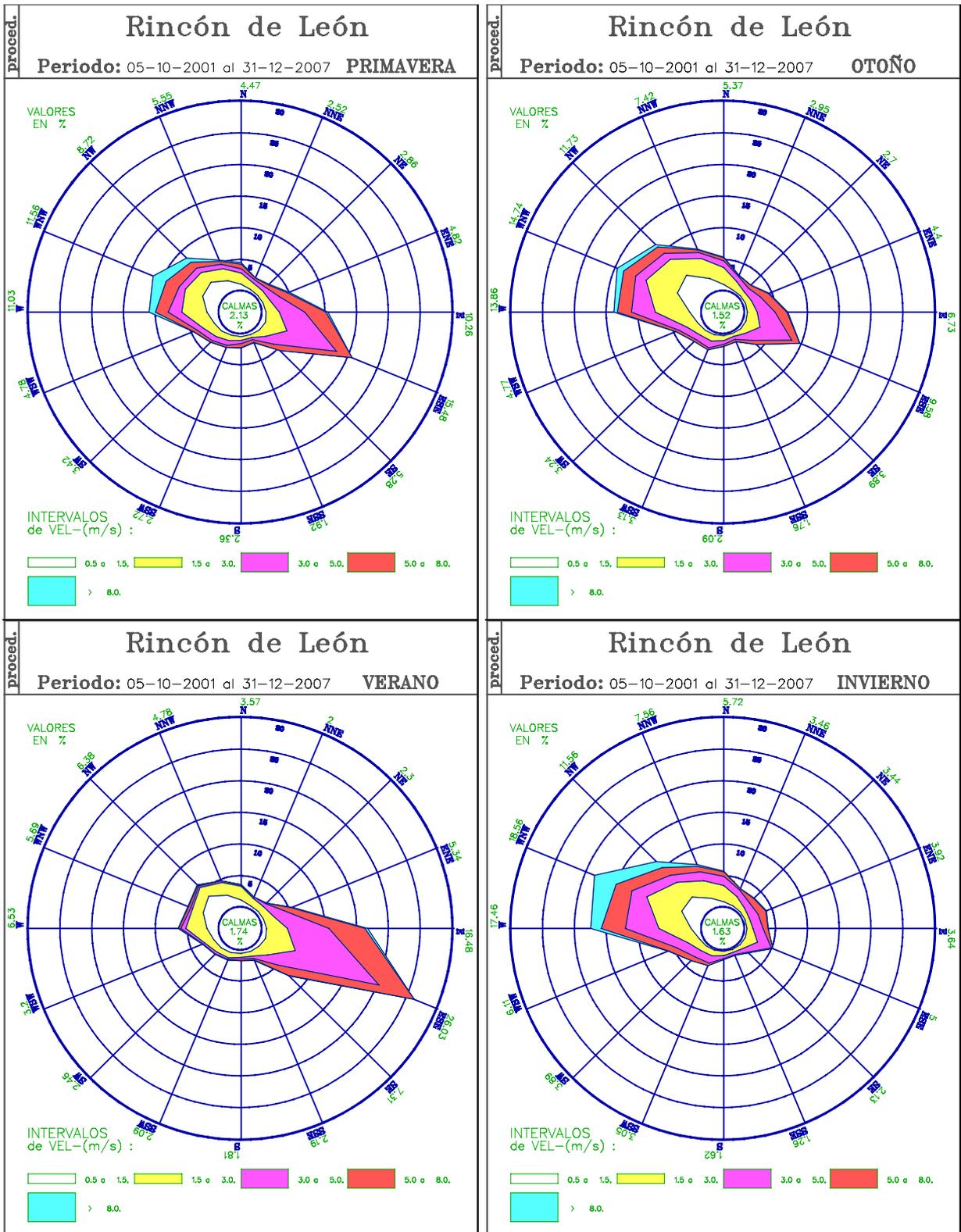


Figura 3.6. Rosa de vientos estacionales.

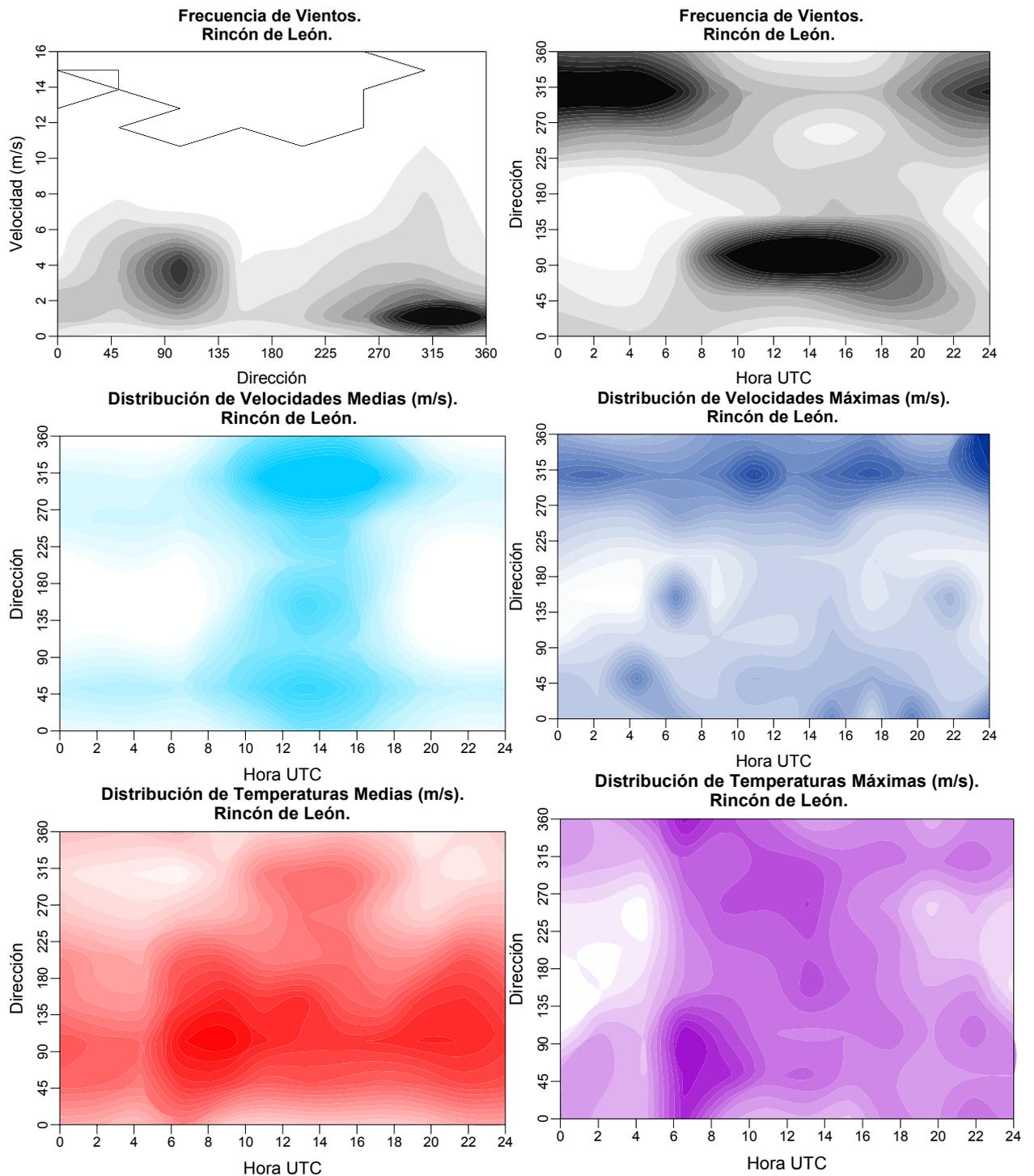


Figura 3.7. Distribuciones de frecuencia horarias y direccionales del viento y la temperatura.

3.3.3 Torre Meteorológica de Monforte del Cid

Este emplazamiento se sitúa algo más hacia el interior, a unos 20 km de la costa, en plena cuenca del río Vinalopó, y en concreto muy próximo al eje del río. Las distribuciones de vientos aparecen en este sentido mucho más canalizadas que en los casos anteriores, con un eje muy marcado según una dirección WNW-ESE, y sobre todo con una mayor simetría en ambas componentes, anulándose en gran medida las diferencias que introducía la proximidad al mar. Sobre la rosa correspondiente al

periodo completo las mayores diferencias se pueden apreciar en la temperatura, en que los vientos procedentes del oeste son sensiblemente más fríos que los de levante. Estacionalmente sí se reproducen las diferencias, que sólo son muy marcadas en verano e invierno, con un comportamiento prácticamente simétrico; por contra, los periodos equinociales resultan bastante similares entre sí y parecidos también al patron promedio total.

Las características de las distribuciones de viento (Figura 3.10) están aún más definidas también que en los casos anteriores, con las dos direcciones preferentes y las diferencias en las intensidades. El comportamiento horario de los vientos refleja de igual modo una drástica alternancia día/noche. En este caso adquiere si cabe mayor evidencia la circulación de poniente, que se canaliza eficazmente a lo largo del valle con independencia de la hora solar. Esta circunstancia se manifiesta gráficamente con una distribución uniforme en torno a las direcciones noroeste, que recorre todo el eje horario. En el caso de la frecuencia de vientos (Figura 3.7 superior derecha) resalta la componente estrictamente nocturna del derrame, pero en las figuras de velocidad, tanto promedio como máxima, esta influencia de las circulaciones a gran escala resulta especialmente patente. En este sentido, una considerable diferencia existe entre las velocidades medias y las máximas: en el primero de los casos, el régimen de ponientes resulta suficientemente frecuente e intenso como para dejar su huella en la figura, mientras que los vientos de levante corresponden en su inmensa mayoría a la componente marítima de la brisa, con un máximo promedio precisamente en las horas centrales del día. Por el contrario, los registros de viento máximo reflejan por igual el régimen de ponientes como el de levantes (con valores en general superiores en favor del primero), cuyas características de circulaciones de mayor escala se manifiesta precisamente en la persistencia a lo largo de todo el día.

Tabla 3.3. Cobertura de datos y estadísticos generales de la serie meteorológica completa.

Primer Dato Analizado :	2000/09/05
Último Dato Analizado :	2007/12/31
Cobertura Temporal (meses) :	87.9

Magnitud	Media	Sigma	Máximo	Mínimo	%Válido
Dirección (grd)	181.9	109.9	360.0	0.0	90.7
Sigma de la Dirección (grd)	17.0	14.3	103.5	0.0	90.7
Velocidad (m/s)	2.5	2.2	19.8	0.0	94.4
Sigma de la Velocidad (m/s)	0.6	0.5	25.3	0.0	94.4
Velocidad Máxima (m/s)	4.0	3.4	28.8	0.0	94.4
Temperatura (C)	16.9	7.9	40.8	-8.1	94.3
Humedad Relativa (%)	63.9	21.8	100.0	9.2	94.5
Precipitación (mm/10min)	0.0	0.1	11.1	0.0	55.2

La distribución de temperaturas sugiere interpretaciones similares a las aportadas anteriormente. El carácter más interior del emplazamiento se muestra claramente ahora en el máximo de los valores promedios en las horas centrales del día y asociado a la componente diurna de la brisa (o brisa de valle). En este caso el efecto refrigerante no está tan marcado como en los registros de las otras torres, y la distribución direccional de los valores promedios máximos va convergiendo hacia el

levante a medida que con el desarrollo del día la circulación a lo largo de la cuenca se hace más definida. Por contra los registros térmicos máximos se asocian también aquí a las horas centrales del día, con independencia ahora de la dirección del flujo. No obstante ahora los máximos absolutos corresponden a ambas direcciones del valle, lo que indica que es el calentamiento solar lo que determina en este punto la ocurrencia de estos valores extremos, y no tanto posibles efectos orográficos como se comentó respecta a los otros casos.

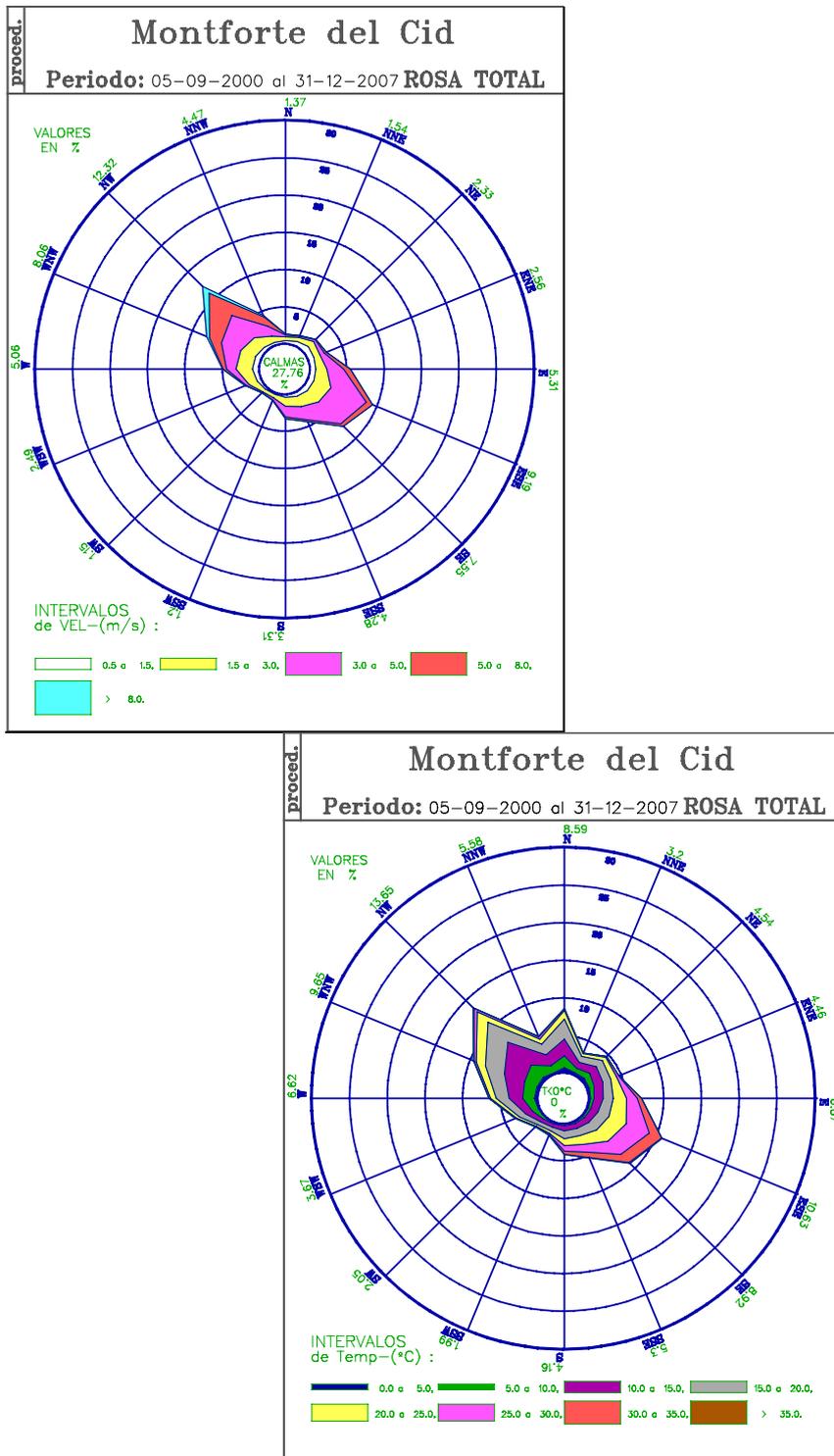


Figura 3.8. Rosa de vientos y rosa de temperaturas para el periodo total considerado.

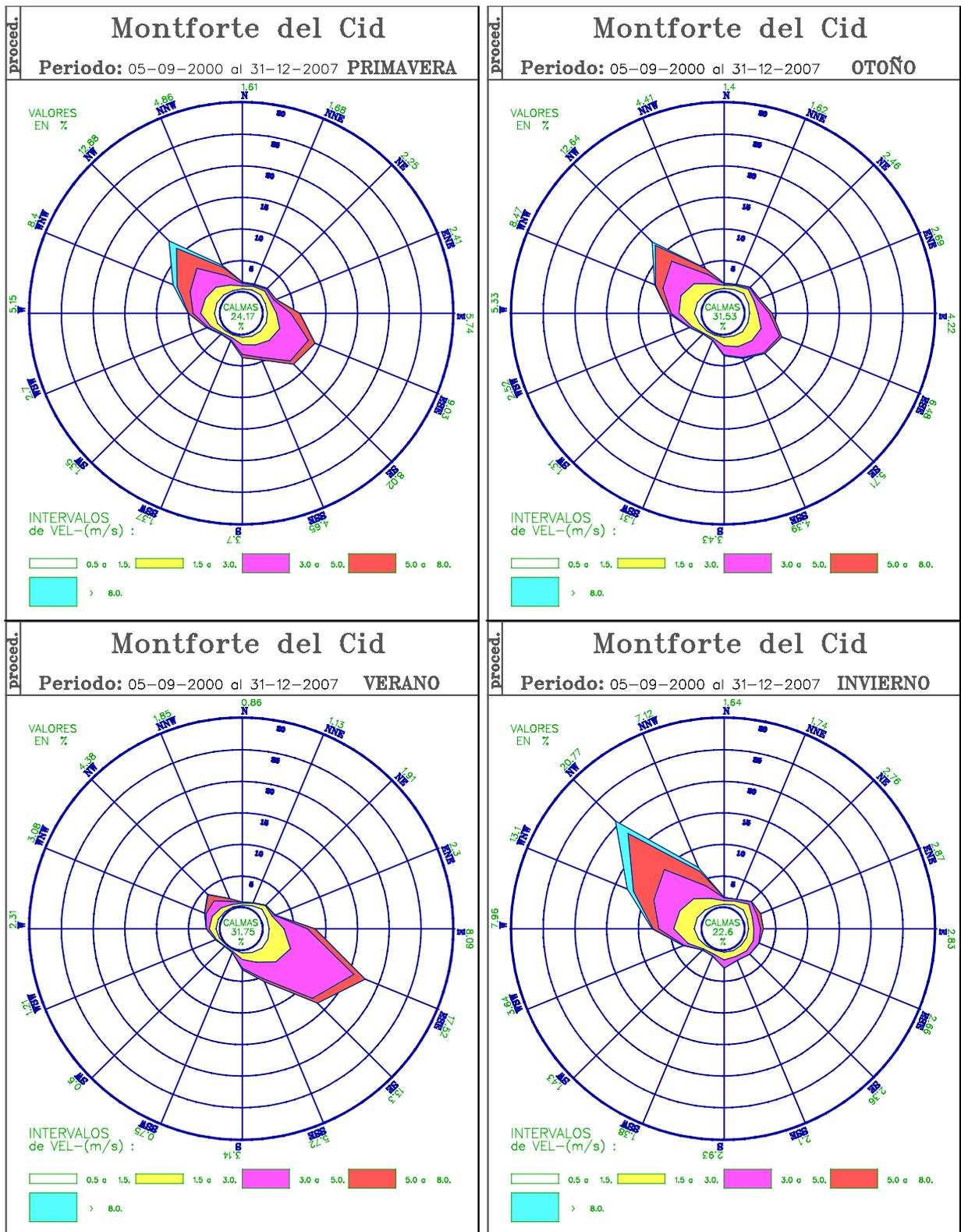


Figura 3.9. Rosa de vientos estacionales.

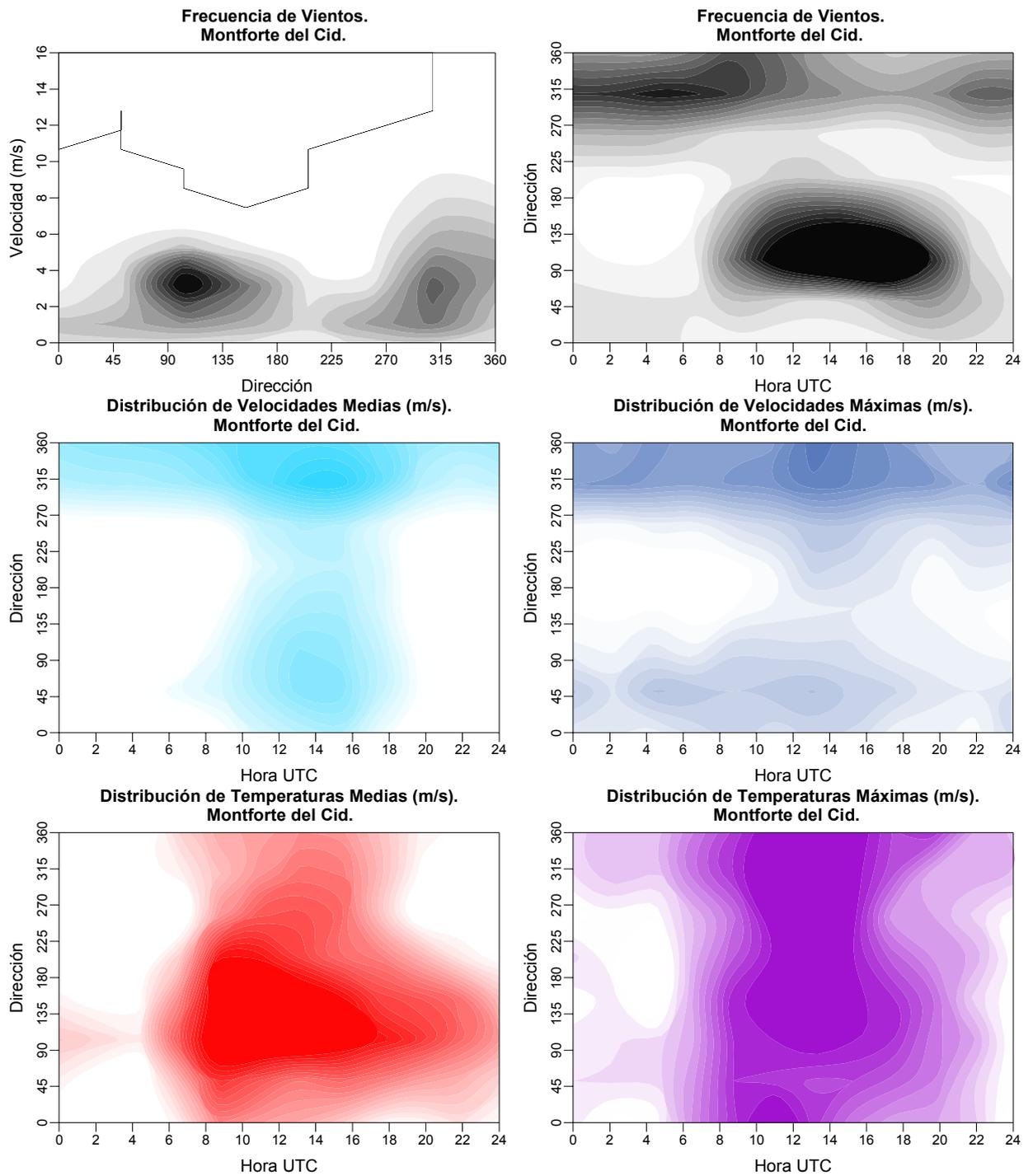


Figura 3.10. Distribuciones de frecuencia horarias y direccionales del viento y la temperatura

3.3.4 Estación de Alicante-Universidad

La cabina de Alicante Universidad registra diferentes parámetros de calidad del aire además de los comentados meteorológicos, según se recoge en la Tabla 3.1. En el presente capítulo se comentará solamente lo referente a las medidas de dióxido de azufre y dióxido de nitrógeno, por homogeneidad con las restantes estaciones y como representantes de la contaminación antropogénica primaria, de origen industrial y de tráfico respectivamente.

Los registros de SO_2 reflejan un impacto sistemático relacionado con una dirección preferente, en torno al noroeste, con independencia de la hora del día, aunque más intensamente durante las horas diurnas, mientras que en el caso de los valores extremos (gráfica de la derecha) este patrón aparece más desdibujado. Aquí se mantienen los valores nocturnos para la misma dirección anterior, preferentemente nocturnos, apareciendo también valores significativamente elevados para otras direcciones durante las horas centrales del día.

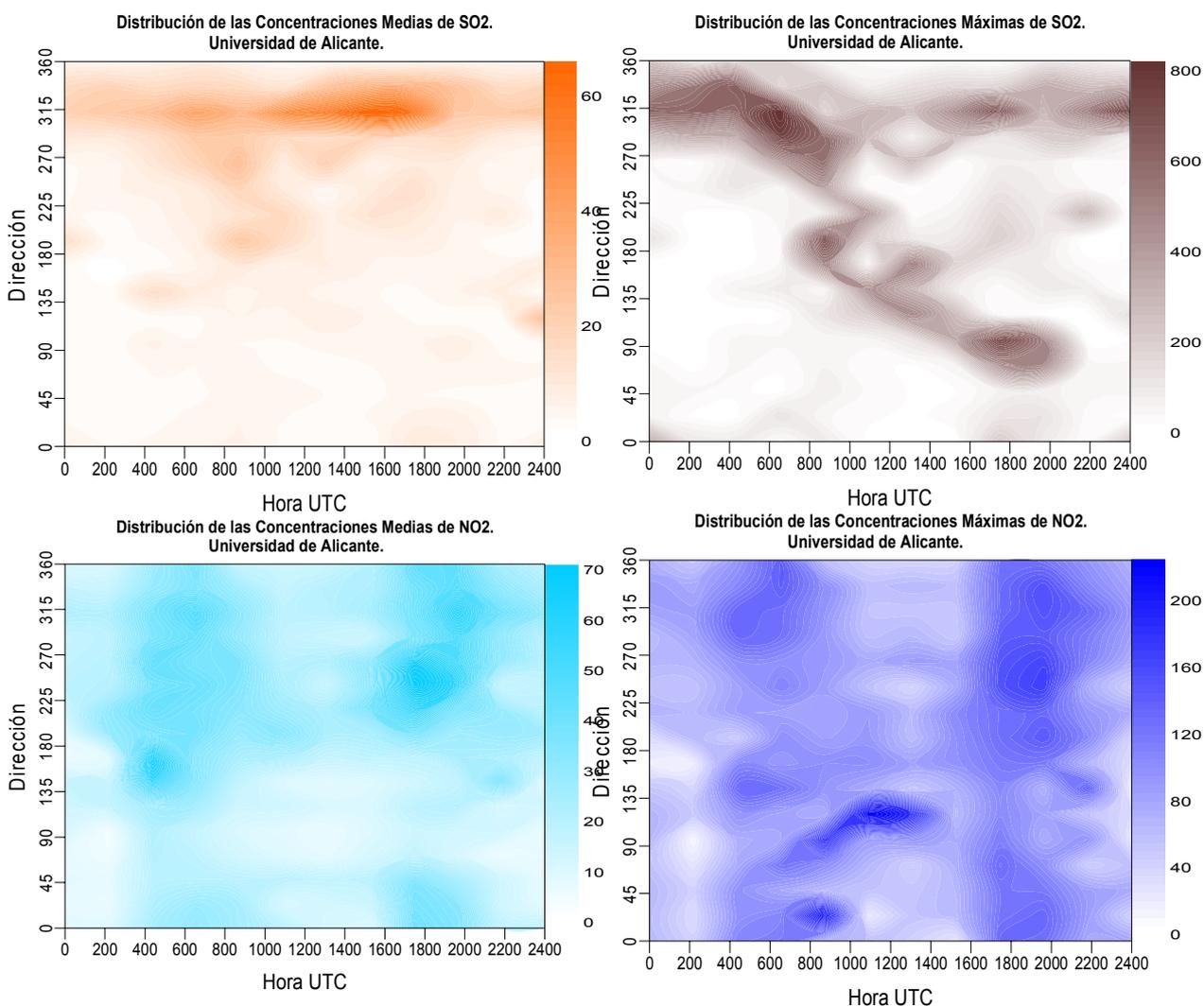


Figura 3.11. Distribuciones de frecuencia horarias y direccionales de las concentraciones ambiente de dióxido de azufre y dióxido de nitrógeno.

Es claro que el origen de las inmisiones de esta especie está ligado a un foco situado al noroeste del emplazamiento, con influencia sobre el mismo para situaciones de transporte sostenido (con independencia de la hora del día). La ocurrencia de un máximo diurno sugiere la incidencia en este aspecto de los procesos de fumigación, que se confirma en el caso de las concentraciones máximas, en que se registran valores pico durante las horas diurnas para una variedad de direcciones, aparentemente sin un modelo sistemático. Ello sugiere nuevamente un posible transporte nocturno, más estructurado, con fumigaciones intensas, ocasionales y puntuales durante las horas de calentamiento local, al desarrollarse otras circulaciones (posiblemente durante los transitorios de cambio de régimen).

Un modelo muy diferente siguen las inmisiones de óxidos de nitrógeno (gráficas inferiores), en las que se muestra que tanto los valores medios como máximos se asocian a determinadas horas, con independencia de la dirección. Indico claro de que su origen se sitúa en una actividad humana (horario repetitivo), no localizada (independencia de la dirección), que apunta claramente al tráfico rodado.

3.3.5 Colegio Azorín

Las medidas de concentración de SO_2 disponibles para este emplazamiento, tal y como se compendian en la figura 3.12 adjunta, muestran el resultado del impacto procedente de un foco individualizado, situado al noroeste del mismo, y no muy alejado (la banda de direcciones afectadas resulta bastante estrecha). Concentrándose la inmensa mayoría de los impactos en torno a dicha dirección, resalta el hecho de que los valores promedios se producen de forma más intensa durante el día, mientras que los valores pico son eminentemente nocturnos. Ello refleja que es durante la noche, en condiciones de elevada estabilidad, que las concentraciones resultan más elevadas; por el contrario, en términos de niveles medios la posibilidad de impactos durante el día es más elevada, al abrirse el cono de las emisiones bajo una mayor mezcla turbulenta, con lo que se incrementa la probabilidad de impactos.

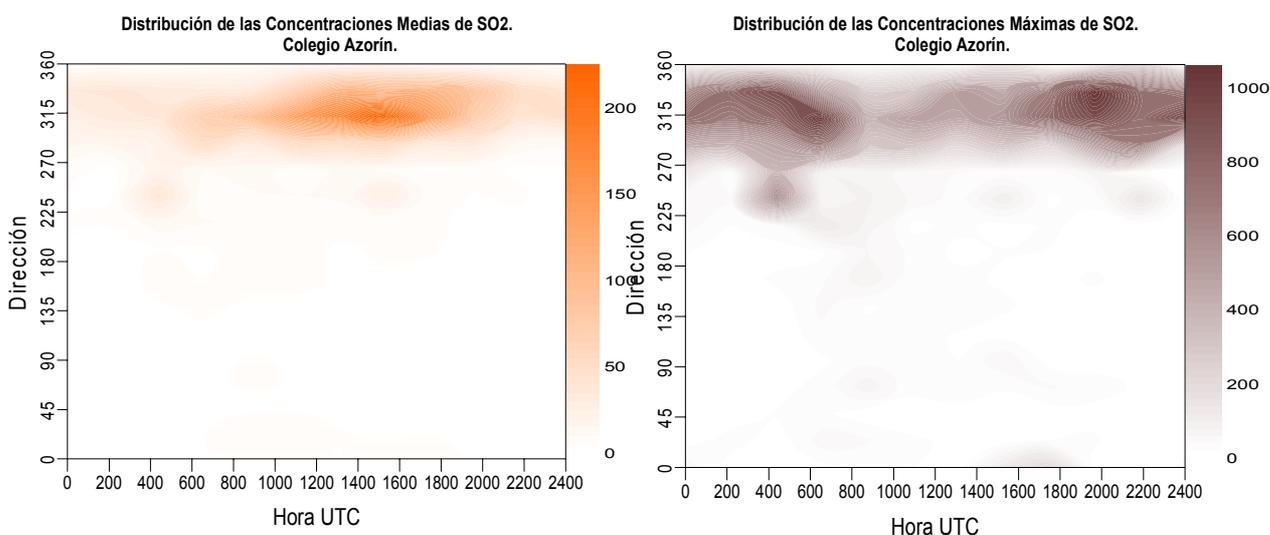


Figura 3.12. Distribuciones de frecuencia horarias y direccionales de la concentración ambiente de dióxido de azufre.

3.3.6 Colegio Miguel Hernández

El siguiente emplazamiento del que se dispone de medidas, con una elevada cobertura temporal de aproximadamente la mitad del periodo estudiado, muestra un patrón también característico en cuanto bien definido, con impactos relevantes principalmente diurnos. Si bien los valores medios admiten un rango amplio de direcciones (Figura 13 izquierda), los episodios más agudos (derecha) se registran bajo una circulación costera bien definida, en torno al mediodía. En este sentido está indicando claramente la presencia de un foco situado al sur del emplazamiento, que se queda bajo su estela durante la fase diurna del régimen de brisas. Algunas concentraciones nocturnas, agrupadas en torno a direcciones del cuarto cuadrante, y que se muestran de manera más patente en los valores promedio, responderían a una dinámica y origen diferente. Parecen registrar niveles de dióxido de azufre transportados durante la circulación nocturna de derrame, que ocasionalmente pueden dar lugar a procesos de fumigación con el calentamiento de las primeras horas del día. En este sentido participaría en parte de la dinámica registrada por las estaciones de Alicante/Universidad y Colegio Azorín, en que de alguna manera la cuenca aérea derrama durante la noche las emisiones hacia el mar, pudiendo dar lugar a niveles puntualmente altos bajo condiciones de gran estabilidad atmosférica o durante periodos transitorios o de cambio de régimen.

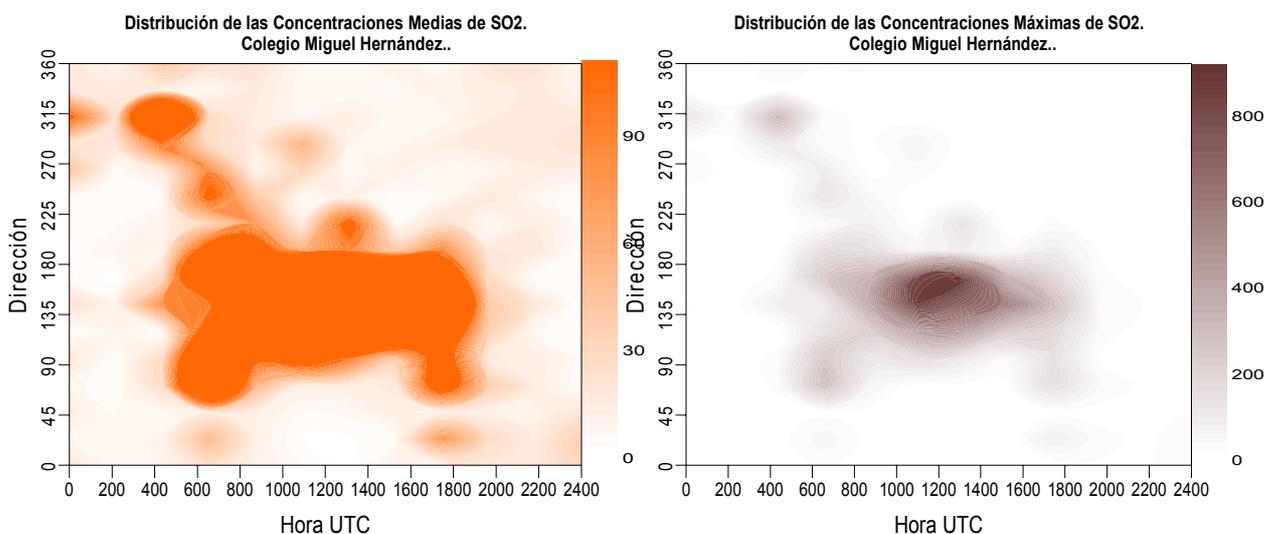


Figura 3.13: Distribuciones de frecuencia horarias y direccionales de la concentración ambiente de dióxido de azufre en el emplazamiento de C.P. Miguel Hernández.

3.3.7. Estación de Petrología.

El punto de medida situado en la estación de Petrología cuenta con una escasa cobertura temporal, por lo que los resultados pudieran no resultar muy significativos. Pese a ello, manifiesta de manera clara su ubicación a sotavento de un foco situado al norte. Bajo tal ubicación los impactos se registran principalmente durante la noche, y en especial a primera hora de la mañana (donde los procesos de fumigación favorecen la mezcla hacia el suelo de las emisiones).

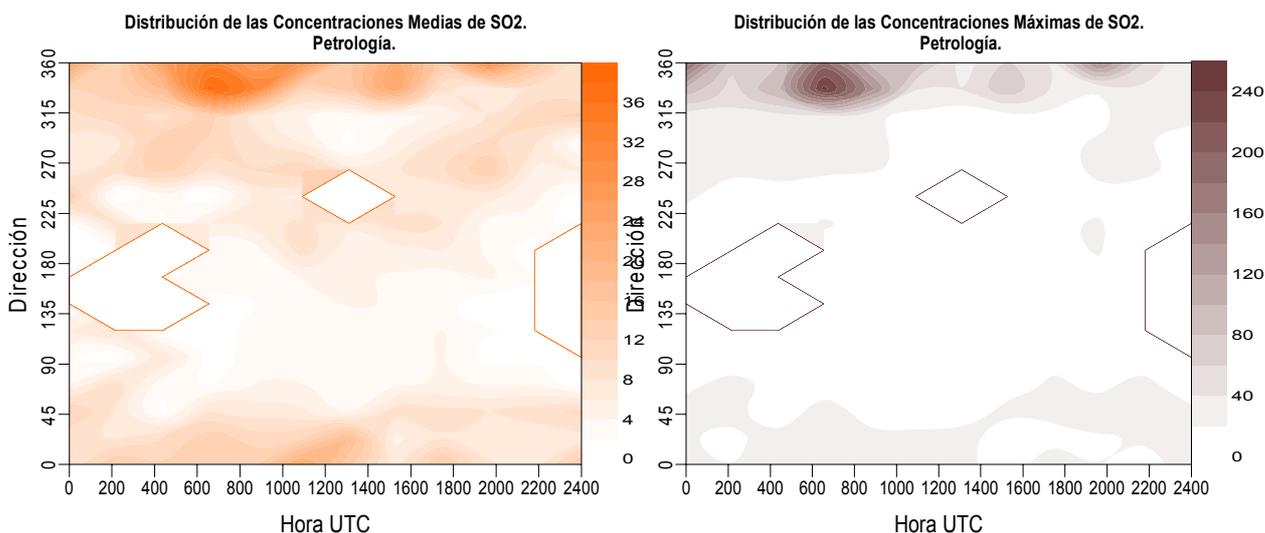


Figura 3.14. Distribuciones de frecuencia horarias y direccionales de la concentración ambiente de dióxido de azufre en el emplazamiento de Petrología.

3.3.8 Estación de San Vicente (RVVCA)

De acuerdo a los resultados de las inmisiones de SO_2 reflejadas en las gráficas adjuntas (Figura 3.15) la estación de San Vicente se encuentra también bajo la influencia de un foco próximo, cuyo impacto se produce bajo condiciones de viento diurno procedente aproximadamente del sur. Se trata de impactos en régimen de brisa, coincidiendo en este caso máximos y promedios, ya que la posición de la cabina queda a sotavento del foco solamente durante la fase de brisa de mar. El origen de estos impactos queda por lo tanto bien caracterizado en el patrón de impactos registrado, y participaría de la misma casuística que el emplazamiento de Azorín ya reseñado.

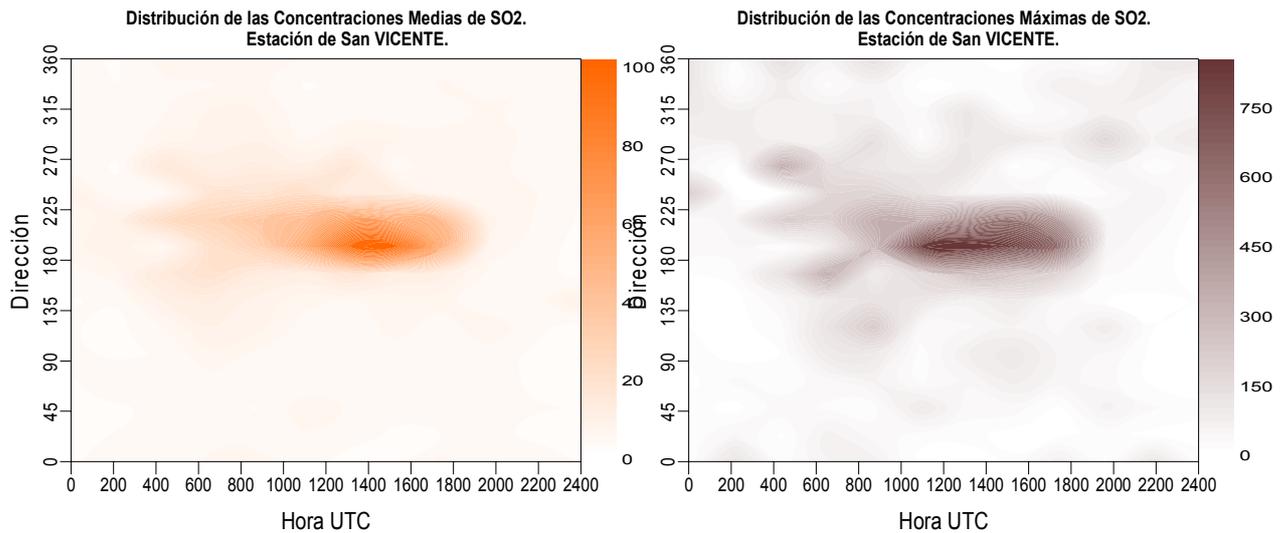


Figura 3.15. Distribuciones de frecuencia horarias y direccionales de la concentración ambiente de dióxido de azufre.

3.3.9 Estación de El Pla (RVVCA)

La siguiente cabina de vigilancia, perteneciente a la red valenciana, muestra un patrón de impactos de SO_2 coincidente con direcciones del noroeste. Estos valores significativos resultan casi exclusivamente nocturnos, tanto en el caso de valores medios como máximos. La cabina se encuentra en un extremo de la ciudad, bajo influencia del casco urbano pero en una zona bien ventilada. La presencia potencial de un foco hacia el noroeste, a cierta distancia, explicaría que las emisiones alcanzasen solo al emplazamiento en caso de un flujo estable, como el del derrame nocturno, mientras que durante las horas diurnas, la mezcla efectiva, diluiría cualquier rastro mayor de inmisiones.

El análisis de las medidas de dióxido de nitrógeno merece comentarios similares a los formulados para anteriores emplazamientos, resultado de emisiones debidas a tráfico, con un patrón horario bien definido e independiente de la dirección del flujo (indicio de fuentes deslocalizadas).

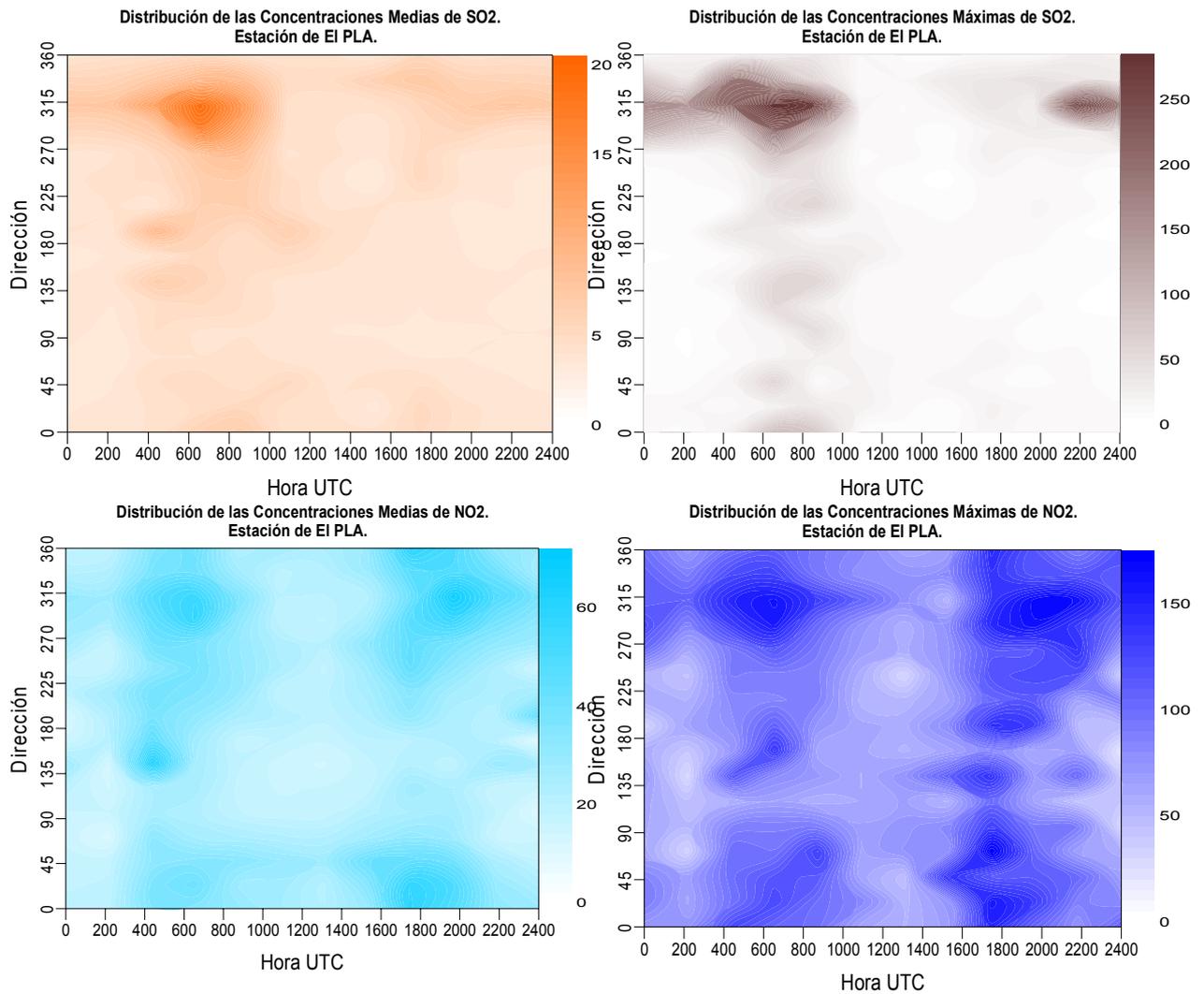


Figura 3.16. Distribuciones de frecuencia horarias y direccionales de las concentraciones ambiente de dióxido de azufre y dióxido de nitrógeno.

3.3.10 Estación de Renfe (RVVCA).

La siguiente cabina de vigilancia, perteneciente a la red valenciana, muestra un patrón de impactos de SO₂ coincidente con direcciones del noroeste. Estos valores significativos resultan casi exclusivamente nocturnos, tanto en el caso de valores medios como máximos. La cabina se encuentra en un extremo de la ciudad, bajo influencia del casco urbano pero en una zona bien ventilada. La presencia potencial de un foco hacia el noroeste, a cierta distancia, explicaría que las emisiones alcanzasen solo al emplazamiento en caso de un flujo estable, como el del derrame nocturno, mientras que durante las horas diurnas, la mezcla efectiva, diluiría cualquier rastro mayor de inmisiones.

El análisis de las medidas de dióxido de nitrógeno merece comentarios similares a los formulados para anteriores emplazamientos, resultado de emisiones debidas a tráfico, con un patrón horario bien definido e independiente de la dirección del flujo (indicio de fuentes deslocalizadas).

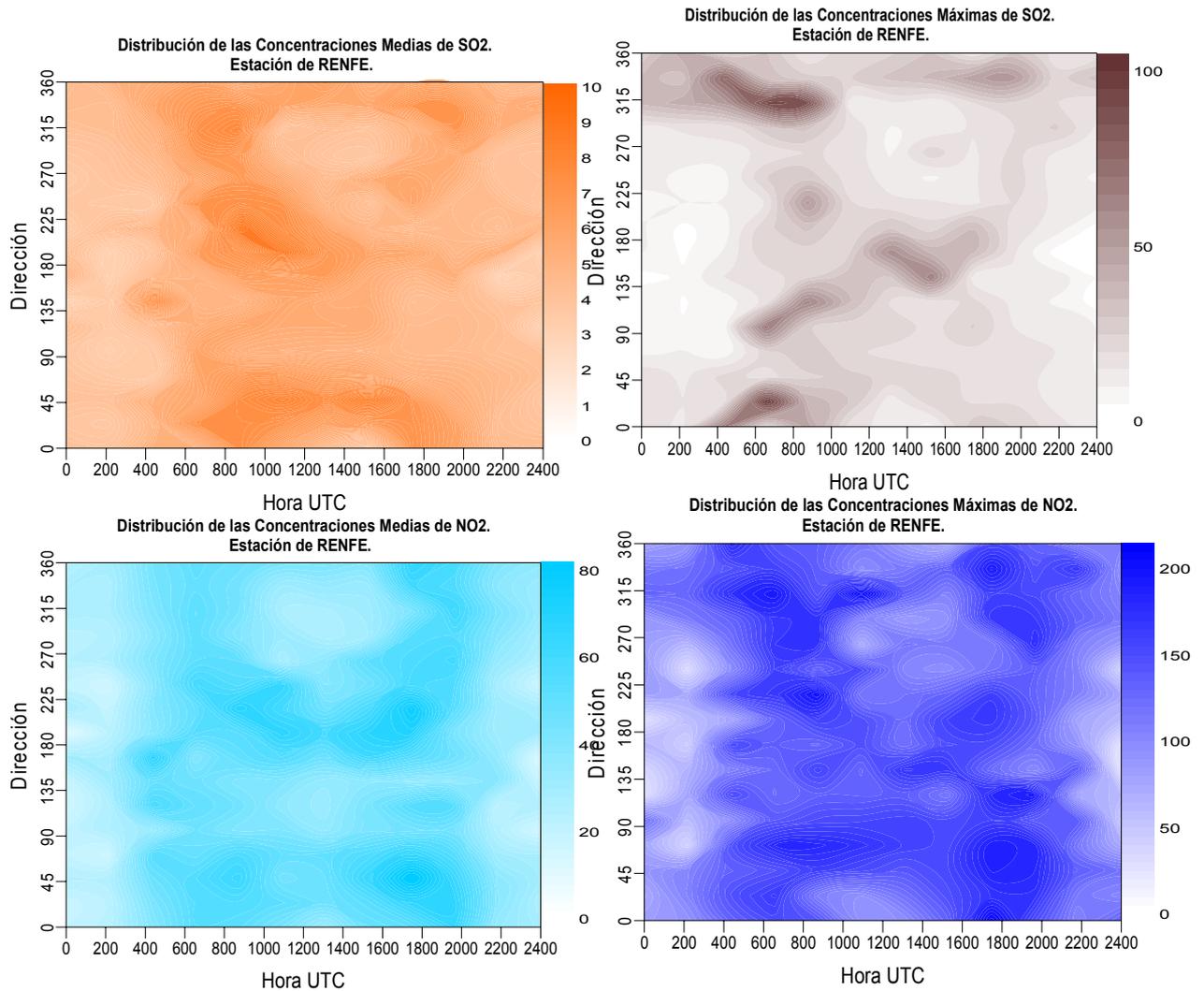


Figura 3.17. Distribuciones de frecuencia horarias y direccionales de las concentraciones ambiente de dióxido de azufre y dióxido de nitrógeno.

La cabina de Renfe, perteneciente también a la red valenciana de vigilancia, presenta un patrón de inmisión en gran medida diferente a la de EL Pla, a pesar de tratarse ambas de estaciones urbanas. En general este punto, por situarse en pleno centro del casco urbano, muestra una estructura mucho más desdibujada, influencia del efecto homogeneizador de la estructura urbana. Mientras que las distribuciones de óxidos de nitrógeno sí parecen respetar el mismo modelo horario que se describió en casos anteriores, y que sitúa claramente al tráfico como causa y origen, el comportamiento de los niveles de inmisión de dióxido de azufre no reflejan un comportamiento asignable a determinada dinámica atmosférica en relación a la presencia de algún foco concreto. Aunque parecen destacarse también valores pico relacionados con direcciones del noroeste, y por lo tanto relacionados con transporte en condiciones estables del régimen nocturno, se detectan igualmente otros picos para un amplio rango de horas y direcciones, cuyo origen no es tan claro.

3.3.11 Contaminación Secundaria.

El ozono, como representante de la contaminación fotoquímica, presenta un comportamiento típico en los emplazamientos de la zona, con una clara onda diurna, tal y como muestra la secuencia de promedios mensuales de los ciclos diurnos obtenida para todas las estaciones de la zona. Las diferencias cuantitativas proceden principalmente del carácter más o menos urbano de la estación. Destacan las concentraciones más elevadas de Alicante-Universidad, sistemáticamente por encima de las restantes prácticamente durante todas las horas del día. A continuación las estaciones de Agroalimentari y San Vicente son las que presentan valores más elevados durante la onda diurna, de nuevo presumiblemente relacionado con la mayor o, en este caso, menor presencia de emisiones frescas próximas consumidoras de ozono. En el caso de los valores nocturnos más bajos se destaca la cabina de El Pla, lo que indicaría que dicho emplazamiento se localiza a sotavento de emisiones urbanas respecto al régimen nocturno (las diferencias durante el periodo de oscuridad no son muy relevantes entre estaciones, con la salvedad nuevamente de Alicante-Universidad).

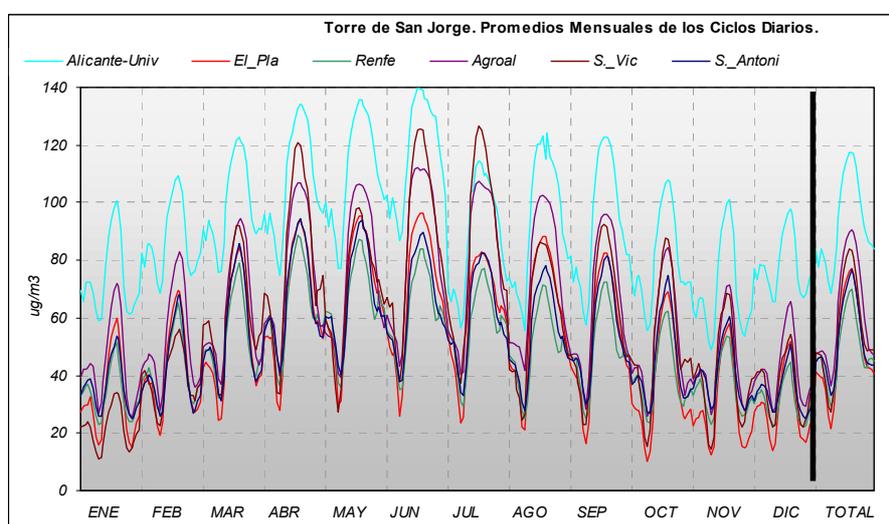


Figura 3.18. Promedios mensuales (más total) de los ciclos diarios de concentración de ozono para diferentes emplazamientos de la zona.

Si se analiza la distribución de frecuencias de concentraciones de ozono, tal y como se muestran en la Figura 3.19 adjunta, se manifiesta claramente la diferente tipología de las estaciones, que se traduce en curvas de distribución cualitativamente bien diferenciadas. Esta representación proporciona una visión diferente de la que dan la representación directa de las concentraciones de ozono, y que complementa o destaca algunos de los aspectos de la naturaleza de los emplazamientos.

En este sentido se distinguen inicialmente dos grandes grupos: aquellas con ausencia de valores bajos de concentración, que se encuentran fuera del alcance directo y próximo de emisiones antropogénicas, y que vienen representadas por El Pla y Alicante-Universidad. Frente a estas, las restantes, en las que existe una cierta proporción de valores muy bajos o nulos de ozono, muestran que en determinados momentos, y de manera sistemática, se encuentran sometidas a la influencia de emisiones cercanas consumidoras del ozono.

Dentro del primero de los grupos se aprecian claras diferencias entre las dos estaciones, con una distribución acampanada la primera de ellas, frente a una doble onda en el caso del emplazamiento universitario, que se caracteriza además por

valores sensiblemente más elevados. La diferencia de estructura procede del hecho de que este último punto se encuentra sometido a niveles de concentración de ozono que son producto de formación fotoquímica local, de ahí que se manifieste la ocurrencia de un doble máximo, con concentraciones más altas que la distribución normal.

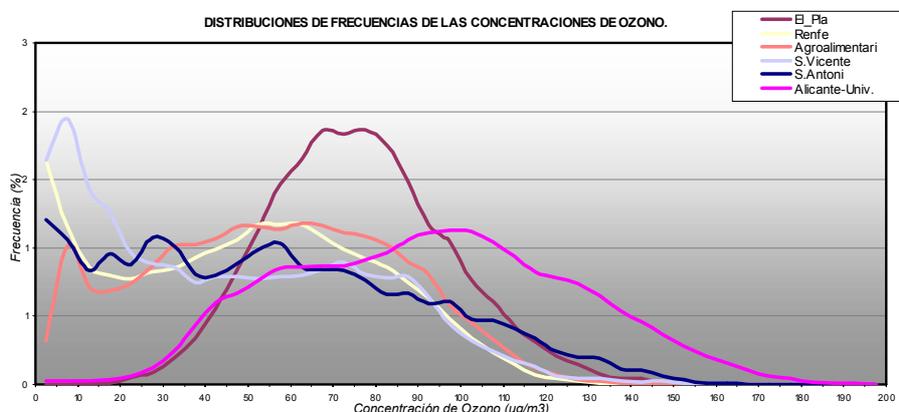


Figura 3.19. Distribuciones de frecuencia de las concentraciones de ozono para diferentes emplazamientos de la zona (mismos que en la Figura 3.18).

El grupo de las restante se caracteriza por una elevada proporción de valores muy bajos, lo que refleja una mayor influencia antropogénica, que puede tener su origen en la proximidad de emisiones o bien en aspectos dinámicos (transporte desde áreas más o menos alejadas). En esta categoría se pueden distinguir también diferentes morfologías de las curvas de distribución, aunque no es objeto del presente apartado el analizar con detalle estas cuestiones, caracterizándose siempre por una menor frecuencia de concentraciones altas.

3.4 Identificación de patrones atmosféricos

Los condicionantes orográficos y climáticos del emplazamiento determinan la repetición de ciertas pautas circulatorias que pueden ser identificadas cualitativamente y que, dentro de ciertos límites, dan lugar a impactos de similar naturaleza sobre las redes de medida. Naturalmente, aunque las condiciones dispersivas puedan ser similares dentro de un mismo modelo, las diferencias cuantitativas en los niveles de inmisión pueden ser considerables, dado que el impacto en un determinado punto es función de múltiples factores (especialmente en el caso de focos puntuales próximos, donde pequeñas diferencias en la dirección de transporte se pueden traducir en cambios drásticos en los registros).

En lo que sigue se presenta una primera identificación de algunos grandes grupos, que generalmente van asociados a condiciones atmosféricas bien definidas (en este sentido se incluye un mapa de isobaras representativo). La serie temporal de impactos (se incluye un registro típico para la estación de Alicante-Universidad, en el que se muestran la evolución de los niveles de concentración junto con los parámetros meteorológicos) suele responder a la interacción entre los movimientos atmosféricos a gran escala y los ciclos locales (pudiendo encontrarse estos totalmente inhibidos, en caso de situaciones advectivas puras, o bien fuertemente potenciados, en caso de ausencia de gradiente general o pantano barométrico).

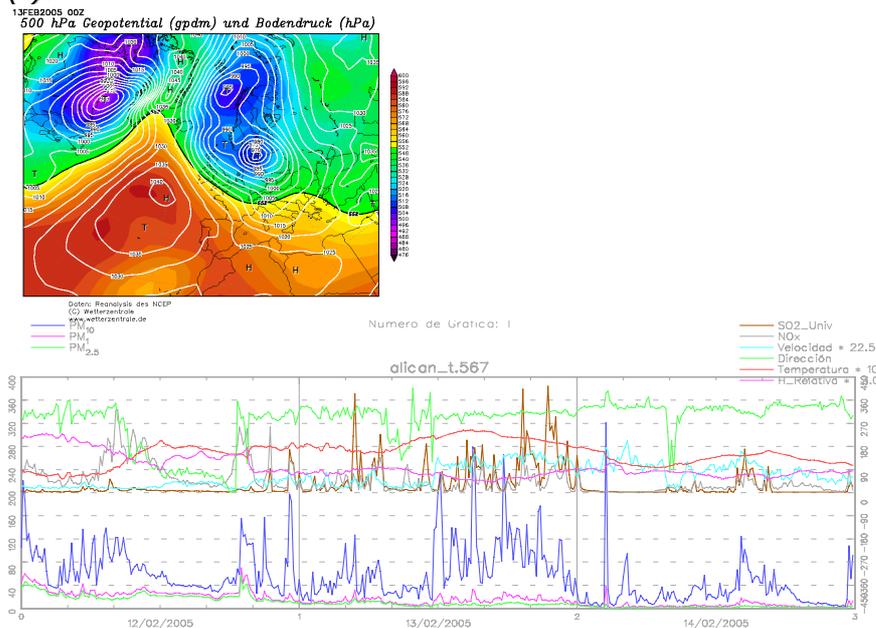
Disponer de un conjunto de patrones circulatorios tipo cubriría un doble objetivo: identificar diferentes escenarios dispersivos en la zona y evaluar con mayor precisión los niveles de impacto locales de manera homogénea para cada escenario.

En los apartados que sigue se ilustra sucintamente la serie de patrones, pendiente de concretar con detalle las peculiaridades estadísticas asociadas a cada uno de ellos, limitando en el presente alcance una descripción cualitativa de cada patrón. En la secuencia de figuras se ha seleccionado un día característico y representativo de las condiciones señaladas, mostrándose la secuencia de parámetros meteorológicos registrados en la referida cabina de Alicante/Universidad (habitualmente se acompañan de un día anterior y otro posterior, que no necesariamente corresponden al mismo patrón), así como del mapa sinóptico correspondiente a la jornada seleccionada.

3.4.1 Advección de tierra

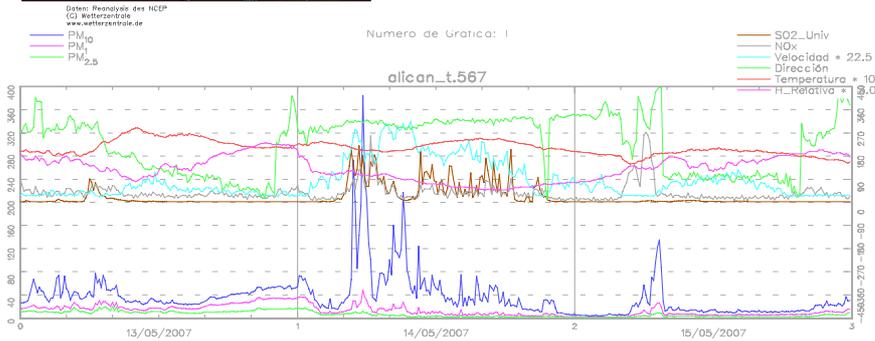
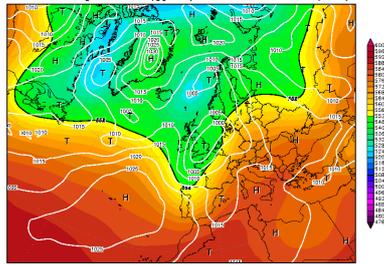
Se incluye en este grupo aquellas configuraciones isobáricas de gran alcance que determinan una circulación general del cuarto cuadrante sobre la Península Ibérica. En general se podrían incluir en le presente grupo una gran variedad de tipos diferentes, caracterizados por un gradiente intenso del Atlántico, que pueden venir asociadas a condiciones anticiclónicas más estables (I) o bien dominadas por una onda polar y actividad frontal asociada (II). En cualquier caso se caracterizan por vientos fuertes, con dirección persistente a lo largo del día (estas situaciones suelen persistir durante varias jornadas), con una gran turbulencia mecánica, lo que lleva asociado generalmente incrementos de los niveles de material particulado, mientras que otros compuestos gaseosos disminuyen su concentración, debido a una eficaz limpieza de la atmósfera. Este material particulado suele presentar una composición fundamentalmente crustal, con un origen en procesos de resuspensión, y con una fracción eminentemente gruesa. En los ejemplos siguientes se ilustran la ocurrencia de este tipo de eventos, con vientos fuertes y niveles importantes de partículas en suspensión.

(I).



(II).

14MAY2007 00Z
500 hPa Geopotential (gpm) und Bodendruck (hPa)

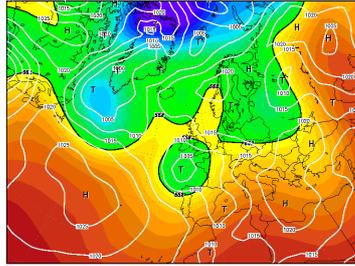


3.4.2 Intrusión sahariana

Las advecciones de aire con un largo recorrido sobre el continente africano dan lugar en ocasiones a la llegada sobre la Península de masas de aire con elevadas concentraciones de partículas, que se incorporan a través de los fuertes procesos convectivos desarrollados sobre zonas tropicales y desérticas. Estas partículas extraídas del suelo, pueden alcanzar niveles elevados de la atmósfera a través de los citados mecanismos de inyección convectiva, viéndose en ocasiones transportadas a grandes distancias con la circulación general.

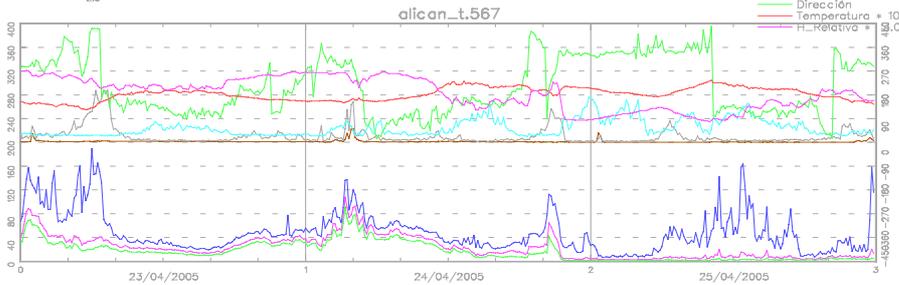
Este tipo de eventos se pueden producir bajo diferentes tipos de régimen circulatorios locales en los puntos de medida, aunque suelen asociarse al desarrollo de las bajas presiones africanas, que propician el desarrollo de movimientos ascendentes en la baja atmósfera, a la vez que una circulación del sureste que, ocasionalmente, puede transportar el polvo resuspendido hacia latitudes más septentrionales. En cualquier caso, se traducen en incrementos relativamente bruscos e importantes de las concentraciones de partículas, que presentan en general una granulometría gruesa. En realidad, la llegada de estas masas cargadas de partículas hace que los registros locales se vean incrementados en sus fracciones mayores, durante periodos que van desde varias horas a varios días, y que afectan simultáneamente a un conjunto amplio de estaciones en una zona.

24APR2005 00Z
500 hPa Geopotential (gpm) und Bodendruck (hPa)



Daten: Reanalysis des NCEP
G: Meteorologie
PM10
PM2,5

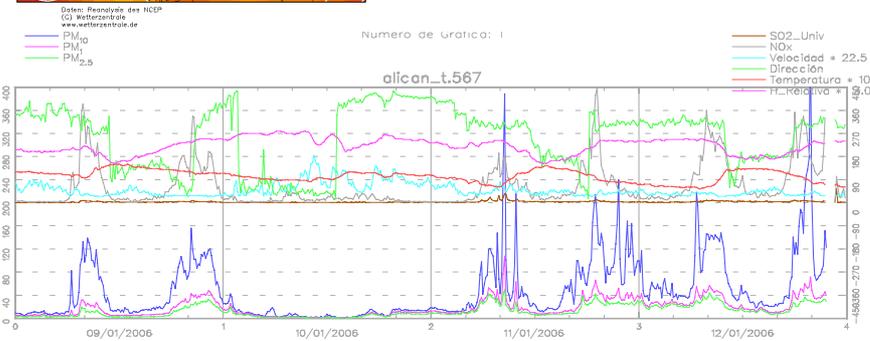
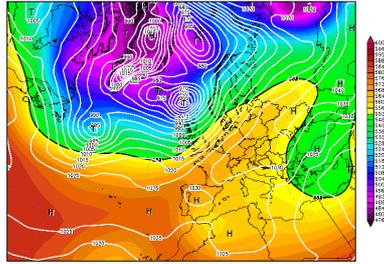
Número de Gráfica: 1



3.4.3 Brisa Invernal

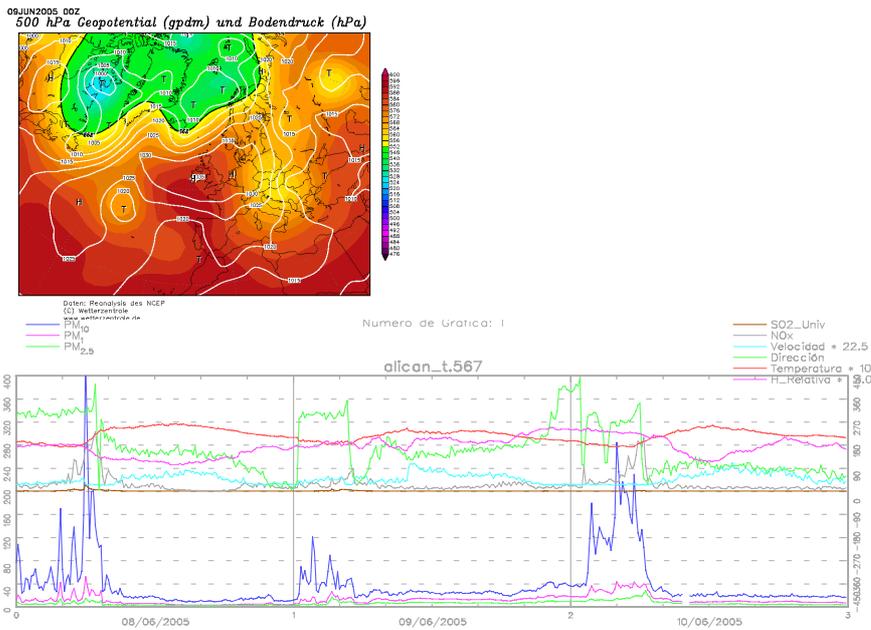
Cuando el anticiclón frío continental se asienta sobre la Península Ibérica durante el invierno, se suelen registrar periodos más o menos duraderos de gran estabilidad atmosférica (las bajas presiones polares alejadas hacia latitudes septentrionales). Durante estos periodos en general se reduce la renovación de las masas aéreas, empeorando los niveles de calidad del aire. La buena insolación favorece el desarrollo de ciclos de brisa locales, que no llegan a alcanzar un gran desarrollo, tanto espacial como temporal. Esta circulación no llegan a limpiar las emisiones de contaminantes, que oscilan a lo largo de la cuenca aérea en la alternancia día noche. Las emisiones antropogénicas de contaminantes primarios suelen reflejar este efecto, con una onda diurna bien marcada, en la que la fase nocturna suele presentar concentraciones más elevadas, y en ocasiones dos picos bien definidos coincidentes con los periodos transitorios.

11 JAN 2009 00z
500 hPa Ceopotential (gpm) und Bodendruck (hPa)



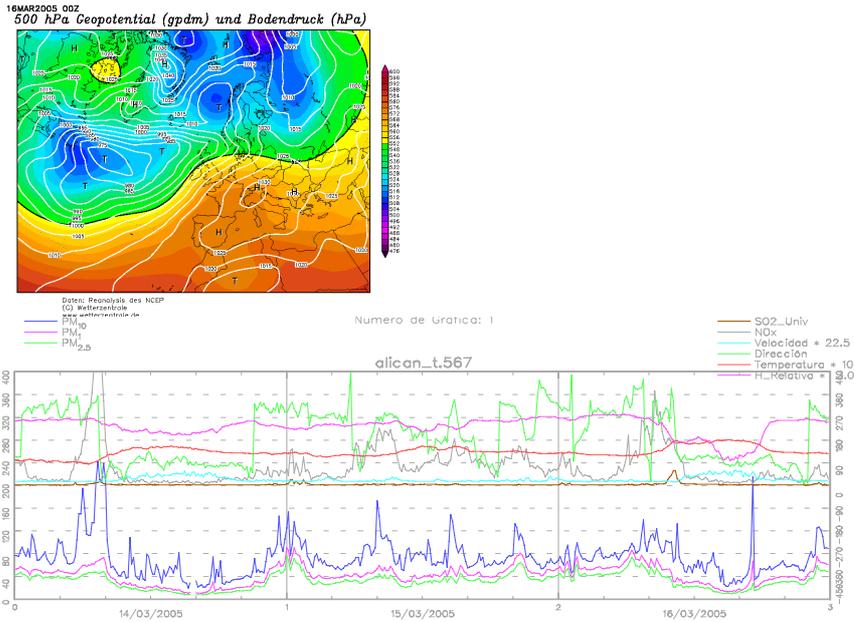
3.4.4 Brisa Reforzada

Durante el periodo estival, los flujos costeros se ven en ocasiones reforzados por una circulación de levante de mayor escala, que refuerza el recorrido de las brisas locales, propiciando la limpieza de la atmósfera. En ocasiones se ve anulada la componente nocturna de tierra, desarrollándose preferentemente durante la madrugada, momento en que se registran muchas veces los mayores impactos de contaminantes. Las situaciones sinópticas que dan lugar a una circulación de componente este sobre la costa levantina, con cierto recorrido marítimo, ocasionalmente potencial los procesos de ciclógenésis sobre la cuenca mediterránea, por lo que pueden desembocar en los característicos temporales de levante, potencialmente alarmantes desde un punto de vista meteorológico, pero que suponen una eficaz limpieza desde la perspectiva de la calidad del aire.



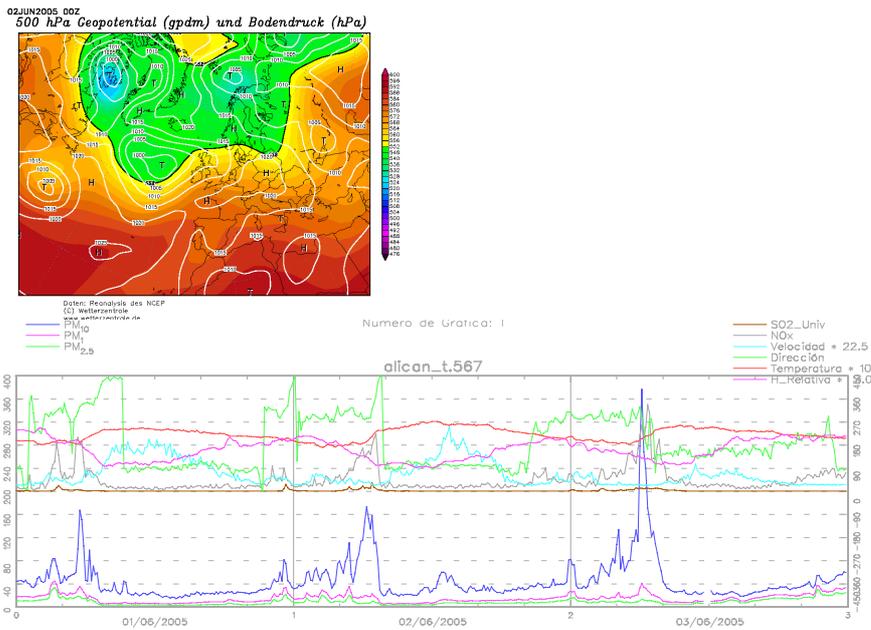
3.4.5 Estancamiento

Las situaciones en las que la ausencia de un gradiente bórico general, elevada estabilidad atmosférica y una atenuación de las circulaciones locales determina periodos de calma (no son ni muy frecuentes ni duraderos en la vertiente costera mediterránea), las concentraciones de contaminantes suelen experimentar sensibles incrementos, que persisten a o largo del día ante la ausencia de mecanismos eliminadores eficaces. Las concentraciones de emisiones primarias suelen presentar valores más elevados a la media, sin que muestren un patrón de evolución temporal diario definido o identificable; los procesos de resuspensión también determinan un aumento generalizado del material particulado. Este incremento de partículas suele centrarse en las fases gruesas, aunque se registra también e las fracciones pequeñas, posiblemente consecuencia de la estimulación de los mecanismos fotoquímicos de producción de partículas secundarias.



3.4.6 Brisas Estivales

Las circulaciones de brisa en la costa levantina se desarrollan durante un elevado porcentaje de días al año, y representan los movimientos atmosféricos más habituales en la baja atmósfera, con una influencia fundamental en el transporte y dispersión de los contaminantes emitidos localmente. Durante el periodo estival alcanzan su mayor desarrollo, y pueden alcanzar dimensiones encuadrables en las clases mayores de los procesos mesoescalares. Se desarrollan preferentemente bajo condiciones de bajo gradiente sinóptico y estabilidad atmosférica, que las altas presiones atlánticas, en su desplazamiento hacia latitudes septentrionales durante el periodo estival, proporcionan el contexto meteorológico ideal. Aunque los movimientos a gran escala se hallen amortiguados, las mismas circulaciones de brisa proporcionan efectivos mecanismos de limpieza atmosférica, por lo que la contaminación primaria no suele ser alcanzar concentraciones muy elevadas. En estos casos los periodos transitorios entre las circulaciones nocturna y diurna, caracterizados por un periodo de estancamiento de los flujos, proporcionan habitualmente los niveles más críticos (aunque por el contrario no suelen tener mucha duración).



La elevada insolación y larga duración de los días, unido a los procesos de recirculación de los contaminantes bajo a influencia de las circulaciones de brisa, favorecen la contaminación de origen fotoquímico y potencian la concentración de especies secundarias. En este sentido pueden registrarse tanto niveles especialmente elevados de ozono y otros productos de las reacciones fotoquímicas, así como partículas pequeñas (en realidad se centrarían por debajo del rango micrométrico), resultado de las mismas transformaciones.

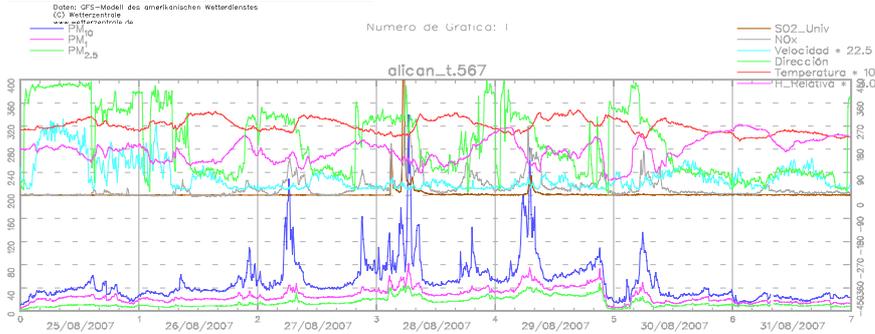
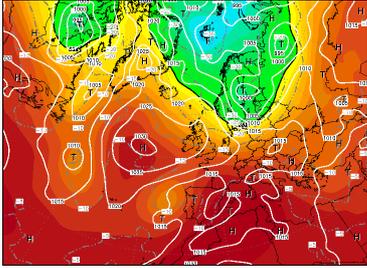
En el caso de la contaminación primaria el periodo nocturno, más estable, representa frecuentemente el más peligroso desde el punto de vista de los niveles de contaminantes, mientras que durante el día, bajo la componente marítima de la brisa, predominan los procesos de dilución (frente al posible incremento de las emisiones) de los contaminantes, salvo en el caso de los productos fotoquímicos, naturalmente estimulados por la presencia de la luz solar.

3.4.7 Procesos Superpuestos.

En la atmósfera el movimiento del aire en cualquier momento es el resultado de la actuación de las diferentes fuerzas involucradas, respondiendo al equilibrio de los forzamientos a diferentes escalas. Ello significa que las distinciones entre escalas de movimiento resultan en gran medida artificiosas, produciéndose simultáneamente todas ellas, sin que siempre sea difícil separa la contribución individualizada de cada una de ellas (el que ocasionalmente resulte predominante alguna de ellas es lo que permite clasificar los movimientos como pertenecientes a diferentes escala).

Intl.: Tue, 28AUG2007 00Z Valid: Tue, 28AUG2007 00Z

500 hPa Geopot. (gpm), T (C) und Bodendr. (hPa)



3.5 Identificación de cambios meteorológicos en la serie 2004-2008.

La posibilidad de que la documentada disminución en los niveles de material particulado tuviese un origen (o bien una contribución sustancial) determinado por condiciones atmosféricas particulares requiere investigar las posibles anomalías registradas en las series meteorológicas que pudiesen afectar significativamente a la dispersión de las emisiones (en este caso favoreciendo los mecanismos de limpieza y/o dilución). Estos parámetros se referirían principalmente al viento, tanto en lo relativo a la dirección (en cuanto que condiciona el transporte) como en la intensidad (en cuanto que condiciona la dispersión), y a la precipitación (en cuanto que condiciona los eficaces mecanismos de eliminación por lavado).

Para la valoración de la influencia del viento se han utilizado las series meteorológicas en superficie procedentes de la torre meteorológica situada en la planta depuradora de Rincón de León (próxima al núcleo urbano de Alicante), con una cobertura completa desde el año 2002. En la misma se dispone de medidas diezminutales de viento (velocidad y dirección) y temperatura (a dos niveles, habiéndose utilizado solo uno de ellos). En los cálculos siguientes se han procesado las medidas de los años 2002 a 2008, resaltándose las curvas correspondientes a este último.

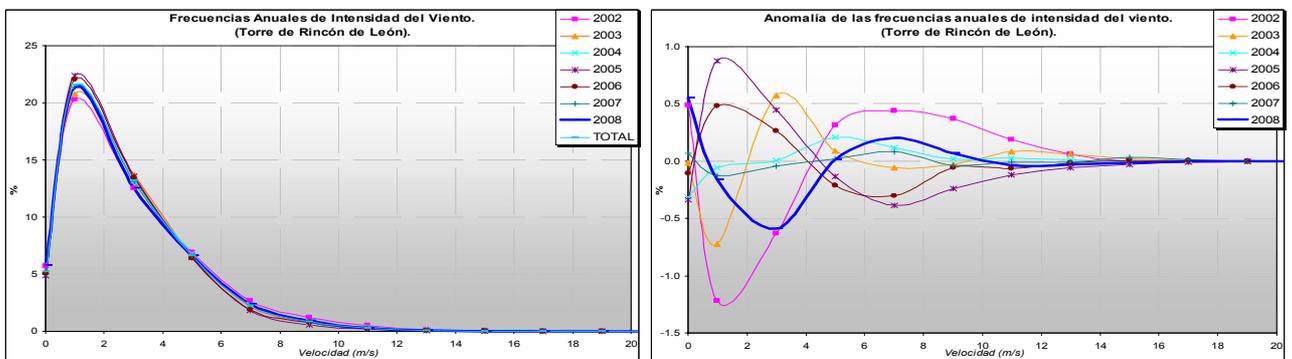


Figura 3.20: Distribución de frecuencias anuales (izquierda) y anomalías (derecha) de la intensidad del viento para la torre meteorológica de Rincón de León.

En las gráficas adjuntas (figura 3.20) se muestran las distribuciones de frecuencia de ocurrencia de la intensidad del viento por años (izquierda). A simple vista no se aprecian grandes variaciones interanuales. Una representación más adecuada para identificar diferencias entre años se presenta en la gráfica de la derecha, en forma de anomalías anuales respecto al valor promedio de toda la serie disponible. Puede apreciarse que las diferencias en la intensidad del viento siempre se mantienen por debajo del 1.5% en todos los rangos de velocidades. El año 2008 no resulta especialmente ventoso y, aunque está ligeramente por encima de la media en los valores intermedios de intensidad del viento, otros años como el 2003 y en especial el 2002 sí registran vientos netamente superiores al promedio.

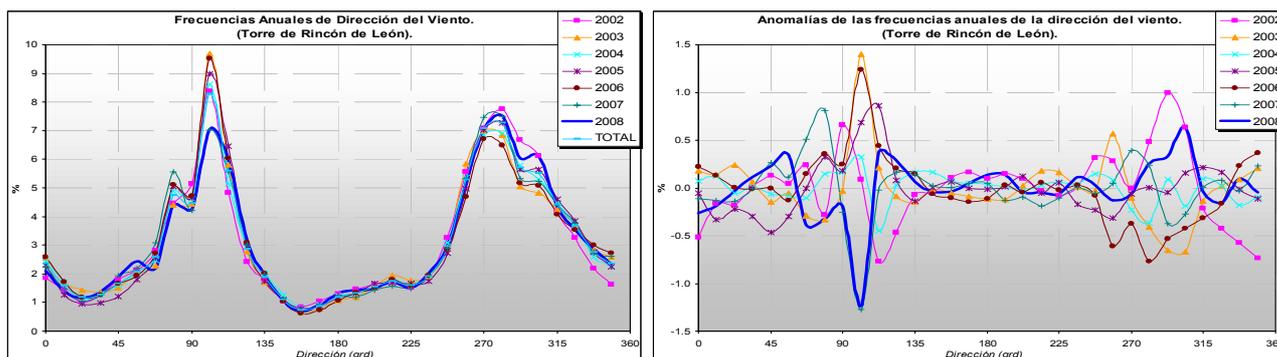


Figura 3.21: Distribución de frecuencias anuales (izquierda) y anomalías (derecha) de la dirección del viento para la torre meteorológica de Rincón de León.

De manera similar al caso anterior, las gráficas siguientes (figura 3.21) muestran el cómputo de las frecuencias de ocurrencia para el caso de la dirección del viento. La naturaleza alternante del régimen de vientos se manifiesta claramente en la distribución absoluta de la izquierda, con pocas variaciones cualitativas entre los distintos años computados. Diferencialmente el año 2008 registra un menor porcentaje de vientos de componente este (aunque muy parecido al del 2007), en favor de una cierta preponderancia de los ponientes (en los que otros años, como el 2002 también presentan este comportamiento). Sin embargo ninguno de estos aspectos podría considerarse como excepcional en comparación con el resto de los años considerados, entrando dentro del margen de variación interanual documentada en estos siete años completos.

El comportamiento de la variación interanual de temperaturas (figura 3.22) refleja pocas singularidades. 2005 presenta una mayor frecuencia de temperaturas bajas extremas, así como también este año, y en especial el 2003, registraron una proporción marcadamente superior de temperaturas elevadas. También el 2002 muestra una alta frecuencia de temperaturas bajas (aunque no tan extremas como el citado 2005). No parece que la serie termométrica del año 2008 en el emplazamiento estudiado muestre un comportamiento especialmente anómalo respecto a su promedio "normal" (referido al comportamiento medio de los siete años disponibles), situándose dentro de la banda de variabilidad del resto de los años.

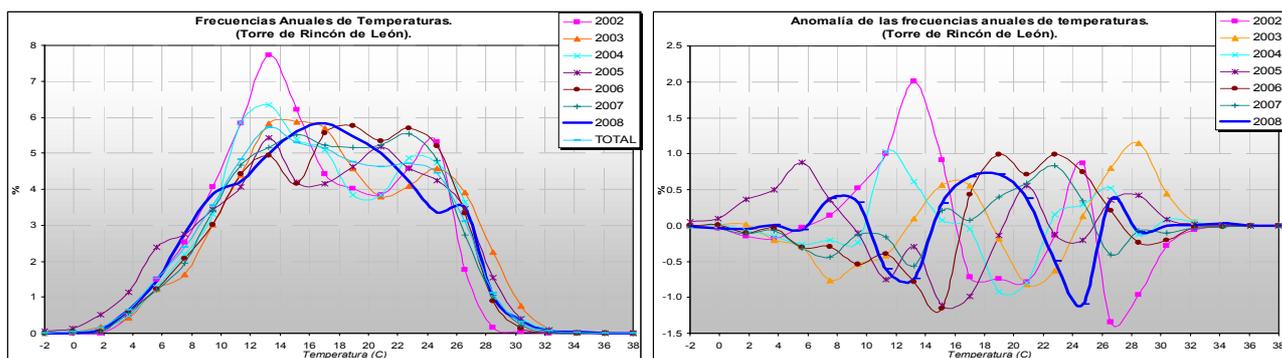


Figura 3.22: Distribución de frecuencias anuales (izquierda) y anomalías (derecha) de la temperatura ambiente para la torre meteorológica de Rincón de León.

Esta variabilidad interanual de los parámetros meteorológicos en superficie, que condicionarían la mayor o menor eficacia de la dilución de las emisiones próximas al suelo, no parece justificar una singularidad del año 2008 como la que muestran el comportamiento de las concentraciones (la lluvia, como factor también importante en la eliminación de compuestos presentes en la atmósfera, se analiza más adelante). Como ejemplo, de esta variación singular en el año 2008 de los niveles de inmisión de material particulado se muestran en la figura 2.23 los cálculos equivalentes para las distribuciones anuales de concentración de PM10, PM2.5 y PM1 registrados en la cabina de la Universidad de Alicante (confeccionadas a partir de las medidas horarias de las series en continuo).

En todos los casos el año 2008 muestra una distribución diferenciada respecto a la serie 2005/2008 disponible, consistente en un sensible incremento de las frecuencias de concentraciones más bajas, en detrimento de los rangos intermedios y más elevados de concentración. Este hecho es especialmente marcado en las granulometrías más finas (PM1) y más gruesas (PM10), siendo menos acentuado, aunque presente igualmente, en las fracciones intermedias.

Ello muestra un comportamiento radicalmente diferente en las secuencias anuales entre las medidas de inmisión objeto de interés y los parámetros meteorológicos que podrían condicionar su comportamiento, lo que sugiere que las especificidades encontradas en los registros de inmisión para el año 2008 parecerían tener un origen principal en alguna otra causa (posible variación de las emisiones) más que en alguna singularidad meteorológica de dicho año.

Con objeto de valorar posibles variaciones meteorológicas a mayor escala, que documentasen la existencia de una singularidad en el año 2008, se analizaron las series de perfiles atmosféricos realizados sistemáticamente desde el observatorio meteorológico de Murcia. Para ello se evaluaron las anomalías en la distribución vertical de temperaturas y vientos (hasta una altura de 10000 m) para el periodo 2000-2008, tal y como se muestra en las figuras 3.24 y 3.25 (las series están elaboradas a partir de promedios mensuales de los correspondientes perfiles atmosféricos). En las gráficas se indican con una línea blanca el límite de separación entre incrementos y decrementos, y con sendas líneas azul (marrón) y verde dos cotas positivas y negativas respectivamente.

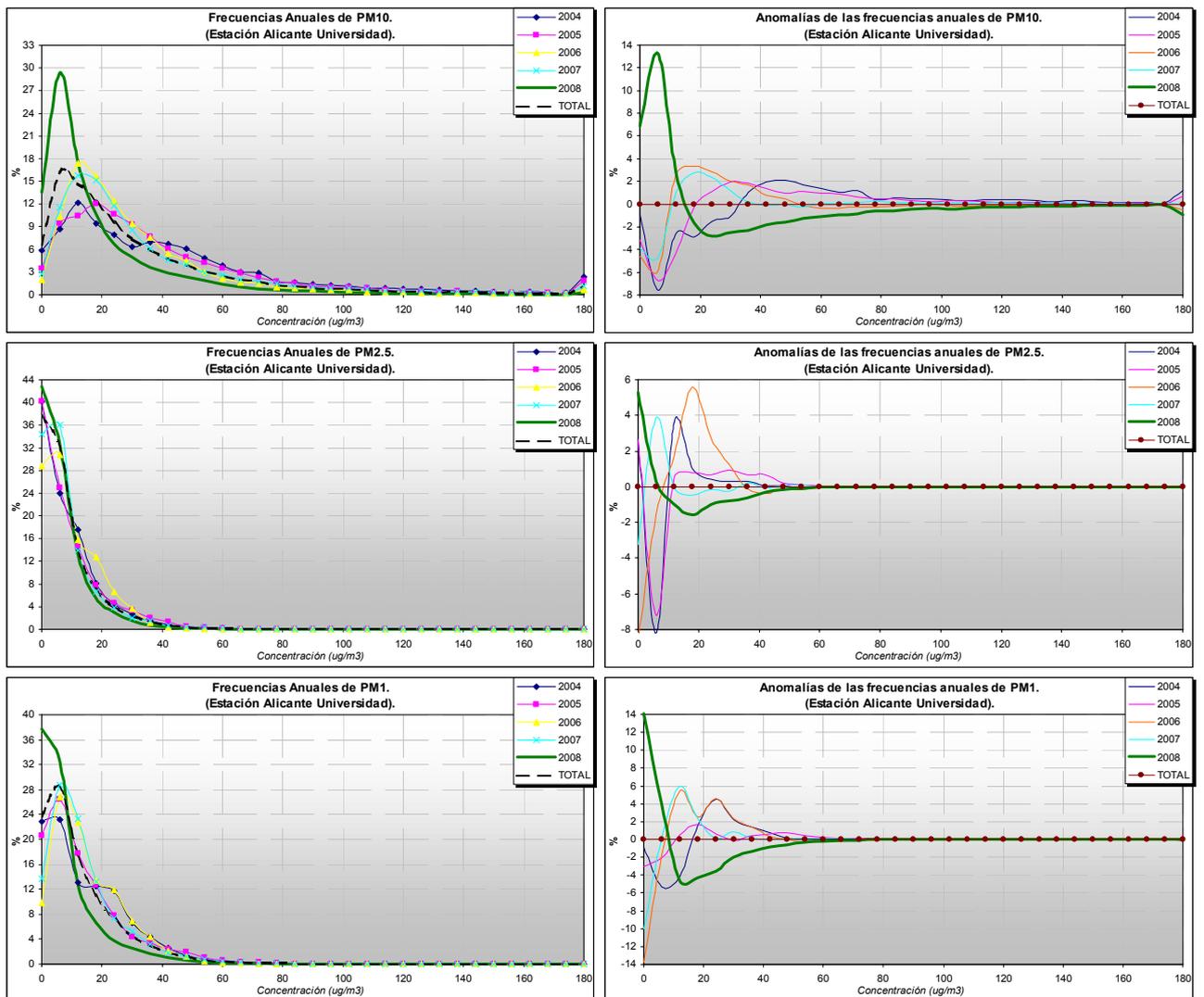


Figura 3.23: Distribución de frecuencias anuales (izquierda) y anomalías (derecha) de las concentraciones de PM10 (arriba), PM2.5 (medio) y PM1 (abajo) registradas en la estación de Alicante- Universidad.

La secuencia de perfiles de velocidades de viento de la figura 3.24 no muestra una gran singularidad para el año 2008, con intensidades en general por debajo del nivel promedio, especialmente en la media troposfera durante la primera mitad del año. Algo similar ocurre con las temperaturas de la figura 3.25, en las que no se aprecia una diferencia clara, con anomalías térmicas que en todo el espesor aparecen acotadas entre ± 3 °C. De acuerdo a las gráficas las desviaciones suelen afectar a todo el espesor (se distribuyen principalmente en forma de bandas) verticales, y así para el analizado año 2008 parece haberse registrado un invierno/primavera algo más cálidos, mientras que el verano resultó relativamente más fresco. En general ninguna de las dos series analizadas muestra una variación brusca de las características de dicho año respecto a los anteriores.

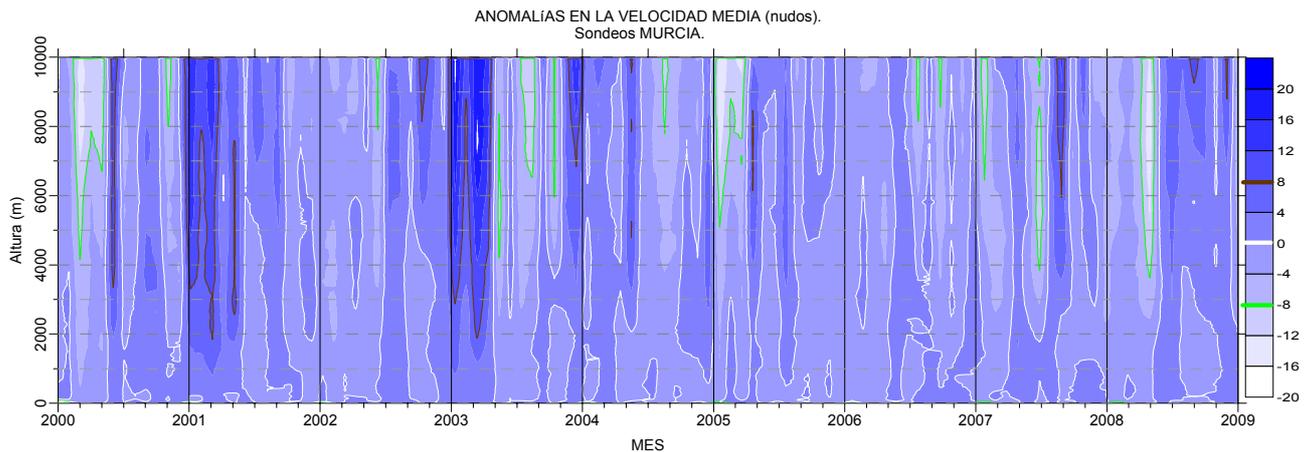


Figura 3.24: Evolución temporal de las anomalías verticales de la intensidad del viento (sondeos AEMET Murcia, fuente <http://weather.uwyo.edu>).

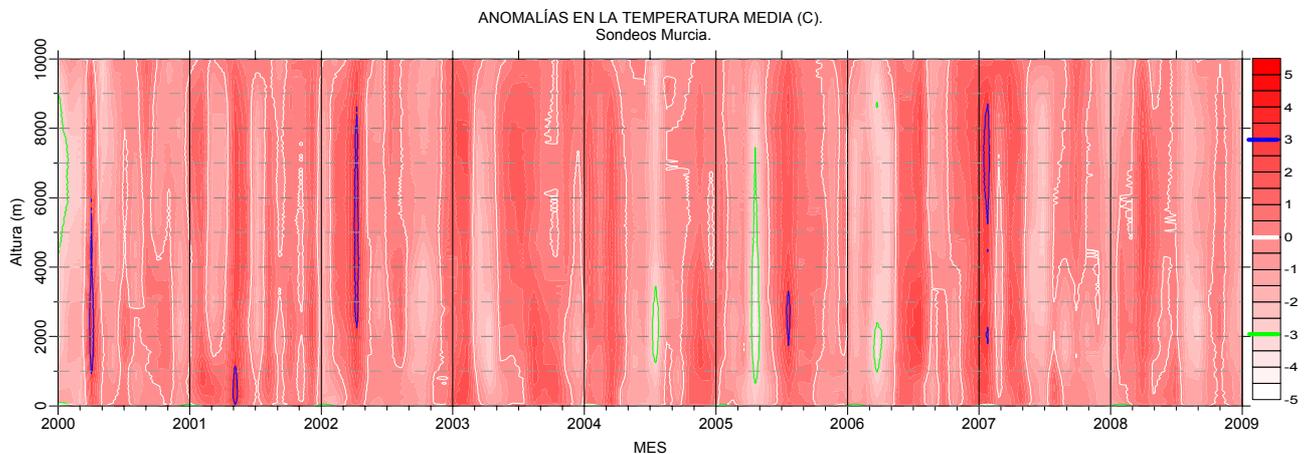


Figura 3.25: Evolución temporal de las anomalías verticales de temperaturas (sondeos Murcia, fuente <http://weather.uwyo.edu>).

Otra evaluación efectuada se realizó con el comportamiento de las direcciones del viento en un espesor vertical. En este caso el tratamiento no tiene sentido efectuarse con los valores medios, por lo que se calcularon las frecuencias de ocurrencia de los diferentes rumbos en un espesor más superficial de 1000 m y para la totalidad de la troposfera (10000 m). Los resultados, nuevamente para las series de años 2000 a 2008, se muestran respectivamente en las figuras 3.26 y 3.27. Las gráficas muestran una distribución cualitativa de escalas de grises, en las que los tonos más oscuros corresponden a frecuencias más elevadas; en cada punto del eje de tiempos, la suma de las frecuencias para todas las direcciones suman el 100%; también se han resaltado los valores extremos de la distribución (curva azul > 30%).

En el espesor más superficial se resalta la presencia de dos direcciones bien definidas, que son las propias de un régimen característico de brisas (similar al que ponen de manifiesto los registros de la torre de Rincón de León –figura 3.21). Puede verse que predominan los vientos del cuarto cuadrante durante el periodo invernal, mientras que en verano son proporcionalmente mucho más frecuentes los procedentes del primero. Dicho patrón se repite aproximadamente todos los años, con pequeñas diferencias cualitativas.

La segunda figura, confeccionada para el espesor de los primeros 10000 m y con el mismo procedimiento, refleja un claro cambio del modelo de comportamiento, apareciendo sistemáticamente las frecuencias de ocurrencia más elevadas situadas en torno al oeste, para todos los años. Ello se debe a que al incluir en el mismo cómputo los vientos en todo el espesor, el peso de la circulación sistemática del oeste en los niveles más altos predomina sobre todas las demás direcciones. Y este efecto es más marcado en el periodo estival (curiosamente en contra del comportamiento de la gráfica anterior) dado que el grado de acoplamiento entre niveles también es más eficaz (excepto en los muy superficiales en los que predominan los regímenes de brisa locales). Nuevamente el patrón para el año 2008 no difiere sensiblemente del de los restantes años, por lo que no parece que pueda justificarse un cambio radical en los procesos advectivos que marquen una diferencia sustancial sobre el resto de años considerados.

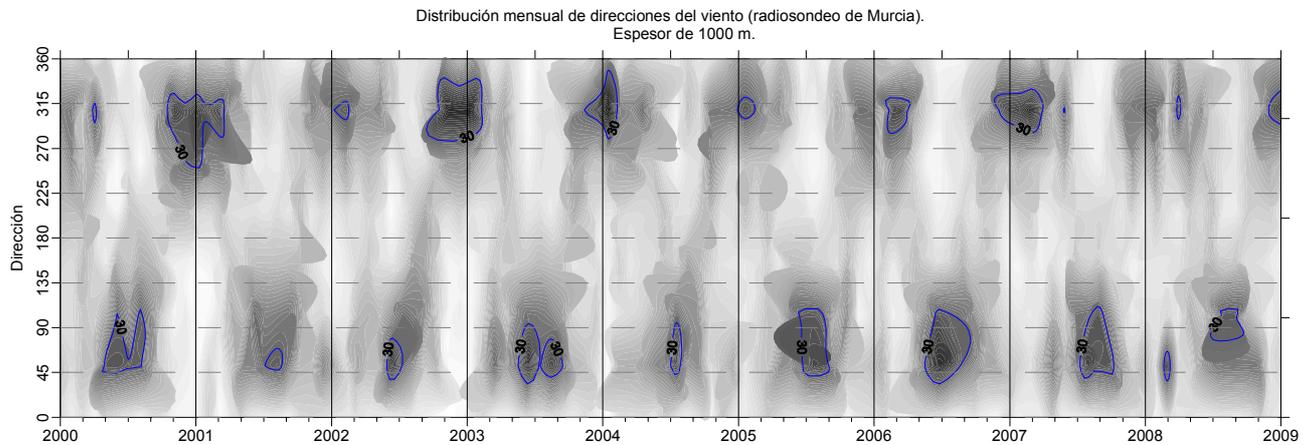


Figura 3.26: Evolución temporal de las frecuencias de ocurrencias de la dirección en el espesor de 0 a 1000 m (sondeos Murcia, fuente <http://weather.uwyo.edu>).

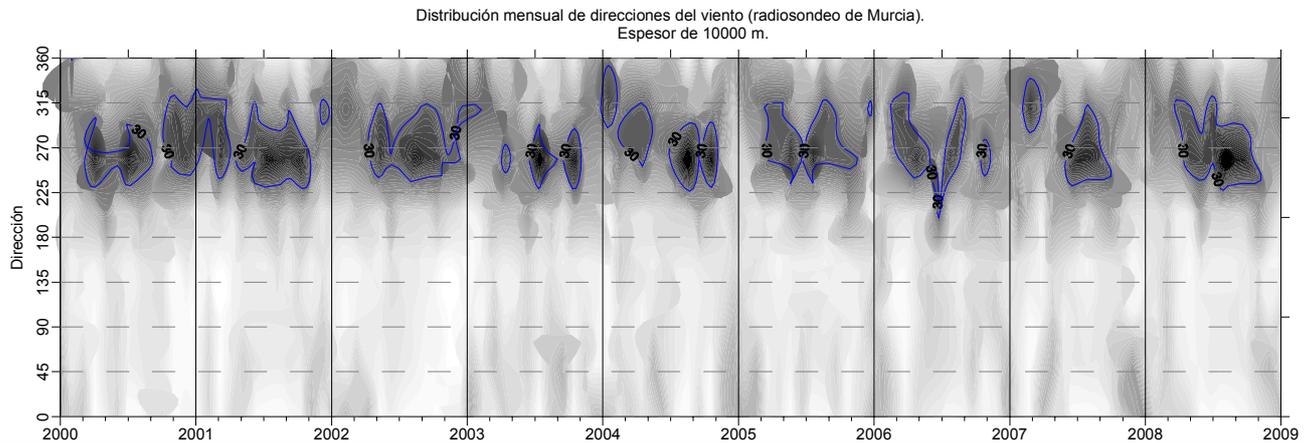


Figura 3.27: Evolución temporal de las frecuencias de ocurrencias de la dirección en el espesor de 0 a 10000 m (sondeos Murcia, fuente <http://weather.uwyo.edu>).

En lo referente a la influencia de variaciones en el régimen de precipitaciones entre los años del periodo de estudio, la figura 3.28 se muestra la evolución de los niveles de PM_{10} de 2004 a 2008, la evolución de las precipitaciones diarias y algunos valores que para ayudar a interpretar estas diferencias.

El volumen de precipitación fue mayor en 2007 que en 2008 sin embargo el número de días de lluvia ha sido similar y superior a 2006 y 2005. La diferencia entre estos dos años estriba en la distribución de las precipitaciones con porcentajes ligeramente superiores de 2008 de lluvias consecutivas o que distan entre si menos de 6 días. También el % de periodos largos sin lluvia (>24días) ha sido menor en 2008. Esto podría contribuir a la disminución de los niveles de partículas de forma generalizada en todas las estaciones por la menor resuspensión. Sin embargo es imposible cuantificar dicha influencia.

Por otra parte el número de episodios de intrusión aunque ha sido similar al de 2006 y menor que en 2007 el porcentaje de estos episodios con lluvia ha sido más elevado en 2008 lo que también minimiza el efecto de las intrusiones durante este año.

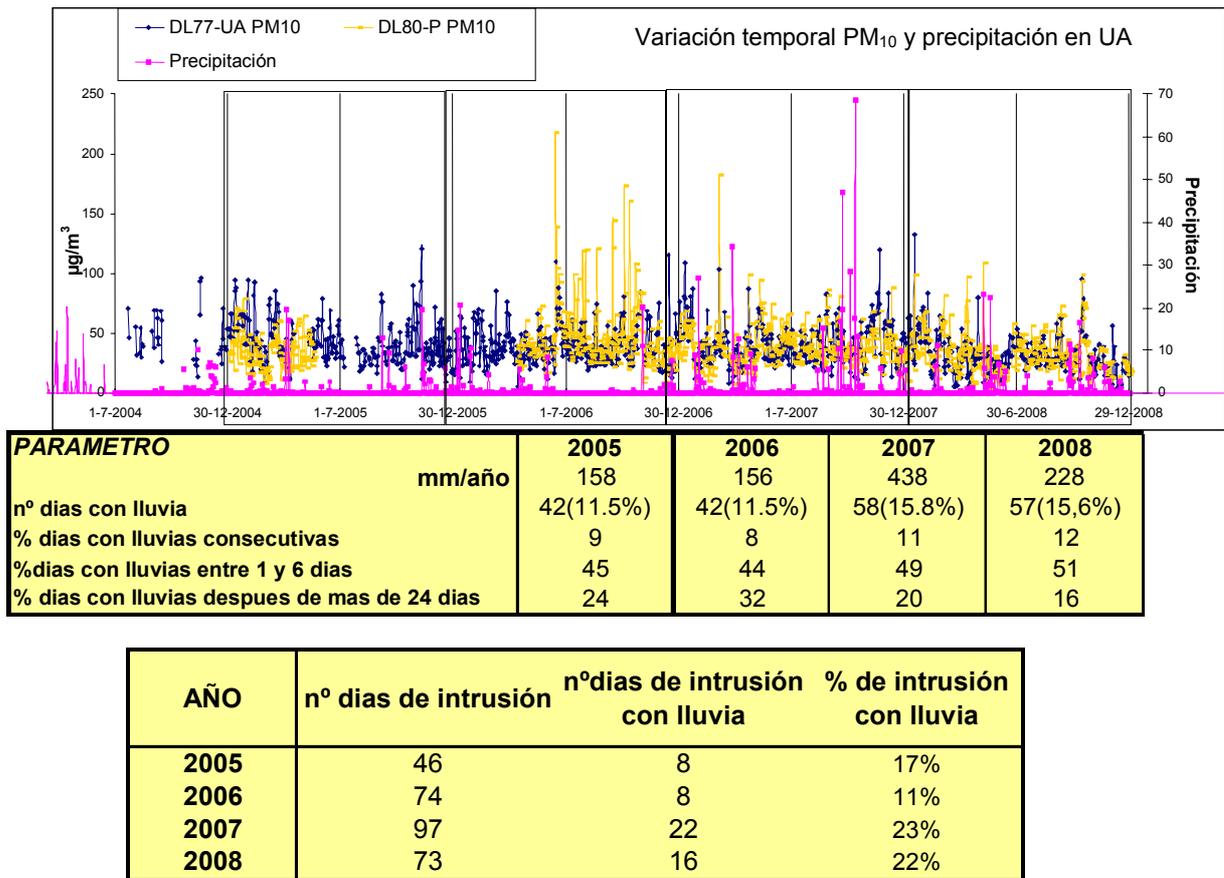


Figura 3.28(superior): Evolución de los niveles de PM₁₀ de 2004 a 2008, en la que se observa el descenso de los niveles en 2008. Figura 3.28 (centro): Distintos estadísticos sobre la precipitación en los distintos años.

Figura 3.28 (inferior): Parámetros sobre la incidencia de intrusiones y su coincidencia con aportes de lluvia.

4. LAS EMISIONES ATMOSFÉRICAS

4.1 Introducción

En este capítulo se realiza una presentación de la estimación de las emisiones de contaminantes a la atmósfera en la zona de estudio (integrada por los municipios Agost, Alicante y San Vicente del Raspeig) y su comparación con las de los ámbitos territoriales más amplios de la comarca de L'Alacantí y de las zonas de calidad del aire ES1013 y ES1017. Las actividades contempladas se estructuran según la nomenclatura habitual de los inventarios de emisiones distinguiendo principalmente actividades estacionarias y actividades relacionadas con fuentes móviles (tráfico según modos y uso de maquinaria móvil). En cuanto a las actividades estacionarias cabe a su vez distinguir: las relacionadas con los procesos de combustión (en los sectores industrial, comercial/institucional/servicios), las relacionadas con procesos sin combustión (esencialmente procesos industriales, uso de disolventes y otros productos) y las de otros sectores como el tratamiento de residuos y la agricultura-ganadería (con exclusión esta última de la maquinaria móvil agrícola que se trata entre la maquinaria móvil). En cuanto a las relacionadas con fuentes móviles cabe diferenciar; las relacionadas con los efluentes de los motores de combustión interna, las que se originan por las fuerzas de rozamiento internas del vehículo (desgaste de frenos) y del vehículo con el pavimento (desgaste de neumáticos, resuspensión de materiales en el firme) y las de pérdidas de los materiales pulverulentos transportados.

La contribución relativa de los sectores-actividades anteriormente reseñados a las emisiones en la zona de estudio y sus ámbitos conexos mayores depende esencialmente del contaminante considerado. Es por ello que conviene en este punto hacer una referencia a cuáles son los contaminantes de referencia que se considerarán en el estudio con el propósito de concretar posteriormente sobre ellos las acciones principales del plan de mejora de la calidad del aire que es el objetivo final de este informe. A tal efecto se van a considerar dos listas de contaminantes: i) una lista que incluye las sustancias convencionales habituales: óxidos de azufre SO₂, óxidos de nitrógeno NO_x (suma de NO y NO₂ en masa de NO₂), dióxido de carbono CO₂, partículas en sus tres clases diamétricas: PM_{2,5}, PM₁₀, PST; y ii) una lista reducida que incluye las sustancias prioritarias para el plan de mejora de la calidad por venir referida a los contaminantes que se consideran críticos en la zona de estudio¹(capítulo 6): SO₂, PM₁₀.

Para dar una visión sintética de la concentración de las emisiones, respecto a los contaminantes convencionales, en la zona de estudio respecto a los ámbitos territoriales más extensos en que ésta se ubica, se presentan en la Tabla 4.1 siguiente, con referencia al año 2006, las cifras absolutas de emisiones en cada ámbito territorial y los porcentajes de contribución que la comarca de L'Alacantí supone respecto a las zonas de calidad del aire ES1013+ES1017 y la que la zona de estudio supone respecto a la comarca de L'Alacantí.

Se ha decidido tomar 2006 como año de referencia, dado que este era el año más reciente con toda la información del inventario, lo que incluye además de los focos puntuales todas las fuentes de área. Aunque se disponía del inventario para PRTR de los datos de 2007, los de las fuentes superficiales estaban todavía siendo objeto de elaboración. Para completar el estudio de emisiones canalizadas en el Plan, se ha llevado a cabo una estimación de las emisiones difusas de PM₁₀ y PST considerando

¹ Véase exposición que se hace en el capítulo 6 de este documento.

las producciones y escenario tecnológico de 2007 de las empresas fabricantes de tejas y ladrillos, ubicadas en la localidad de Agost, y de la cementera ubicada en la zona de estudio.

Tabla 4.1. Emisiones de los contaminantes convencionales en los tres ámbitos geográficos (año 2006).

Emisiones totales	SO₂(t)	NO_x(t)	CO₂(kt)	PM_{2,5}(t)	PM₁₀(t)	PST(t)
1. Área de estudio	5.905	6.592	2.404	713	1.503	2.606
2. Comarca de L'Alacantí	5.993	7.833	2.620	830	1.685	2.768
3. Zonas (ES1013 + ES1017)	6.712	17.549	4.244	1.934	2.888	4.216
Participación	% SO₂	% NO_x	% CO₂	% PM_{2,5}	% PM₁₀	% PST
Zona 2 sobre zona 3	89%	45%	62%	43%	58%	66%
Zona 1 sobre zona 2	99%	84%	92%	86%	89%	94%

Fuente: Inventario de emisiones de contaminantes a la atmósfera de la Comunidad Valenciana y estudio para las emisiones difusas de PM₁₀ y PST, (2007).

De la observación de los datos de la Tabla 4.1 se desprende que el 62% de las emisiones de CO₂ de las zonas ES1013 + ES1017 se concentran en la comarca de L'Alacantí y el 92% de éstas se emiten en la zona de estudio. El CO₂ es una sustancia global que implica todos los combustibles y procesos de descarbonatación y por tanto es un buen indicador sintético de las emisiones de la combustión y de los procesos industriales. El 45% de las emisiones de NO_x, cuyo origen son los procesos de combustión estacionaria y de los motores de los vehículos, de las zonas ES1013 + ES1017 se concentran en la comarca de L'Alacantí y el 84% de éstas se emiten en la zona de estudio. El 66% de las emisiones de PST, cuyo origen está en los procesos de combustión, los procesos industriales sin combustión y en el movimiento de vehículos, de las zonas ES1013 + ES1017 se atribuye a la comarca de L'Alacantí y el 94% de estas últimas se emiten en la zona de estudio. El 89% de las emisiones de SO₂, que están dominadas por la combustión industrial, de las zonas ES1013 + ES1017 se concentran en la comarca de L'Alacantí y el 99% de las mismas se emiten en la zona de estudio. Dada pues la elevada concentración de las emisiones del total de la comarca y de las dos zonas de calidad del aire en la zona de estudio, el análisis de este capítulo de centrará en la zona de estudio constituida por los tres municipios de Agost, Alicante y San Vicente del Raspeig.

En la Tabla 4.2 se muestran las estimaciones de las emisiones, en valores absolutos, de los contaminantes convencionales con desglose por sectores en el área de estudio para el año de referencia 2006. Del examen de los datos de la tabla se identifican las contribuciones sectoriales dominantes para los respectivos contaminantes:

i) En el caso del SO₂ la fuente dominante es la combustión industrial (cemento y cerámica);

ii) En el NO_x destacan (con cuotas similares) la combustión industrial y el tráfico por carretera y en tercera posición los restantes medios de transporte y la maquinaria móvil.

En el caso del CO₂ la contribución más destacada es la de los procesos industriales (descarbonatación) seguida de cerca por la combustión industrial y ya a mayor distancia por el tráfico de carretera.

En cuanto a las partículas, y centrandó la valoración en PM10, se sitúa en primer lugar la combustión industrial, seguida del tráfico por carretera y finalmente los procesos industriales y la combustión comercial/institucional/residencial.

Tabla 4.2. Emisiones por sectores en el área de estudio (año 2006).

Sector	SO ₂ (t)	NO _x (t)	CO ₂ (kt)	PM _{2,5} (t)	PM ₁₀ (t)	PST(t)
Industria: Combustión	5.385	2.706	808	189	409	570
Industria Cerámica: Combustión	1.951	522	181	68	159	286
Industria Cementera: Combustión	3.283	1.936	543	93	210	233
Resto Industria: Combustión	152	248	83	28	40	51
Residencial y servicios: Combustión	68	65	49	136	136	153
Industria: Procesos	6	5	926	58	122	135
Industria Cerámica: Procesos			95	19	37	40
Industria Cementera: Procesos			830	37	83	92
Resto Industria: Procesos	6	5	1	2	3	3
Tráfico por carretera	10	2.621	506	176	202	234
Otros modos de transporte y maquinaria móvil industrial	433	1.150	61	81	81	82
Resto sectores	3	46	54	74	40	11
Emisiones difusas					512	1421
Industria Cerámica: Difusas					460	1313
Industria Cementera: Difusas					52	108
Total	5.905	6.592	2.404	713	1.503	2.606
Emisiones industria cerámica	1.951	522	276	87	656	1.638
Emisiones industria cementera	3.283	1.936	1.374	130	345	433

Fuente: Inventario de emisiones de contaminantes a la atmósfera de la Comunidad Valenciana y estudio para las emisiones difusas de PM₁₀ y PST (2007).

En la Tabla 4.3 y en las figuras asociadas 4.1.a-4.1.b se muestran con mayor especificidad que en la tabla precedente 4.2 las contribuciones sectoriales a las emisiones de los dos contaminantes prioritarios (SO₂ y PM10): ello permite una identificación precisa de las fuentes emisoras que concentran el grueso de las emisiones de estas dos sustancias. Haciendo referencia a las Figuras 4.1.1.a (SO₂) y 4.1.1.b (PM10) es evidente la mayor concentración sectorial de las emisiones de SO₂, donde la industria cementera y cerámica superan el 92% de las emisiones, con respecto a las emisiones de PM10, donde junto a los sectores anteriores deben añadirse al menos otros tres sectores, tráfico por carretera, la combustión comercial-institucional-residencial y otros modos de transporte y maquinaria móvil, para alcanzar una ponderación del 90% de las emisiones de la zona de estudio.

Tabla 4.3. Contribución porcentual de las emisiones de SO₂ y PM₁₀ en el área de estudio por sectores (año 2006)

Sector	SO ₂ (t)	% SO ₂	PM ₁₀ (t)	% PM ₁₀
Industria : Combustión	5.385	91%	409	27%
Industria Cerámica: Combustión	1.951	33%	159	11%
Industria Cementera: Combustión	3.283	56%	210	14%
Resto Industria: Combustión	152	3%	40	3%
Residencial y servicios: Combustión	68	1%	136	9%
Industria: Procesos	6	0%	122	8%
Industria Cerámica: Procesos			37	2%
Industria Cementera: Procesos			83	5%
Resto Industria: Procesos	6	0%	3	0%
Tráfico por carretera	10	0%	202	13%
Otros modos de transporte y maquinaria móvil industrial	433	7%	81	5%
Resto sectores	3	0%	5	3%
Emisiones difusas			512	34%
Industria Cerámica: Difusas			460	31%
Industria Cementera: Difusas			52	3%
Total	5.905	100%	1.503	100%
Emisiones industria cerámica	1.951	33%	656	44%
Emisiones industria cementera	3.283	56%	345	23%

Fuente: Inventario de emisiones de contaminantes a la atmósfera de la Comunidad Valenciana y estudio para las emisiones difusas de PM₁₀ y PST (2007).

Figura 4.1.a. Contribución porcentual por sectores a las emisiones de SO₂ en el área de estudio (Año 2006)

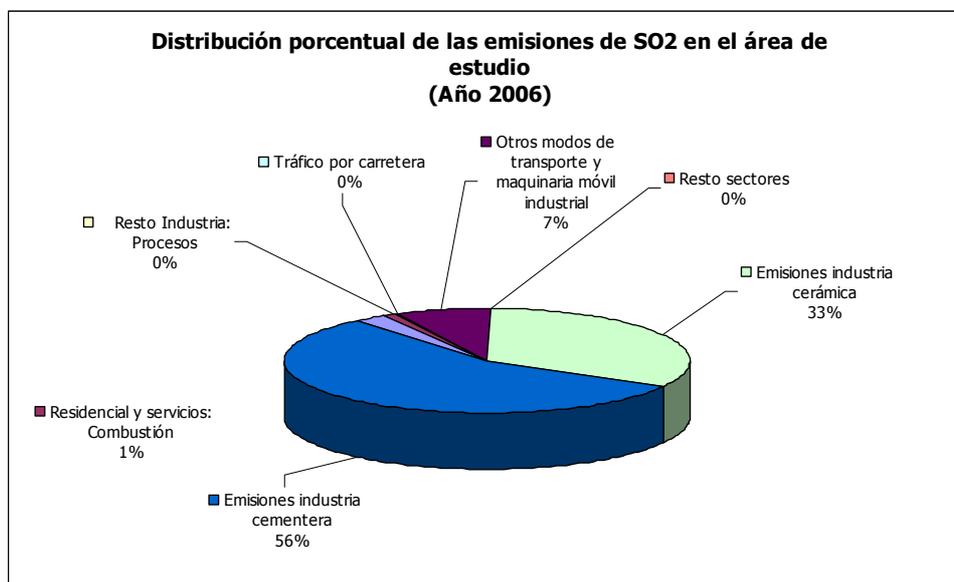
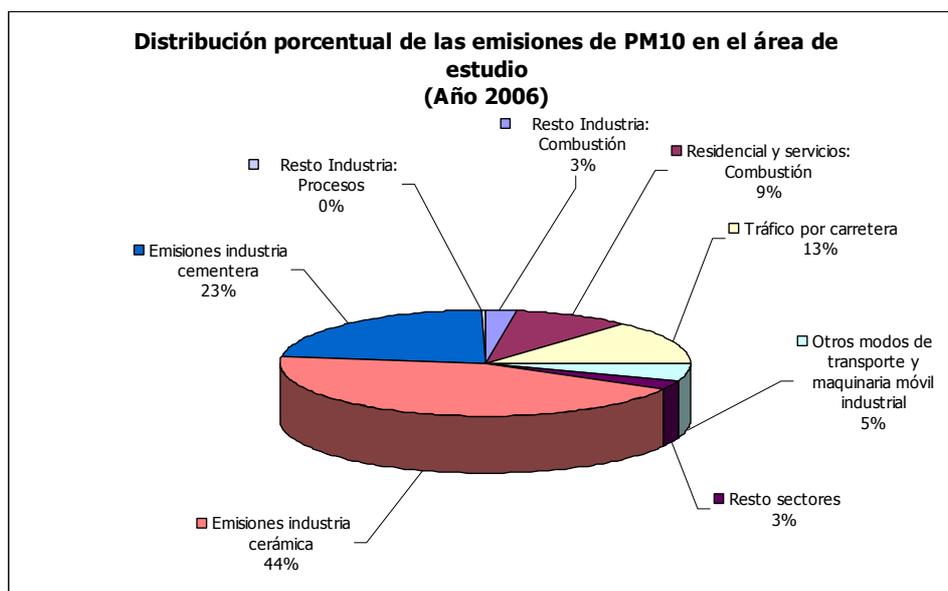


Figura 4.1.b. Contribución porcentual por sectores a las emisiones de PM₁₀ en el área de estudio (Año 2006)



Para ampliar el diagnóstico de la contribución sectorial a las emisiones de los dos contaminantes prioritarios (SO₂, PM₁₀) y en concreto su variabilidad en el tiempo se muestran en las Tablas 4.4 (SO₂) y 4.5 (PM₁₀) el desglose por sectores de las emisiones absolutas y las contribuciones sectoriales de las emisiones de estas dos sustancias en la zona de estudio en los años del periodo 2002-2006. Los valores absolutos y porcentuales se visualizan además en las Figuras 4.2.a y 4.2.b (SO₂) y 4.3.a y 4.3.b (PM₁₀) para facilitar la identificación de la ponderación sectorial en los cambios registrados en las fuentes emisoras a lo largo del periodo analizado.

De la observación de los datos de las tablas y gráficos destacan, en primer lugar, los niveles más altos de emisiones en 2006 respecto a la media de los años anteriores, en ambos contaminantes, pero de forma más acusada en el caso del SO₂ y, en segundo lugar, los aumentos registrados en las contribuciones del sector cerámico tanto a las emisiones de SO₂ como de PM₁₀, y cuyo origen se apunta al aumento relativo del uso de coque de petróleo (en sustitución del gas natural) en este sector a lo largo del periodo 2002-2006. Por lo demás se mantienen para el conjunto del periodo 2002-2006, con la matización anterior del aumento del peso del sector cerámico, las contribuciones relativas de los distintos sectores a las emisiones de estas dos sustancias en comparación con las ponderaciones que ya fueron identificadas, con referencia al año 2006, al comentar los datos presentados anteriormente en la Tabla 4.3 y en las Figuras 4.1.a y 4.1.b.

Tabla 4.4. Evolución temporal de las emisiones de SO₂ en el área de estudio por sectores

Sector	2002		2003		2004		2005		2006	
	SO ₂ (t)	% SO ₂								
Industria: Combustión	4.130	88%	4.298	89%	4.566	90%	4.350	89%	5.385	91%
Industria Cerámica: Combustión	299	6%	417	9%	798	16%	866	18%	1.951	33%
Industria Cementera: Combustión	3.602	76%	3.604	74%	3.558	70%	3.280	67%	3.283	56%
Resto Industria: Combustión	229	5%	278	6%	210	4%	204	4%	152	3%
Residencial y servicios: Combustión	77	2%	79	2%	79	2%	84	2%	68	1%
Industria: Procesos	29	1%	17	0%	10	0%	9	0%	6	0%
Industria Cerámica: Procesos	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%
Industria Cementera: Procesos	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%
Resto Industria: Procesos	29	1%	17	0%	10	0%	9	0%	6	0%
Tráfico por carretera	60	1%	65	1%	72	1%	20	0%	10	0%
Otros modos de transporte y maquinaria móvil industrial	410	9%	377	8%	333	7%	401	8%	433	7%
Resto sectores	4	0%	4	0%	4	0%	3	0%	3	0%
Total	4.709	100%	4.840	100%	5.063	100%	4.867	100%	5.905	100%
Emisiones industria cerámica	299	6%	417	9%	798	16%	866	18%	1.951	33%
Emisiones industria cementera	3.602	76%	3.604	74%	3.558	70%	3.280	67%	3.283	56%

Fuente: Inventario de emisiones de contaminantes a la atmósfera de la Comunidad Valenciana.

Figura 4.2.a. Evolución por sectores de las emisiones de SO₂ en el área de estudio (Serie 2002 a 2006)

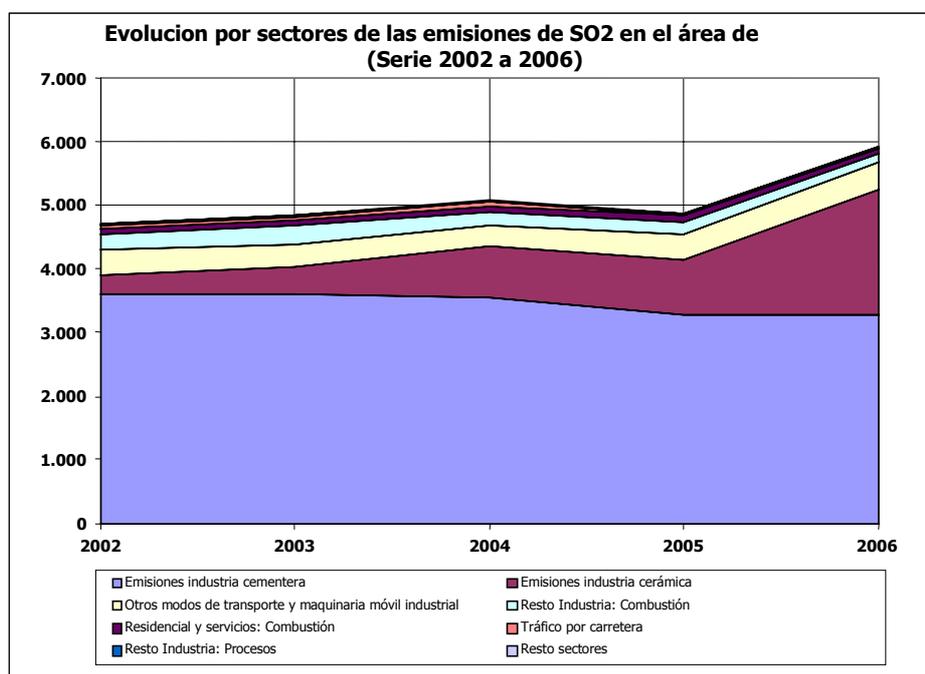


Figura 4.2.b. Evolución por sectores de las emisiones de SO₂ en el área de estudio (Serie 2002 a 2006)

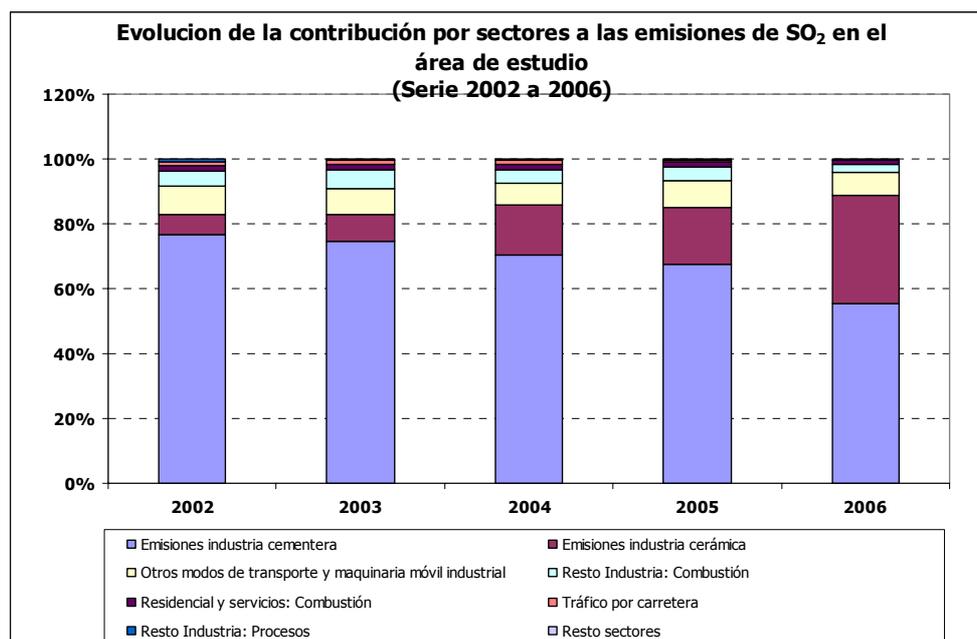


Tabla 4.5. Evolución temporal de las emisiones canalizadas de PM₁₀ en el área de estudio por sectores

Sector	2002		2003		2004		2005		2006	
	PM ₁₀ (t)	% PM ₁₀								
Industria: Combustión	269	31%	305	35%	293	35%	365	39%	409	43%
Industria Cerámica: Combustión	18	2%	28	3%	57	7%	73	8%	159	17%
Industria Cementera: Combustión	169	19%	173	20%	171	20%	209	22%	210	22%
Resto Industria: Combustión	82	9%	104	12%	65	8%	82	9%	40	4%
Residencial y servicios: Combustión	136	16%	139	16%	138	16%	138	15%	136	14%
Industria: Procesos	201	23%	163	19%	126	15%	127	14%	122	13%
Industria Cerámica: Procesos	25	3%	28	3%	38	5%	39	4%	37	4%
Industria Cementera: Procesos	170	19%	132	15%	81	10%	81	9%	83	9%
Resto Industria: Procesos	5	1%	4	0%	7	1%	6	1%	3	0%
Tráfico por carretera	193	22%	198	23%	214	25%	227	24%	202	21%
Otros modos de transporte y maquinaria móvil industrial	72	8%	72	8%	67	8%	76	8%	81	9%
Resto sectores	3	0%	3	0%	4	0%	5	0%	5	1%
Total	874	100%	881	100%	843	100%	973	100%	956	100%
Emisiones industria cerámica	43	5%	56	6%	96	11%	112	12%	196	21%
Emisiones industria cementera	339	39%	305	35%	252	30%	291	31%	293	31%

Fuente: Inventario de emisiones de contaminantes a la atmósfera de la Comunidad Valenciana.

Figura 4.3.a. Evolución por sectores de las emisiones de PM₁₀ en el área de estudio (Serie 2002 a 2006)

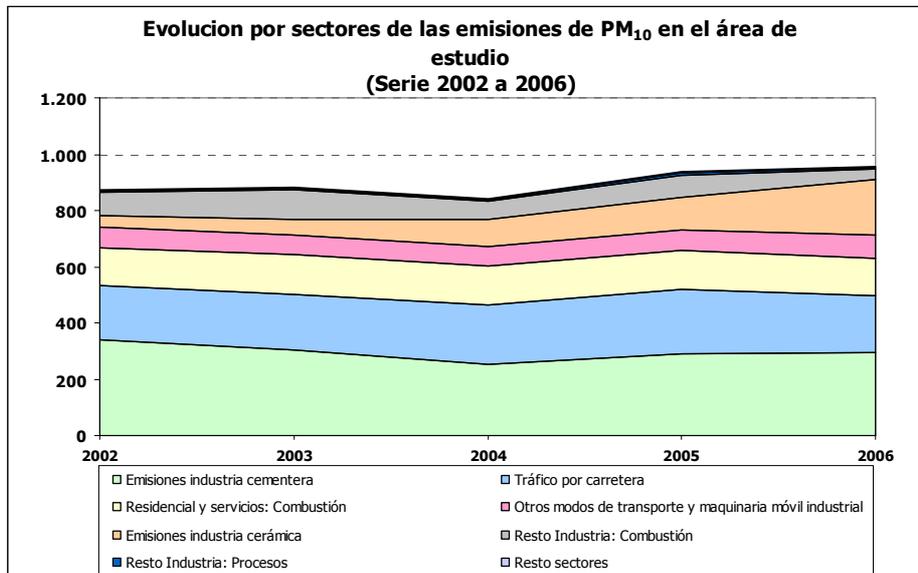
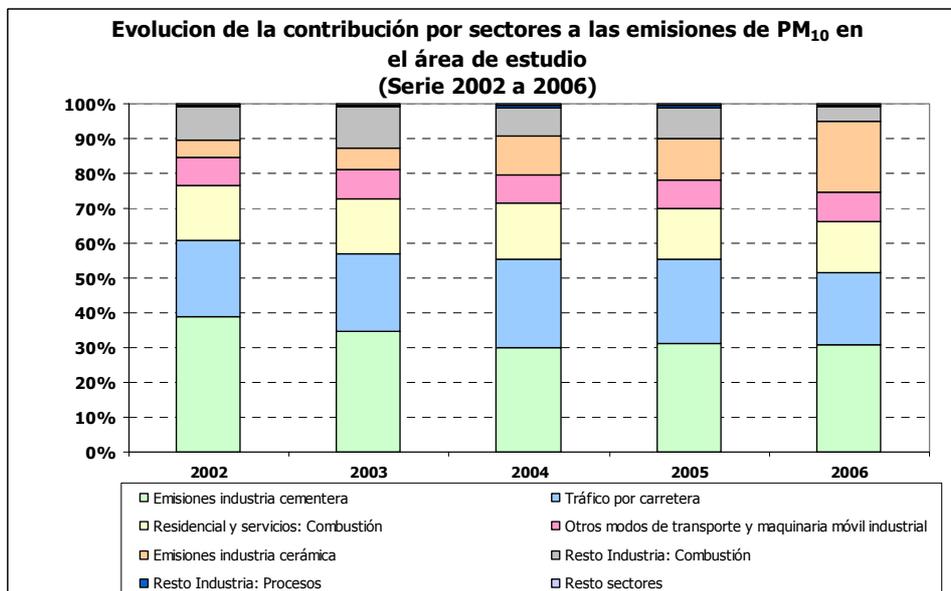


Figura 4.3.b. Evolución por sectores de las emisiones de PM₁₀ en el área de estudio (Serie 2002 a 2006)



4.2 Proceso cerámico y emisiones asociadas

4.2.1 Fabricación de ladrillos y tejas: descripción general del proceso

El proceso de fabricación de productos de cerámica estructural, en el que se incluye la fabricación de ladrillos y tejas, comienza con la selección de las materias primas que deben formar parte de la composición de partida, fundamentalmente mezclas de diferentes tipos de arcillas, con o sin adición de chamota, y en algunos casos puede utilizarse alguna materia prima adicional, como arenas. Preferentemente se utilizan materias primas locales que se transportan por carretera desde las minas próximas (situación más habitual) hasta las plantas de producción cerámica.

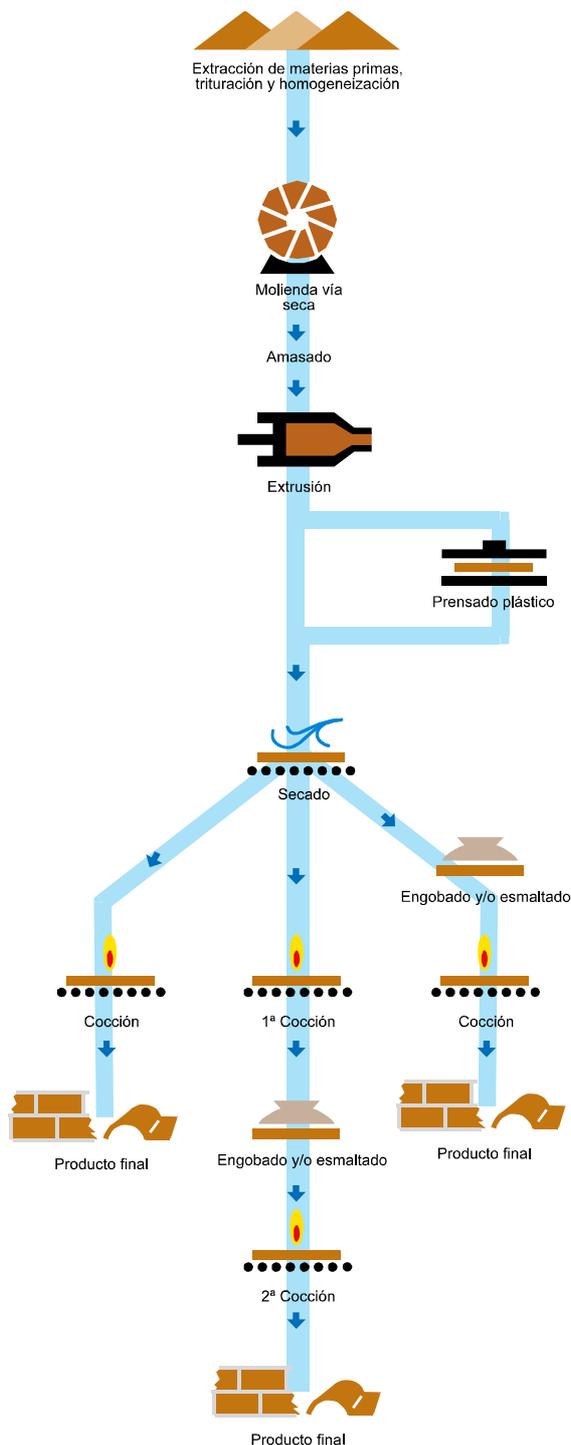
El procesamiento de las materias primas exige, en la mayoría de los casos, una homogenización previa que asegure la uniformidad de sus características. Por ello, una vez que se reciben en el centro, las materias primas son depositadas en pilas, que pueden estar a cielo abierto o en silos, total o parcialmente cubiertos, donde dichas materias primas (fundamentalmente arcillas) se homogeneizan y secan parcialmente. Esta fase del proceso puede ir precedida o seguida de una etapa de molturación que se suele realizar por vía seca. La molturación, cuyo objetivo es reducir las dimensiones de los materiales arcillosos y reducir impurezas, se realiza mediante molinos de martillos o pendulares. A continuación, se pasa a la etapa de mezclado y humectación, cuyo objetivo es formar una mezcla lo más homogénea posible. Al material molturado se le adiciona agua y se introduce en la amasadora, de la cual se obtiene una pasta uniforme con la que se realiza el conformado de las piezas.

El conformado de las piezas de cerámica estructural se puede hacer de distintos modos: extrusión, prensado en plástico, prensado en seco y moldeo manual o automático de pasta blanda. El modo más habitual de conformado de piezas en este sector es, como ocurre en la zona de estudio, mediante extrusión a la que en ocasiones sigue un prensado en plástico. Una vez conformada, la pieza se somete a una etapa de secado, de duración variable (dependiendo de si el material se seca por piezas o apilado) utilizando alguno de los distintos tipos de secaderos: continuos, discontinuos o semicontinuos. En el caso de tejas esmaltadas al secado le sigue el esmaltado, que consiste en la aplicación de una o varias capas de esmalte sobre la pieza que confieren al producto cocido las propiedades técnicas y estéticas deseadas.

Finalmente tras la etapa de esmaltado se realiza la cocción. Los hornos más utilizados son hornos continuos (principalmente hornos túnel), el uso de hornos discontinuos es poco habitual. El producto puede someterse a una (monococción) o dos cocciones (bicocción). La mezcla de combustibles mayoritariamente utilizados en la zona de estudio incluye: i) gas natural, ii) coque de petróleo y iii) diversos tipos de combustibles biomasa. En el caso del coque, habitualmente una parte se incorpora en la composición de arcillas (en forma micronizada) y otra parte se alimenta a los quemadores del horno. A la etapa de cocción le sigue la de clasificación del producto (manual o automática) y finalmente se procede al embalaje y distribución de los productos.

En la Figura 4.4 se muestra el esquema del proceso de fabricación de cerámica estructural, cuyos principales productos son ladrillos y tejas, aunque en este término se incluyen otros productos cerámicos que forman parte de la estructura de los edificios: bovedillas, tableros machihembrados (o bardos), etc.

Figura 4.4. Proceso de fabricación de cerámica estructural.



Fuente: ITC

4.2.2 Flujos de materiales en las plantas de la zona de estudio: materias primas, combustibles y productos

En esta sección se describen y cuantifican los flujos principales de materias, productos y combustibles en el conjunto de las plantas del sector cerámico de la zona de estudio a lo largo del periodo 2002-2006, tomando como base la información facilitada por las plantas en los cuestionarios EPER y PRTR.

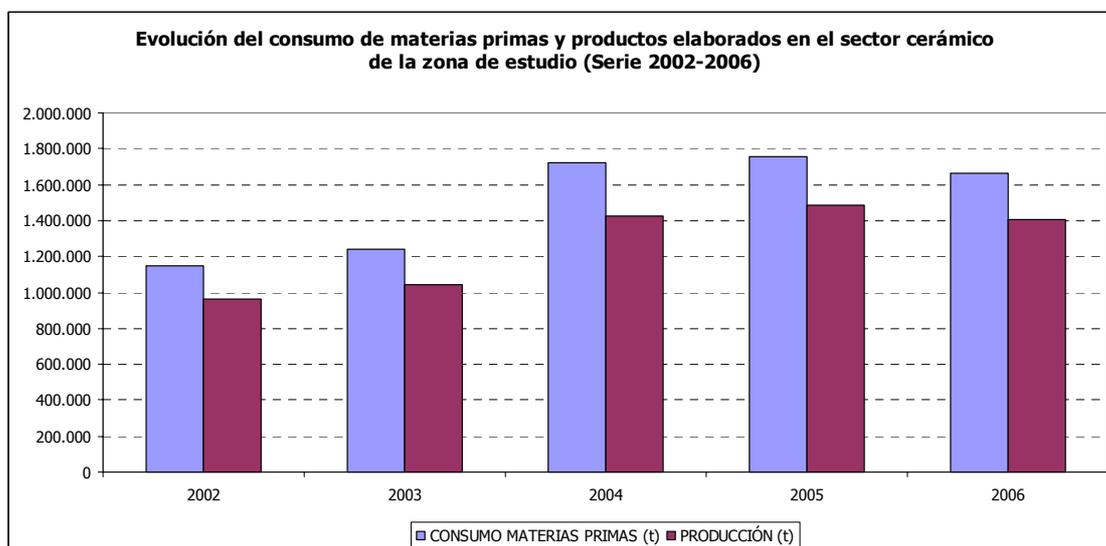
En la Tabla 4.6 se presentan los flujos de consumo de materias primas (primera fila), de productos (segunda fila), y por cociente entre ambos el ratio de materias primas utilizadas respecto a productos obtenidos. De la observación de los datos de la tabla, y mejor aun en la figura asociada 4.2.2, se hace evidente el crecimiento de la producción (y del consumo de materias primas) en el trienio 2004-2006 respecto a los dos años anteriores. El ratio de consumo de materias primas a productos se mantiene estable (entorno al 1,2) a lo largo de todo el periodo.

Tabla 4.6. Evolución del consumo de materias primas y productos elaborados en el sector cerámico de la zona de estudio (Serie 2002-2006)

	2002	2003	2004	2005	2006
CONSUMO MATERIAS PRIMAS (t)	1.146.473	1.241.229	1.720.485	1.756.356	1.661.140
PRODUCCIÓN (t)	964.430	1.042.303	1.425.964	1.485.451	1.404.902
t materia prima / t producto	1,19	1,19	1,21	1,18	1,18

Fuente: Respuestas dadas por los complejos a los cuestionarios EPER.

Figura 4.5. Evolución del consumo de materias primas y productos elaborados en el sector cerámico en la zona de estudio (Serie 2002-2006)



Las Figuras 4.6.a y 4.6.b (valores absolutos) y 4.7 (ponderación relativa) visualizan la evolución del consumo de combustibles con desglose por tipo de combustible, y expresados en términos energéticos de poder calorífico inferior, gigajulios (GJPCI).

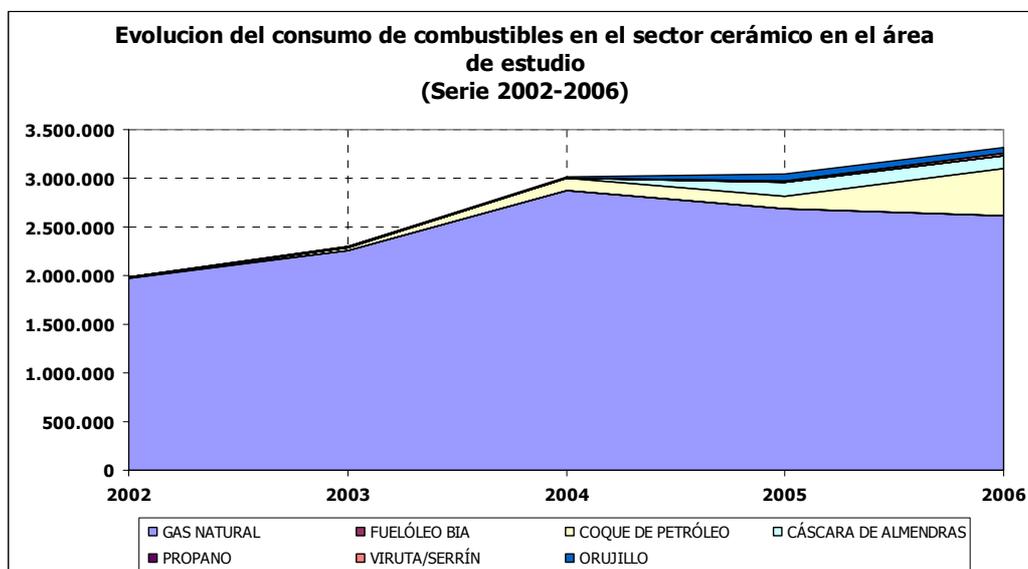
En la fabricación de cerámica estructural, los procesos de combustión tienen lugar en las etapas de cocción y secado de las piezas. El coste de fabricación es muy sensible al coste de las fuentes de energía y en concreto de los combustibles y por ello los fabricantes varían, dentro de ciertos límites, los combustibles utilizados según los precios de los mismos. Así, la mayoría de las plantas de la zona de estudio utilizan o bien gas natural como único combustible, o bien una mezcla de gas natural, coque de petróleo² y biomasa (orujillo, cáscara de almendra y virutas de madera), evidenciándose el aumento de penetración del coque de petróleo y los combustibles

² El coque de petróleo, además de utilizarse para alimentar los quemadores del horno, se añade a veces a la composición de las arcillas con la finalidad de facilitar la cocción de las piezas y aumentar la porosidad de las mismas

biomasa a lo largo del periodo, pero siempre en un contexto de absoluto predominio del gas natural.

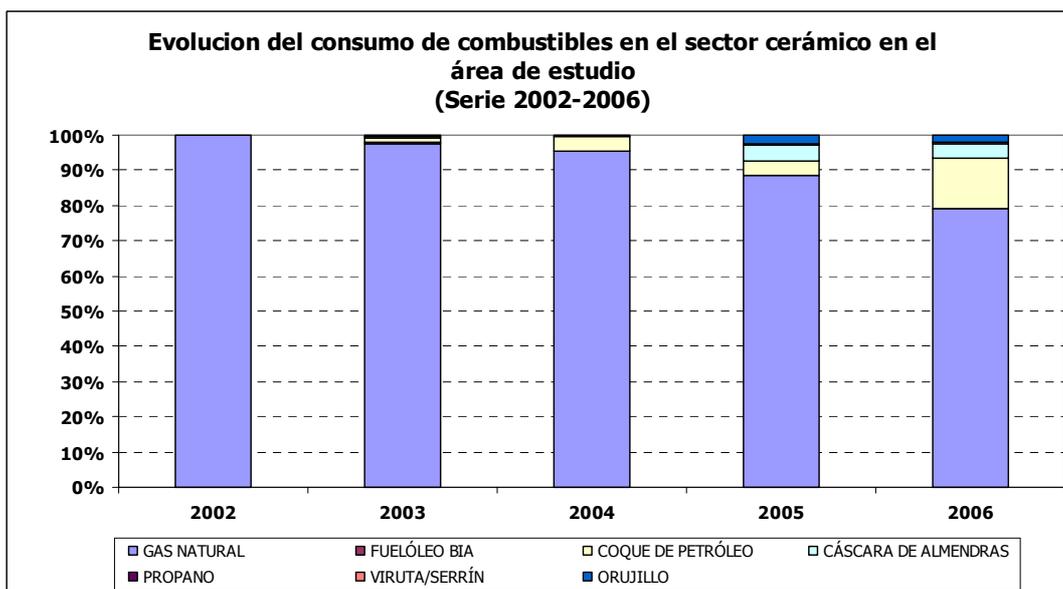
La distribución de combustibles utilizados en el año 2006, tomado como referencia, se muestra en la figura 4.7a mientras que en la figura 4.7b ha sido confeccionada a partir de la información facilitada por las empresas en cuestionarios realizados a las mismas, durante el año 2007. La distribución porcentual del consumo de combustibles refleja un aumento considerable del consumo de coque de petróleo respecto al declarado por las mismas para el registro PRTR 2006. Estos consumos deberán ser actualizados durante el seguimiento del plan con las declaraciones PRTR subsiguientes ya que afectará lógicamente a la estimación de las emisiones de los años posteriores.

Figura 4.6.a. Evolución por combustible del consumo de combustibles en el sector cerámico en el área de estudio (Serie 2002-2006)



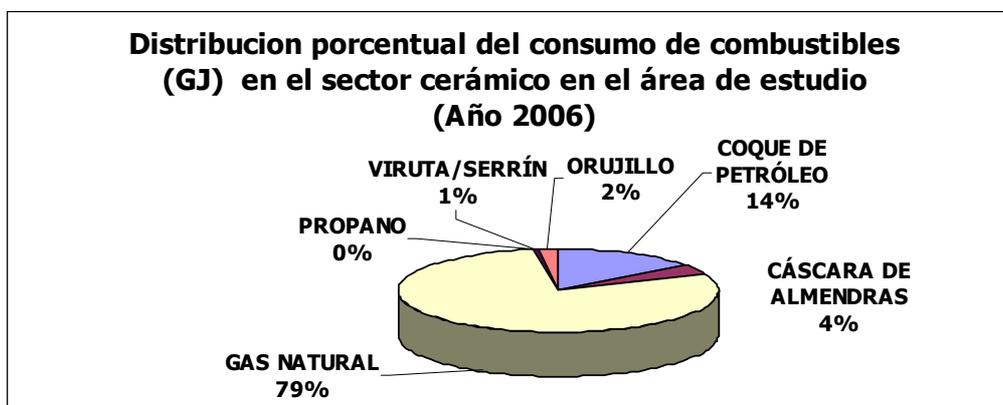
Fuente: Respuestas dadas por los complejos a los cuestionarios EPER.

Figura 4.6.b. Evolución de la contribución por combustible al consumo de combustibles en el sector cerámico en el área de estudio (Serie 2002-2006)



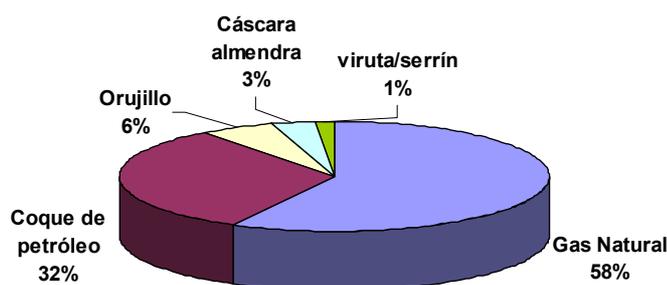
Fuente: Respuestas dadas por los complejos a los cuestionarios EPER.

Figura 4.7. Distribución porcentual del consumo de combustibles (GJ) en el sector cerámico en el área de estudio (año 2006)



Fuente: Respuestas dadas por los complejos a los cuestionarios EPER.

Combustibles (MWh/año)



- 1) **Figura 4.7b:** Distribución porcentual del consumo de combustibles (GJ) en el sector cerámico en el área de estudio (año 2007) .

4.2.3 Emisiones generadas en la fabricación de ladrillos y tejas: Valoración cualitativa

En el proceso de fabricación de ladrillos y tejas se generan una serie de emisiones a la atmósfera cuyo origen es debido a las materias primas y/o al combustible utilizado. Las emisiones se descargan a la atmósfera de forma canalizada o difusa. La emisión de partículas constituye uno de los impactos ambientales más significativos del proceso de fabricación de materiales cerámicos, ya que se trata de un tipo de actividad industrial que procesa materiales de naturaleza pulverulenta. Además de las partículas, se generan emisiones canalizadas de contaminantes gaseosos en las etapas de alta temperatura y/o en las que implican un proceso de combustión (denominadas emisiones calientes): secado de piezas y cocción. Los principales gases generados en procesos de combustión son: CO₂, CO, NO_x y SO_x. Otros gases, generados principalmente por descomposición de materias primas y combustibles sólidos son: CO₂ de carbonatos, NO_x de nitratos, HF de silicatos, HCl de impurezas minerales y SO_x de sulfatos y/o sulfuros. Estos gases pueden ser precursores de

partículas secundarias que se forman en la atmósfera. En la Tabla 4.7 se especifican las emisiones características de cada etapa del proceso.

Tabla 4.7. Emisiones características por etapas en el proceso de fabricación de ladrillos y tejas.

Contaminante Foco	Partículas canalizadas	Partículas difusas	HF	HCl	SO ₂	NO _x	CO ₂	Metales
Extracción de materias primas	.	●				●	●	
Transporte	●	●				●	●	.
Homogeneización y almacenamiento de materias primas	.	●				●	●	.
Preparación de materias primas (molienda y trituración)	●							
Extrudido								
Prensado en plástico								
Secado	●					.	●	
Esmaltado	●							.
Cocción de las piezas	●		●	.	●	●	●	.

●: se emite siempre.

.: se puede emitir o no dependiendo de varios factores (material, proceso, etc.)

Fuente: ITC

4.2.4 Cuantificación y caracterización de las emisiones canalizadas generadas en la fabricación de ladrillos y tejas

En esta sección se presentan las estimaciones de emisiones canalizadas, separando en sendos epígrafes las correspondientes a partículas de las correspondientes a los restantes contaminantes.

4.2.4.1. Emisiones canalizadas de partículas

La granulometría, composición y cantidad de masa de las partículas emitidas depende de la etapa de proceso considerada, pudiendo diferenciarse: i) etapas de trituración y molienda de las materias primas, que dan origen a las denominadas emisiones frías y ii) etapas de secado y cocción, que dan origen a las denominadas emisiones calientes.

La trituración y molienda se realiza en las plantas de este sector ubicadas en la zona de estudio por vía seca, proceso que en términos comparativos con el proceso alternativo de molienda por vía húmeda genera mayores emisiones dada la mayor propensión del material seco pulverulento a dispersarse en el ambiente. Cabe destacar que muchas de las empresas consideradas tienen instalados, en lo que concierne a esta etapa de trituración y molienda, sistemas de aspiración deficientes que canalizan los flujos aspirados a sistemas de depuración mediante filtros de mangas. Sin embargo, la mayoría de los filtros de mangas instalados en las plantas del sector en la zona de estudio tienen la salida de gases en el interior de la planta de fabricación. Esta situación es a todas luces inapropiada, pues esa salida de gases al interior de la nave puede afectar a la salud y seguridad de los trabajadores en caso de fugas, rotura de mangas o mal funcionamiento de los filtros, por lo que se proponen medidas prioritarias para corregir dicha situación.

En las etapas de secado y cocción, las emisiones de material particulado vienen determinadas principalmente por el tipo de combustible empleado y también, aunque en menor medida por la materia procesada, todo ello a igualdad de circunstancias operativas de las técnicas implantadas de reducción de emisiones.

En las Tablas 4.8.a (materia horneada) y 4.8.b (aportación del combustible) se presentan los factores de emisión de partículas, según clases diamétricas, del proceso de cocción (horneado) con las contribuciones de la propia materia horneada y de los combustibles. Dado que los hornos de las plantas cerámicas de la zona de estudio no tienen acopladas técnicas de reducción secundarias a las chimeneas de salida de los hornos los únicos datos que se presentan de factores de emisión son los de antes de la depuración, que en este caso coinciden con los factores netos finales. En la Tabla 4.9 se presentan los factores de emisión de partículas, según clases diamétricas, del proceso de molienda en seco. Los factores que se utilizan en el algoritmo de estimación de las emisiones son los factores netos finales, tras la depuración de los filtros de mangas acoplados a las aspiraciones de las naves de molienda. Para calcular esos factores netos finales se parte de los factores brutos por clases diamétricas y se calculan a partir de ellos los factores netos teniendo en cuenta la distinta eficiencia de reducción de los filtros de mangas según clases diamétricas. Los valores de los factores presentados en estas Tablas 4.8 y 4.9 son los datos empleados para la estimación de las emisiones actuales, así como la base para el cálculo del rendimiento de las alternativas propuestas.

Tabla 4.8.a. Factores de emisión de partículas en hornos: contribución de la materia horneada

PM: Clase granulométrica	FE (g partículas/t materia horneada)
PST	17,6¹
PM₁₀	17,4²
PM_{2,5}	5,3³

Fuente: ¹Tabla 3.5 "Average clean gas concentrations (porous clay blocks) and corresponding product related emission factors". BREF "Ceramic Manufacturing Industry" August 2007. El equipo de trabajo del inventario, tras las consultas realizadas al Bureau de IPCC, que remitió a su vez a la asociación alemana de fabricantes de ladrillos y tejas, que había elaborado esta parte del BREF de fabricación de ladrillos y tejas, asumió que el combustible utilizado era gas natural y que no había implantadas técnicas secundarias de reducción de emisiones (o en todo caso que las reducciones eran de cuantía menor comparadas con el factor reportado).

²Según Monfort et al (2006), el 99% de las PST que se emiten en los hornos de cocción de baldosas cerámicas son PM₁₀. Se asume esta proporción también para los hornos de tejas y ladrillos en ausencia de otros valores en la bibliografía de referencia.

³Ratio existente entre PM_{2,5} y PST tomado de la tabla B.2.2 categoría 4 del documento Appendix B.2 de AP-42 de la EPA para procesos mecánicos como trituración y molienda (30%), aplicada a la etapa de cocción.

Tabla 4.8.b. Factores de emisión de partículas en hornos: contribución de los combustibles (g de partículas / t combustible)

	GAS NATURAL					COQUE DE PETRÓLEO	ORUJILLO	CÁSCARA DE ALMENDRAS	VIRUTAS DE MADERA	FUELÓLEO BIA
	2002	2003	2004	2005	2006	2002-2006	2002-2006	2002-2006	2002-2006	2002-2006
PST	9,738	9,654	9,682	9,796	9,732	16.250	1.786	1.649	1.480	9.643
PM ₁₀	9,738	9,654	9,682	9,796	9,732	8.125	1.250	1.154	1.036	7.634
PM _{2,5}	9,738	9,654	9,682	9,796	9,732	3.250	982	907	814	5.223

Fuente: Inventario de emisiones a la atmósfera de la Comunidad Valenciana y Registro EPER

Para el inventario 2006 se ha seleccionado el factor de emisión de partículas procedentes del proceso de molienda seca de acuerdo con la EPA-AP42 (23,8 gPST/t de producto). La limitada cantidad de datos disponibles procedentes de informes de ECMCA que incluyan la concentración de partículas (mg/Nm³), así como la gran variabilidad de estos valores y de caudales específicos justifican dicha elección.

Tabla 4.9. Factores de emisión de partículas molienda seca (g de partículas / t de materia prima molida)

PM: Clase granulométrica	Antes de depuración	Depuración con Filtro de Mangas
PST	3.856,0 ¹	23,8
PM ₁₀	3.277,6 ²	22,2
PM _{2,5}	1.156,8 ³	11,6

Fuente: ¹Tabla 11-3-2 capítulo 11 de EPA AP42 (dato original de 8,5 lb/t convertido a g/t)

²Deducido a partir del factor de PST asumiendo el ratio PM10/PST de 0,85

³Deducido a partir del factor de PST asumiendo el ratio PM_{2,5}/PST propuesto por EPA para la molienda en seco de ladrillos y tejas.

4.2.4.2. Emisiones canalizadas de contaminantes gaseosos

Las emisiones de contaminantes gaseosos en este sector son características de los procesos que tienen lugar a alta temperatura, y aparecen asociados de forma directa o indirecta a las actividades de combustión. Las emisiones de este tipo de contaminantes se denominan también por ello emisiones calientes, y entre ellas se pueden diferenciar las asociadas directamente a la combustión y los combustibles, las provenientes de la descomposición-reacción de las materias primas en entornos de elevada temperatura (especialmente hornos) y las combinaciones de ambos orígenes. En el caso de fabricación de productos cerámicos, las emisiones de contaminantes gaseosos en caliente se pueden agrupar en:

- Emisiones de gases generados en los procesos de combustión** (CO₂, CO, NO_x, SO_x, etc.). Estos contaminantes se emiten en mayor o menor medida según el tipo de combustible utilizado y en su caso de la temperatura alcanzada en el proceso de combustión. Las emisiones de CO₂ y SO_x provenientes de la combustión están esencialmente determinadas por el contenido de carbono y azufre, respectivamente de los combustibles.
- Gases producidos por descomposición de materias primas** (CO₂ de carbonatos, HF de silicatos, HCl de impurezas minerales y/o del agua utilizada como materia prima, SO_x de sulfatos y/o sulfuros, etc.). Las emisiones de estos contaminantes originadas en la descomposición de las materias primas son características de los procesos a alta temperatura (etapa de cocción), en los que se producen transformaciones físico-químicas importantes en los materiales procesados.

Seguidamente se hace una breve exposición sobre los mecanismos de generación de algunos de los contaminantes referidos.

Óxidos de nitrógeno (NO_x)

Se denomina NO_x al conjunto de óxidos de nitrógeno, básicamente NO y NO₂ y expresados en masa de NO₂, presentes en una corriente gaseosa. Generalmente, la proporción en la que se encuentran es un 90% de NO y un 10% de NO₂. El NO_x presente en las emisiones puede proceder de:

1. La combustión de moléculas de nitrógeno presentes en el combustible. Normalmente a los óxidos de este origen se les denomina *NO_x del combustible*, y la cantidad generada no es importante pues depende del contenido en nitrógeno del combustible, que a nivel agregado no es elevada en la combinación de combustibles utilizados en este sector en la zona de estudio.
2. La reacción, a la temperatura de combustión, entre el nitrógeno y el oxígeno del aire, denominado *NO_x térmico* y que pasa a ser muy importante a elevadas temperaturas ($T > 1.400\text{ °C}$). En el caso de la fabricación de cerámica estructural, la temperatura de cocción es alrededor de 900-1000°C, por lo que la formación de NO_x térmico es poco significativa.
3. La *descomposición de nitratos* presentes en las materias primas. Dado que no es habitual la presencia de nitratos en las materias primas utilizadas por las plantas de la zona de estudio, esta fuente de NO_x no resulta significativa.

Así, en conjunto, en el proceso de cocción de los materiales cerámicos fabricados en el área de estudio no es previsible la presencia de óxidos de nitrógeno en cantidades significativas, como confirman los valores registrados en las determinaciones experimentales.

Compuestos de azufre (SO_x)

La formación del SO_x se genera principalmente por oxidación del azufre contenido en los combustibles fósiles durante el proceso de combustión. No obstante, aparte de las variaciones en la composición de las emisiones al utilizar un combustible u otro, se debe tener en cuenta que en la fabricación de productos cerámicos se utilizan en algunos casos materias primas (fundamentalmente arcillas) que contienen azufre en su composición en forma sulfatos y sulfuros. Normalmente, en la fabricación de ladrillos y tejas se permite hasta un 0.5% en sulfatos, contenido máximo para evitar presencia de velos de secado y fluorescencias.

Compuestos de flúor

Los compuestos de flúor aparecen en las emisiones de la industria cerámica fundamentalmente en forma de compuestos gaseosos en la etapa de cocción, generándose como consecuencia de la descomposición de minerales arcillosos que contienen impurezas de flúor en su estructura, a partir de temperaturas del orden de 400-600 °C. En el caso de las empresas ubicadas en el área de estudio, se observan mayores concentraciones de compuestos de flúor en las emisiones de gases en aquellas plantas en que la temperatura de cocción es más elevada ($T > 1000\text{ °C}$).

Compuestos de cloro (HCl)

La emisión de compuestos de cloro (expresados como HCl) en el proceso de fabricación de cerámica estructural se localiza principalmente en la etapa de cocción, donde el origen de dicho contaminante está asociado: i) al contenido de compuestos de cloro en las materias primas del soporte; ii) al consumo de aguas, que suelen tener un contenido mínimo de cloro, tanto si el agua procede de pozo o de la red pública, como si es agua reciclada procedente de las operaciones de limpieza que incorporan materiales reciclados, práctica bastante frecuente en las industrias cerámicas; y iii) a la combustión de biomasa, en concreto del orujillo, que en los procesos de combustión puede generar HCl.

En las Tablas 4.10.a (materia horneada) y 4.10.b (aportación del combustible) se presentan los factores de emisión de contaminantes gaseosos asociados a la materia horneada en caliente del proceso de cocción y los asociados a los combustibles en la combustión de los hornos. Dado que los hornos de las plantas cerámicas de la zona de estudio no tienen acopladas a las chimeneas de salida técnicas de reducción secundarias, los únicos datos que se presentan de factores de emisión son los de antes de la depuración, que en este caso coinciden con los factores netos finales.

Los factores de emisión propuestos por EPA y seleccionados para elaborar el inventario 2006 presentan diferencias significativas en relación con los obtenidos experimentalmente en las empresas afectadas por el Plan y los propuestos en el BREF para los contaminantes SO₂, HF y HCl.

La disparidad de las medidas experimentales de ECMCAs y la situación en que la variación del mix de combustibles puede tener incidencia importante en las emisiones medidas, sumado al hecho de que en las tablas background 3.6, 3.7, 3.8 y 3.9 del BREF, base de la citada tabla 3.5 de factores finales, se indica que la mayoría de los hornos utilizan carbonato cálcico y/o hidróxido cálcico como aditivos para la reducción de emisiones de gases ácidos y que estos aditivos no se utilizan en los hornos de ladrillos y tejas de la zona de estudio, justifican la elección de los factores de EPA (más conservadora salvo para el HCl). Además dichos factores son los recomendados por parte de HYSALYT (Asociación Española de Fabricantes de Ladrillos y Tejas).

No obstante, se incluye como recomendación de este plan el incrementar el número medidas para poder reemplazar con fiabilidad los factores de la literatura de forma que se haga converger los datos experimentales con los obtenidos por modelos de estimación.

Tabla 4.10.a. Factores de emisión de contaminantes gaseosos en emisiones de hornos: contribución de la materia horneada (g de contaminante / t materia horneada)

Contaminante	FE (g/t)
SO ₂ ¹	304
HF ²	168
HCl ²	77

Fuente: ¹Tabla 11.3-3 "Emission factors for brick manufacturing operations" de EPA AP42

²Tabla 11.3-4 "Emission factors for hydrogen fluoride, total fluorides, and hydrogen chloride from brick manufacturing operations" de EPA AP42

Tabla 4.10.b. Factores de emisión de contaminantes gaseosos de hornos: contribución de los combustibles (g contaminante / t de combustible)

	GAS NATURAL					COQUE DE PETRÓLEO	ORUJILLO	CÁSCARA DE ALMENDRAS	VIRUTAS DE MADERA	FUELÓLEO BIA
	2002	2003	2004	2005	2006	2002-2006	2002-2006	2002-2006	2002-2006	2002-2006
SO ₂	80	80	80	80	80	99.895	999	999	999	19.979
HF										5
HCl										45
NO _x	3.019	2.993	3.001	3.037	3.017	9.750	1.558	1.451	2.294	6.630
CO	828	821	823	833	827	488	30.469	28.131	9.280	603

Fuente: Inventario de contaminantes a la atmósfera de la Comunidad Valenciana y Registro EPER

4.2.5 Cuantificación y caracterización de las emisiones difusas generadas en la fabricación de ladrillos y tejas

En esta sección se presenta la estimación de las emisiones difusas (es decir, no canalizadas) generadas en los siguientes procesos de fabricación de ladrillos y tejas en las plantas ubicadas en la zona de estudio:

i) el almacenamiento al aire libre, la manipulación y transporte interno de las materias primas.

Las partículas emitidas en las operaciones de almacenamiento al aire libre, la manipulación y transporte interno de las materias primas tienen una composición similar a la del material procesado (principalmente arcillas)³.

ii) las debidas a las pérdidas de carga por reboses o cierres deficientes en las operaciones de transporte de las materias primas entre las canteras y las fábricas cerámicas.

Pérdidas de la carga del camión por reboses o cierres deficientes. Las emisiones de estas pérdidas dependen del tipo de camión (camiones cisterna o bañera), de las condiciones del transporte y de las prácticas de carga, descarga y transporte (buen estado de la puerta trasera de la bañera que garantice un cierre adecuado, cobertura total de carga con toldos, grado de llenado para evitar reboses superiores, entre otros factores). Por ello las emisiones por kilómetro son muy variables, pero en todo caso varios órdenes de magnitud

³ Según Alastuey et al (2000), Querol et al. (2001) y Monfort et al. (2004) la emisión generada en la **extracción y almacenamiento de arcillas** es de granulometría relativamente gruesa. Así, Monfort et al (2005) en las inmediaciones de estas actividades registraron niveles de 1600 µgPST/Nm³ (extracción de arcillas) y de 900 µgPST/Nm³ (almacenamiento de arcillas), de los que el 40% es PM₁₀ (lo cual supone 640 y 360 µgPM₁₀/m³), y de éste sólo el 6-11% es PM_{2.5}. Alastuey et al. (2000) y Querol et al (2001) registraron niveles muy similares en extracción de materias primas (700 µgPM₁₀/m³) y de manipulación de material pulverulento (200 µgPM₁₀/m³)

superiores a las otras fuentes del tráfico (excluida la resuspensión). Se considera esta fuente de emisiones como una de las principales a controlar mediante la supervisión de las condiciones del transporte del material pulverulento⁴.

Se ha realizado una estimación de la emisión debida a las pérdidas de material durante su transporte por carretera en camiones bañera, aunque se ha de considerar meramente orientativo el orden de magnitud de estas emisiones. Para ello, se ha tenido en cuenta que hay un flujo de transporte medio de materia prima pulverulenta de unos 1500 viajes semanales, con una media de 15 km de recorrido y suponiendo que en las condiciones de transporte en camión bañera las pérdidas asimilables a emisiones pueden considerarse como media sobre 0,6 kg de materia prima por viaje (por reboses o derrames en la puerta trasera), lo que equivale a unos 0,02 kg de PST por tonelada transportada. Este cálculo se ha realizado basándose en pérdidas simuladas en laboratorio (con materias primas recogidas en las visitas a las empresas), tomando datos de los camiones que operan en la zona y mediante consultas a empresas. A partir de esa información se ha supuesto que en las condiciones actuales un 25% de camiones pierden menos de 0,3 kg por viaje, un 50% pierden sobre 0,6 kg y un 25% más de 0,9 kg por viaje. Estos cálculos se traducen en el municipio de Agost en unas pérdidas anuales de 50 toneladas de PST aproximadamente. Si se aplica un factor de 0,4 para el ratio PM_{10}/PST , según el calculado por Alastuey et al. (2000), Querol et al. (2001) y Monfort et al. (2004), dichas emisiones equivalen a unas 20 toneladas de PM_{10} . Si las pérdidas de material se expresan en valor específico, este valor equivale a unos 0,01 kg de PM_{10} por tonelada transportada.

No se incluyen aquí las originadas por los motores de los vehículos (emisiones del tubo de escape) o por el desgaste de sus frenos y neumáticos por efecto del rozamiento, pues todas estas emisiones se computan en la nomenclatura del inventario en el grupo del *tráfico por carretera*.

Con el fin de cuantificar la emisión de partículas difusas, concretamente PST y PM_{10} , en las actividades de almacenamiento al aire libre, manipulación y transporte interno, se ha realizado una estimación a partir de las ecuaciones y factores de emisión recogidos en el documento AP-42 de la E.P.A. (US Environmental Protection Agency) y en el "Emission Estimation Technique Manual for Mining" versión 2.3, propuesto para elaborar el Nacional Pollutant Inventory de Australia. Así, en la Tabla 4.11 se presentan los rendimientos y factores de emisiones difusas de partículas en las etapas de almacenamiento y manipulación de materias primas pulverulentas en la industria cerámica (los datos se han obtenido experimentalmente en instalaciones que utilizan diferentes tipos de arcillas como materias primas, tanto de la zona de l'Alacantí como de otras zonas). Estos valores medios que se presentan en la tabla son los que se han utilizado para realizar la estimación de las emisiones difusas, cuyos resultados se presentan la Tabla 4.12, y para establecer los escenarios de reducción de las mismas que se presentan el capítulo 7.

⁴ En cuanto granulometría las emisiones originadas por el material transportado son de tipo grueso, presentado, según Alastuey et al. (2000) y Querol et al. (2001), un máximo en el rango $>20 \mu m$. Monfort et al. (2004) también registraron una granulometría gruesa, con un 60% del PST por encima de $10 \mu m$ y un ratio $PM_{2.5}/PM_{10}$ de 0,07. No obstante, cabe remarcar que los niveles registrados dependen en gran medida de la distancia al foco de emisión y de la duración del muestreo.

Tabla 4.11. Rendimientos y factores de emisiones difusas de partículas en las etapas de almacenamiento y manipulación de materias primas pulverulentas.

Tipo de medida correctora	Descripción medida correctora	Rendimiento (%)	Factor de emisión (g de PM ₁₀ /tonelada de producto)
Alto rendimiento	Almacenamiento silos Cerramiento total de las actividades con sistemas de aspiración y posterior depuración	95	10
Medio rendimiento	Instalaciones semicerradas con medidas de reducción de emisiones (pavimentación total y limpieza de viales, etc.)	75	85
Bajo rendimiento	Almacenamiento y operaciones al aire libre en zonas no pavimentadas Riego y pavimentación de viales de circulación Cerramiento parcial del triturador	40	250

Fuente: Monfort et al (2009)

Tabla 4.12. Emisiones de partículas difusas con desglose por actividades que las originan en el municipio de Agost (2007)

Proceso	PM ₁₀ (t)	PST(t)
Manipulación, transporte interno y almacenamiento al aire libre de las materias primas	440	1263
Pérdidas de carga por reboses	20	50

Aunque desde un enfoque estrictamente cualitativo, cabe mencionar en este apartado las emisiones debidas a los procesos de resuspensión que origina el movimiento de los vehículos sobre los viales, especialmente en el caso de viales no-pavimentados.

Aunque la resuspensión del material depositado en el firme se produce en todas las áreas afectadas por emisiones del tráfico, en la zona cerámica este tipo de emisión es de especial relevancia. La pérdida y deposición sobre la calzada de material pulverulento durante el transporte de las materias primas o bien el depósito atmosférico de las emisiones canalizadas provocan unas emisiones que pueden llegar a ser muy importantes por la continua resuspensión del citado material por el tráfico rodado. Una limpieza periódica de los firmes de rodadura garantizaría una reducción considerable de estas emisiones.

4.2.6 Estimación de las emisiones totales de la industria cerámica en el área de estudio

En esta sección se presenta en la Tabla 4.13 una síntesis de las emisiones estimadas originadas por la industria cerámica en la zona de estudio, para el conjunto de contaminantes que incluye el inventario de emisiones. Las estimaciones se presentan desglosadas según la forma de descarga a la atmósfera (canalizada o difusa). Entre las canalizadas se diferencia entre las emisiones frías y calientes; y entre las difusas se diferencia los dos orígenes principales: i) manipulación, almacenamiento y transporte interno, y ii) pérdidas en transporte por reboses y cierres deficientes de los camiones de transporte de las materias primas.

Tabla 4.13. Emisiones canalizadas y difusas del sector cerámico en 2006. Cifras en toneladas

Contaminante	Canalizadas	Difusas	Totales
SO ₂ (t)	1.951		1.951
NO _x (t)	522		522
CO ₂ (kt)	276		276
PM _{2.5} (t)	87		87
PM ₁₀ (t)	196	460 ¹	636
PST (t)	325	1.313 ¹	1.588
HF (t)	186		186
HCl (t)	86		86

Fuente: Inventario de emisiones de contaminantes a la atmósfera de la Comunidad Valenciana y estudio para las emisiones difusas de PM₁₀ y PST.

¹Obtenidas como suma de las dos primeras filas de la tabla 4.12. Debe tenerse en cuenta que cubren solo el municipio de Agost. Basados en datos experimentales de 2007.

4.3 Proceso de fabricación de cemento y emisiones asociadas

4.3.1 Fabricación de cemento: descripción general del proceso

El primer paso para la fabricación del cemento Pórtland es la extracción de las materias primas, con su posterior trituración y homogenización. El proceso sigue con la calcinación del carbonato cálcico y continúa con la cocción del óxido de calcio resultante junto con sílice, alúmina y óxido ferroso a elevada temperatura para obtener clínker. El clínker es la base para todo tipo de cementos con la única salvedad de que en el clínker del cemento blanco no se usa pirita como fundente.

Las materias primas principales para la fabricación del clínker son los materiales calizos (CaCO₃) y la arcilla caolinítica (Al₄[(OH)₈(Si₄O₁₀)]). La roca caliza formada fundamentalmente por carbonato cálcico, y que suele denominarse caliza-margosa cuando aumenta su contenido en arcilla, aporta los óxidos de calcio y otros metales alcalino-térreos (óxidos básicos). Otros componentes relevantes de las materias primas los constituyen las margas (rocas consolidadas formadas por arcillas y limos de origen detrítico y caracterizadas por contener un porcentaje de carbonato cálcico siempre inferior al 50%), y minerales con compuestos de Al y Si (óxidos ácidos). En menor proporción es necesaria la adición de minerales de Fe u otros metales con propiedades fundentes, constituyentes que son añadidos en forma de piritas, escorias, etc. Las proporciones entre los óxidos de distinto tipo-origen (sílice, alúmina, cal y óxido férrico) dan lugar a los módulos hidráulico, de silicato y de fundentes, que conforman los distintos tipos de cemento y sus propiedades. En las plantas de CEMEX en Sant Vicent del Raspeig los materiales principales incluyen: caliza, margas, rodano y escorias.

La cocción del clínker se realiza en un horno rotativo que puede formar parte de un sistema de hornos horizontales de proceso húmedo o seco; de un sistema de hornos con precalentador de suspensión de proceso seco; o de un sistema de hornos con precalentador o precalcinador. Si a la producción de clínker sigue la de cemento (la planta puede vender el clínker como tal), el clínker debe molerse junto con yeso (2%-3% de yeso añadido para regular el endurecimiento) y otros componentes para obtener cemento como producto final.

Procesos de vía seca o vía húmeda.

Los procesos en **vía seca** consisten en hacer pasar el crudo por un precalentador o precalcinator antes de pasar por el horno. A la temperatura del precalcinator (900°C) los álcalis presentes en la composición pueden reaccionar con los compuestos de azufre generados en el horno de clínker y quedarse retenidos en forma de sales. En la Figura 4.8.a se presenta el esquema de un proceso vía seca con precalentador.

Los procesos en **vía húmeda** (Figura 4.8.a) consisten en moler el crudo en agua para formar una especie de lodo que se alimenta directamente al horno. En este proceso, si las materias primas tienen un alto contenido de compuestos de azufre volátiles, la reacción del oxígeno presente en los gases de combustión con dichos compuestos dará lugar a la formación de SO_2 a temperaturas relativamente bajas ($<600^{\circ}\text{C}$). A estas temperaturas, los álcalis presentan poca reactividad, por lo que el SO_2 se emite mayoritariamente a la atmósfera, arrastrado por los gases del horno (Figura 4.8.b).

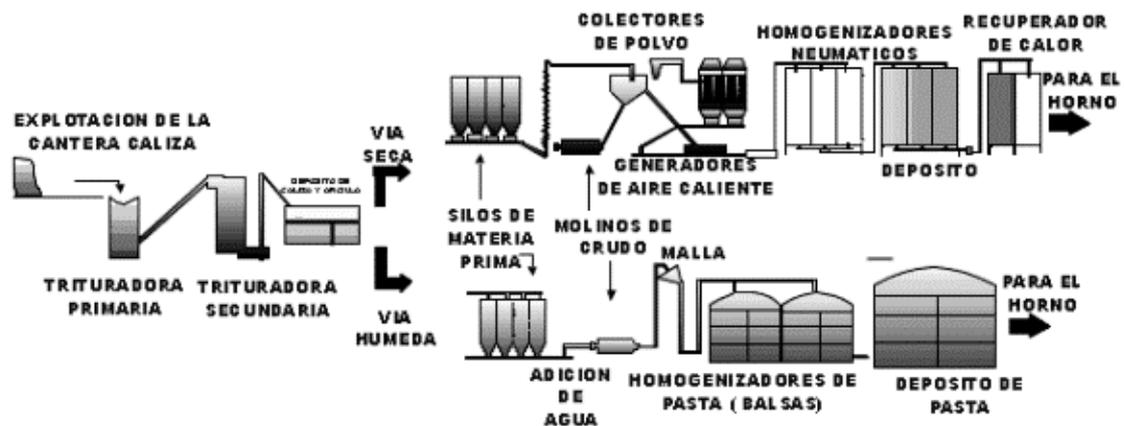


Figura 4.8.a. Fase 1 del proceso de fabricación de cemento: tratamiento de la materia prima hasta la entrada en el horno (Esquema de los 2 procesos, por vía seca y vía húmeda). Fuente: www.tecnologías limpias.org

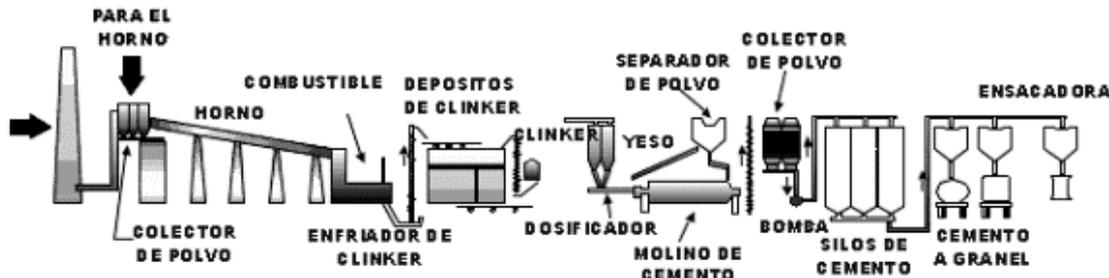


Figura 4.8.b. Fase 2 del proceso de fabricación de cemento (desde la alimentación al horno). Fuente: www.tecnologías limpias.org

Procesos semi-secos y semi-húmedos.

En los procesos **semi-secos** el crudo se mezcla con agua formando pellets y es introducido a un precalentador antes de que pase al horno.

En los procesos **semi-húmedos** el fango es deshumedecido mediante filtro prensado y posteriormente el filtro y la torta se mezclan en forma de pellets y se alimentan al precalentador o directamente al horno. Estos procesos también emiten grandes cantidades de SO_2 a la atmósfera.

El mejor método para reducir la emisión de compuestos de azufre es el de vía seca, porque debido a la alta temperatura de trabajo del precalcinador los compuestos de azufre quedan retenidos antes de salir a la atmósfera. Los procesos húmedos consumen mucha más energía y son mucho más caros. Las plantas que usan procesos semi-húmedos deben de cambiar a tecnologías secas siempre que sea requerida una expansión o mejora del proceso. La industria del cemento tiende a mejorar sus procesos de producción y disminuir sus emisiones basándose en las mejores técnicas disponibles (BAT, Best Available Techniques) según la Comisión Europea de Control y Prevención de la contaminación integrada (IPPC, Integrated Pollution Prevention and Control).

4.3.2 Proceso de fabricación en las plantas de CEMEX ubicadas en la zona de estudio

A lo largo del periodo analizado se localizan en la zona de estudio dos plantas de fabricación de clínker y de cemento de la empresa CEMEX denominadas en esta memoria como CEMEX-I y CEMEX-II y cuyas características se describen a continuación

CEMEX-I

La más antigua, CEMEX-I (1920), utiliza el proceso semihúmedo en dos hornos Lepol fabricando hasta 2006 cemento blanco, pasando en el año 2007 a una fabricación tanto de blanco como de gris y en 2008 a fabricar únicamente gris.

En cuanto a las técnicas secundarias de reducción de emisiones la planta cuenta con electrofiltros en las chimeneas de los hornos y filtros de mangas en las chimeneas de los molinos⁵.

Los electrofiltros son sensibles a la velocidad de paso de los gases en el interior del filtro, al punto de rocío y a la humedad de los gases. En el periodo 2005-2006 se realizaron modificaciones técnicas para incrementar la producción de los hornos, para lo que se incrementó el tiro del ventilador de cola de los hornos y dada la especial ubicación de estos electrofiltros, más cerca del ventilador de cola, se incrementó la velocidad de paso de los gases, con la consiguiente merma en la capacidad de retención de las partículas en los campos eléctricos.

El paso a cemento gris en el año 2007 conllevó un aumento de las emisiones de partículas dado que este tipo de cemento necesita un menor aporte de agua para la formación de la gránula de la parrilla y en el apagado del clínker en el tromel (con agua), con lo que el aporte de agua en todo el proceso se redujo, reduciendo también la humedad en la corriente gaseosa, y dado que en este proceso no existe torre de enfriamiento de gases, ello implicó un descenso del punto de rocío dentro de los filtros electrostáticos, y la consiguiente disminución de la captación de polvo.

Los hornos Lepol se caracterizan por una menor eficiencia en la combustión que los hornos Dopol (de CEMEX II), lo que implica mayor volatilidad en las emisiones de CO y NO_x de la planta de CEMEX-I. La tecnología Lepol (parrilla intercambiadora) es mucho menos eficiente que una torre de ciclones (tecnología Dopol de CEMEX II). No existe ningún sistema de depuración para tratar la corriente gaseosa, salvo para las partículas. La tecnología Lepol con parrillas intercambiadoras es poco eficiente para fijar el S de los combustibles y de las materias primas.

Las emisiones canalizadas frías proceden de las moliendas. Como ya se ha comentado más arriba, todas ellas disponen de filtros de mangas. A CEMEX-I, el combustible y las materias primas le son suministrados, desde CEMEX-II, mediante cintas cubiertas y mediante transporte neumático, una vez molido, en caso del coque.

El cierre de esta planta, previsto inicialmente para agosto de 2009, se realizó anticipadamente en mayo de 2008.

CEMEX-II

Cemex-II es la planta más grande y moderna (1975) que utiliza el sistema de producción vía seca y con torre intercambiadora de ciclones. Tiene un solo horno con precalcinador y fabrica clínker para cemento gris y este tipo de cemento.

En cuanto a las técnicas secundarias de reducción de emisiones la planta contaba con electrofiltro en la chimenea del horno Dopol que fue sustituido en el año 2007 por un filtro de mangas y filtros de mangas en las chimeneas de los molinos.

⁵ En el año 2008 se llevó a cabo una modificación en el sistema de operación de las técnicas secundarias de reducción de emisiones de los hornos (hornos Lepol 2 y 3). Aprovechando la parada del horno 3 se procedió a la distribución de los gases del horno que quedaba activo, por los electrofiltros que controlaban las emisiones de ambos hornos y posteriormente se amplió el electrofiltro del horno 2 y se conectaron los dos electrofiltros en serie al horno 2 hasta el paro de la producción de esta planta.

Como ya se ha comentado más arriba, la tecnología Dopol presenta una mayor eficiencia en la combustión lo que implica menor volatilidad en las emisiones de CO y NO_x. Esta tecnología propicia también una mayor fijación del S de los combustibles y las materias primas lo que conlleva una menor emisión de SO_x.

Las emisiones canalizadas frías proceden de las moliendas. Todas ellas disponen de filtros de mangas.

4.3.3 Emisiones generadas por la fabricación de cemento: Valoración cualitativa

De forma cualitativa los tres bloques más importantes del proceso productivo en cuanto a generación de emisiones son: i) la extracción, transporte y almacenamiento de materias primas y combustibles sólidos, ii) los procesos de trituración y molienda de crudo clinker y combustibles y la molienda del cemento, iii) el proceso de cocción en hornos para la obtención del clinker.

De forma generalizada los gases circulan en contracorriente con las materias primas y la corriente de gases se usa también de forma secundaria en los molinos de crudo, de combustible y de cemento, por lo que existe una salida principal de gases una vez que se ha aprovechado gran parte de su capacidad calorífica y las salidas de los molinos de crudo, coque y cemento que son principalmente de partículas.

En cuanto a su implicación en la calidad del aire, las principales sustancias contaminantes de las emisiones generadas por la fabricación de cemento son los óxidos de nitrógeno (NO_x) y otros compuestos de nitrógeno, los óxidos de azufre (SO_x) y las partículas. Otras emisiones relevantes asociadas al proceso de combustión son las siguientes: dióxido de carbono (CO₂), ácido clorhídrico (HCl) y metales y sus compuestos⁶. La Tabla 4.14 presenta en forma cualitativa las emisiones características de cada etapa.

Tabla 4.14. Emisiones características por etapas en el proceso de fabricación de cemento.

Foco / contaminante	Partículas difusas	Partículas canalizadas	HCl	SO ₂	NO _x	CO ₂	Metales
Extracción de materia prima	●						
Transporte materias primas	●	●			●	●	•
Transporte combustible	●	●			●	●	•
Preparación materias primas (molienda y trituración)		●					•
Preparación combustible (molienda)		●					•
Horno		●	●	•	●	●	●
Preparación cemento (molino de cemento)		●					•
Transporte desde la planta	●				●	●	•

●: Se emite siempre

•: Se puede emitir o no dependiendo de las especificaciones particulares del proceso seguido en cada planta

Fuente: elaboración propia (UA)

⁶ Otras sustancias que pueden emitirse en mayor o menor cantidad según el tipo de proceso y modo de operación son las siguientes: Monóxido de carbono (CO), compuestos orgánicos volátiles (COVNM), dioxinas y furanos (PCDD+PCDF).

4.3.4 Cuantificación y características de las emisiones canalizadas originadas en las plantas de fabricación de cemento

La estimación de las emisiones de los contaminantes de referencia (SO_2 , NO_x , CO , PST) para los que se dispone de medidas de concentración y caudal se ha realizado tomando como base esta información y transformándola mediante la información asociada de caudales horarios a estimación de emisiones por hora de funcionamiento del proceso correspondiente. Seguidamente multiplicando las emisiones horarias por las horas de funcionamiento anuales de cada proceso se ha obtenido la estimación de emisiones total de cada proceso y por agregación de estas emisiones, la estimación de las emisiones totales de cada planta.

Los responsables de las plantas de CEMEX han facilitado la información de base para todos los años en que se ha dispuesto de esas medidas de concentración ya sea por mediciones realizadas por ECMCAs ya sea por las medidas denominadas autocontroles realizadas por las propias plantas, y cuyo sistema de control es informada la Dirección General para el Cambio Climático. El equipo de trabajo del inventario ha establecido un procedimiento para segmentar la información de emisiones horarias por unidad de proceso agrupando por periodos todos aquellos intervalos temporales en que no se ha identificado un factor de cambio en la estructura del proceso (cambios en la penetración o eficacia de las técnicas de reducción de emisiones o en el modo de operación de éstas, etc.), de manera que a partir de la información de base de ECMCAs y autocontroles se procesó la información por intervalos homogéneos donde no se identificaba un factor externo que pudiera provocar un cambio en la concentración. De esta manera, han obtenido factores de emisión promediados en los periodos sin cambio en factores externos lo que ha llevado a hacer más estables y más representativos los factores de emisión descontando de los mismos la variabilidad muestral en subperiodos (años) de un mismo intervalo en el que no se hubieran alterado los factores externos que pudieran implicar variabilidad en los factores de emisión horarios de cada proceso. Complementariamente se hizo un análisis para descartar de la incorporación a la selección de los factores aquellos periodos en que una alta variabilidad de los datos originales de ECMCAs o de autocontroles pudiera considerarse espuria por carencias de homogeneidad o representatividad del proceso de toma de datos en comparación con los procesos mejorados de esta toma de datos que prevalecen en el último periodo de las series analizadas (muestras puntuales mediante maletas y proceso isocinético vs. mediciones más representativas realizadas por autocontroles de alta frecuencia, etc., realizados estos últimos, en lo que respecta a los autocontroles, mayoritariamente en el periodo que va desde 2005 a 2008).

La información sobre horas de operación por unidad de proceso se ha tomado de las respuestas dadas por las plantas a los cuestionarios cumplimentados para EPER (serie 2002 a 2006) y PRTR (serie 2007 a 2008). Esta misma fuente es la que se ha utilizado para toda la información complementaria sobre implantación de técnicas secundarias de reducción de emisiones, flujos de materias, combustibles, producciones, etc.

Para el caso de las partículas se ha realizado la estimación de PM_{10} a partir de la estructura granulométrica correspondiente a cada proceso y técnica de reducción de emisiones a partir de las mediciones de PST más arriba comentadas. Para el caso del CO_2 la estimación se ha realizado por suma de: i) las emisiones asociadas al conjunto de todos los combustibles en función de los contenidos de carbono y factores de

oxidación, y de ii) las emisiones correspondientes a los procesos de descarbonación según el contenido de carbonatos y factores de eficiencia de descarbonación de la materia contenida en el crudo horneado.

En la Tabla 4.15 se muestran las estimaciones de las emisiones de las plantas de cemento ubicadas en el área de estudio para el año 2006; y en las Tablas 4.16.a y 4.16.b y en las Figuras 4.9.a, 4.9.b, 4.10.a y 4.10.b la evolución temporal en el periodo 2002-2006 de las emisiones de PM₁₀ y SO₂ respectivamente.

Tabla 4.15. Emisiones de las plantas de cemento de CEMEX en la zona de estudio. CEMEX-I (semihúmedo) y CEMEX-II (seco). (Año 2006).

MAGNITUD	CEMEX I(BLANCO)	CEMEX II (GRIS)	TOTAL CEMEX I + II
SO ₂ (t)	3.023	259	3.283
NO _x (t)	484	1.452	1.936
CO (t)	1.634	853	2.487
CO ₂ (kt)	443	930	1.374
PM _{2,5} (t)	69	62	130
PM ₁₀ (t)	154	191	345
PST (t)	186	227	413

Fuente: Inventario de emisiones de contaminantes a la atmósfera de la Comunidad Valenciana y estudio ITC para las emisiones difusas de PM₁₀ y PST.

Como se desprende de la observación de los datos de la Tabla 4.15 en las emisiones de NO_x y CO₂ tiene una contribución dominante la planta de CEMEX II como corresponde a sus mayores volúmenes de producción y consumo de combustibles, al margen de las diferencias en las emisiones específicas que existen entre ambas plantas. La diferencia en las emisiones específicas de SO₂ y CO entre ambas plantas es la causa principal de las diferencias en las cifras absolutas de emisiones de estas dos sustancias entre ambas plantas pues en el caso del SO₂ la mayor emisión específica viene determinada por el uso en CEMEX I del proceso semihúmedo que condiciona la absorción de gases ácidos por los álcalis del crudo a hornear y en el caso del CO por la menor eficiencia relativa de los hornos Lepol de la CEMEX I respecto al horno Dopol de CEMEX II. En el caso de PM₁₀ aunque las cifras absolutas de emisión de ambas plantas son similares, la eficiencia de captación de partículas es mucho mayor en la planta de CEMEX II lo que lleva a neutralizar las potenciales mayores emisiones que le corresponderían por un volumen de producción del orden del doble de la planta de CEMEX I.

En la Tabla 4.16.a se presenta la evolución de las emisiones de PM₁₀ en las dos plantas a lo largo del periodo 2002-2006. De la observación de los datos de la tabla 4.16.a y las Figuras 4.9.a y 4.9.b debe destacarse la reducción en las emisiones especialmente en CEMEX I en el periodo 2002-2004, que tras el análisis de factores relacionados se atribuye a la mejora en el mantenimiento de las técnicas secundarias de reducción, filtros de mangas de los molinos. A partir del nivel de eficacia de reducción de emisiones de 2005 la evolución del total emitido está básicamente relacionada con las variaciones en la producción.

Tabla 4.16.a. Evolución temporal de las emisiones de PM₁₀ en el sector cementero por planta (Serie 2002 a 2006)

Planta	2002		2003		2004		2005		2006	
	PM ₁₀ (t)	% PM ₁₀								
CEMEX I	143	42%	132	43%	119	47%	154	53%	154	53%
CEMEX II	196	58%	172	57%	132	53%	137	47%	139	47%
TOTAL	339	100%	305	100%	252	100%	291	100%	293	100%

Fuente: Inventario de emisiones de contaminantes a la atmósfera de la Comunidad Valenciana. No se han considerado para la evolución temporal las emisiones difusas de PM₁₀ y PST dado que el estudio de ITC sólo recoge datos del año 2007.

Figura 4.9.a. Evolución por planta de las emisiones de PM₁₀ en el sector cementero del área de estudio (Serie 2002-2006)

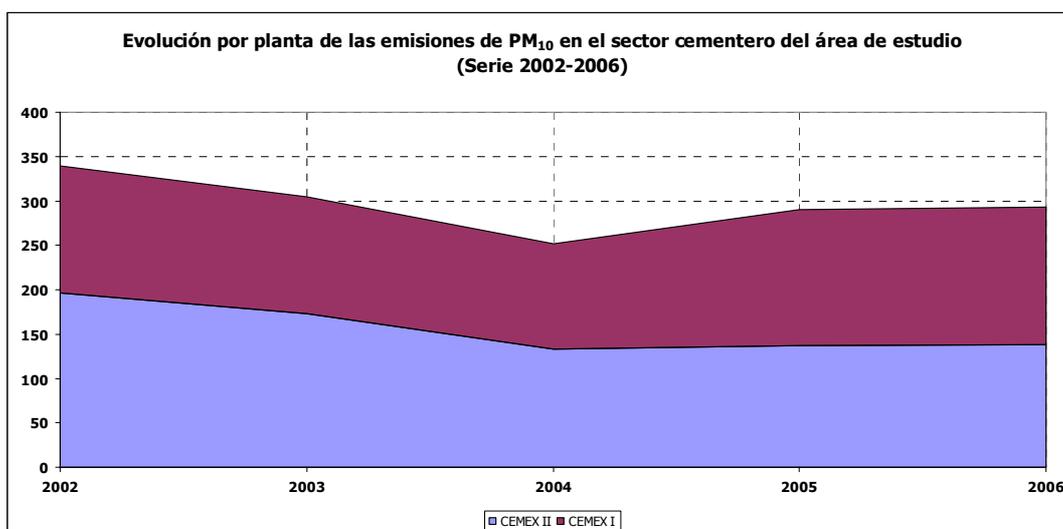
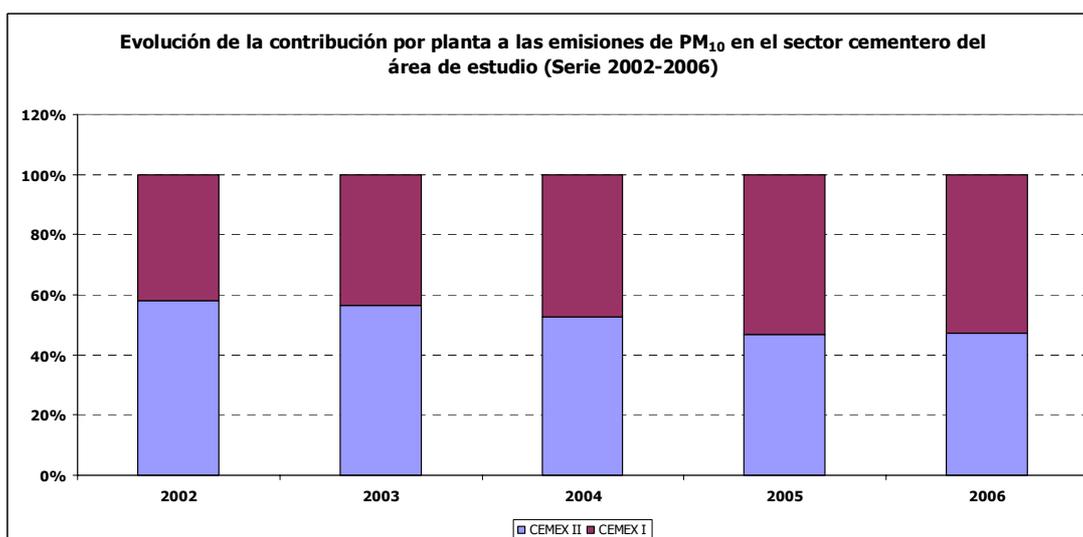


Figura 4.9.b. Evolución de la contribución por planta a las emisiones de PM₁₀ en el sector cementero del área de estudio (Serie 2002-2006)



En la Tabla 4.16.b se presenta la evolución de las emisiones de SO₂ en las dos plantas a lo largo del periodo 2002-2006. De la observación de los datos de la tabla 4.16.b y las Figuras 4.10.a y 4.10.b destaca absoluto dominio de la contribución de la planta de CEMEX-I al total de las emisiones, con una participación por encima del 90% en todos los años considerados.

Tabla 4.16.b. Evolución temporal de las emisiones de SO₂ en el sector cementero por planta (Serie 2002 a 2006)

Planta	2002		2003		2004		2005		2006	
	SO ₂ (t)	% SO ₂								
CEMEX I	3.371	94%	3.353	93%	3.310	93%	3.023	92%	3.023	92%
CEMEX II	231	6%	251	7%	248	7%	257	8%	259	8%
TOTAL	3.602	100%	3.604	100%	3.558	100%	3.280	100%	3.283	100%

Fuente: Inventario de emisiones de contaminantes a la atmósfera de la Comunidad Valenciana.

Figura 4.10.a. Evolución por planta de las emisiones de SO₂ en el sector cementero del área de estudio (Serie 2002-2006)

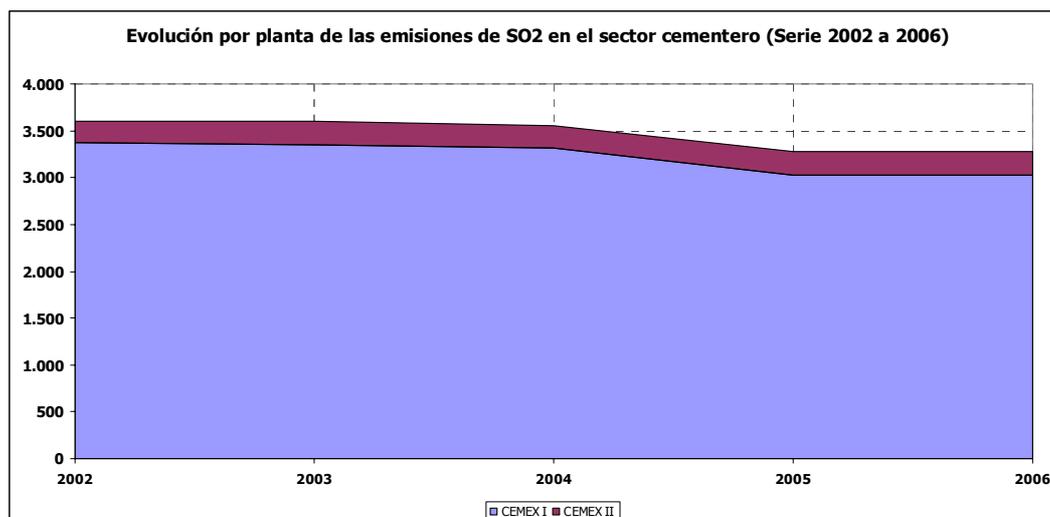
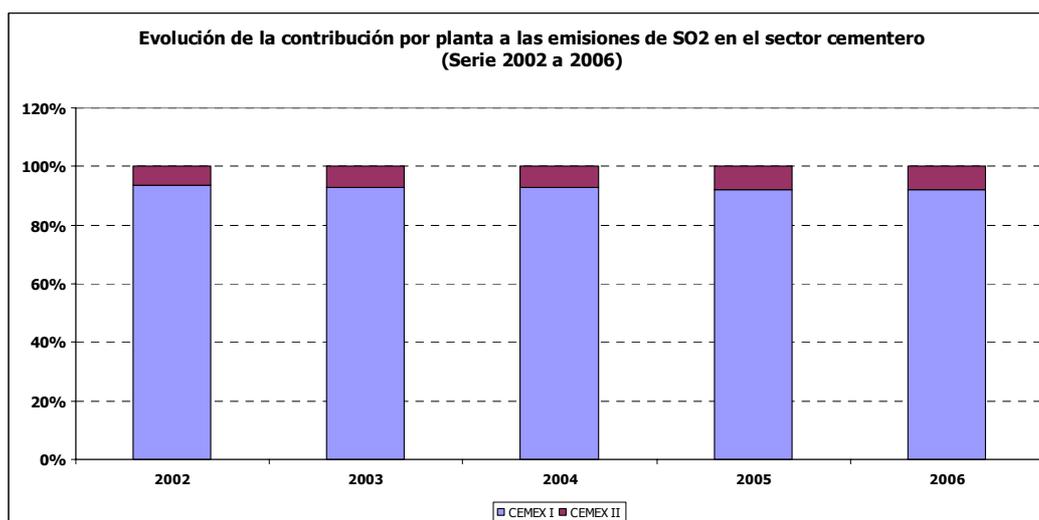


Figura 4.10.b. Evolución de la contribución por planta a las emisiones de SO₂ en el sector cementero del área de estudio (Serie 2002-2006)



4.3.5 Cuantificación y características de las emisiones difusas generadas en la fabricación de cemento

En el caso de la industria cementera, la generación de emisiones difusas de partículas, al igual que en la industria cerámica, se debe principalmente al uso de materiales pulverulentos. Las emisiones se generan esencialmente en la etapa de almacenamiento y manipulación de materias primas (caliza, marga, rodano, yeso, etc.) y combustibles sólidos (coque de petróleo) cuando se realiza en parques de almacenamiento al aire libre ó semicubiertos.

En las zonas de almacenamiento, se suelen aplicar medidas correctoras con el objeto de reducir el impacto asociado a este tipo de emisiones. Algunos ejemplos de

medidas adoptadas por las empresas son: riego asfáltico, cintas transportadoras cubiertas para el transporte de materias primas desde la cantera hasta la empresa, sistemas mecánicos automatizados para la formación de acopios de materias primas con regulación de la altura de caída, mallas cortavientos, riego con agua y materiales tensoactivos, etc.

Con el fin de cuantificar las emisiones de partículas difusas, concretamente PST y PM₁₀, se ha realizado una estimación a partir de las ecuaciones y factores de emisión recogidos en el documento AP-42 de la E.P.A. (US Environmental Protection Agency) y en el "Emission Estimation Technique Manual for Mining" versión 2.3, propuesto para elaborar el National Pollutant Inventory de Australia, para las diferentes operaciones generadoras de emisiones difusas de partículas: erosión por almacenamiento al aire libre, manipulación (puntos de transferencia de materias primas y operaciones de carga y descarga) y transporte interno.

Los focos difusos de ambas plantas se encuentran principalmente en los acopios de CEMEX II, desde donde se transporta a CEMEX I tanto la materia prima (mediante cinta tapada) como el combustible (mediante transporte neumático).

La emisiones de PST y PM₁₀ procedente de focos difusos estimada para la industria cementera de Alicante (CEMEX-II) en 2007, ha sido aproximadamente de 127 t PST/año, mientras que para el caso de PM₁₀ se ha estimado una emisión de 61 t PM₁₀/año, lo que equivale a una emisión específica de unos 32 g PM₁₀/t de producto.

Tabla 4.17. Emisiones difusas de partículas de las plantas de cemento de CEMEX en la zona de estudio (Año 2007).

MAGNITUD	TOTAL CEMEX
PM ₁₀ (t)	61
PST (t)	127

4.3.6 Estimación de las emisiones totales de la industria cementera

Finalmente, en esta sección se presenta en la Tabla 4.18 una síntesis de las emisiones estimadas de la industria cementera en la zona de estudio. Las emisiones aparecen desglosadas, según tipo de fuente (canalizadas y difusas).

Tabla 4.18. Resumen de la estimación de las emisiones de la industria cementera (año 2006).

Contaminante	Emisiones anuales (t/año)		
	Canalizadas	Difusas(*)	Totales
SO ₂	3.283	NA	3.283
NO _x	1.936	NA	1.936
CO	2.487	NA	2.487
CO ₂	1.374	NA	1.374
PM _{2,5}	130	NE	130
PM ₁₀	293	61	345
PST	325	127	433

NA: No aplicable NE: No estimado

Fuente: Inventario de emisiones de contaminantes a la atmósfera de la Comunidad Valenciana 2006 y estudio para las emisiones difusas de PM₁₀ y PST, (2007).

4.4. Otras actividades del inventario de emisiones (distintas de las industrias cerámica y cementera) en la zona de estudio

Además de las industrias cerámica y cementera descritas en las secciones 4.2 y 4.3 anteriores, el inventario de emisiones de contaminantes a la atmósfera de la Comunidad Valenciana identifica una serie de actividades emisoras en la zona de las que, con relación al objeto de este informe y en forma agrupada, interesa destacar las siguientes: tráfico por carretera, otros modos de transporte y maquinaria móvil, combustión no industrial (sector servicios y residencial, y agricultura), otros sectores industriales (distintos de cerámico y cementero), agricultura (excluida la combustión) y un conjunto final de "otras actividades". A continuación se presenta una caracterización de las mismas que incluye la estimación de las emisiones en ellas originadas.

4.4.1 Tráfico por carretera

El tráfico por carretera constituye una fuente significativa de las emisiones de NOx y de partículas. Las emisiones de NOx proceden de la combustión en los motores de los vehículos (emisiones canalizadas por el tubo de escape) mientras las de partículas provienen en parte de los motores (canalizadas también por el tubo de escape) y por otra parte del desgaste de frenos y neumáticos y abrasión del pavimento⁷, siendo las emisiones de partículas provenientes de los motores de granulometría fina y las de las restantes fuentes de partículas de granulometría más gruesa.

En la Tabla 4.19 se presenta la estimación de recorridos (miles de vehículos * kilómetro) del tráfico por carretera con desglose por categoría de vehículo. Esta información es interesante para dar una imagen de la intensidad del tráfico según categorías de vehículo que por supuesto están asociadas a niveles relativos de emisiones. Además sirve para poner en contexto dentro de la categoría de "pesados" cuánto suponen los recorridos de los camiones que abastecen de materias primas la industria cerámica y que fueron presentados en la sección 4.2 al hablar de esta fuente de partículas difusas.

⁷ Otra parte adicional, aunque normalmente no considerada en los inventarios de emisiones, es la asociada a la resuspensión del material de los viales por el paso de vehículos, y que ciertamente incide sobre los niveles de calidad del aire de las zonas próximas.

Tabla 4.19. Tráfico por carretera: recorridos por categoría de vehículo en la zona de estudio (año 2006) (Cifras en miles de vehículo·kilómetro)

Tipo de vehículo	Recorrido pauta interurbana y rural	Recorrido pauta urbana
Turismos	834.566	441.901
Ligeros	93.135	341.853
Autocares	5.851	12.606
Pesados de carga	116.042	17.665
Motocicletas y ciclomotores	4.674	236.076

En la Tabla 4.20 se presenta una estimación de las emisiones debidas al tráfico por carretera en el área de estudio, estimación realizada siguiendo el modelo COPERT auspiciado por la Agencia Europea de Medio Ambiente y utilizando los datos de tráfico de vehículos facilitados por las distintas entidades titulares de las carreteras de la zona y la distribución del consumo de carburantes remanente (tras descontar el consumo imputado a los recorridos en el tráfico interurbano y rural en las carreteras de las distintas titularidades) a las áreas urbanas en función de la población de los municipios. Cabe destacar que parte de este tráfico es inducido por la industria de la zona, tanto para el transporte de materias primas como de producto acabado. En esta tabla no se incluye la estimación de emisiones asociadas a la materia transportada y debidas a pérdidas de carga de material pulverulento, frecuentes en el transporte asociado a las actividades de industrias asociadas al sector de la construcción, sino que éstas se han atribuido a las emisiones industriales (véanse más arriba Tabla 4.12 en la sección 4.2). En la Tabla 4.21 se presenta la evolución temporal de las emisiones de SO₂ y PM₁₀ a lo largo del periodo 2002 a 2006. De la observación de los datos de estas tablas destaca la caída en las emisiones de SO₂ en 2005 y 2006 consecuencia de la reducción del contenido de S en los carburantes y el valor relevante en el conjunto de las emisiones de la zona de estudio de PM₁₀.⁸

Tabla 4.20. Emisiones generadas por el tráfico en carretera en el área de estudio. (Emisión procedente del tubo de escape y desgaste de frenos, ruedas y firme de rodadura). Año 2006.

Contaminante	Transporte por carretera
SO ₂	10
NO _x	2.621
CO	6.492
CO ₂	506
PM _{2,5}	176
PM ₁₀	202
PST	234

Fuente: Inventario de emisiones de contaminantes a la atmósfera de la Comunidad Valenciana.

Tabla 4.21. Evolución temporal de las emisiones de SO₂ y PM₁₀ generadas por el tráfico en carretera en el área de estudio (Serie 2002-2006)

Contaminante	2002	2003	2004	2005	2006
SO ₂	60	65	72	20	10
PM ₁₀	193	198	214	227	202

Fuente: Inventario de emisiones de contaminantes a la atmósfera de la Comunidad Valenciana.

⁸ De los restantes contaminantes convencionales emitidos en este sector el CO es dominante con relación al total de emisiones en la zona de estudio y el CO₂ ocupa una posición si no de primer orden sí importante.

4.4.2 Otros tipos de transporte y maquinaria móvil

En este epígrafe se presenta la estimación de las emisiones referentes a otros modos de transporte (distintos del tráfico por carretera) y maquinaria móvil automotriz. La fuente de emisión son siempre los procesos de combustión de los motores que se utilizan en los distintos modos de transporte y en la maquinaria móvil. No se incluyen las emisiones correspondientes en su caso a los materiales desplazados. Las actividades incluidas cubren: i) El tráfico ferroviario, ii) el tráfico marítimo mercante entre puertos nacionales y las actividades pesqueras y iii) vehículos y maquinaria móvil terrestre no ferroviaria y que no circula habitualmente por carretera ni vías urbanas, esta categoría incluye, a su vez, como subgrupos diferenciados los vehículos y maquinaria utilizados en las operaciones: a) agrícolas; b) forestales; y, c) minería, construcción y obras públicas, e industriales en espacio abierto.

En la Tabla 4.22 se presenta para las actividades recogidas en este epígrafe la estimación de emisiones de los contaminantes convencionales para el año 2006 y en la Tabla 4.23. la evolución temporal de las emisiones de los contaminantes prioritarios SO₂ y PM₁₀ a lo largo del periodo 2002 a 2006. Entre estas últimas sustancias destaca la contribución de este sector a las emisiones de SO₂ en el área de estudio, mientras que la aportación sectorial es ya más reducida en el caso de PM₁₀.

Tabla 4.22. Emisiones generadas por otros tipos de transporte y maquinaria móvil en el área de estudio. Año 2006.

Contaminante	Otros tipos de transporte y maquinaria móvil industrial
SO ₂ (t)	433
NO _x (t)	1.150
CO(t)	160
CO ₂ (t)	61
PM _{2.5} (t)	81
PM ₁₀ (t)	81
PST(t)	82

Fuente: Inventario de emisiones de contaminantes a la atmósfera de la Comunidad Valenciana.

Tabla 4.23. Evolución temporal de las emisiones de SO₂ y PM₁₀ generadas por otros tipos de transporte y maquinaria móvil en el área de estudio (Serie 2002-2006)

Contaminante	2002	2003	2004	2005	2006
SO ₂ (t)	410	377	333	401	433
PM ₁₀ (t)	72	72	67	76	81

Fuente: Inventario de emisiones de contaminantes a la atmósfera de la Comunidad Valenciana.

4.4.3 Actividades agrícolas

Como se ha mencionado la actividad agrícola en la zona es baja como también lo es en toda la comarca. Estas emisiones, aunque puedan tener un efecto local en la calidad del aire, son de nivel reducido en comparación con las industriales, del tráfico y de la combustión no industrial. Debe advertirse que es en este grupo se incluyen no solo las actividades relacionadas con la gestión de los cultivos sino también con la

gestión ganadera y en particular incluyen las operaciones ligadas a la quema de residuos de poda y rastrojeras. No se incluyen sin embargo las emisiones generadas por el movimiento de la maquinaria agrícola ni por las instalaciones estacionarias de combustión del sector agrícola que se encuadran respectivamente en los sectores de "otros modos de transporte y maquinaria móvil" y de "combustión no industrial".

En la Tabla 4.24 siguiente se presenta la estimación de las emisiones de este sector en el área de estudio para los contaminantes convencionales para el año 2006 y en la Tabla 4.25 la evolución temporal 2002 – 2006 de las emisiones para los contaminantes prioritarios SO₂ y PM₁₀.

Tabla 4.24. Emisiones generadas por la agricultura en la zona de estudio. Año 2006

Contaminante	Emisión anual (t/año)
SO ₂	3,5
NO _x	10,5
CO	323,2
PM _{2,5}	0,5
PM ₁₀	3,5
PST	9,8

Fuente: Inventario de emisiones de contaminantes a la atmósfera de la Comunidad Valenciana.

Tabla 4.25. Evolución temporal de las emisiones generadas por el tráfico en carretera y otros tipos de transporte y maquinaria móvil en el área de estudio

Contaminante	2002	2003	2004	2005	2006
SO ₂	4,1	4,1	3,6	3,5	3,5
PM ₁₀	2,7	2,8	2,8	3,2	3,5

Fuente: Inventario de emisiones de contaminantes a la atmósfera de la Comunidad Valenciana.

4.4.4 Emisiones debidas a otros procesos industriales

En este epígrafe se recoge el remanente de los procesos industriales (excluidos los procesos de combustión) que no han sido reseñados en la secciones y epígrafes anteriores. En concreto se incluyen los siguientes: i) pavimentación de carreteras con aglomerados asfálticos, ii) otros procesos en la metalurgia no férrea, iii) procesos en la industria alimentaria (fabricación de pan, vino, licores), iv) impermeabilización de tejados con materiales asfálticos, v) fabricación de otros productos incluyendo productos de amianto, y vi) uso de carbonato sódico.

En la Tabla 4.26 se presenta la estimación de emisiones para los contaminantes convencionales en el año 2006. No se presenta sin embargo la tabla con la evolución temporal 2002 – 2006 pues en la estimación de emisiones de este epígrafe y debido a lagunas de información de base la estimación de algunas actividades ha tenido que proyectarse de 2004 y no resulta ajustado el perfil de la evolución temporal. Este puede ser el caso de la estimación de las emisiones de la pavimentación de carreteras con materiales asfálticos que con la construcción de la autovía de peaje AP7 después de 2005 (construcción en los años 2006 y 2007) debería haber conllevado un aumento de las emisiones con posterioridad a ese año que sin embargo no se refleja para esta actividad en el inventario al pasar del año 2005 a 2006⁹.

⁹ La actualización de los datos de base y estimación de emisiones de esta actividad está proyectada para ediciones posteriores del inventario.

Tabla 4.26. Emisiones debidas a procesos industriales en la zona de estudio. Año 2006

Contaminante	Resto Industria
SO ₂ (t)	6
NO _x (t)	5
CO ₂ (kt)	1
PM _{2,5} (t)	2
PM ₁₀ (t)	3
PST(t)	3

Fuente: Inventario de emisiones de contaminantes a la atmósfera de la Comunidad Valenciana.

4.4.5 Combustión no industrial

En este grupo se recogen los procesos de combustión estacionaria que tienen lugar en edificios destinados a servicios (incluyendo los institucionales), a viviendas, y los procesos de combustión en dispositivos estacionarios (incluidos los motores de riego) utilizados en la agricultura y ganadería.

En la Tabla 4.27 siguiente se presenta la estimación de las emisiones de este sector, con desglose según los tres subsectores más arriba referidos, en el área de estudio para los contaminantes convencionales para el año 2006 y en la Tabla 4.28 la evolución temporal 2002 – 2006 de las emisiones para los contaminantes prioritarios SO₂ y PM₁₀. De la observación de los datos de las tablas se desprende que las aportaciones de este sector y en concreto del subsector residencial, sin ser dominantes, si son relevantes en cuanto a emisiones de PM₁₀ en el conjunto de la zona de estudio.

Tabla 4.27. Emisiones generadas por las actividades de combustión no industrial año 2006.

Contaminante	Combustión comercial e institucional	Combustión residencial	Combustión en la agricultura, silvicultura y acuicultura	Total
SO ₂	4,1	62,8	0,75	67,7
NO _x	26,4	30,8	7,42	64,6
CO	106,3	1.034,2	3,20	1.143,6
CO ₂	13,9	34,6	0,58	49,1
PM _{2,5}	13,5	122,3	0,05	135,8
PM ₁₀	13,5	122,9	0,06	136,4
PST	14,9	138,0	0,06	152,9

Fuente: Inventario de emisiones de contaminantes a la atmósfera de la Comunidad Valenciana.

Tabla 4.28. Evolución temporal de las emisiones de SO₂ y PM₁₀ generadas por las actividades de combustión no industrial en el área de estudio

Actividad	2002		2003		2004		2005		2006	
	SO ₂	PM ₁₀								
Comercial/Institucional	7,6	13,2	7,5	13,8	7,0	13,7	7,2	13,6	4,1	13,5
Residencial	68,3	122,9	70,3	125,0	71,4	124,7	75,8	124,5	62,8	122,9
Agricultura/Silvicultura /Acuicultura	0,8	0,0	0,8	0,0	0,7	0,1	0,7	0,1	0,8	0,1
Total	76,7	136,2	78,6	138,8	79,1	138,4	83,7	138,2	67,7	136,4

Fuente: Inventario de emisiones de contaminantes a la atmósfera de la Comunidad Valenciana.

4.4.6 Otras actividades

Aunque en las actividades industriales sin combustión y en las de otros modos de transporte y maquinaria móvil y la combustión no industrial se incluye ya un amplio abanico de actividades emisoras de contaminantes atmosféricos, se reseña este epígrafe final para dar cabida a un conjunto adicional de actividades potencialmente generadoras de emisiones no incluidas en las secciones y epígrafes anteriores, como son las siguientes:

- ✓ Las emisiones portuarias de partículas relacionadas con la carga y descarga de materiales a granel y con las pérdidas de material (por rebosamiento o cierre deficiente) en el transporte de los mismos por la zona de estudio¹⁰.
- ✓ Las emisiones de polvo mineral y a las actividades de minería, tanto de arcillas para la industria cerámica y calizas/margas para la industria cementera como de extracción de materia prima para la construcción¹⁰.
- ✓ Emisiones ligadas a la construcción tanto pública como privada, como extracción y procesado de áridos, movimiento de tierras, demolición, plantas de hormigón, etc.¹⁰.

En este capítulo no se han cuantificado las emisiones de estas actividades, aunque puede ser una tarea a acometer en sucesivas revisiones del inventario.

4.5 Resumen de emisiones atmosféricas en el área de estudio

En la Tabla 4.29 se presenta un resumen de las estimaciones de emisiones anuales de contaminantes atmosféricos para el año 2006 en el área de estudio. Esta tabla es una síntesis de la información presentada sobre estimación de emisiones correspondientes a las actividades descritas en las secciones anteriores de este capítulo. La información se ha agrupado de forma que se destaque la contribución de los cruces principales de fuentes emisoras con actividades sectoriales, con el fin de que pueda servir para orientar la propuesta del plan de mejora de la calidad del aire al incidir sobre aquellos sectores en que la reducción de emisiones, especialmente de los contaminantes prioritarios, muestre el mejor balance coste eficacia. En este sentido se diferencia dentro de los sectores industriales el origen de las emisiones ya sea de combustión, o de procesos sin combustión y la vía por la que las emisiones se descargan a la atmósfera (emisiones canalizadas y emisiones difusas). Esta diferenciación puede seguirse después con un mayor nivel de desglose diferenciando por tipo de dispositivo o proceso más específico generador de las emisiones (hornos, molinos, etc

¹⁰ Las emisiones debidas a los motores de la maquinaria móvil utilizada, sí está computada en el epígrafe “otros modos de transporte y maquinaria móvil”

Tabla 4.29a. Resumen de emisiones generadas en el área de estudio (Año 2006)

			SO₂(t)	NO_x(t)	CO₂(kt)	PM_{2.5}(t)	PM₁₀(t)	PST(t)
Industria cerámica	Canalizadas	Combustión	1.951	522	181	68	159	286
		Proceso	0	0	95	19	37	40
	Difusas(*)	Acopios					440	1263
		Reboses					20	50
Industria cementera	Canalizadas	Combustión	3.283	1.936	543	93	210	233
		Proceso	0	0	830	37	83	92
	Difusas(*)					61	127	
Tráfico por carretera			10	2.621	506	247	237	234
Otros modos de transporte y maquinaria móvil industrial			433	1.150	61	81	81	82
Combustión Residencial y Servicios			68	65	49	136	136	153
Resto Combustión Industrial			152	248	83	28	40	51
Resto sectores			10	51	55	5	8	15
Total			5.905	6.592	2.404	713	1.503	2.606

(*) Estimaciones de 2007

Con referencia a los dos contaminantes prioritarios, SO₂ y PM₁₀ interesa analizar el grado de agregación o desagregación relativa de las emisiones por sector/proceso/vía de canalización para enlazar a partir de esta información con las propuestas de actuación en el plan de mejora de calidad del aire que se formulan en el Capítulo 7 y las conclusiones que se establecen en el Capítulo 8. La información de los datos de ponderación de estos cruces de sector/actividad y vía de canalización se muestran en las Figuras 4.11 (SO₂) y 4.12 (PM₁₀) evidenciándose a partir de las mismas cómo las actuaciones sobre SO₂ pueden estar mucho más localizadas que las que puedan proponerse sobre PM₁₀ si en ambos casos se trata de llegar a proporciones de reducción de emisiones semejantes sobre el nivel del año de referencia.

Un punto final es que en los sectores industriales cerámico y cementero pero especialmente en este último la reestructuración de la actividad en la planta de CEMEX I en el año 2008 requiere un análisis específico para establecer el punto de partida de referencia del plan de mejora de calidad del aire en función de la situación de esta planta a final de 2008.

Figura 4.11. Contribución porcentual por sector/proceso/vía de canalización a las emisiones de SO₂ en la zona de estudio. Año 2006

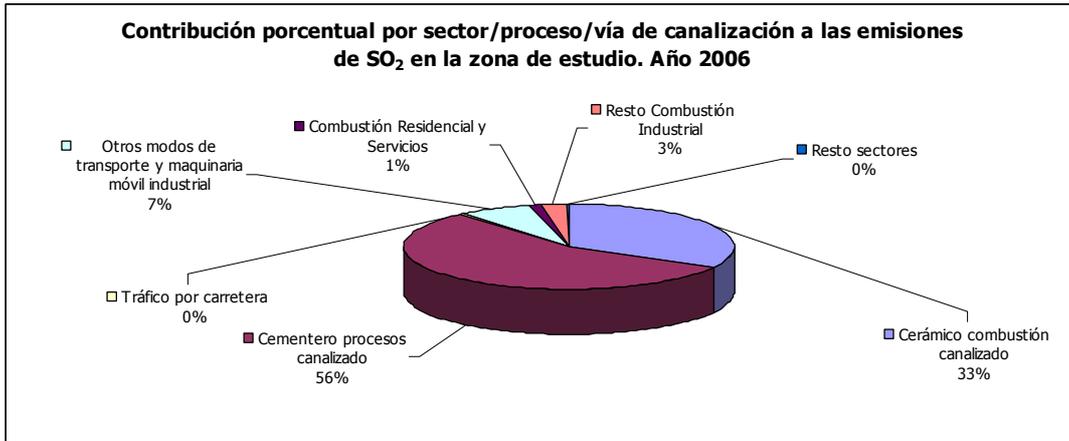
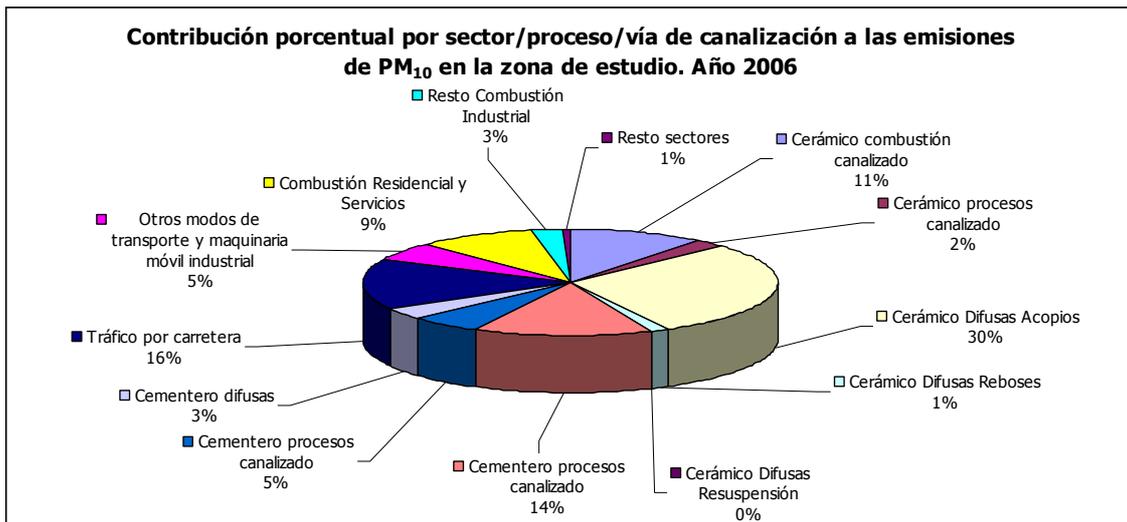


Figura 4.12. Contribución porcentual por sector/proceso/vía de canalización a las emisiones de PM₁₀ en la zona de estudio. Año 2006



5. MARCO NORMATIVO DE PROTECCIÓN DEL AMBIENTE ATMOSFÉRICO

En este apartado se presenta aquella normativa más relevante a nivel estatal y europeo sobre protección del ambiente atmosférico, la cual va a ser presentada en distintos bloques, atendiendo a los distintos aspectos que afectan el desarrollo de este Plan de Mejora, y a las exigencias establecidas para su realización.

En primera instancia, se presenta la normativa que, por ser de carácter general, afecta tanto a aspectos de control de emisiones como de gestión de la calidad del aire ambiente.

A continuación se irá desarrollando el listado de normativa que afecta a los distintos aspectos contemplados en este plan: calidad del aire, control de emisiones, transporte, etc.

LEY 34/2007, DE 15 DE NOVIEMBRE, DE CALIDAD DEL AIRE Y PROTECCIÓN DE LA ATMÓSFERA.

Esta nueva Ley tiene por **objeto** establecer las bases en materia de prevención, vigilancia y reducción de la contaminación atmosférica con el fin de evitar, y cuando esto no sea posible, aminorar los daños que de ésta puedan derivarse para las personas, el medio ambiente y demás bienes de cualquier naturaleza.

Inspirada en los principios de cautela y acción preventiva, corrección de la contaminación en la fuente y el de "quien contamina paga", esta ley subraya la corresponsabilidad tanto de administraciones públicas, entidades de derecho público y privado y de los particulares en conseguir un elevado nivel de protección de las personas y del Medio Ambiente.

La Ley 34/2007 aborda distintos aspectos relativos a la protección del ambiente atmosférico entre los que se destacan la **evaluación y gestión de la calidad del aire**, la **prevención y control de emisiones**, los **instrumentos de fomento de protección de la atmósfera y la planificación** destinada a la mejora de la calidad del aire, y regula por último los mecanismos de control inspección y seguimiento de las emisiones así como el régimen sancionador.

En cuanto a la **gestión y evaluación de la calidad del aire**, se establecen las disposiciones conforme al modelo vigente dentro del marco normativo europeo, instando al gobierno a fijar objetivos de calidad del aire, y definiendo las competencias para las actuaciones de zonificación y evaluación de la calidad del aire por parte de las comunidades autónomas y entidades locales en determinados casos que la ley establece. Cabe destacar que la información relativa a la calidad del aire deberá ser

tenida en cuenta por la Administraciones públicas en relación con el urbanismo, la ordenación del territorio así como en las autorizaciones de instalaciones y actividades. La Ley establece para la **Prevención y el Control de emisiones** dos tipos de medidas principales, que son, en primer lugar, el establecimiento de unos valores límites de emisión para los distintos contaminantes y actividades, así como fijar las obligaciones específicas respecto a los distintos procesos que afectan a productos que pueden generar contaminación.

En segundo lugar, esta ley viene a perfeccionar el régimen de intervención administrativa al que se someten ciertas actividades, dando una filosofía más operativa a este régimen de intervención, en el que participan las comunidades autónomas con un mayor grado de implicación. Es también destacable que existe correlación entre el catálogo de actividades potencialmente contaminadoras de la atmósfera y el inventario español de emisiones, lo cual permitirá una revisión periódica de éste, así como de las categorías en las que se incluyen las distintas actividades.

Esta ley aborda en uno de sus capítulos la **Planificación** en tres vertientes: los planes para la mejora de la calidad del aire y para cumplir objetivos y obligaciones establecidos, la participación pública en la elaboración de dichos planes y, por último, la integración de la protección de la atmósfera en la planificación de políticas sectoriales. A este respecto se insta al gobierno a responder a la planificación a nivel comunitario e internacional, así como a elaborar indicadores que puedan ser utilizados para evaluar la eficacia de los planes.

La ley propone como **instrumentos de fomento de protección de la atmósfera** una serie de acciones que aborden la lucha contra la contaminación desde distintos ámbitos. Entre éstos se destacan los acuerdos voluntarios, sistemas de gestión y auditorías ambientales, la investigación, desarrollo e innovación, la formación y sensibilización pública, y actuaciones relativas a la contratación pública y la fiscalidad pública.

En relación al **control, inspección y seguimiento de las emisiones a la atmósfera**, la ley atribuye a las comunidades autónomas la responsabilidad de la adopción de las medidas de inspección necesarias, y a los funcionarios que las lleven a cabo, el carácter de agentes de la autoridad.

Con el fin de que todas las administraciones públicas dispongan de la información necesaria para cumplir con las prescripciones de esta ley, se establece un Sistema Español de Información, Vigilancia y Prevención de la Contaminación Atmosférica.

El **régimen sancionador** que establece esta ley, basado en la premisa de que los efectos adversos de la contaminación no son en gran parte ni reparables ni cuantificables, da especial relevancia a la prevención en cuanto a tipificación y graduación de sanciones.

Esta ley **deroga** el Reglamento de actividades molestas, insalubres, nocivas y peligrosas, así como **la Ley 38/1972, de 22 de diciembre, de Protección del Ambiente Atmosférico y los Anexos II y III del Decreto 833/75 por el que se desarrolla la Ley 38/72.**

En resumen, esta ley, y su futuro desarrollo normativo, tanto a nivel estatal como autonómico, abre un nuevo enfoque en las actuaciones de protección del ambiente atmosférico, un enfoque integral e integrador. En este sentido, es **integral** ya que abarca las distintas vertientes relacionadas con la contaminación atmosférica, como son la calidad del aire, contaminación transfronteriza, cambio climático, agotamiento de la capa de ozono, etc.. Se trata de una ley que pretende abordar la pluralidad de las causas y efectos de la contaminación atmosférica, con una visión global respecto a las fuentes, los contaminantes y sus impactos en la salud de las personas, el medio ambiente y demás bienes de cualquier naturaleza.

Por otro lado, es **integradora** ya que, siendo el fenómeno de la contaminación de naturaleza compleja, éste requiere para su tratamiento del concurso de múltiples actuaciones que abarcan distintos campos. Por este motivo, esta ley involucra en la lucha contra la contaminación a las distintas políticas sectoriales, buscando una sinergia entre la conjugación de distintos instrumentos de actuación. La ley, además, da especial importancia a aquellas estrategias que nos lleven a un desarrollo del conocimiento y la mejora en las técnicas, promoviendo la investigación, la formación y sensibilización en la población, y la innovación en los distintos sectores.

DECRETO 833/1975, DE 6 DE FEBRERO, QUE DESARROLLA LA LEY 38/72 DE PROTECCIÓN DEL AMBIENTE ATMOSFÉRICO.

Este Decreto desarrollaba la Ley 38/1972, ya derogada por la nueva ley estatal de calidad del aire y protección de la atmósfera. La citada Ley deroga también parte de este Decreto (Anexos II y III).

En cuanto a los que se refiere a calidad del aire, cabe mencionar que este decreto establece los niveles de inmisión para distintos parámetros y determina las características y funciones de la Red Nacional de Vigilancia y Prevención de la Contaminación Atmosférica, que está constituida por un Centro Nacional ubicado en la Dirección General de Calidad y Evaluación Ambiental del Ministerio de Medio Ambiente, los Centros de Recepción de Datos de las Comunidades Autónomas, los Centros de Análisis de la Contaminación Atmosférica, de los que dependen los sistemas sensores y equipos de medida así como los laboratorios de análisis.

Asimismo, se definen las características y el régimen especial a seguir en zonas de atmósfera contaminada, así como las situaciones de emergencia, su caracterización, mecanismo de declaración y las actuaciones de la administración para estas situaciones.

Este Decreto sufre, con el tiempo, a su vez, distintas modificaciones parciales a través de nueva normativa como son:

- el "**R. D. 1613/1985 que establece nuevas normas de calidad del aire en lo referente a contaminación por dióxido de azufre y partículas**". Éste, a su vez, también se ve modificado por:

- × el "**Real Decreto 1154/1986, sobre declaración por el Gobierno de zonas de atmósfera contaminada**
 - × el "**Real Decreto 1321/1992 se establecen nuevas normas de calidad del aire en lo referente a la contaminación por dióxido de azufre y partículas**
 - × el "**Real Decreto 547/1979 sobre modificación del Anexo IV del Decreto 833/1975**"
- el "**Real Decreto 717/1987 que establece nuevas normas de calidad del aire en lo referente a contaminación por dióxido de nitrógeno y plomo**",

A través de todo este marco normativo desarrollado se establecen valores límite, valores guía y valores de referencia para la declaración de situación de emergencia, así como el procedimiento para su aplicación:

- **Valores límite** como concentraciones referidas a determinados periodos y condiciones, que con el fin de proteger la salud humana, no deben superarse. Para el dióxido de azufre se fijan diferentes valores límite en función del valor asociado alcanzado por las partículas en suspensión para cada período considerado.
- **Valores guía** como concentraciones que se tomarán como referencia para el establecimiento de regímenes específicos de niveles de inmisión a fin de mejorar el medio ambiente, como medida preventiva en materia de salud y como objetivos de calidad deseables.
- **Valores de referencia** para la declaración de situación de emergencia son las concentraciones que, por constituir un grave deterioro de las condiciones ambientales para la salud humana, dan lugar a la aplicación de situación de emergencia.

En cuanto a emisiones, este Decreto fija los niveles máximos autorizados de emisión de contaminantes a la atmósfera de las principales actividades industriales potencialmente contaminadoras detalladas en uno de sus anexos, derogado en la actualidad. También recoge las medidas de carácter administrativo relativas a la instalación, ampliación, modificación, autorización de puesta en marcha y funcionamiento de estas actividades.

En el apartado de normativa de emisiones se hace de nuevo referencia a estos niveles de emisión para las actividades principales que se tratan en este Plan de Mejora de la Calidad del Aire.

5.1 Marco normativo relativo a la gestión y evaluación de la calidad del aire ambiente

En primer lugar, cabe mencionar el marco normativo autonómico a partir del cual se desarrollan las funciones para la gestión y evaluación de la calidad del aire en la Comunidad Valenciana, y se desarrolla este Plan de Mejora.

En este sentido, el **Decreto 19/2009, de 3 de noviembre, del presidente de la Generalitat, por el que se determinan las consellerias en que se organiza la administración de la Generalitat**, asigna a la Conselleria de Medio Ambiente, Agua, Urbanismo y Vivienda las competencias en materia de medio ambiente, recursos hídricos, cambio climático, urbanismo, ordenación del territorio y del litoral, vivienda y calidad de la edificación. El **Decreto 131/2007, de 27 de julio, del Consell, aprueba el reglamento orgánico y funcional de la mencionada Conselleria** estableciendo como función de la Dirección General para el Cambio climático el control de la calidad del aire, la contaminación acústica y atmosférica incluyendo lo relativo al comercio de derechos de emisión de gases de efecto invernadero, así como otras formas de contaminación.

Para llevar a cabo estas competencias, se desarrolla la Red Valenciana de Vigilancia y Control de la Contaminación Atmosférica para hacer un seguimiento continuo de los niveles de los distintos contaminantes atmosféricos.

En relación a la explotación y los objetivos de dicha red, el **Decreto 161/2003, de 5 de septiembre, del Consell de la Generalitat, por el que se designa el organismo competente para la evaluación y gestión de la calidad del aire ambiente en la Comunidad Valenciana y se crea la Red Valenciana de Vigilancia y Control de la Contaminación Atmosférica**, establece una serie de directrices importantes a tener en cuenta por parte de la Conselleria de Medio Ambiente, Agua, Urbanismo y Vivienda (antes de Territorio y Vivenda).

Este decreto establece que la Dirección General para el Cambio Climático (antes D.G. de Calidad Ambiental) es el órgano competente para:

- La gestión de la Red Valenciana de Vigilancia y Control de la Contaminación Atmosférica.
- Autorizar los métodos, aparatos, redes, laboratorios y estaciones de control de la contaminación atmosférica, ya sean de titularidad pública o privada, que pasarán a formar parte de la Red Valenciana de Vigilancia y Control de la Contaminación Atmosférica.
- Asegurar la calidad de la medición realizada por los dispositivos autorizados, y especialmente los que formen parte de la Red Valenciana de Vigilancia y Control de la Contaminación Atmosférica, comprobando que respetan dicha calidad por medio de controles internos con arreglo, entre otros, a los requisitos de las normas europeas de garantía de calidad.
- Analizar los métodos de evaluación de calidad del aire.

- Coordinar y ordenar los programas estatales, comunitarios y autonómicos de garantía de calidad, así como los centros de análisis de la contaminación atmosférica, en el ámbito de la Comunidad Valenciana.
- La toma de datos y evaluación de las concentraciones de contaminantes regulados, en su ámbito territorial, así como la delimitación y clasificación de las zonas y aglomeraciones en relación a la calidad del aire ambiente.
- Informar al público, en los términos que se establezca, del estado de la calidad del aire, directamente o a través de los Entes locales.

También se establece que la Dirección General de Calidad Ambiental, en el ejercicio de sus competencias, podrá contar con el apoyo científico-técnico de instituciones de referencia para la vigilancia y control de la calidad del aire. Estas instituciones, en su caso, deberán desarrollar además, tareas de investigación y desarrollo tecnológico relacionadas con estas actividades.

Real Decreto 1073/2002, de 18 de octubre, sobre evaluación y gestión de la calidad del aire ambiente en relación con el dióxido de azufre, dióxido de nitrógeno, óxidos de nitrógeno, partículas, plomo, benceno y monóxido de carbono.

Este Real Decreto supone la transposición al derecho estatal de la Directiva 1999/30/CE del Consejo, y de la Directiva 2000/69/CE del Parlamento Europeo y del Consejo.

Tiene por objeto, por tanto, definir y establecer valores límite y umbrales de alerta de concentraciones de dióxido de azufre, dióxido de nitrógeno, óxidos de nitrógeno, partículas, plomo, benceno y monóxido de carbono en el aire ambiente, regular la evaluación, el mantenimiento y la mejora de la calidad del aire en relación con dichas sustancias, así como la información a la población y a la Comisión Europea.

Se introducen dentro del marco estatal los conceptos de Zona y Aglomeración para la evaluación de la calidad del aire en el territorio, así como el establecimiento de valores límite con fechas de cumplimiento en el 2005 ó 2010, y márgenes de tolerancia aplicables a los años previos a dichas fechas, los cuales van disminuyendo hasta alcanzar el valor límite (Tabla 1 a Tabla 5).

Para la evaluación de la calidad del aire respecto al dióxido de azufre, es preciso tener en cuenta el punto 3 del Artículo 4 del Real Decreto 1073/2002, que establece que se podrán designar zonas o aglomeraciones en que se superen los valores límite debido a fuentes naturales, como se ha mencionado con anterioridad.

Tabla 1. Valores límite para el dióxido de azufre, según el Real Decreto 1073/2002, expresados a 20°C y 1 atm.

	Periodo de promedio	2005
Valor límite horario para la protección de la salud humana	1 hora. No podrá superarse en más de 24 ocasiones por año.	350 µg/m³
Valor límite diario para la protección de la salud humana	24 horas. No podrá superarse en más de 3 ocasiones por año.	125 µg/m³

Tabla 2. Valores límite para el dióxido de nitrógeno (NO₂), según el Real Decreto 717/87, expresados a 20°C y 1 atm.

Periodo considerado	Valor límite (Percentil 98) para el NO₂
Anual (Para el cálculo del Percentil 98 será necesario disponer del 75% de los datos)	200 µg/m³ (Calculado a partir de periodos horarios)

Tabla 3. Valores límite para el dióxido de nitrógeno (NO₂), según el Real Decreto 1073/2002, expresados a 20°C y 1 atm.

	Periodo considerado	2005	2006	2007	2008	2009	2010
Valor límite horario de NO ₂ para la protección de la salud humana (µg/m ³)	1 hora. No podrá superarse en más de 18 ocasiones por año.	250	240	230	220	210	200
Valor límite anual de NO ₂ para la protección de la salud humana (µg/m ³)	Año civil	50	48	46	44	42	40

Tabla 4. Valores límite para el Pb determinado como Plomo particulado en aerosoles, captados en filtros, según el Real Decreto 1073/2002.

	Periodo de promedio	2005
Valor límite de Pb para la protección de la salud humana (µg/m ³)	Año civil	0.5

Tabla 5. Valores límite para el monóxido de carbono, según el Real Decreto 1073/2002.

	Periodo de promedio	2005
Valor límite de CO para la protección de la salud humana (mg/m ³)	Media de 8 horas máxima de un día	10

Real Decreto 1796/2003, de 26 de diciembre, relativo al ozono en el aire ambiente.

El presente Real Decreto supone la incorporación al derecho interno estatal de la Directiva 2002/3/CE, que estableció el nuevo régimen jurídico comunitario sobre el ozono troposférico presente en la baja atmósfera. Este Real Decreto debe entenderse completado con las prescripciones de carácter general previamente incluidas en el Real Decreto 1073/2002.

Se establecen valores objetivo de concentraciones de ozono para proteger tanto la salud de las personas como la vegetación, que deberán alcanzarse, como muy tarde, en el trienio o quinquenio que comienza con el año 2010 respectivamente, así como también establece objetivos más estrictos a largo plazo.

Se regulan los umbrales de información y de alerta para las concentraciones de ozono (distintos de los establecidos por el RD 1494/1995), con el fin de que las Administraciones públicas competentes suministren una adecuada información a la Administración sanitaria y a la población en caso de superación de éstos, o cuando se prevea que puedan ser superados (Tabla 6).

En cuanto a la evaluación de las concentraciones, se establecen normas y criterios a tener en cuenta para la medición de las concentraciones de ozono y de sus sustancias precursoras, los óxidos de nitrógeno y los compuestos orgánicos volátiles, con una regulación específica sobre el número y la ubicación de las estaciones de medición, y los métodos de referencia para el análisis de ozono y calibrado de los aparatos de medición.

Tabla 6. Valores objetivo y umbrales de información para el ozono, según el Real Decreto 1796/2003.

	Parámetro	Valor objetivo para 2010
Valor objetivo para la protección de la salud humana	Máximo de las medias octohorarias del día	120 µg/m³ que no deberá superarse más de 25 días por cada año civil de promedio en un periodo de 3 años a partir de 2010
Valor objetivo para la protección de la vegetación.	AOT40*, calculada a partir de los valores horarios de mayo a julio	18.000 µg/m³*h , de promedio de un periodo de 5 años a partir de 2010
Umbral de información	Promedio horario	180 µg/m³

Umbral de alerta	Promedio horario (se debe medir o prever durante 3 horas consecutivas)	240 µg/m³
-------------------------	---	-----------------------------

* **AOT40 [expresado en (µg/m³)*horas]**: la suma de la diferencia entre las concentraciones horarias superiores a los 80 µg/m³ (40 partes por mil millones o ppb) y 80 µg/m³ a lo largo de un periodo dado utilizando únicamente los valores horarios medidos entre las 8.00 y las 20.00 horas, hora de Europa Central, cada día.

Real Decreto 812/2007, de 22 de junio, sobre evaluación y gestión de la calidad del aire ambiente en relación con el arsénico, el cadmio, el mercurio, el níquel y los hidrocarburos aromáticos policíclicos en el aire ambiente.

Este real decreto supone la incorporación al derecho interno de la Directiva 2004/107/CE. En él se establecen los valores objetivo de concentración mencionados en el punto anterior, para el arsénico, cadmio, níquel, e hidrocarburos aromáticos policíclicos, con el fin de proteger la salud de las personas y el medio ambiente en su conjunto. En cuanto a su contenido, incorpora los elementos establecidos por la Directiva.

Dichos valores objetivo (Tabla 7) no deberán verse superados a partir del 31 de diciembre de 2012, y por tanto, será necesario adoptar las medidas necesarias para este fin antes de dicho momento.

A través de este Real decreto se establecen los métodos y criterios de evaluación de las concentraciones de dichas sustancias en el aire ambiente, así como de los depósitos transferidos desde la atmósfera a las superficies.

Se garantiza pues, la obtención y puesta a disposición pública de la información adecuada sobre las concentraciones y los depósitos de las sustancias mencionadas.

Tabla 7. Valores objetivo de As, Cd, Ni y B(a)P establecidos por la Directiva 2004/107/CE y el RD 812/2007.

Contaminante	Valor objetivo (Año 2013)
Arsénico	6 ng/m³
Cadmio	5 ng/m³
Níquel	20 ng/m³
Benzo(a)pireno	1 ng/m³

Cabe destacar que este Real decreto incluye una modificación del R.D. 508/2007 por el que se regula el suministro de información sobre emisiones del Reglamento E-PRTR y de las autorizaciones ambientales integradas. Se suprimen los umbrales para el suministro de información de las industrias sobre sus emisiones, de manera que la información ambiental disponible por las autoridades competentes sea completa.

Directiva 2008/50/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 21 de mayo de 2008, relativa a la calidad del aire ambiente y a una atmósfera más limpia en Europa.

La presente Directiva, tras el importante desarrollo normativo relativo a la gestión y evaluación de la calidad del aire ambiente, aparece con el fin de responder a la necesidad de una profunda revisión de dicha normativa, incorporando los últimos avances sanitarios y científicos, así como la experiencia de los distintos Estados Miembros.

Por motivos de simplificación y eficacia administrativa, esta nueva directiva incorpora cuatro directivas anteriores y una decisión del Consejo. Éstas son las Directivas 96/62/CE, 99/30/CE, 2000/69/CE y 2002/3/CE; y la Decisión 97/101/CE.

De forma general, esta normativa reúne los objetivos particulares y comunes establecidos en dicha normativa, incorporando a su vez, algunas novedades dentro del marco normativo de calidad del aire, como el caso concreto de la regulación de concentración en el aire ambiente de PM_{2.5}.

Esta Directiva define y establece objetivos de calidad del aire ambiente. Se establece el sistema y criterios de evaluación de la calidad del aire ambiente para contaminantes como el dióxido de azufre, dióxido de nitrógeno y óxidos de nitrógeno, las partículas (PM₁₀ y PM_{2.5}), el plomo, benceno, monóxido de carbono y ozono. Se definen los criterios de ubicación de puntos de muestreo así como los métodos de medición de referencia para los distintos parámetros evaluados.

Al igual que en la normativa que esta directiva incorpora, se especifican valores límite para la protección de la salud humana para contaminantes como el PM₁₀, dióxido de azufre, plomo y monóxido de carbono, estableciéndose márgenes de tolerancia, hasta alcanzar un valor límite objetivo en 2010 para el dióxido de nitrógeno y el benceno.

En relación a los umbrales, se establece un umbral de información y de alerta para el ozono, y para el dióxido de azufre y dióxido de nitrógeno, umbrales de alerta que deberán medirse durante 3 horas consecutivas en lugares representativos de la calidad del aire en un área de al menos 100 km² o en una zona o aglomeración, si esta última superficie es menor.

Como términos novedosos, esta directiva incorpora la definición de "**Nivel crítico**" como "un nivel fijado con arreglo a conocimientos científicos por encima de la cual pueden producirse efectos nocivos para algunos receptores como las plantas, los árboles o los ecosistemas naturales, pero no para el hombre", quedando éstos establecidos para el dióxido de azufre y los óxidos de nitrógeno

Otro de los aspectos novedosos de esta Directiva es la incorporación de una nueva regulación del parámetro PM_{2.5}. Dado que estas partículas finas tienen importantes repercusiones negativas para la salud humana, éstas se regulan de manera distinta al resto de parámetros. El control de este parámetro se aborda a partir de un doble enfoque: el primero de ellos persigue una reducción general de las concentraciones en

el medio urbano, combinándose con el establecimiento de un valor límite , que en una primera etapa irá precedido de un valor objetivo.

Para abordar este primer e importante aspecto, la directiva acuña un nuevo concepto que es el “**Objetivo nacional de reducción de la exposición**”. Este concepto incluye algunos nuevos términos, como son:

Indicador medio de exposición: nivel medio, determinado a partir de las mediciones efectuadas en ubicaciones de fondo urbano de todo el territorio de un Estado miembro, que refleja la exposición de la población; se emplea para calcular el objetivo nacional de reducción de la exposición y la obligación en materia de concentración de la exposición.

Obligación en materia de concentración de la exposición: nivel fijado sobre la base del indicador medio de exposición, con el fin de reducir los efectos nocivos para la salud humana, que debe alcanzarse en un período determinado.

Objetivo nacional de reducción de la exposición: porcentaje de reducción del indicador medio de exposición de la población de un Estado miembro establecido para el año de referencia con el fin de reducir los efectos nocivos para la salud humana, que debe alcanzarse, en la medida de lo posible, en un periodo determinado.

Por otro lado, al igual que en otros parámetros, se establece un valor objetivo anual, que debe ser alcanzado en 2010, y una valor límite, también anual, con un margen de tolerancia hasta ser alcanzado en 2015.

En la siguiente tabla (Tabla 8) se resumen dichos valores, así como los valores numéricos que, por acuerdo, se han establecido:

Tabla 8. Valor límite para el PM_{2.5} establecido en la Dir 2008/50/CE

	PERIODO MEDIO	VALOR LÍMITE	AÑO EN QUE DEBE ALCANZARSE	MARGEN DE TOLERANCIA
PM_{2.5}	AÑO CIVIL	25 µg/m³	1-1-2015	20%

VALOR LÍMITE + MÁRGEN DE TOLERANCIA (VALOR NUMÉRICO)							
2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
30	29	29	28	27	26	26	25 (valor límite)

En esta Directiva también se establecen las directrices y procedimientos para la realización de los Planes de Calidad del Aire y los Planes de Acción a corto plazo, en caso de superación de los Valores límite u objetivo, o de riesgo de superación de umbrales de alerta.

Por último, la directiva contempla en uno de sus capítulos los mecanismos de Información y comunicación de datos, respondiendo a la necesidad de asegurar que la población y organismos y entidades interesadas tengan acceso a la información de calidad del aire, y que, de igual forma, existan mecanismos comunes de transmisión de información y comunicación de datos entre los distintos Estados miembros y la Comisión.

5.2 Marco normativo relativo a las emisiones industriales

Desde el año 1984 existe legislación relativa a emisiones atmosféricas industriales que ha sido modificada a lo largo del tiempo. A continuación se presentan algunas de las principales directivas, leyes y decretos relacionados con la vigilancia y control de las emisiones a la atmósfera.

Además de la normativa establecida, a nivel europeo, estatal y europeo, existen acuerdos voluntarios entre las asociaciones de fabricantes y la administración, los cuales también se especifican en el siguiente apartado.

Decreto 833/1975, de 6 de febrero, que desarrolla la Ley 38/72 de Protección del Ambiente Atmosférico.

Este Decreto desarrolla la Ley 38/1972. Además de lo referente a calidad de aire, este decreto fija los niveles máximos autorizados de emisión de contaminantes a la atmósfera de las principales actividades industriales potencialmente contaminadoras que se detallan en su anexo (Tabla 9 y Tabla 10) y se recogen las medidas de carácter administrativo relativas a la instalación, ampliación, modificación, autorización de puesta en marcha y funcionamiento de estas actividades.

Tabla 9. Apartados 10 y 11 del Anexo IV del Decreto 833/1975.

Sector	Niveles de emisión (mgPST/Nm ³)		
	Instalaciones existentes	Instalaciones nuevas	Previsión 1980
Cerámica	500	250	150
Vidrio y fibras minerales	300	200	150

Tabla 10. Apartado 11(bis), establecido por el Real Decreto 547/1979. Fritas de vidrio y esmaltes.

Niveles de emisión (mgF/Nm³)			
	Instalaciones existentes	Instalaciones nuevas	Previsión 1980
- Emisión de F en partículas			
Zonas húmedas de pastizales	20	20	20
Otras zonas	40	40	40
- Emisión de F gas			
Zonas húmedas de pastizales	20	20	20
Otras zonas	40	40	40

Los datos son los que **aparecen modificados en el Real Decreto 547/1979, de 20 de febrero, sobre modificación del Anexo IV del Decreto 833/1975**, de 6 de febrero, por el que se desarrolla la Ley de Protección del Ambiente Atmosférico.

Orden Ministerial de 18 de Octubre de 1976, sobre prevención y corrección de la contaminación industrial de la atmósfera

Esta orden regula la instalación y funcionamiento de las actividades industriales incluidas en el catálogo de actividades potencialmente contaminadoras de la atmósfera contenido en el anexo II del Decreto 833/75. Asimismo, fija las normas de toma de muestras de efluentes gaseosos que se vierten a la atmósfera y establece las instrucciones de cálculo de altura de chimeneas para conseguir una adecuada dispersión de emisiones. Se establece el control, inspección y vigilancia de funcionamiento de las instalaciones industriales incluidas en el Anexo, especificando que:

- Dichas instalaciones fueran inspeccionadas por Entidades Colaboradoras del Ministerio de Industria para la Protección del Medio Ambiente Industrial, estando en la actualidad las ECMCA's (entidades colaboradoras en material de calidad ambiental según el Decreto 229/2004*) asignadas a tal efecto. Dicha inspección debe ser realizada por lo menos una vez cada dos años si son del grupo A, una vez cada tres años si son del grupo B, y una vez cada cinco años si son del grupo C. Actualmente el ejercicio de esta función está regulado por el Decreto 229/2004, de 15 de octubre, del Consell de la Generalitat, por el que se establecen las funciones de las entidades colaboradoras en materia de calidad ambiental y se crea y regula su Registro.
- Un titular de las instalaciones está obligado a facilitar el acceso de los inspectores a las partes de la instalación que consideren necesario, a facilitar la realización de mediciones, aportar información y documentación, y todos aquellos requerimientos que precisen para el cumplimiento de su misión.
- Las industrias incluidas en el Grupo A deberán efectuar, por lo menos una vez cada quince días, una medición de los contaminantes vertidos a la atmósfera o realizar periódicamente balances estequiométricos del azufre, halógenos y otros elementos químicos, que se determinen en cada caso, cuando no se disponga de los instrumentos de medida adecuados. Las industrias del grupo B deberán realizar

mediciones periódicas de sus emisiones. Todas las instalaciones industriales correspondientes a actividades clasificadas como potencialmente contaminantes de la atmósfera deberán llevar un libro-registro donde anotarán todas las mediciones realizadas.

El apartado 27 del anexo IV del Decreto 833/75 está modificado por el Decreto 127/2006, de 15 de septiembre, del Consell, por el que se desarrolla la Ley 2/2006, de 5 de mayo, de la Generalitat, de Prevención de la Contaminación y Calidad Ambiental (Generalitat Valenciana), estableciendo nuevos límites de emisión para las actividades sin límite específico, siempre y cuando existan técnicas disponibles que permitan alcanzar dichos límites (Tabla 11). Estos límites de emisión se emplearán asimismo, con carácter general, como referencia en los diferentes instrumentos de intervención ambiental establecidos en el artículo 6 de la Ley 2/2006, tales como la Autorización Ambiental Integrada o la Licencia Ambiental.

* Este Decreto está modificado por el Decreto 29/2007, de 9 de marzo.

Tabla 11. Límite de emisión para actividades no especificadas, según Decreto 127/2006 (Generalitat Valenciana).

Contaminante	Unidades de medida	Nivel de emisión
Partículas sólidas	mg / Nm ³	30
SO ₂	mg / Nm ³	200
CO	mg / Nm ³	625
NO _x (medido como NO ₂)	mg / Nm ³	1000
F total	mg / Nm ³	10
HCl	mg / Nm ³	10
SH ₂	mg / Nm ³	10

Además, este Decreto establece límites para emisiones difusas (Tabla 12) que se deben cumplir en todo el perímetro de la instalación en instalaciones ubicadas a más de 500 m de núcleos residenciales. Aquellas actividades que se encuentren a una **distancia igual o inferior de 500m deberán muestrear únicamente la fracción PM₁₀** en el perímetro de la instalación, debiéndose cumplir los valores límites establecidos en el R.D. 1073/2002.

Tabla 12. Límites para emisiones difusas para instalaciones ubicadas a más de 500m de núcleos urbanos, según Decreto 127/2006 (Generalitat Valenciana).

Parámetro	Límite
Partículas totales en suspensión (PST) Media aritmética de los valores registrados durante el periodo de muestreo	150 µgPST/m ³
Partículas totales en suspensión (PST) Máximo de todos los valores medios diarios registrados durante el periodo de muestreo	300 µgPST/m ³
Partículas sedimentables (PSD) Concentración media en 24h	300 mgPSD/m ²

Directiva 1984/360/CE, relativa a la lucha contra la contaminación atmosférica procedente de las instalaciones industriales.

La presente directiva tiene como objetivo principal prever medidas y procedimientos suplementarios dirigidos a prevenir o reducir la contaminación atmosférica procedente de instalaciones industriales.

Establece una serie de categorías donde se incluyen las actividades industriales afectadas por esta Directiva.

Plantea la necesidad de estas actividades de obtener una autorización que garantice que se toman las medidas de prevención de contaminación atmosférica, que la explotación de la instalación no produce niveles significativos de emisiones ni se superan los valores límite de emisión aplicables, teniendo también en consideración los valores límite de calidad del aire.

Real Decreto 646/1991, sobre limitación de emisiones a la atmósfera de determinados agentes contaminantes procedentes de grandes instalaciones de combustión; y Real Decreto 1800/1995, que modifica parcialmente al Real Decreto 646/1991.

Este Real Decreto tiene por objeto adaptar la Directiva 1988/609/CEE, siendo de aplicación a las instalaciones de combustión cuya potencia térmica nominal de producción de energía fuera igual o superior a 50 MW, cualquiera que fuese el tipo de combustible que utilizarasen. Tras la posterior modificación de la directiva, también este real decreto fue modificado mediante el Real Decreto 1800/1995, que establece nuevos valores límite de emisión de SO₂ para las nuevas instalaciones de combustión, y además fija las condiciones para el control de los límites de emisión de SO₂ en la actividad de refino de petróleo.

Directiva 1996/61/CE del Consejo de 24 de septiembre de 1996 relativa a la prevención y el control integrados de la contaminación.

La presente Directiva tiene como objetivo evitar o reducir al mínimo en la atmósfera, las aguas y los suelos, las emisiones procedentes de instalaciones industriales.

La prevención y control integrados de contaminación se refieren a las actividades industriales con un elevado potencial de contaminación, definidas en su Anexo I, estableciendo las obligaciones que deben cumplir estas instalaciones industriales. Dichas obligaciones incluyen un listado de medidas para la lucha contra vertidos industriales en el agua, el aire y el suelo y contra los residuos. A través de ésta se establece un procedimiento de solicitud, concesión y modificación de las autorizaciones de explotación de las instalaciones industriales, así como las exigencias mínimas que deben incluirse en toda autorización, en cuanto a obligaciones fundamentales, los valores límite de emisión, control de vertidos y reducción de contaminación a gran distancia o fronteriza.

La fecha límite para que las instalaciones existentes se conformen a las exigencias de la Directiva es el 30 de octubre de 2007.

Con posterioridad se ha modificado esta directiva para hacerla compatible con el artículo 6 de la Convención de Aarhus, a través de la Directiva 2003/35/CE.

Directiva 2001/81/CE del Parlamento Europeo y del Consejo de 23 de octubre de 2001 sobre techos nacionales de emisión de determinados contaminantes atmosféricos.

Directiva que se inscribe en el marco del seguimiento de la comunicación de la Comisión sobre su estrategia de la lucha contra la acidificación, la cual tiene por objeto, por primera vez, límites máximos nacionales de emisión para el dióxido de azufre, los óxidos de nitrógeno, los compuestos orgánicos volátiles y el amoníaco, responsables de los fenómenos de acidificación, eutrofización y formación del ozono troposférico, independientemente de cuáles sean las fuentes de contaminación.

Los fenómenos mencionados son fenómenos transfronterizos y, como tales, deben ser tratados por medio de una intervención comunitaria coordinada.

Esta Directiva prevé la introducción, a más tardar en 2010, de techos nacionales de emisión para los contaminantes antes mencionados. Dichos techos aparecen establecidos en su Anexo I.

Estos techos de emisión tienen por objeto alcanzar como objetivos medioambientales intermedios la reducción en diferentes porcentajes de las superficies con niveles críticos de depósitos de contaminantes ácidos, así como las concentraciones de ozono troposférico que superen los niveles críticos aceptables

- Reducir en al menos un 50% las superficies que presenten niveles críticos, en comparación con la situación de 1990.
- Reducir (con respecto a la situación de 1990) en:
 - Dos tercios, las concentraciones de ozono troposférico que superen el nivel crítico aceptable para la salud humana.
 - Un tercio de ozono que superen el nivel crítico para cultivos y vegetación seminatural.

Se establece en ambos casos un valor límite absoluto.

Establece la obligación de elaborar programas de reducción progresiva de emisiones nacionales anuales por parte de los estados miembros antes de octubre de 2002, así como su revisión y actualización en 2006. También establece la obligación de elaborar y actualizar anualmente inventarios y previsiones nacionales relativos al SO₂, al NO_x, a los COV's y al NH₃.

El Parlamento Europeo y el Consejo serán informados sobre los progresos realizados en cumplimiento de los techos, los objetivos medioambientales intermedios y los objetivos a medio plazo.

Ley 16/2002, de 1 de julio, de prevención y control integrados de la contaminación.

Esta ley es la transposición de la directiva 96/61/CE al marco normativo estatal. Esta Ley obliga a las instalaciones a disponer de una Autorización Ambiental Integrada, cumplir con las condiciones establecidas en la misma y notificar sus emisiones al Registro Estatal de Emisiones y Fuentes Contaminantes (Registro EPER).

La Autorización Ambiental Integrada es una nueva figura administrativa que consiste en englobar en un único permiso todos los condicionantes que va a tener la empresa

desde el punto de vista medioambiental. En dichas autorizaciones, se fijan Valores Límite de Emisión, fijados en función de las Mejores Técnicas Disponibles (MTDs o BAT, del inglés Best Available Techniques). Las MTDs se determinan para cada sector industrial en los documentos europeos BREF (BAT Reference Document).

Ley 2/2006, de 5 de mayo, de Prevención de la Contaminación y Calidad Ambiental.

La presente Ley define, estructura y clarifica el sistema de autorización ambiental vigente en la Comunidad Valenciana, con el objeto de implantar un nuevo modelo de intervención administrativa ambiental aplicable a todo tipo de actividades que puedan afectar al medio ambiente, caracterizado por la adopción de un enfoque integrado y preventivo en el tratamiento de la contaminación, así como por su coordinación, simplicidad y agilidad, reduciendo, de este modo, las cargas burocráticas que el administrado está obligado a soportar previamente a la puesta en marcha y funcionamiento de una actividad.

El núcleo fundamental de esta ley lo conforma la regulación de los tres procedimientos de intervención administrativa ambiental a los que deberán someterse las distintas actividades, y que son: la autorización ambiental integrada, la licencia ambiental, y la comunicación ambiental. Se incorporan también en esta Ley los mecanismos de inspección, vigilancia y control medioambiental, así como un régimen sancionador.

Con el fin de evitar la superposición y duplicidad de trámites en los procedimientos resolutorios, también se especifica el reparto de funciones entre los órganos de la administración actuante y demás administraciones involucradas.

En resumen, se trata de una Ley, que asienta, dentro del marco normativo de la Comunidad Valenciana, todas las exigencias que se han establecido en relación a la nueva visión de control integrado de la contaminación, ampliando esta visión de control a realidades concretas que se dan en nuestra comunidad autónoma.

Decreto 127/2006, de 15 de septiembre, del Consell, por el que se desarrolla la Ley 2/2006, de 5 de mayo, de la Generalitat

Este decreto desarrolla la Ley 2/2006, de la Generalitat, de Prevención de la Contaminación y Calidad Ambiental.

Cabe destacar en este Decreto, el establecimiento y descripción de distintas herramientas y procedimientos fundamentales para el seguimiento y control ambiental de las actividades industriales, así como instrumento de información al servicio de los ciudadanos. Éstos son:

- El Registro de Instalaciones de la Comunitat Valenciana y del Registro de Emisiones de la Comunitat Valenciana.
- La Comisión de Análisis Ambiental Integrado y las Comisiones Territoriales de las Comisiones Ambientales (definiéndose composición, funciones y régimen de funcionamiento), como órganos encargados de efectuar un análisis global y completo desde el punto de vista ambiental a la actividad, aportando mayor transparencia y eficacia. Se establece para éstas la asunción de las competencias de las Comisiones Provinciales de Calificación de Actividades.

También se atiende a la regulación y desarrollo de los distintos procedimientos que ya establecía la ley, como son:

- La regulación de la autorización ambiental integrada, destacando el procedimiento para la renovación y la modificación de ésta, y la inserción del pronunciamiento del órgano competente en materia de impacto ambiental.
- El procedimiento de licencia ambiental, concretándose algunos aspectos procedimentales de éste.
- El desarrollo de la modificación de la autorización ambiental integrada y la licencia ambiental, estableciendo un procedimiento ágil para estos supuestos.
- La autorización de inicio de actividad y licencia de apertura, puntualizando aspectos relevantes en el procedimiento como la intervención de entidades colaboradoras en materia de calidad ambiental.
- El desarrollo de ciertos aspectos del procedimiento de comunicación ambiental y la coordinación de distintos trámites en su seno.
- La actuación de las entidades colaboradoras en materia de calidad ambiental en el ámbito de las actuaciones de vigilancia, control y seguimiento de las instalaciones y actividades sometidas al ámbito de aplicación de este decreto.

Por último, este decreto establece en sus disposiciones adicionales algunos valores límite de emisión para ciertos contaminantes, sustituyendo los límites del apartado 27 del Anexo IV del Decreto 833/75, siempre y cuando existan técnicas disponibles que los permitan (dichos valores pueden ser consultados en este documento en la tabla 5.11). Se establecen también valores límite de emisión para compuestos orgánicos volátiles para aquellas instalaciones no incluidas en el ámbito de aplicación del R.D.117/2003. También resulta destacable que se establecen valores límite a aplicar en actividades que emitan partículas no canalizadas. El parámetro a medir así como el valor límite establecido variará en función de la distancia que dichas actividades tengan a un núcleo residencial.

6. CALIDAD DEL AIRE EN LA ZONA DE L'ALACANTÍ OCCIDENTAL.

En el presente apartado se evalúan fundamentalmente los datos del periodo 2005-2007 (aunque también se utilizaran datos disponibles de 2004 y 2008) sobre niveles de contaminantes atmosféricos en aire ambiente registrados en la Red Valenciana de Vigilancia y Control de la Contaminación Atmosférica de la Conselleria, así como de los estudios realizados por CSIC, CEAM, UA y UMH en el área de l'Alacantí Occidental. Esta evaluación permite identificar contaminantes sobre los que hay que centrar la atención en el desarrollo del plan de actuaciones para la mejora de la calidad del aire. Los niveles de los contaminantes atmosféricos registrados en el área de l'Alacantí Occidental durante 2004-2007 se comparan con los valores límite y objetivo de la legislación vigente en materia de calidad del aire, así como con los niveles registrados en otras zonas urbanas y rurales de España con diferente grado de desarrollo industrial. El objetivo final de estas evaluaciones es identificar posibles niveles de contaminantes atmosféricos alcanzables con el fin de fijar metas de calidad del aire que permitan, a la vez que obtener mejoras ambientales, ser utilizadas para la planificación del desarrollo urbano e industrial de la zona de estudio.

No es el objetivo de este estudio evaluar el cumplimiento o incumplimiento de los valores límite (o de los valores límite y su margen de tolerancia para su correspondiente anualidad) de los parámetros de calidad del aire en los diferentes años de estudio, sino comparar los valores límite definitivos con los datos registrados en el pasado inmediato.

Los contaminantes atmosféricos considerados en el presente estudio son: **SO₂**, **NO_x**, **PM₁₀**, **PM_{2.5}**, **Pb**, **As**, **Cd**, **Ni** y **O₃**.

Para la evaluación de la calidad del aire, se han tomado los datos estaciones correspondientes a la Zona ES1013: SEGURA-VINALOPÓ (A. Costera) según los criterios de zonificación establecidos en la normativa vigente. Esta zona incluye a cuatro comarcas de la provincia de Alicante y a 59 municipios de la provincia de Alicante exceptuando la propia ciudad de Alicante que constituye en si misma la Aglomeración ES1017: ALACANT. Dada la amplitud de esta zona respecto de la zona de diseño del plan de mejora, se han tomado únicamente las estaciones correspondientes a una de las comarcas, la *comarca de L'Alacantí*, cuyas estaciones caen todas dentro del área de estudio de *L'Alacantí Occidental*.

La evaluación de la calidad del aire se ha realizado a partir de los niveles de los contaminantes mencionados registrados en las estaciones de la Red Valenciana de Vigilancia y Control situadas dentro del área de estudio *L'Alacantí Occidental* (Tabla 6.1).

Tabla 6.1. Estaciones seleccionadas incluidas en la zona ES1013 y aglm ES1017.

COD. NAC.	NOMBRE	MUNICIPIO	DIRECCIÓN
03014006	EL PLA	Alicante	C/ Padre Espla, junto a nº70
03014004	RENFE	Alicante	Avda. de Salamanca s/n
03122005	SAN VICENTE DEL RASPEIG ¹	San Vicente del Raspeig	Colegio público Jaume I. C/balmes, nº24
03002002	AGOST	Agost	Casa municipal de cultura

¹ en adelante S. Vicent-1

También se ha utilizado para la evaluación de la calidad del aire los datos de las estaciones de medida procedentes del proyecto de "*Vigilancia de la Calidad del aire en el entorno de la Universidad de Alicante*" y de otros proyectos y campañas llevadas a cabo por investigadores de la Universidad de Alicante y de la Universidad Miguel Hernández de Elche que han trabajado de forma coordinada en la zona. Se incorporan al banco de medidas disponibles las estaciones con una cobertura relevante dentro del periodo 2004-2007 (Tabla 6.2). Las técnicas de medida utilizadas son las mismas que utilizan la Red Valenciana de Vigilancia y Control de la Contaminación Atmosférica.

Tabla 6.2. Estaciones con medidas sistemáticas de los proyectos de vigilancia del entorno de la universidad de Alicante.

NOMBRE	MUNICIPIO	DIRECCIÓN
Universidad (UA-CIEN)	San Vicente del Raspeig/Alicante	Carretera San Vicente del Raspeig s/n
San Vicent-2 (CP-MH)	San Vicente del Raspeig	C/ Azorín s/n
San Vicent-3 (CP-AZN/UA-VU)	San Vicente del Raspeig	C/ Doctor Marañón s/n / Avda. Vicente Savall, nº16
Petrología (UA-PTR)	San Vicente del Raspeig	Carretera San Vicente del Raspeig s/n

En la Figura 6.1 se muestra la ubicación de los puntos con disponibilidad de medidas cuyas coordenadas se detallan a continuación.

Estaciones de la Red Valenciana de Vigilancia y Control de la Contaminación Atmosférica de la Generalitat Valenciana:

- ✓ Agost: Casa Municipal de Cultura
Código 03002002
Longitud 0° 38' 17" Oeste; Latitud 38° 26' 11" Norte; Altitud 312 m

- ✓ Sant Vicent del Raspeig (en adelante Sant Vicent-1): Colegio Público Jaime I).
C/Balmes, 24
Código 03122005
Longitud 0° 31' 40" Oeste; Latitud 38° 23' 51" Norte; Altitud 123 m
- ✓ Alicante, El Plà
Código: 03014006
Longitud 0° 28' 16" Oeste; Latitud 38° 21' 31" Norte; Altitud 45 m

Estaciones de investigación financiadas por la Universitat d'Alacant:

- ✓ Sant Vicent-2 (C.P. Miguel Hernández)
C/ Azorín
Longitud 0° 32' 0" Oeste; Latitud 38° 23' 52" Norte; Altitud 122 m
- ✓ Universitat d'Alacant, Facultat de Ciències
Longitud 0° 30' 57" Oeste; Latitud 38° 23' 14" Norte; Altitud 120 m
- ✓ Universitat d'Alacant, Petrología
Longitud 0° 31' 37" Oeste; Latitud 38° 23' 1" Norte; Altitud 93 m
- ✓ Sant Vicent -3 (C.P. Azorín/Villa Universitaria)
C/ Doctor Marañón
Longitud 0° 31' 16" Oeste; Latitud 38° 23' 21" Norte; Altitud 99 m

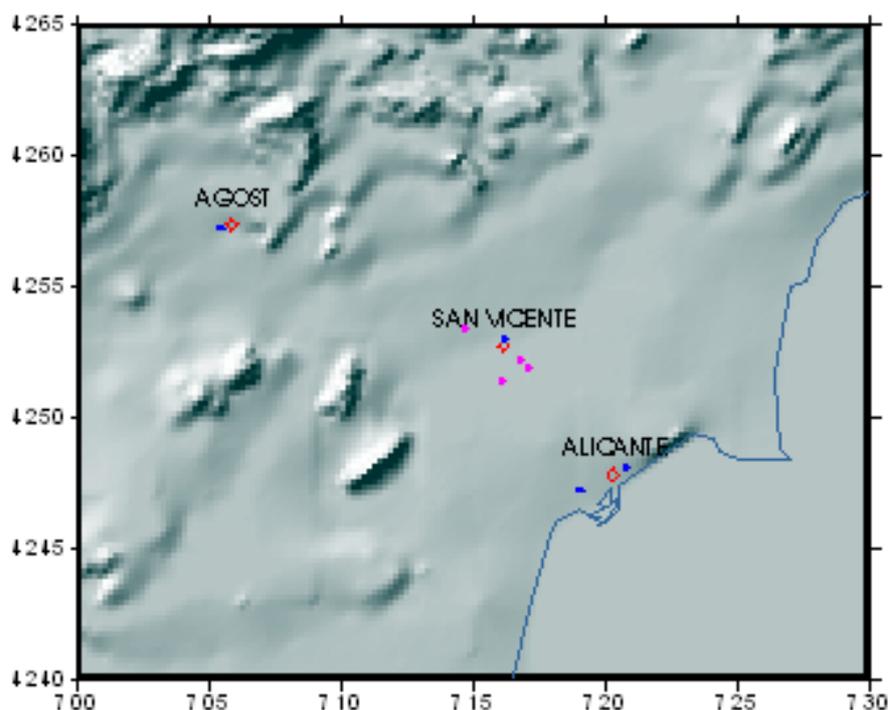


FIGURA 6.1. Localización de las tres ciudades de estudio de la zona de L'Alacantí Occidental (puntos rojos). Los puntos azules corresponden a las estaciones de medida de la Red Valenciana de Vigilancia y Control de la Generalitat Valenciana (Agost, S.Vicent-1, El Plà y Renfe) y los puntos rosa corresponden a las estaciones de medida del Proyecto de Vigilancia de la Calidad del Aire de la Universidad de Alicante (Universidad, S.Vicent-2, S-Vicent-3 y Petrología).

6.1 Introducción al marco normativo

6.1.1 SO₂

La normativa vigente a partir de 2005 fija un valor límite diario (VLD) de 125 µg/m³ que no se podrá superar en más de 3 ocasiones anuales, y en un valor límite horario (VLH) de 350 µg/m³ que no se podrá superar en más de 24 ocasiones anuales. En la Tabla 6.3 se muestran los niveles de óxidos de azufre recogidos en las estaciones de medida. Se puede observar que el **óxido de azufre es un parámetro crítico en la zona de estudio**, pues sus niveles son elevados y en las estaciones pertenecientes al proyecto de vigilancia de la calidad del aire en el entorno de Alicante los niveles están por encima de los fijados por la normativa vigente. Por lo tanto este parámetro **será objeto de evaluación para posibles reducciones de las emisiones atmosféricas**, con el fin de continuar garantizando el cumplimiento de las exigencias normativas, de manera especial en las estaciones que, de acuerdo con los criterios de implantación que ésta establece, están destinadas a la evaluación de la calidad del aire en la zona.

Tabla 6.3. Niveles de óxido de azufre. Según R.D. 1073. SD: sin datos o baja disponibilidad.

ESTACIÓN	Nº superaciones horarias de 350 µg/m ³ (VL de 2005)				Nº superaciones diarias de 125 µg/m ³			
	2004	2005	2006	2007	2004	2005	2006	2007
EL PLA	3	0	0	0	0	0	0	0
RENFE	0	0	0	0	0	0	0	0
S. VICENT-1	5	3	11	11	0	0	0	1
AGOST	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD
UNIVERSIDAD	22	0	1	5	3	0	0	0
S. VICENT-2	SD	5	13	43	SD	0	0	2
S. VICENT-3	SD	57	23	35	SD	11	7	3
PETROLOGÍA	SD	0	SD	SD	SD	0	SD	SD
LÍMITE	24	24	24	24	3	3	3	3

6.1.2 NO_x

La normativa vigente a partir de 2010 se fija en un valor límite anual (VLA) de 40 µgNO₂/m³, y un VLH de 200 µg/m³ que no se podrá superar en más de 18 ocasiones anuales. No obstante, se establecen unos márgenes de tolerancia en 2005, de modo que el VLA es de 50 µg/m³ y el VLH es de 250 µg/m³. En la Tabla 6.4 se muestra el percentil 98 de NO₂ (µg/m³), el número de superaciones y la media anual de los niveles registrados en las estaciones. Se observa que el óxido de nitrógeno es un parámetro que puede llegar a ser crítico en la zona de estudio, pues los niveles registrados están muy próximos a los límites fijados por la normativa vigente y futura de la CE. La media anual alcanza en la estación urbana de RENFE valores que sobrepasan al VLA y en la estación urbana de El PLA valores próximos al VLA sin

embargo los datos de la estación de la única estación que hay fuera de la fuerte influencia urbana local (UA-CIEN) da unos valores medios más alejados del VLA. El origen de este contaminante está relacionado con las emisiones del tráfico e industriales y en los datos se puede observar una oscilación de los valores promedio anuales en los 4 años, con los valores superiores en los años 2005 y 2007. Es esperable un progresivo aumento a partir del 2007 acorde con el incremento de la población en los núcleos urbanos principales y podrían llegar a superarse los niveles de NO₂ en un futuro. Por lo tanto **este parámetro no será objeto de evaluación en este plan,** aunque sería necesario hacer un seguimiento, pues podría ser un parámetro crítico en un futuro.

Tabla 6.4. Percentil 98 de NO₂ (µg/m³) establecido por el Real Decreto 717/87, número de superaciones del VLH de 2010 (200mg/m³) y media anual. SD, sin datos o baja disponibilidad.

ESTACIÓN	PERCENTIL 98			
	2004	2005	2006	2007
EL PLA	88	105	89	93
RENFE	124	118	115	137
S. VICENT-1	SD	SD	SD	SD
AGOST	SD	SD	SD	SD
UNIVERSIDAD	97	97	86	75
S. VICENT-2	SD	SD	SD	SD
S. VICENT-3	SD	SD	SD	SD
PETROLOGÍA	SD	SD	SD	SD
LÍMITE	200	200	200	200

ESTACIÓN	Nº superaciones horarias de 200 µg/m ³ (VL de 2010)				Valor promedio anual de NO ₂ (µg/m ³)			
	2004	2005	2006	2007	2004	2005	2006	2007
EL PLA	0	0	0	0	23	37	25	32
RENFE	0	0	0	2	45	48	44	36
S. VICENT-1	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD
AGOST	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD
UNIVERSIDAD	1	0	2	0	25	27	26	22
S. VICENT-2	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD
S. VICENT-3	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD
PETROLOGÍA	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD
LÍMITE	18	18	18	18	40	40	40	40

6.1.3 CO

La normativa vigente fija un valor máximo de 8 horas en un día de 10 mg/m³. En la Tabla 6.5 se observa que el **monóxido de carbono no es un parámetro crítico en la zona de estudio**, pues sus niveles están muy por debajo de los fijados dentro del marco normativo. Por tanto, este parámetro **no será objeto de evaluación para posibles reducciones de las emisiones atmosféricas**. El foco emisor principal de este contaminante es el tráfico.

Tabla 6.5. Niveles de monóxido de carbono (mg/Nm³). SD: sin datos o baja disponibilidad.

ESTACIÓN	Max 8-horas			
	2004	2005	2006	2007
EL PLA	2,5	2,5	1,7	2,6
RENFE	1,9	1,8	1,1	1,1
S. VICENT-1	SD	SD	SD	SD
AGOST	SD	SD	SD	SD
UNIVERSIDAD	SD	SD	SD	SD
S. VICENT-2	SD	SD	SD	SD
S. VICENT-3	SD	SD	SD	SD
PETROLOGÍA	SD	SD	SD	SD
VL-8H 2005	10	10	10	10

6.1.4 PM₁₀ y PM_{2.5}

La normativa vigente a partir del 2005 fija un valor límite anual (VLA) de 40 µgPM₁₀/m³, y un VLD de 50 µgPM₁₀/m³ que no se podrá superar en más de 35 ocasiones anuales. En la Tabla 6.6 se observa que los niveles medios anuales de **partículas en suspensión inferiores a 10 micras (PM₁₀) es un parámetro crítico** en la zona de estudio, pues los niveles registrados están muy próximos o han llegado a superar los límites fijados por la normativa vigente. Así, la media anual alcanza, en las estaciones urbanas y en las estaciones correspondientes al proyecto de vigilancia de la calidad del aire en el entorno de Alicante, valores que llegar a igualar, y en algún caso superar, el VLA en todos los años. En lo referente al número de superaciones del VLD, el límite fijado para 2005 se supera en casi todas las estaciones. Cabe resaltar que no se han descontado las superaciones del VLD coincidentes con episodios naturales (intrusiones de aire africano), como permite la normativa. En la Tabla 6.7 se muestran el promedio anual y número de superaciones descontando la carga neta de polvo registrado en las estaciones de fondo regional de polvo sahariano de acuerdo al procedimiento para identificación de episodios naturales africanos de PM₁₀ y PM_{2.5} y la demostración de causa en lo referente a las superaciones del valor límite diario de PM₁₀. Se observa que en algunas de las estaciones, el número de superaciones del VLD se reduce por debajo de 35 si se descuentan estas superaciones, pero aún así se encuentran próximas al número de superaciones permitido en el real decreto.

En cuanto al PM_{2,5}, las mediciones indicativas obtenidas de dicho parámetro (alternándose con el parámetro PM₁₀) en las estaciones de la Red Valenciana de Vigilancia, y las mediciones en continuo de la estación UA-CIEN durante 5 meses (julio 2005-enero 2006) en el cual se obtiene un promedio de 17,1 µg/m³ (sin descontar intrusiones saharianas) nos muestran que **serán las PM₁₀, y no las PM_{2,5}, las que serán objeto de evaluación para posibles reducciones de las emisiones atmosféricas** pues es necesario aplicar medidas de reducción en las fuentes de emisión de la zona.

Tabla 6.6. Niveles de PM₁₀ (µg/m³) sin descontar las intrusiones de polvo sahariano. SD: sin datos o baja disponibilidad.

ESTACIÓN	Media anual PM ₁₀ (µg/m ³)				Nº de superaciones de 50 µg/m ³ de PM ₁₀ (VL para 2005) Periodo diario			
	2004	2005	2006	2007	2004	2005	2006	2007
EL PLA	40	37,7	42,3	39,9	27(32%)	39(72%)	65(69%)	46(63%)
RENFE	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD
S. VICENT-1	SD	36,8	45,8	41,2	SD	19(27%)	79(71%)	55(60%)
AGOST	SD	29,4	41,8	40,8	SD	5(23%)	66(71%)	52(58%)
UNIVERSIDAD	SD	41,3	38,9	39,9	SD	82(87%)	73(98%)	90(99%)
S. VICENT-2	SD	35	34,9	SD	SD	25(57%)	6(12%)	SD
S. VICENT-3	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD
PETROLOGÍA	SD	34,7	45,9	38,7		18(38%)	63(70%)	64(96%)
LÍMITE 2005	40				35			

Tabla 6.7. Niveles de PM₁₀ (µg/m³) descontando las intrusiones de polvo sahariano. SD: sin datos o baja disponibilidad.

ESTACIÓN	Media anual PM ₁₀ (µg/m ³)				Nº de superaciones de 50 µg/m ³ de PM ₁₀ (VL para 2005) Periodo diario			
	2004	2005	2006	2007	2004	2005	2006	2007
EL PLA	37.6	37,2	39,7	36,4	18	32	53	31
RENFE	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD
S. VICENT-1	SD	35,7	45,8	38,2	SD	18	68	45
AGOST	SD	27,9	41,8	37,4	SD	4	53	35
UNIVERSIDAD	SD	39,1	36,4	36,9	SD	72	55	68
S. VICENT-2	SD	32,9	34	SD	SD	20	6	SD
S. VICENT-3	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD
PETROLOGÍA	SD	32,7	42,6	35,8	SD	16	50	43
LÍMITE 2005	40				35			

6.1.5 As, Cd, Ni, Pb

En la Tabla 6.8 se observa que los niveles medio anual de As, Cd, Ni y Pb están muy por debajo de los valores objetivo marcados por el Real Decreto 812/2007, tanto en las estaciones de la Red Valenciana de Vigilancia y Control como en las del programa de vigilancia de la Universidad de Alicante. Por otra parte los valores promedio son muy estables desde 2004 a 2007. La diferencias tanto en niveles como en la estabilidad entre años con los de la estación de la UA es muy posiblemente debido a que en esta estación no se han analizado todas las muestras sino aquellas con niveles altos de PM₁₀. Por ello **los valores medios de As, Cd, Ni y Pb no son parámetros críticos en la zona de estudio.**

El origen de las emisiones de As, Cd, Ni y Pb está relacionado tanto con las actividades industriales desarrolladas en la zona como en el tráfico. Basándose en que ninguno de estos parámetros es crítico en la zona y en que la reducción de las emisiones de PM₁₀ llevará implícita también una disminución de los niveles de estos metales, **los niveles de As, Cd, Ni y Pb no serán objeto de evaluación para posibles reducciones de las emisiones atmosféricas.**

Tabla 6.8. Niveles de As, Cd, Ni y Pb (ng/m³). SD: sin datos o baja disponibilidad.

ESTACIÓN	Media anual en PM ₁₀ (ng/m ³)															
	As				Cd				Ni				Pb (µg/m ³)			
	2004	2005	2006	2007	2004	2005	2006	2007	2004	2005	2006	2007	2004	2005	2006	2007
EL PLA	SD	0,39	0,43	0,46	SD	0,18	0,19	0,19	SD	5,08	5,08	6,11	SD	0,01	0,01	0,01
RENFE	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD
S. VICENT-1	SD	0,48	0,51	0,51	SD	0,20	0,20	0,24	SD	4,43	5,74	7,19	SD	0,01	0,01	0,01
AGOST	SD	0,89	0,86	0,57	SD	0,11	0,20	0,11	SD	2,65	8,01	9,45	SD	0,03	0,03	0,03
UNIVERSIDAD	0,60	0,36	0,28	SD	0,69	0,35	0,68	SD	9,46	7,55	6,45	SD	0,04	0,02	0,01	SD
S. VICENT-2	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD
S. VICENT-3	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD
PETROLOGÍA	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD
VALOR OBJETIVO 2013	6				5				20							
VLD 2005													0,5			

6.1.6 O₃

En la Tabla 6.9 se puede observar que los parámetros normativos referentes a **ozono pueden llegar a ser críticos** en la zona de estudio. Aunque en la mayoría de las estaciones en las que se tienen medidas los valores obtenidos no incumplen los requisitos de la normativa vigente, los valores de la estación de San Vicente del Raspeig y la de la Universidad de Alicante (localizadas en terrazas a cierta altura y la segunda fuera de la influencia urbana directa) marcan niveles algo más elevados que los niveles de las estaciones urbanas propias de la ciudad de Alicante como son El PLÀ y RENFE, debido a que en estas zonas más alejadas de la gran ciudad no tienen una alta influencia urbana.

El ozono es un contaminante secundario y por tanto, no hay fuentes que lo emitan directamente a la atmósfera. Para reducir sus niveles hay que desarrollar actuaciones para reducir los gases precursores a partir de los cuales se origina; éstos son principalmente NO_x y compuestos orgánicos volátiles. En áreas de contaminación elevada el ozono es consumido para oxidar las emisiones locales de NO, por lo que los niveles de este contaminante suelen ser bajos en estas zonas. Por el contrario, en zonas periféricas a las emisiones de NO_x se suelen registrar niveles elevados de ozono debido a la generación de este contaminante a partir de sus precursores cuando se produce el transporte de masas de aire contaminado hacia zonas con masas de aire 'limpio' en donde los bajos niveles de NO son insuficientes para consumir el ozono generado. Por lo tanto cabe esperar que el mayor impacto del ozono generado a partir de las emisiones de la zona cementera se produzca en zonas del interior de L'Alacantí (Agost), hacia donde se transportan las masas de aire costeras en primavera-verano, cuando la fotoquímica dispara los procesos de generación de ozono troposférico, pero en esta estación no hay medidas de ozono por lo que no se puede comprobar los niveles. **Por los motivos expuestos el ozono podría ser objeto de evaluación para posibles reducciones de las emisiones atmosféricas en una segunda fase del plan de mejora** y sería conveniente tomar medidas en la estación de Agost para comprobar si es cierta la suposición de que esta estación tendría los niveles más elevados de la zona de estudio.

Tabla 6.9. Parámetros normativos que regulan la concentración de ozono troposférico. SD: sin datos o baja disponibilidad.

ESTACIÓN	Nº superaciones octohorarias de 120 µg/m ³ de O ₃ (Valor objetivo para 2010)				Nº superaciones horarias de 180 µg/m ³ de O ₃ (Umbral de información)				Nº superaciones horarias de 240 µg/m ³ de O ₃ (Umbral de alerta)				AOT40 Valor objetivo de protección de la vegetación para 2010 (mayo-julio)			
	2004	2005	2006	2007	2004	2005	2006	2007	2004	2005	2006	2007	2004	2005	2006	2007
EL PLA	0	1	7	8	0	0	0	0	0	0	0	0	SD	13.682	11.180	11.834
RENFE	5	0	5	1	0	0	0	0	0	0	0	0	SD	3.816	6.916	2.360
S. VICENT-1	SD	0	34	17	SD	0	0	0	SD	0	0	0	SD	0	22.967	14.729
AGOST	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD
UNIVERSIDAD	SD	108	126	44	2	0	7	0	0	0	0	0	SD	39.229	53.644	29.147
S. VICENT-2	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD
S. VICENT-3	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD
PETROLOGÍA	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD
LÍMITE	25 (media 3 años)												18000 µg/m ³ .h, media de 5 años			

6.2 Parámetros críticos

En este apartado se tratan con especial detalle los contaminantes SO₂ y PM₁₀. El O₃ no se ha abordado en esta primera fase del plan por presentar una complejidad especial debido a la posible coexistencia de fuentes de emisión diversas que contribuyen a incrementar sus niveles, o bien a su carácter secundario y que por otra parte no presenta niveles especialmente elevados en la zona.

Se han llevado a cabo medidas de los parámetros críticos (SO₂ y MPA) y muestreo de PM₁₀ y de PM_{2.5} en varias estaciones situadas en la zona de Alicante. La estación de RENFE aunque ha sido utilizada en el apartado 6.1 para la evaluación de los parámetros normativos no se considera de relevancia para el estudio de los parámetros críticos.

La Tabla 6.10 se muestran estas estaciones de medida que se utilizan y algunas características como los parámetros críticos que se han medido en cada una de ellas y técnicas. En cuando a la dirección y velocidad del viento solo se tienen datos meteorológicos de la estación de la universidad, aunque se cuenta con el apoyo de otras estaciones circundantes (en la costa y en el interior) que han permitido estimar la dinámica atmosférica de la zona.

En la figura 6.3 se muestran las estaciones que se han utilizado para el estudio del parámetro crítico PM10. No se han utilizado ni la estación de RENFE ni la estación de San Vicente-3 (C.P: Azorín) que si se han utilizado en el estudio del SO₂ como parámetro crítico (apartados 3.3, 6.2.2).

Tabla 6.10. Localización, tipo y método de medida de las estaciones de muestreo.

NOMBRE	Parámetro crítico	Tipo de estación	Método de medida
EL PLA	SO ₂ , PM ₁₀ , PM _{2.5}	Urbana de fondo	Digitel
RENFE	SO ₂	Urbana	
San Vicente-1	SO ₂ , PM ₁₀ , PM _{2.5}	Urbana-industrial	Digitel
AGOST	SO ₂ , PM ₁₀ , PM _{2.5}	Urbana-industrial	Digitel
Universidad	SO ₂ , PM ₁₀ , PM _{2.5}	Fondo-sub-urbano-industrial	Grimm/Digitel /LVS
Petrología	SO ₂ , PM ₁₀	Fondo rural-industrial	Digitel
San Vicente-3	SO ₂	Fondo urbano-industrial	Grimm
San Vicente-2	SO ₂ , PM ₁₀	Fondo urbano-industrial	Digitel

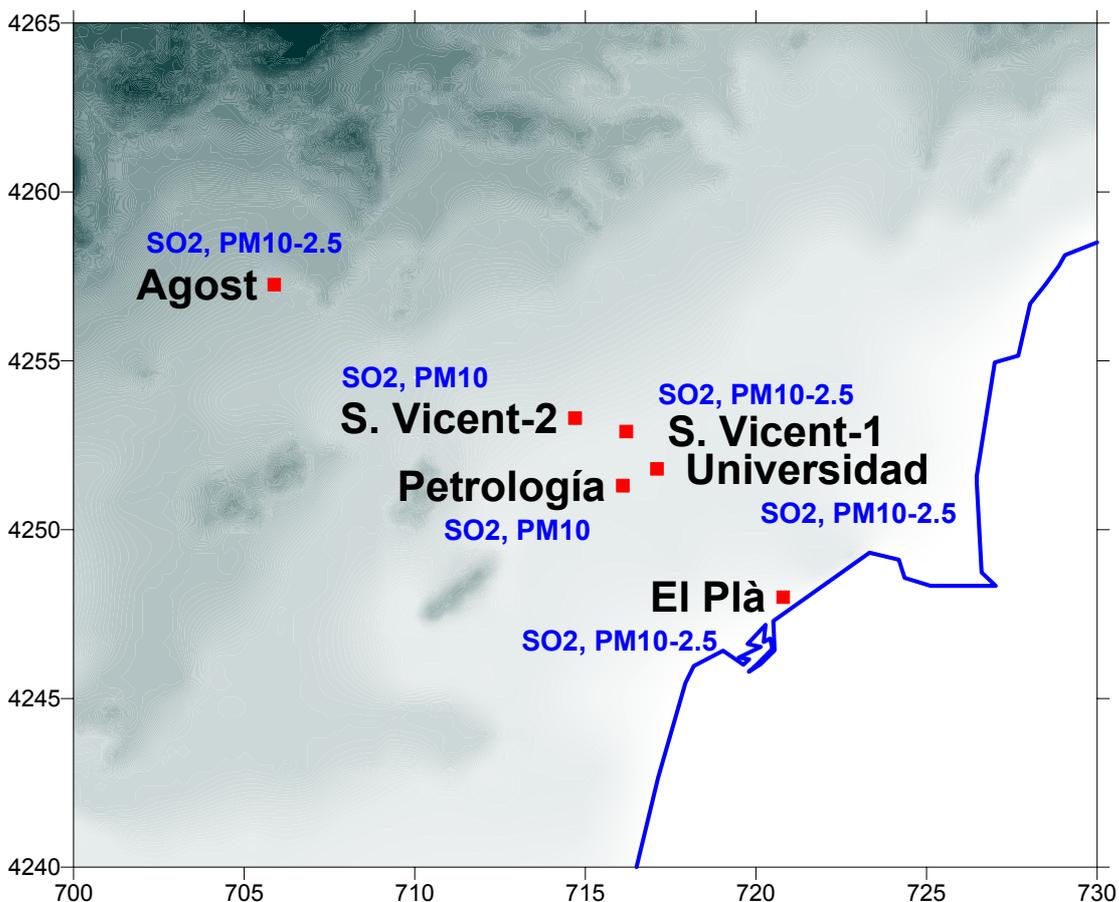


Figura 6.3. Localización de las estaciones de muestreo, con indicación de medidas de SO₂, PM₁₀ y metales disponibles en cada una de ellas (correspondientes a los puntos azules y rosas de la Figura 6.2).

6.2.1 Material particulado atmosférico

En cuatro de estas estaciones (todas menos El Plà), se han utilizado una selección de filtros de PM_{10} para su análisis. El muestreo se realizó con captadores de alto volumen DIGITEL DH80 durante el periodo comprendido entre 2005 y 2008.

Se seleccionaron parte de las muestras tomadas y se sometieron a análisis químico muy detallado. La selección se realizó dentro del periodo que comprende muestras de 2004 a 2008, aunque el análisis más detallado se ha realizado desde Octubre de 2006 hasta Marzo de 2008.

Dichos trabajos analíticos tiene como objetivo determinar los niveles y composición del material particulado atmosférico y evaluar la influencia de las posibles fuentes emisoras de la zona.

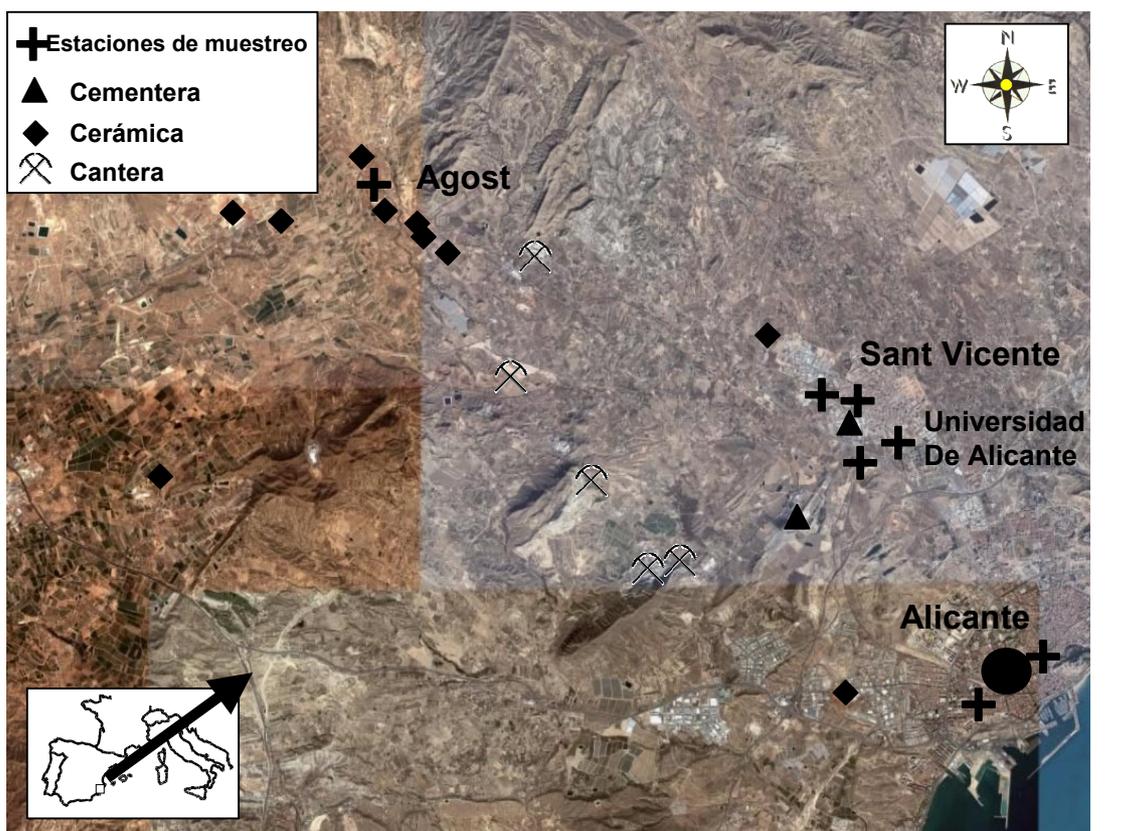


Figura 6.4. Mapa de la zona de estudio con ubicación de las estaciones de muestreo (marcadas con una cruz) y localización de los distintos sectores industriales.

Una vez pesados los filtros, se ha digerido una fracción de cada filtro de acuerdo con métodos convencionales de digestión ácida $HF:HClO_4:HNO_3$, y la solución resultante se ha analizado mediante espectrometría de emisión con plasma acoplado inductivamente (ICP-AES) para el análisis de elementos mayoritarios, y con espectrometría de masas con plasma acoplado inductivamente (ICP-MS) para el análisis de elementos traza. Otra fracción del filtro se ha lixiviado con agua desionizada, grado mili-Q, para el análisis de aniones y amonio mediante cromatografía iónica (IC). Finalmente el contenido en carbono total se ha determinado mediante un analizador elemental.

Los filtros seleccionados se han analizado también por difracción de rayos X (DRX) y mediante microscopía electrónica con analizador EDS acoplado (SEM-EDS) para determinar la mineralogía de la fracción crustal de PM₁₀.

Paralelamente al muestreo se ha realizado un estudio del origen de las masas de aire que afectan a la zona de estudio durante los periodos de muestreo, mediante el cálculo de retro-trayectorias utilizando el modelo HYSPLIT-4 de la NOAA (USA), así como mediante la evaluación de mapas NAAPs (NRL-USA), SKIRON (Universidad Atenas), TOMS (NASA-USA) e imágenes SeaWIFS (NASA-USA).

A) Niveles de PM

La Tabla 6.11 muestra los valores medios estadísticos para PM₁₀ y PM_{2.5} en las estaciones estudiadas. Para años con disponibilidad de datos >200 días los valores son muy similares en todas las estaciones, alcanzando valores medios anuales de PM₁₀ próximos a 40 µg/m³, o ligeramente superiores, durante 2006 a 2007, (Universidad 39-41 Petrología 39-46, Sant Vicent-2 39, Agost 40-42, Sant Vicent-1 42-46, El Plà 40-42 µg/m³), y bastante inferiores en 2005, 2008 y 2009 (Sant Vicent 37, 30 y 25, Agost 29, 31 y 25 y El Plà 37, 35 y 35 µg/m³).

El valor límite anual para PM₁₀ se fija en 40 µg/m³ desde 2005. Aún eliminando los días con aporte africano, los niveles medios de PM₁₀ para el periodo de estudio siguen alcanzando valores de 37 a 42 µg/m³, si tenemos en 2006 y 2007, y por tanto la mayor parte de los años excediendo el valor límite. Por otra parte, para este periodo, la estación de El Plà (con alta disponibilidad de datos junto con Universidad) registra entre un percentil 90.4 entre 60 y 67 µgPM₁₀/m³, muy superior al de 50 µg/m³ fijado como valor límite diario por la directiva 2008/50/CE (percentil 90.4 inferior a 50 µgPM₁₀/m³, o cuando la disponibilidad de datos es >90%, no superar 35 días al año el valor diario de 50 µgPM₁₀/m³).

En Universidad, para el periodo 2006-2007, se registra un número de superaciones que varía entre 66 y 92 (valor límite 35), observándose una reducción de estos días si se eliminan del recuento los días con influencia de aportes de polvo africano, siendo la reducción más acusada para el año 2007. No obstante en 2006 y 2007, aún descontando dichos aportes naturales, el valor límite de 35 días sigue superándose con gran exceso, dado las superaciones alcanzan valores de 55 a 72. Los valores del percentil 90.4 alcanzan 63-64 µg/m³ en la misma estación (valor límite 50 µg/m³). Estos valores son próximos a los registrados para los mismos años (2006 y 2007) en el resto de estaciones con disponibilidad inferior de datos (60-70 µg/m³, excepto Sant Vicent, con anualidades alcanzando 70-80 µg/m³). En 2005, y sobretodo 2008 y 2009 los valores alcanzados para los percentiles 90.4 son muy inferiores (hasta 37-40 µgPM₁₀/m³), y aún teniendo en cuenta los episodios africanos, en la gran mayoría de estaciones no se supera el valor límite.

Igualmente los niveles medios anuales de PM_{2.5} varían entre 29 y 34 µg/m³ en 2006 y 2007, y entre 21 y 22 µg/m³ en 2005, y entre 13 y 19 µg/m³ en 2008 y 2009. Todas las estaciones muestran valores simultáneos muy similares. El valor límite anual para PM_{2.5} se fija en 25 µg/m³ desde 2010, y para fondo urbano (estación del Plà) el valor objetivo es de 20 µg/m³ para 2020 (Directiva 2008/50/CE).

Hay que destacar la homogeneidad espacial de los niveles de PM₁₀ y PM_{2.5}, ya que todas las estaciones varían en un rango de variación máximo anual (años de medida completos) 39 a 44 µg/m³, y uno mínimo de 25-31 µg/m³. Por tanto se supone

que las fuentes de emisión de PM tienen gran influencia regional, más que local. De ser de este último modo las diferencias entre estaciones serían muy marcadas.

Los niveles mensuales y diarios de PM₁₀ y PM_{2.5} obtenidos para el periodo de estudio se presentan en las Figuras 6.5 y 6.6. Tanto la simultaneidad de la variación temporal como de los niveles alcanzados nos hacen suponer que toda la zona de estudio está afectada por los mismos focos emisores, tendencia temporal de volúmenes de emisión, e influenciada por la misma meteorología.

Basándonos en la variabilidad temporal y espacial de los niveles de PM, se observan las dos siguientes características:

a) Se observa un incremento muy marcado y generalizado de los niveles en 2006 y 2007, respecto a 2005, 2008 y 2009. En el periodo de máximos niveles de PM₁₀ (2006-2007) se alcanza en toda la zona un nivel medio de 42 $\mu\text{gPM}_{10}/\text{m}^3$, con valores de hasta 17 $\mu\text{gPM}_{10}/\text{m}^3$ superiores a 2009. En el periodo Abril 2006 – Mayo 2007 tuvieron lugar los trabajos de construcción de la autovía AP-7, lo cual produjo elevadas emisiones atmosféricas de polvo mineral que pudieron afectar a toda la zona de estudio. La reducción de 2008 y 2009, puede deberse en parte al cese de los trabajos de construcción de la AP-7, a la crisis económica, al cierre de la cementera I de Sant Vicent y a causas meteorológicas favorables. Sin embargo los niveles en 2005 ligeramente más bajos (aunque la disponibilidad de datos en algunas estaciones es menor del 30%) no pueden atribuirse a las bajas emisiones de los procesos industriales de la zona, ni a la meteorología que son esencialmente las mismas que en 2006 y 2007. Por tanto la hipótesis de que fueron las obras de construcción de la A-2 una de las principales causas del incremento de los niveles de PM en 2006-2007 respecto a los de 2005 (ya relativamente elevados).

b) Sobre estos niveles elevados en 2006-2007, resaltan las estaciones de Sant Vicent y Petrología con valores algo superiores (de hasta 46 $\mu\text{g}/\text{m}^3$), indicando que hay una fuente cercana (la cementera I de Sant Vicent) a dichas estaciones que eleva la media anual de PM₁₀ en 4 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. No ocurre lo mismo en 2008 y 2009, cuando en Sant Vicent se alcanzan valores similares al resto de estaciones (26-30 $\mu\text{g}/\text{m}^3$). Así, como se observa en la Figura 6.4, las estaciones de Sant Vicent y Petrología están más cercanas a la instalación de la cementera, lo cual hace que dichas estaciones se vean potencialmente más afectada (hasta 4 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ superior en la media de PM₁₀ en 2006 y 2007) por las emisiones generadas en esta instalación industrial.

La Figura 6.6 muestra que en algunos días del periodo de estudio se han registrado niveles de PM₁₀ superiores en Agost que en Sant Vicent, lo que indica una/s posible/s fuente/s de PM₁₀ distinta/s a la fábrica de cemento, y con mayor proximidad a Agost. Son estos días precisamente los que han registrado los niveles superiores de PM₁₀, superando casi siempre 100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (2 a 3 veces el valor límite diario). Ejemplos de estos episodios son: 27 de Marzo, 18 de Mayo, 15 de Junio, 4 de Octubre de 2006, 4 y 23 de enero y 1, 19 y 20 de marzo de 2007. Esta ocurrencia temporal apunta otra vez a la construcción de la autovía A2 en las cercanías de Agost (trazado Novelda-Agost-Alicante). Sin embargo, la contribución de otras fuentes como las actividades industriales dedicadas a la producción de cerámica, muy abundantes en la zona, así como episodios de resuspensión de suelos áridos cercanos a Agost, o las emisiones de los frecuentes focos de emisión de plantas de producción de áridos y otras materias primas para la construcción. La causa de estos episodios agudos parece pues no estar asociada con probabilidad a las emisiones de la cementera. Estos episodios son los causantes de los niveles elevados de PM en 2006 y 2007, ya que las medias de todo el periodo alcanzan 43 y 45 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ PM₁₀ para Sant Vicent y Agost,

respectivamente (superando el valor límite anual de $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$). Si se excluyen los citados episodios los niveles se reducen a $30\text{-}35 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (por debajo del valor límite).

En cuanto al resto de las estaciones merece ser destacado los altos niveles registrados en 2006 en Petrología, mientras que en el resto del periodo de estudio, Petrología registra valores similares o inferiores a Universidad. Indicando la posible existencia de emisiones puntuales que elevaran la media anual de PM10 en Petrología.

Es destacable que la estación del Plà, localizada dentro de la ciudad de Alicante, y por tanto con gran influencia urbana, registre niveles inferiores a los de las estaciones sub-urbanas (resto de estaciones). Por tanto se concluye que, además de los focos urbanos, existen los otros focos de emisión citados (no urbanos) que causan un incremento de los niveles de PM10 a escala regional (correlación temporal y niveles similares en las estaciones) pero que incrementan los niveles también a escala local (niveles marcadamente superiores en Sant Vicent y Petrología, con episodios marcados en Universidad).

Se ha realizado el estudio del origen de las masas de aire que llegan a la zona de estudio para cada uno de los días del periodo de muestreo. Se ha observado que los días con niveles de PM10 más elevados del periodo de estudio corresponden a situaciones de advección atlántica intensa, lo cual indica que el origen del material particulado no es externo (podría haber sido africano), sino local o regional. Además, al tratarse de advección intensa, la velocidad del viento fue relativamente elevada, lo cual podría haber favorecido la resuspensión y las emisiones difusas procedentes de actividades antrópicas (tales como las obras de construcción de la autovía, la fabricación cerámica, acopios de material pulverulento de la cementera, o áridos en diferentes explotaciones), así como naturales (resuspensión del suelo).

Por otro lado como muestra la Figura 6.7, las rosas de vientos aplicadas a los niveles de SO_2 y PM10 registrados en diversas estaciones de medida, indican que el origen de los episodios con niveles más altos del citado contaminante gaseoso procede de claramente coincidente con la cementera I. En el caso de PM10, también coinciden los episodios elevados con la dirección de la cementera I, aunque no puede asegurarse éste al no tener medidas con rosa de vientos al W de la citada planta industrial. Por tanto los episodios con altos niveles de PM10 pueden deberse a la cementera o a fuertes vientos de componente NW que hayan provocado resuspensión o transportado partículas desde dicho sector (obras públicas, cementera, entre otros).

De todo lo expuesto se puede concluir que hay factores como la disminución de emisiones relacionadas con la crisis, el cese de actividad de una de la planta cementera I y factores meteorológicos que puedan incidir en el descenso de los niveles de PM en 2008 y 2009. Sin embargo, entre 2006 y 2007 hubo focos de emisión de PM muy importantes que incrementaron generalizadamente los niveles de PM de la zona de estudio, hasta sobrepasar los valores límite de PM10 de la normativa ambiental. En el año 2005, las emisiones cerámicas y de cemento eran elevadas pero los niveles de PM no eran tan elevados. Una de las posibles causas del incremento generalizado de PM en 2006 y 2007 (niveles de $25\text{-}35 \mu\text{g}/\text{m}^3$ PM10 incrementados hasta una media de $42 \mu\text{g}/\text{m}^3$ PM10) podría ser las emisiones de construcción de la autovía A2. Sobre estos niveles elevados de forma general, los focos puntuales (como la cementera) podrían incrementar los niveles de PM10 en estaciones determinadas en una contribución adicional de $4 \mu\text{g}/\text{m}^3$ PM10 (incremento de 42 hasta $46 \mu\text{g}/\text{m}^3$ PM). Además, las emisiones de los procesos cerámicos y de las plantas de tratamiento de áridos y otros materiales de construcción pueden contribuir también a incrementar los niveles de PM. Por tanto, se puede concluir que en el caso de L'Alacantí el problema de calidad del aire relacionado con los altos niveles de PM se debe en gran parte a emisiones

fugitivas procedentes de: obras públicas en 2006 y 2007, emisiones de la fabricación de cemento, producción cerámica, áridos y otros materiales de construcción y resuspensión (natural o antropogénica) de polvo mineral del suelo.

Estas emisiones fugitivas son las que se han de controlar con extremo cuidado, dado que las condiciones potencialmente semi-áridas de la zona pueden favorecer que en años determinados (sequía persistente y vientos intensos, entre otras) las emisiones incrementen los niveles de PM hasta superar los valores límite de la normativa ambiental.

Tabla 6.11. Niveles medios de PM10 y PM2.5, superaciones del límite legal, percentil 90.4 y número de medidas de PM10 para cada una de las estaciones en el periodo de muestreo entre el año 2005 y 2008. Entre paréntesis se muestran los resultados una vez descontadas las intrusiones africanas.

AGOST

Año	PM ₁₀	PM _{2,5}	Superaciones	Percentil 90.4	Medidas PM ₁₀
2005	29 (28)	21	5 (4)	45	84
2006	42 (42)	29	66 (53)	69	259
2007	40 (37)	31	52 (35)	64	211
2008	31	16	17	49	250
2009	25	13	6	40	178

SANT VICENT DEL RASPEIG

Año	PM ₁₀	PM _{2,5}	Superaciones	Percentil 90.4	Medidas PM ₁₀
2005	37 (36)	21	19 (18)	60	99
2006	46 (46)	31	79 (68)	80	255
2007	42 (38)	34	55 (45)	73	219
2008	30	18	21	51	357
2009	26	14	3	37	186

EL PLÀ

Año	PM ₁₀	PM _{2,5}	Superaciones	Percentil 90.4	Medidas PM ₁₀
2005	37 (37)	22	37 (32)	58	261
2006	42 (40)	24	60 (53)	67	251
2007	40 (36)	29	41 (31)	60	230
2008	35	21	35	54	202
2009	28	--	7	37	186

UNIVERSIDAD

Año	PM ₁₀	PM _{2,5}	Superaciones	Percentil 90.4	Medidas PM ₁₀
2005	41 (39)		83 (72)	64	316
2006	39 (36)		66 (55)	63	360
2007	40 (37)		92 (68)	63	363
2008	30(28)		34(24)	49	360
2009	23		3	36	294

PETROLOGIA

Año	PM ₁₀	PM _{2,5}	Superaciones	Percentil 90.4	Medidas PM ₁₀
2005	35 (33)		18 (16)	54	138
2006	46 (43)		65 (50)	75	257
2007	39 (36)		65 (43)	60	351
2008	33(30)		42(32)	56	312
2009	29		6	47	142

SANT VICENT 2

Año	PM ₁₀	PM _{2,5}	Superaciones	Percentil 90.4	Medidas PM ₁₀
2005	35 (33)		25 (20)	53	207
2006	39 (34)		6 (6)	56	44
2007					
2008					

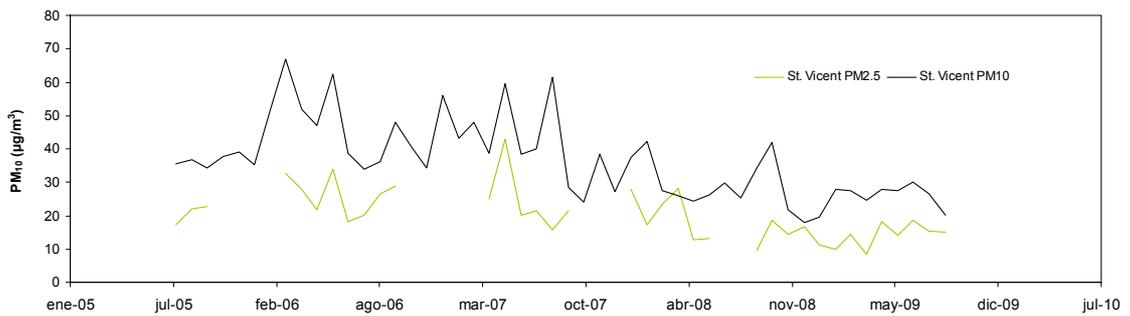
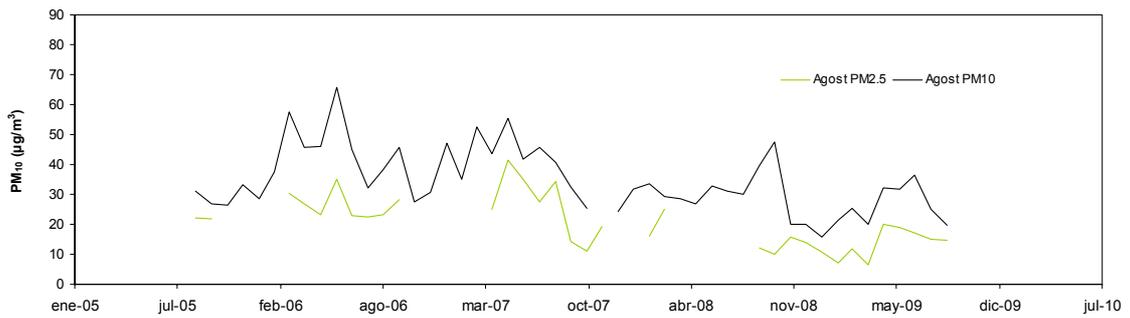
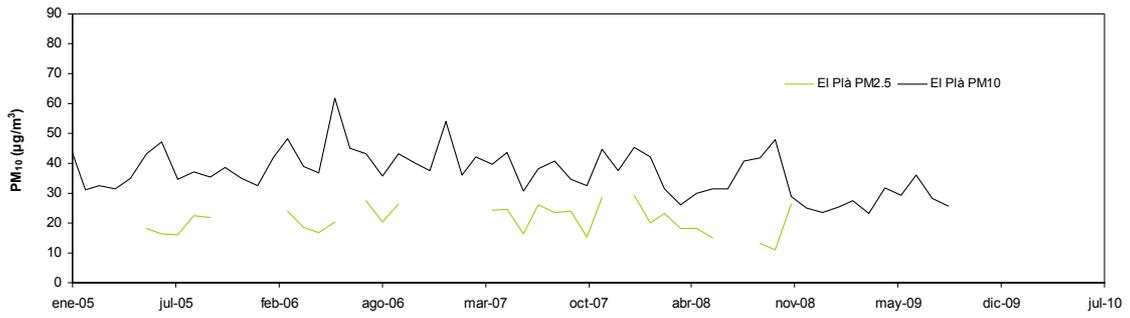
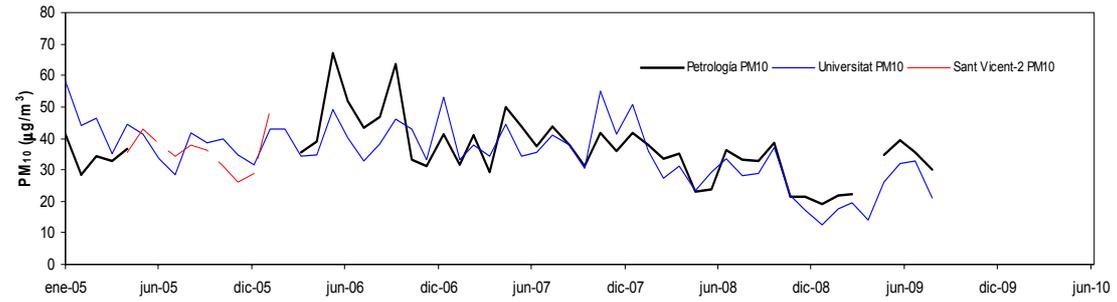


Figura 6.5. Niveles medios mensuales de PM_{10} y $PM_{2.5}$ ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) medidos en las estaciones de San Vicent, Sant Vicent-2, Agost, Petrologia, Universidad y El Plà.

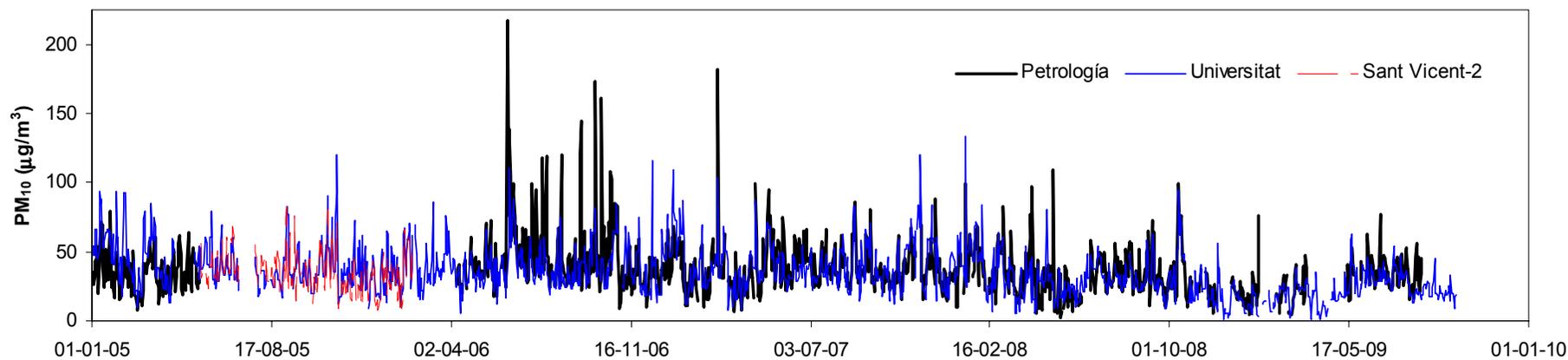
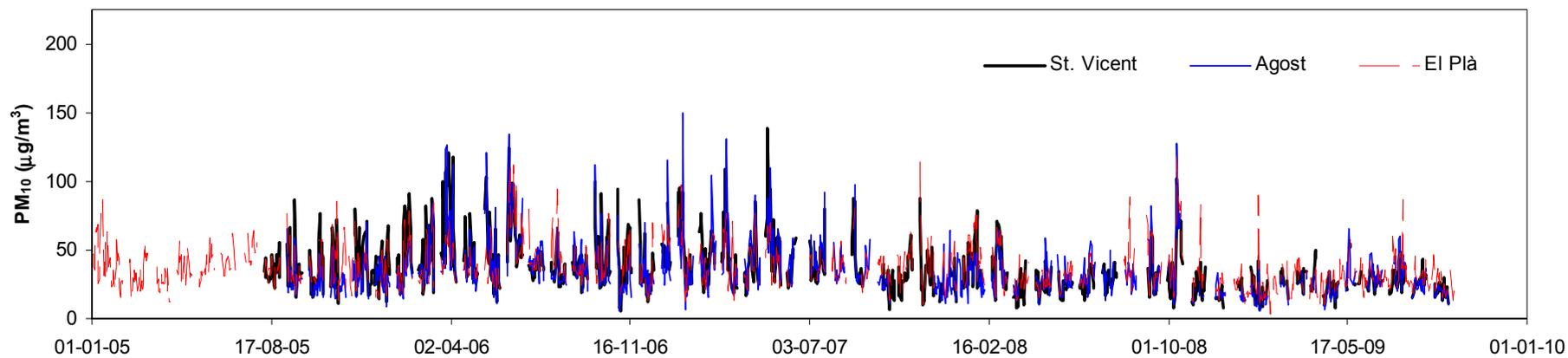


Figura 6.6. Niveles diarios de PM₁₀ (µg/m³) medidos en las estaciones de San Vicent, Sant Vicent-2, Agost, Petrología, Universidad y El Pià.

De forma anómala se han detectado periodos en los que se puede observar como los niveles obtenidos de PM10 y PM2.5 son similares, o incluso los niveles de PM2.5 son superiores, para determinados periodos a finales del 2006 a inicio de 2007, inicio de 2006 e inicio de 2005. Es decir, los niveles de PM2.5 registrados (40 - 70 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, para El Plà, Sant Vicent y Agost) son de forma esporádica, para los citados periodos, superiores a los que corresponderían a los niveles de PM10 obtenidos con unos ratios normales de PM2.5/10 de entre 0.5 y 0.7. Con estos ratios se alcanzarían niveles de 24-26 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ PM2.5 si aplicaran a PM10, entre 2 y 3 veces inferiores a los registrados para PM2.5. Cabe resaltar que fuera de los periodos citados, y durante la mayor parte del periodo de estudio, el ratio PM2.5/10 es de 0.6, con valores extremos de 0.3 a 0.8. Los ratios anómalos citados pueden indicar que el captador de PM2.5 no estaba funcionando correctamente y posiblemente estuviera muestreando una fracción superior al PM2.5 (cercana a PM10). Por ello se sugiere tomar con mucha precaución las medidas de PM2.5 registradas durante los periodos anómalos citados. Así, si tomamos todas las muestras disponibles de PM2.5 las medias alcanzadas para todo el periodo de estudio son 29, 28 y 25 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ para Sant Vicent, Agost y el Plà, respectivamente, mientras que si no se tiene en cuenta los periodos anómalos estas medias se reducen a 24, 25, 23 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Se destaca también el hecho que en 2006 y 2007 (años con periodos anómalos de medida de PM2.5) Agost y San Vicent, las medias de PM2.5 alcanzan niveles medios anuales de 29-34 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, mientras que en 2005, 2008 y 2009 los valores medios son de 21 (para el primer año) a 13-18 (2008-2009) $\mu\text{g}/\text{m}^3$, similares como cabría esperar a los del Plà (19 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ en 2005 y 2008).

Con el fin de evaluar los niveles de PM10 y PM2.5 registrados en la zona de estudio, se ha realizado una comparación con los niveles registrados en otras zonas urbanas españolas (Querol et al., 2008) sin elevada influencia industrial (Tabla 6.12). Teniendo en cuenta el relativamente pequeño tamaño de las poblaciones de la zona de estudio, y la situación de fondo urbano de la estación de Alicante (El Plà) los niveles deberían encontrarse en el límite inferior del rango, sin embargo, los niveles registrados en 2006 y 2007 son para todas las estaciones de estudio 9-16 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ superiores a los habituales en el caso de medidas de PM10 y 3-8 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ en el caso de medidas de PM2.5. Por todo ello hemos de considerar los niveles de PM10 en 2006 y 2007 como muy elevados. Se propone pues como objetivos del plan de mejora de calidad del aire, reducir los niveles de PM10 a niveles próximos a 30 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, y los de PM2.5 17 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Lo cual supone una reducción de entre 1-5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ y 1-3 de PM10 y PM2.5, respecto a los niveles registrados en 2008 y 2009. Cabe resaltar que en 2008 este objetivo se supera en la mayor parte de las estaciones pero en 2009, se cumple en casi todas (excepto El Plà).

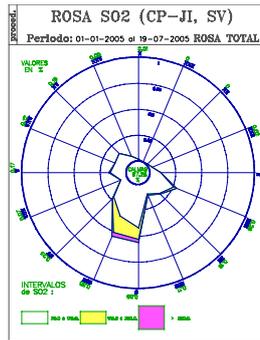
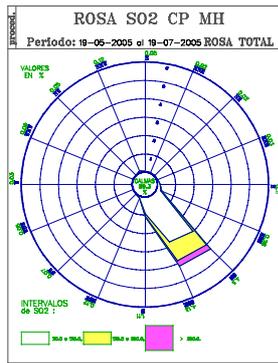
Se ha de resaltar que los niveles de PM10 registrados en 2008 se reducen unos 6 a 10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ respecto a las medias anuales de años anteriores, y aún alrededor de 5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ de 2008 a 2009. Como se ha expuesto, ello se puede deber a varios factores. A saber, a) las elevadas emisiones de la construcción de la A-2 en 2006 y 2007; b) la parada de la cementera I desde Mayo de 2008, c) la crisis económica, por la cual desde octubre 2008 las actividades de producción cerámica y cementera son muy inferiores, d) las condiciones meteorológicas favorables (elevada precipitación en primavera) que han disminuido las emisiones por re-suspensión, y e) combinación de a)-d).

En caso de ser las causas meteorológicas las que hayan favorecido el descenso marcado de niveles de PM10, podría indicar que los niveles de PM son elevados debidos

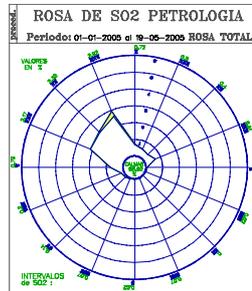
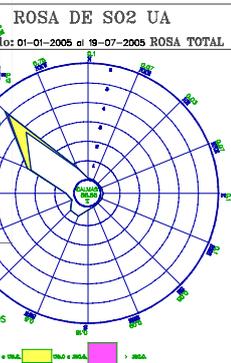
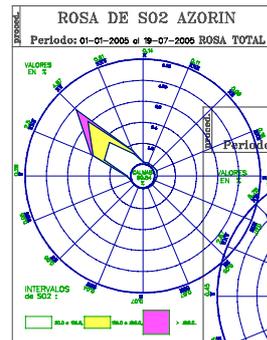
a emisiones de fugitivas por resuspensión a escala regional (tanto antropogénicas de los suelos semi-áridos de la zona). Si es esta la causa de los elevados niveles de PM, su reducción necesitaría de un tremendo esfuerzo en el control de pequeños focos de emisión dispersos por toda la zona, y el alcanzar los objetivos planteados de reducción de niveles de PM sería una labor muy compleja. En 2005 la producción cerámica y cementera eran muy elevadas, sin embargo los niveles de PM en aire ambiente no alcanzan los máximos de 2006 y 2007. Del mismo modo las condiciones meteorológicas no fueron mucho más favorables en 2005 que en 2007. Por ello, suponemos que las superaciones de los valores límite de PM10 fueron provocadas en gran parte por las emisiones de las obras de la autovía A-2, sobre los cuales se solaparon los impactos de las emisiones de cerámica y cemento (sobretudo de este último) incrementando una media de 4 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ los niveles de PM10, sobre el fondo regional que había incrementado hasta 42 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, debido a las citadas obras. Posteriormente, el cese de las obras de la A-2, la parada de la cementera I de Sant Vicent, la crisis económica (que causo una gran disminución de la actividad productiva cementera y cerámica), así como unas condiciones meteorológicas favorable causaron un descenso de los niveles de PM en 2008 y 2009, hasta registrar niveles relativamente bajos excepto en la estación urbana (25-31 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ PM10, excepto El Plà con 28-35 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, y 13-18 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ PM2.5, excepto El Plà, con 19 $\mu\text{g}/\text{m}^3$). En este último caso los niveles se mantienen algo elevados debido probablemente las emisiones del tráfico rodado. El objetivo final ha de ser mantener todas las estaciones por debajo de 30 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ PM10 y 17 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ PM2.5.

Tabla 6.12. Niveles de PM₁₀ y PM_{2.5} en el área y periodo de estudio y en estaciones urbanas y suburbanas españolas (Querol et al., 2008). * Sin tener en cuenta las medidas anómalas de PM_{2.5}.

Año	Niveles registrados ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	PM ₁₀	PM _{2.5}
2006 a 2007	Sant Vicent	42-46	25-26*
	Agost	40-42	26-27*
	El Plà	40-42	23*
	Universidad	39-40	-
	Petrología	39-46	-
2005	Sant Vicent	37	21
	Agost	29	21
	El Plà	37	19
	Universidad	41	-
	Petrología	35	-
2008 y 2009	Sant Vicent	26-30	14-18
	Agost	25-31	13-16
	El Plà	28-35	19
	Universidad	23-30	-
	Petrología	29-33	-
España	Estaciones suburbanas	25-30	12-17
	Estaciones urbanas fondo	30-40	20-25
	Exceso ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)		
2006 a 2007	Sant Vicent	12-14	7*
	Agost	10-12	8*
	El Plà	9-10	3*
	Universidad	9-16	-
	Petrología	9-16	-



Cementera I



Cementera I

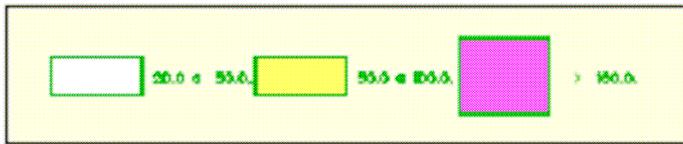
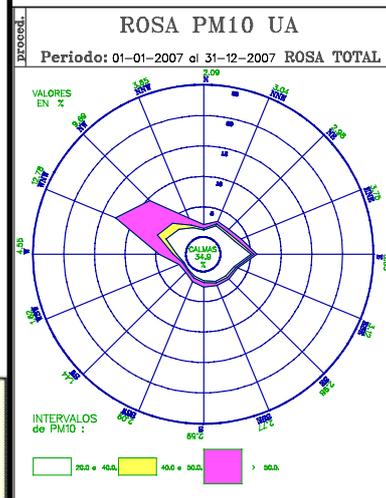
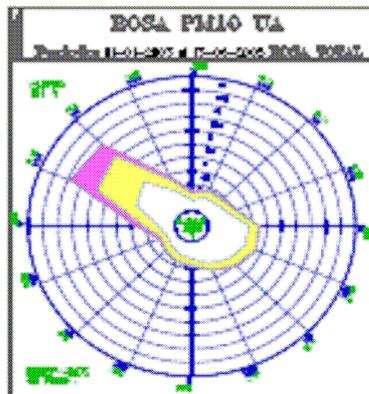


Figura 6.7. Rosas de los vientos para los niveles de SO₂ (superior) y PM₁₀ (inferior) registrados en algunas de las estaciones estudiadas para 2005 (SO₂ y PM₁₀) y 2007 (PM₁₀). El punto negro marca la posición de la cementera.

B) Composición química de PM₁₀

La concentración media de los componentes mayoritarios de PM₁₀ y una selección de PM_{2.5} muestreado en el periodo de medidas anómalo se presenta en la Tabla 6.14 y Figura 6.8. Los componentes se han distribuido en cinco grupos: mineral (suma de SiO₂, Al₂O₃, CO₃²⁻, Ca, K, Mg, Fe, Ti y P), materia orgánica y carbono elemental (OM+EC, calculado a partir de los niveles de OC+EC), compuestos inorgánicos secundarios (CIS: SO₄²⁻ + NO₃⁻ + NH₄⁺), aerosol marino y elementos traza. De esta manera, en las Tabla 6.13 se incluye la suma de los distintos grupos, así como el porcentaje relativo de cada uno de ellos respecto del total de masa de PM₁₀ y PM_{2.5}.

Dado que se han utilizado filtros de fibra de cuarzo no es posible la determinación directa de SiO₂. Generalmente se puede determinar este componente mayoritario en la fracción crustal, a partir de los niveles experimentales de Al₂O₃, mediante la aplicación de un factor. Este factor de $3 = \text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$ fue dispuesto por convenio tras varios estudios realizados en distintas zonas utilizando una metodología que permite determinar experimentalmente la concentración de SiO₂. Dadas las condiciones específicas de la zona de estudio, es posible que el ratio SiO₂/Al₂O₃ sea distinto del empleado. Ello se podía deber al impacto potencial de las emisiones de una fábrica de cemento, en cuya composición el ratio SiO₂/Al₂O₃ es superior. Por ello, se han realizado los cálculos utilizando dos criterios distintos:

- ✓ calcular la concentración de SiO₂ a partir de la concentración de Al₂O₃ utilizando un factor de 3 (método empleado generalmente para calidad de aire en zonas de fondo urbano o regional).
- ✓ suponer que el impacto de la cementera es tan elevado que las proporciones de los compuestos minerales en aire ambiente coinciden con la composición del cemento. Así, se calcula la concentración de SiO₂ a partir de la concentración de CaO, según el ratio CaO/SiO₂ de la composición del cemento gris (el más producido en la fábrica cercana): 3,25.

La diferencia entre las dos posibilidades es grande en lo referente a la media. Así consideramos más acertado el primer modo de cálculo debido al exceso sobre la masa de PM determinado si sumamos los componentes analizados y la concentración de SiO₂, determinada a partir de la de CaO; no ocurriendo así si determinamos carbonatos SiO₂ por el primer método expuesto. Por ello los cálculos de materia mineral se han realizado siguiendo el primer procedimiento.

El componente mayoritario de PM₁₀ y PM_{2.5} en la zona de estudio es la **materia mineral** o crustal, con contribuciones entre 44, 52 y 47% de la masa total de PM₁₀, 18, 21 y 26 µg/m³, para Sant Vicent, Agost y Universidad. Así pues tanto los porcentajes como los niveles de materia mineral son muy elevados, e incrementan desde Sant Vicent a Agost y a Universidad. Destaca principalmente los muy elevados niveles de Ca y Al₂O₃.

La **materia orgánica y carbono elemental** suponen entre 12 y 14% de la masa de PM₁₀ en todos los emplazamientos. Son niveles relativamente reducidos dado que estas estaciones no tienen mucha influencia de tráfico rodado, en lo referente a PM₁₀, si se compara con la influencia de otras fuentes emisoras.

Los **compuestos inorgánicos secundarios (CIS)** suponen entre 16 y 21% de la masa de PM₁₀. Destacan los relativamente altos contenidos de sulfato (4,1 a 4,8 µg/m³) y los niveles intermedio-altos de nitrato (2,3-3,5 µg/m³)

Por último, el **aerosol marino** representa un 4 % de la masa de PM₁₀, con niveles de 1,5 µg/m³ en las estaciones más interiores y 2,3 µg/m³ en la Universidad.

Los resultados muestran de forma clara que el componente principal es el mineral (44-52% de PM₁₀, Figura 6.8), lo cual indica una influencia de las actividades emisoras de material particulado de composición mineral: industrias cementeras y cerámicas de la zona, construcción de la autovía, resuspensión de materia mineral emitida por el transporte de la misma, o bien por la resuspensión de materia mineral del suelo semi-árido de gran parte de la zona. El predominio del componente mineral en PM₁₀ es gradual de Sant Vicent a Agost y de Agost a la Universidad, lo cual confirma la influencia de las fuentes cementeras y cerámicas y transporte de materia prima, sin descartar la citada obra pública, o la influencia de emisiones fugitivas por resuspensión de polvo mineral del suelo u otras fuentes minerales. Entre la materia mineral se aprecia un dominio de Ca y Al₂O₃. Finalmente destacan también los niveles relativamente elevados de sulfato.

Tabla 6.13. Concentración media de componentes mayoritarios de PM10 para las tres estaciones donde se han realizado análisis químicos. CIS: compuestos inorgánicos secundarios (sulfato, nitrato y amonio).

	San Vicent 2007-2008	Agost 2007-2008	Alacant 2005-2007
	PM ₁₀	PM ₁₀	PM ₁₀
n	67	67	110
µg/m ³			
PM	40	40	56
OM+EC	5,8	5,0	6,5
CO ₃ ²⁻	6,9	5,9	12,7
SiO ₂	3,9	7,1	3,5
Al ₂ O ₃	1,3	2,4	1,4
Ca	4,1	3,1	7,8
K	0,5	1,1	0,5
Na	0,6	0,7	1
Mg	0,3	0,5	0,4
Fe	0,5	0,7	0,5
Ti	0,04	0,07	
P	0,03	0,03	
SO ₄ ²⁻	4,1	4,4	4,8
NO ₃ ⁻	3,3	2,3	3,5
Cl ⁻	0,8	0,8	1,3
NH ₄ ⁺	0,9	0,8	0,5
F ⁻	0,01	0,02	
Crustal	17,5	20,9	26,1
OM+EC	5,8	5,0	6,5
CIS	8,3	7,5	8,8
A.Marino	1,5	1,5	2,3
E.Traza	0,2	0,2	0,2
Indet.	6,6	5,3	12,1
% Crustal	44	52	47
% OM+EC	14	12	12
% CIS	21	19	16
% A.Marino	4	4	4
% E.Traza	0,5	0,5	0,4
% Indet.	17	13	22

Se ha de resaltar que la elevada carga mineral en PM_{2.5} (del mismo orden que en PM₁₀, véase Tabla 6.15) demuestra que **las medidas de PM_{2.5} no son correctas para el periodo de medidas anómalas**, ya que la fracción mineral tiene una elevada proporción en el rango PM_{2.5-10}. Por ello los datos químicos de PM_{2.5} no se van a comentar en adelante.

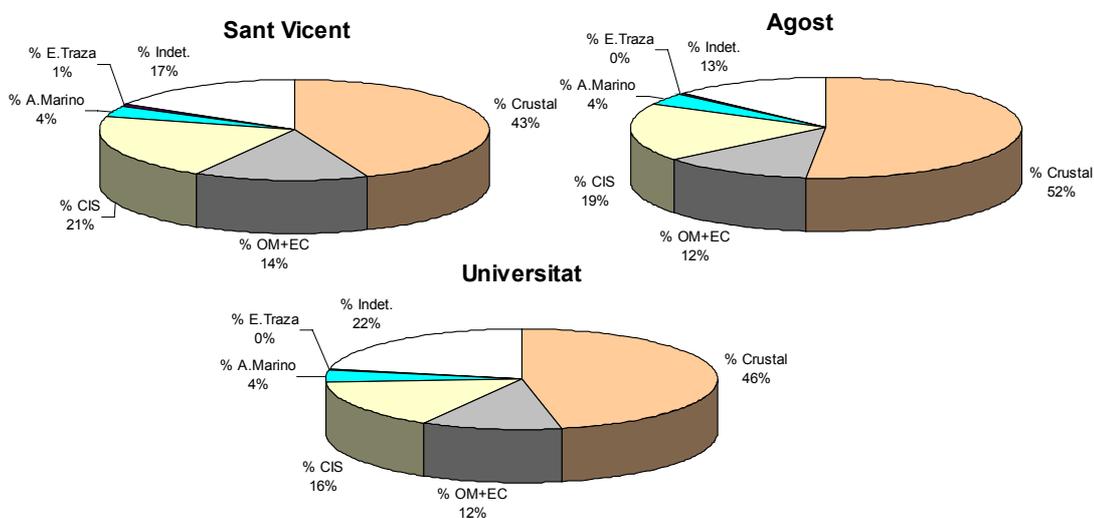


Figura 6.8. Composición química de PM₁₀ en Sant Vicent, Agost y Universidad durante el periodo de estudio.

Los niveles de los componentes mayoritarios de PM₁₀ en la zona de estudio han sido comparados con los rangos normales en estaciones de España con baja influencia industrial.

Considerando el pequeño tamaño de las poblaciones del área de estudio, la comparación se ha realizado con el límite inferior habitual para estaciones urbanas (Tabla 6.8 y Figura 6.9).

Los niveles de materia mineral en PM₁₀ se consideran entre 9 y 13 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ superiores al valor habitual para estaciones con escasa influencia industrial de España. En el caso Universidad los niveles son 17 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ superiores al valor habitual para PM₁₀, pero los niveles medios obtenidos para las muestras analizadas son muy superiores a la media del periodo estudiado si se tienen en cuenta todos los días. La Figura 6.10 muestra la clara correlación existente entre los niveles de materia crustal/mineral y los de masa total de PM₁₀, siendo muy baja esta cuando se consideran el resto de los componentes mayoritarios.

Los niveles del resto de componentes en PM₁₀ están dentro del rango habitual, o lo exceden ligeramente en el caso de los compuestos inorgánicos secundarios (CIS), por lo que el exceso de masa de PM₁₀ se puede atribuir muy mayoritariamente al exceso de masa de materia mineral, y en una pequeña proporción a los sulfatos y nitratos.

Los niveles de materia mineral pues son los causantes principales de los elevados niveles de PM₁₀ en la zona de estudio. Se consideran entre 9 y 13 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ superiores al valor habitual para estaciones con escasa influencia industrial de España. Se propone pues como objetivos del plan de mejora de calidad del aire, reducir los niveles de PM₁₀ a niveles próximos a 30 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, lo cual supone una reducción de entre 9-16 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, respecto a los niveles registrados en el periodo 2006-2007, pero solamente de 1-5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ respecto a las de 2009, basándose principalmente en una reducción de las fuentes emisoras de materia mineral, y en menor proporción de sulfato y nitrato. Como muestra la Figura 6.11, el material particulado atmosférico de Alicante es muy elevado en materia

mineral con respecto a otras zonas urbanas de España. En la misma figura se puede observar que los niveles de sulfato son también relativamente elevados, aunque no tan marcadamente como la materia mineral.

Tabla 6.14. Concentración media de componentes mayoritarios de PM₁₀ y PM_{2,5} para los periodos anómalos de medidas de PM_{2,5} CIS: compuestos inorgánicos secundarios (sulfato, nitrato y amonio).

	San Vicent		Agost	
	PM ₁₀	PM _{2,5}	PM ₁₀	PM _{2,5}
N	18	13	18	13
μg/m ³				
PM	43	40	45	37
OM+EC	6,2	6,7	5,4	5,3
CO ₃ ²⁻	7,6	8,6	5,4	4,9
SiO ₂	3,7	4,1	9,3	8,1
Al ₂ O ₃	1,2	1,4	3,1	2,7
Ca	5,1	5,7	3,6	3,3
K	0,5	0,6	1,2	1,1
Na	0,3	0,3	0,5	0,3
Mg	0,3	0,4	0,6	0,5
Fe	0,5	0,5	0,9	0,8
Ti	0,05	0,05	0,09	0,08
P	0,03	0,03	0,04	0,03
SO ₄ ²⁻	3,6	3,1	3,4	2,5
NO ₃ ⁻	2,9	2,4	2,0	2,5
Cl ⁻	0,7	0,5	0,6	1,6
NH ₄ ⁺	0,8	0,9	0,7	0,7
Crustal	19,0	21,3	24,4	21,5
OM+EC	6,2	6,7	5,4	5,3
CIS	7,3	4,1	6,1	3,2
A.Marino	1,1	0,8	1,1	1,9
E.Traza	0,2	0,2	0,3	0,2
Indet.	9,0	5,0	7,8	2,7
% Crustal	44	53	54	58
% OM+EC	15	17	12	14
% CIS	17	16	14	15
% A.Marino	3	2	2	5
% E.Traza	0,5	0,5	0,6	0,6
% Indet.	21	12	17	7

Tabla 6.15. Niveles de componentes mayoritarios de PM₁₀ en el área y periodo de estudio y en estaciones urbanas y suburbanas españolas.

Niveles registrados ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	PM ₁₀			
	Crustal	OM+EC	CIS	Marino
Sant Vicent	18	5,8	8,3	1,5
Agost	21	5,0	7,5	1,5
Universidad	26	6,5	8,8	2,3
Estaciones de fondo	2-6	2-4	5-8	1
Estaciones urbanas	7-12	6-13	6-13	1-4
Exceso ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)				
Sant Vicent	10	-	1-2	-
Agost	13	-	1-2	-
Universidad	17	-	1-2	-

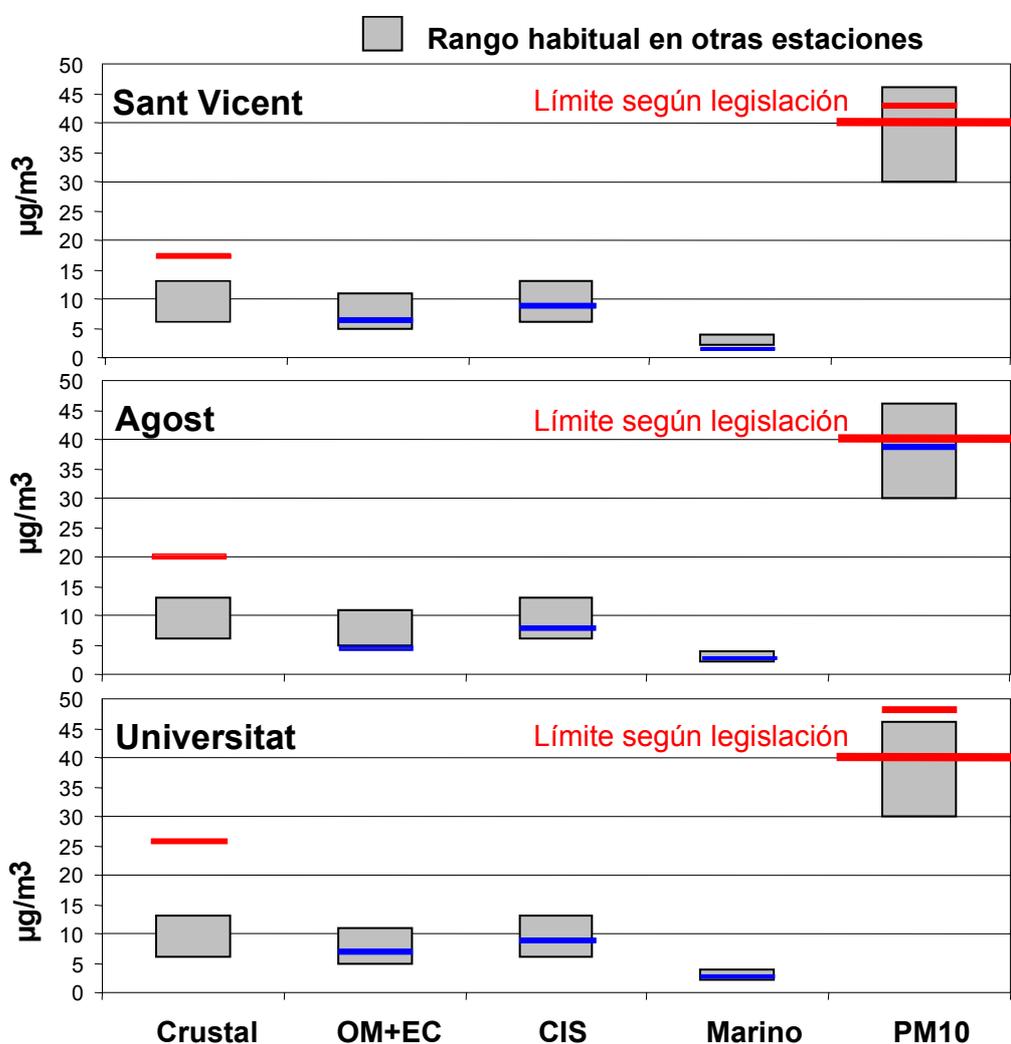


Figura 6.9. Niveles de materia crustal, OM+EC, CIS, Aerosol Marino y PM₁₀ en las estaciones de estudio comparados con los rangos habituales en otras zonas urbanas españolas sin elevada influencia industrial (Querol et al., 2008).

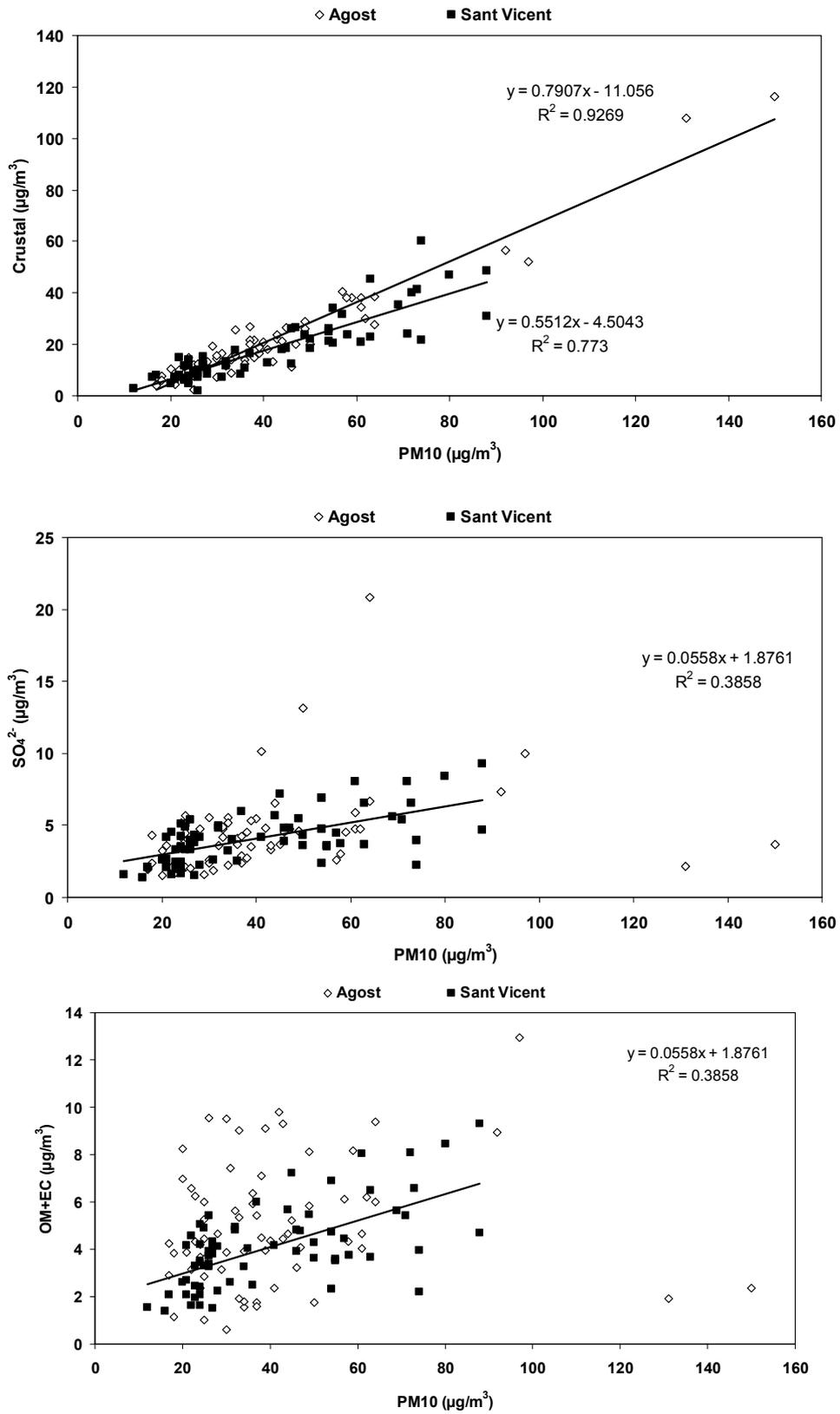


Figura 6.10. Correlación entre niveles de PM_{10} y material cristal, sulfato y OM+EC en Sant Vicent y Agost durante el periodo de estudio.

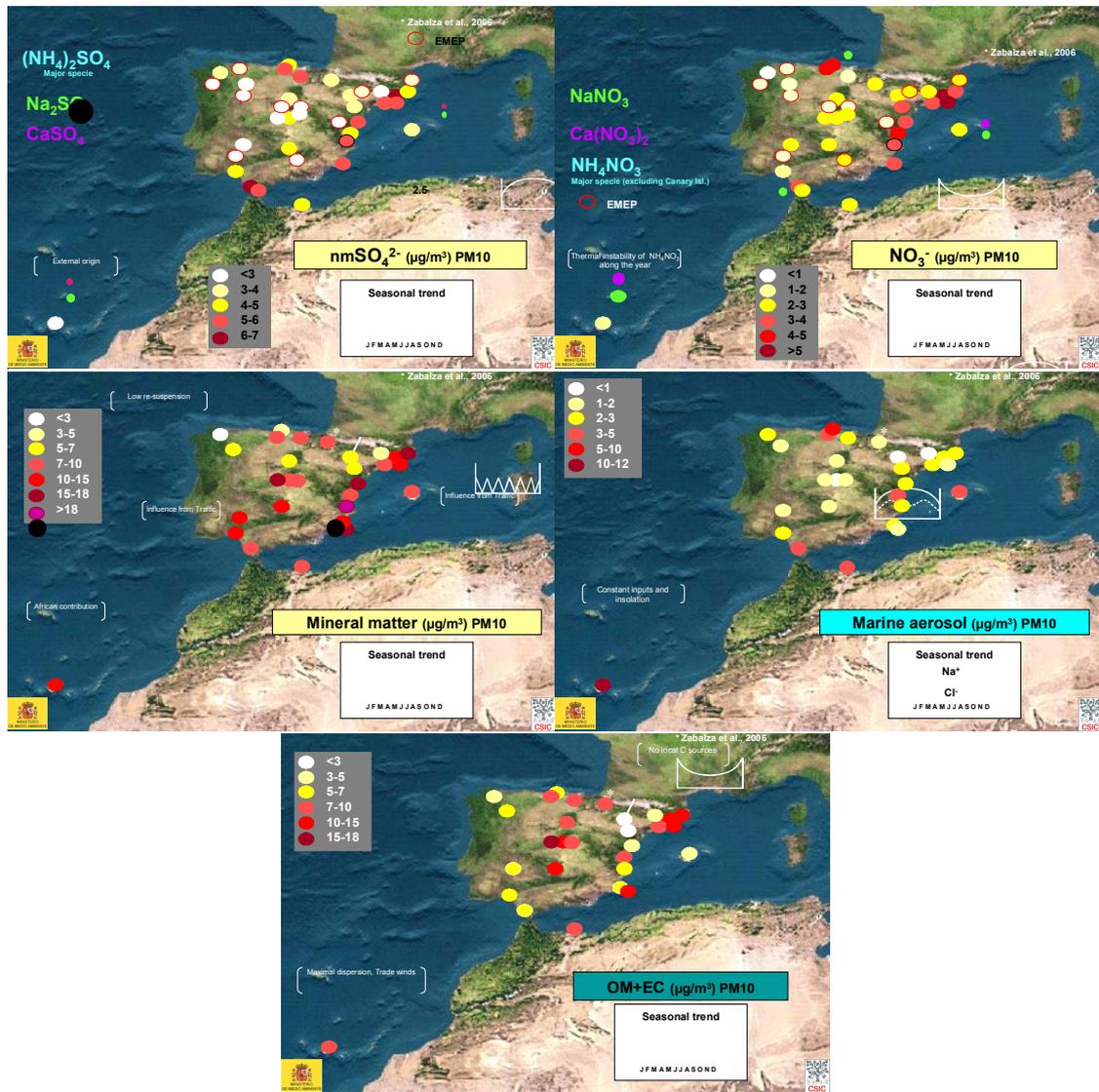


Figura 6.11. Niveles de diferentes componentes en PM₁₀ en diferentes entornos urbanos, industriales y rurales de España (Querol et al., 2008). Los Valores de Alicante se marcan con un círculo negro.

C) Elementos traza

Los niveles de metales analizados son inferiores a los exigidos en las directivas 1999/30/CE y 2004/107/CE para Pb, As, Cd y Ni (Tabla 6.16).

En la Figura 6.12 se muestran las concentraciones medias de los elementos traza analizados en el periodo de estudio en la fracción PM₁₀ al tiempo que se comparan con los rangos habituales en otras zonas urbanas españolas sin elevada influencia industrial.

En el caso de Sant Vicent nos encontramos que los elementos cuyas concentraciones están por encima del rango de comparación habitual son el V, Sr, Y, Tl y Cs, y en menor grado el Ni, Zr, Rb, Li y Hf. La mayoría de los elementos más enriquecidos en esta localidad se encuentran generalmente asociados al uso de combustibles (V y Ni), en concreto al uso de coque de petróleo o fuel oil por parte de las industrias circundantes al área de estudio (cementeras y cerámicas). Así mismo, el resto de elementos citados están habitualmente asociados a la materia mineral. Debe resaltarse el Sr, que suele sustituir a Ca en minerales como calcita y yeso, entre otros.

Refiriéndonos al caso de Agost, observamos niveles superiores a los habituales en numerosos metales incluyendo Ti, V, Ni, Sr, Rb, Li, Nb, Y, Tl y Cs, y elevados en general en tierras raras. La abundancia de elementos como V y Ni puede deberse de nuevo al uso de coque de petróleo en algunas de las fábricas de cerámica cercanas y/o de la influencia de la combustión en la producción de cemento. Respecto al resto de elementos, tanto el Ti como el Li, Sr, Rb, Cs y REE suelen estar también relacionados con las emisiones de materia mineral. Es importante resaltar, sin ser alarmantes, las elevadas concentraciones de Tl en las tres estaciones con respecto al rango habitual.

Aparece también, en ambas localidades, un exceso de los elementos Hf y Zr (elementos que tienden a aparecer asociados). Estos dos elementos se asocian a la ocurrencia de silicato de circón, mineral traza en muchos materiales arcillosos, por lo que podríamos atribuirlo a las fábricas que manipulan este tipo de material situadas próximas a las estaciones de muestreo.

Por último las concentraciones de elementos traza en el caso de Universitat muestran de nuevo valores superiores a la media en otras zonas urbanas españolas sin influencia industrial para los elementos V, Sr, Li y Tl, y especialmente elevados de Ni y Co. Se trata de nuevo de elementos que aparecían también con concentraciones elevadas en las otras dos localidades.

Es interesante resaltar las diferencias entre las tres localidades de las que se tienen datos de concentraciones de elementos traza. Así Universitat presenta en general concentraciones relativamente menores de elementos traza, en especial de Cu, Sb y Be, aunque V y Ni (otros elementos generalmente ligados a emisiones de combustión) sí que muestran un claro enriquecimiento. Ello puede deberse a que en Universidad no se hizo el análisis de la muestra total sino de una extracción con agua regia.

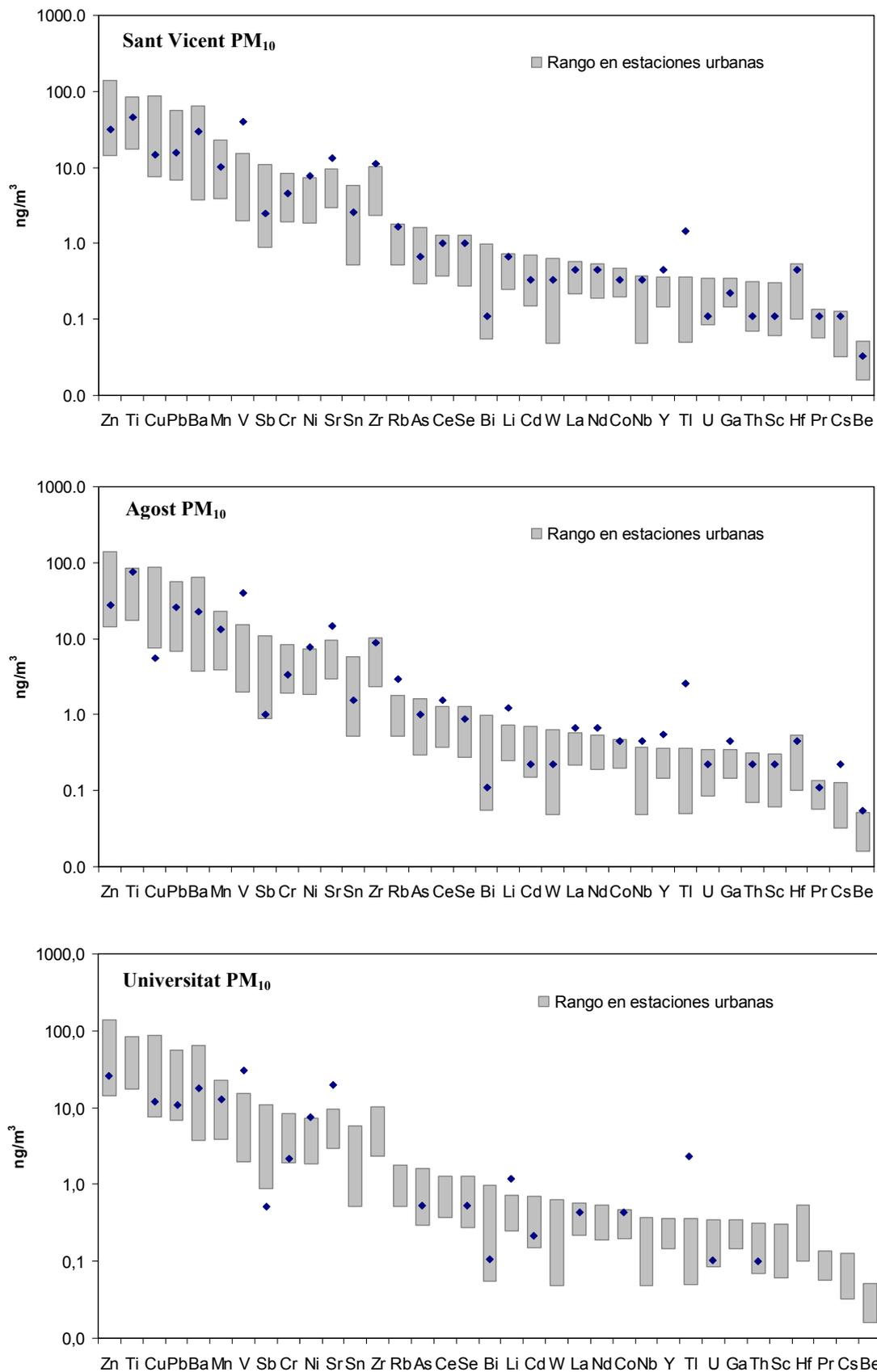


Figura 6.12. Concentraciones medias de los elementos traza analizados en San Vicent, Agost y Universitat para PM_{10} y rango habitual en otras estaciones urbanas sin elevada influencia industrial (Querol et al., 2007b).

Tabla 6.16. Niveles de componentes traza de PM₁₀ en periodo de estudio en las estaciones de Agost, Sant Vicent y Universitat. En negrita valores por encima del rango medio en zonas urbanas no industrializadas a nivel nacional (Querol et al., 2007b).

ng/m ³	Sant Vicent	Agost	Universitat
Li	0,6	1,1	1,1
Ti	41	68	
V	35	35	28
Cr	4	3	2
Co	0,3	0,4	0,4
Ni#	7	7	7
Cu	13	5	11
Zn	28	25	24
As**	0,6	0,9	0,5
Se	0,9	0,8	0,5
Rb	1,5	2,6	
Sr	12	13	18
Y	0,4	0,5	
Zr	10	8	
Cd▲	0,3	0,2	0,2
Sn	2,3	1,4	
Cs	0,1	0,2	
Ba	26	20	17
La	0,4	0,6	0,4
Ce	0,9	1,4	
Pr	0,1	0,1	
Nd	0,4	0,6	
Hf	0,4	0,4	
Tl	1,3	2,3	3,8
Pb*	14	23	10
Bi	0,1	0,1	0,1
Th	0,1	0,2	0,1
U	0,1	0,2	0,1
Mn	9	12	12
Sc	0,1	0,2	
Be	0,03	0,05	0,01
P	30	31	
Ga	0,2	0,4	
Ge	0,3	0,3	
Nb	0,3	0,4	
Sb	2,2	0,9	0,5
Sm	0,1	0,1	
Gd	0,1	0,1	
Dy	0,1	0,1	
Er	0,03	0,04	
Yb	0,03	0,04	
Ta	0,03	0,03	
W	0,3	0,2	

Valores límite: * Pb, 500 ng/m³, ** As, 6 ng/m³, # Ni, 20 ng/m³, ▲ Cd, 5 ng/m³,
Directivas 1999/30/CE (Pb) y 2004/107/CE

D) Contribución de fuentes

Con el fin de identificar y cuantificar las principales fuentes de material particulado con influencia en las estaciones de muestreo sujetas a estudio, se ha realizado un análisis a partir del modelo basado en la Positive Matrix Factorization (PMF). La PMF es una técnica de optimización por mínimos cuadrados, en la cual el modelo de ajuste está basado en el balance de materia:

$$x_{ij} = \sum_{k=1}^p g_{ik} f_{kj}.$$

Es decir, la concentración x_{ij} de la especie química j registrada el día i puede expresarse por la suma de los productos de la contribución de cada fuente de material particulado g_{ik} (la concentración que resultaría en caso de sólo existir la fuente k) por su contenido en dicha especie f_{kj} extendida a las p fuentes implicadas. La PMF determina g_{ik} y f_{kj} por medio de un esquema de mínimos cuadrados ponderados por una estimación de la incertidumbre asociada a cada dato experimental x_{ij} . Esto permite que la solución obtenida sea óptima (estimadores de mínima varianza), en contraste con otras técnicas de análisis factorial en las que se suele tomar como pesos la propia desviación estándar de x_{ij} (Paatero y Tapper, 1993). Conjuntamente, las composiciones y contribuciones de cada fuente en PMF se restringen a ser no negativas, puesto que valores negativos de estas magnitudes no tienen significado físico (Paatero y Tapper, 1994).

La aplicación de la técnica descrita a los datos disponibles en las estaciones de Agost y Sant Vicent ha permitido resolver 6 factores comunes en ambas estaciones. "Factores" se refiere a fuentes de material particulado en un sentido genérico, pues pueden corresponder a aerosoles secundarios, formados en la atmósfera a partir de precursores gaseosos primarios emitidos por una o diversas fuentes. La composición de estos factores así como la fracción de varianza de cada especie explicada por cada factor, se muestran en la Figura 6.13 y Figura 6.14.

Las principales características de los factores identificados en ambas estaciones se indican seguidamente:

- El factor **mineral** explica la mayor parte de la varianza de los niveles de Al, Ca, K, Mg, Mn, Ti, Rb y Sr. Se trata pues de un factor relacionado con la presencia de partículas de origen mineral en la atmósfera. En la zona estudiada la importancia de este factor estará influenciada por la presencia de industrias cerámicas y de cemento, procesadoras de este tipo de materiales pulverulentos, así como por las emisiones de granos obras públicas, la resuspensión de suelos de la zona, o las emisiones de polvo de pequeños focos de emisión del procesamiento de materias primas minerales (graveras, hormigoneras, canteras, entre otras).
- El factor **tráfico** está caracterizado por una elevada presencia de materia carbonosa (procedente de las emisiones de motores de vehículos), Cu, Zn, Sn y Sb (producto de la abrasión de neumáticos y frenos), así como NO_3^- (resultado de la oxidación del NO_x , emitido también con los gases de escape).
- El factor **sulfato amónico** se caracteriza por SO_4^{2-} y NH_4^+ . Es consecuencia de la conversión del SO_2 a H_2SO_4 y posterior neutralización con NH_4^+ o NH_3 . Así pues, se trata de una fuente secundaria de aerosoles, pero debe tenerse en cuenta que la emisión de los precursores gaseosos es de origen antrópico de tipo local

(combustibles fósiles con alto contenido en azufre, como coque de petróleo, carbón, o la oxidación de sulfuros contenidos en el material arcilloso cerámico) o regional (transportado de otras zonas).

- El factor **coque petróleo** deriva de la combustión de este combustible en la zona estudiada y viene caracterizado, fundamentalmente, por V y Ni. Estos dos elementos se enriquecen mucho en la fracción más pesada y residual del proceso industrial petroquímico. Nótese que en el caso de Sant Vicent este factor también está caracterizado por Tl.
- El factor **marino** es consecuencia del transporte del aerosol marino por parte de la brisa. Consecuentemente, se caracteriza por Na y Na^+ , Cl^- , así como Mg y Mg^+ (la forma iónica indica la concentración soluble del elemento considerado).
- El factor **Industrial 1** está caracterizado por Pb, Tl, K y K^+ . Puesto que su origen es presumiblemente industrial se identifica de este modo, indicando con "1" que se trata de una fuente de origen industrial no contenida en otros factores, los cuales también pueden incluir material particulado derivado de las emisiones industriales. La presencia de K soluble en este factor puede indicar el uso industrial de biomasa como combustible o co-combustible.

Como resultado del análisis por PMF también se obtiene la contribución diaria de cada fuente a la masa total de PM_{10} registrada. Estos resultados se presentan en la Figura 6.15, donde se indica la contribución media a los niveles de PM_{10} . Como se aprecia en dicha figura, en ambas estaciones **el factor que presenta una mayor contribución a los niveles de PM_{10} es el factor mineral**, lo que es consecuente con lo indicado anteriormente. En particular, para la estación de Agost se obtiene una contribución media de $15 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (37%) mientras que para la estación de Sant Vicent se tienen $12 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (32%). Le sigue en importancia el factor tráfico, que supone un 15% del PM_{10} en Agost ($6 \mu\text{g}/\text{m}^3$) y un 23% en Sant Vicent ($9 \mu\text{g}/\text{m}^3$). La importancia de los factores restantes es similar en ambas estaciones, tanto en términos absolutos como relativos: 13% ($5 \mu\text{g}/\text{m}^3$) para el factor sulfato, 7-8% ($3 \mu\text{g}/\text{m}^3$) para el factor fuel, 6% ($2,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$) para el marino y 6% ($2,2-2,6 \mu\text{g}/\text{m}^3$) para el industrial 1.

Al comparar las contribuciones de los factores obtenidos con la simple suma de elementos analizados según su afinidad se pueden encontrar pequeñas diferencias aparentes. La más evidente puede ser la discrepancia entre la materia mineral calculada por la suma de especies ($21 \mu\text{g}/\text{m}^3$ y $18 \mu\text{g}/\text{m}^3$, para Agost y Sant Vicent, respectivamente) frente a la contribución del factor mineral ($15 \mu\text{g}/\text{m}^3$ y $12 \mu\text{g}/\text{m}^3$). Esta diferencia puede ser debida a la contribución de elementos minerales por otros factores (por ejemplo, el tráfico) o por los residuos del modelo en PMF, o por el hecho de que ciertas especies (SiO_2 y CO_3^{2-}) son estimadas en la suma de especies. De manera similar, la contribución del factor tráfico es superior a OM+EC, lo que es igualmente atribuible a la presencia de otras especies (p.e. minerales) en este factor. En cuanto a los compuestos inorgánicos secundarios, debe tenerse en cuenta que éstos se distribuyen entre varios factores. Así, el sulfato es explicado principalmente por el factor sulfato amónico, pero también en menor medida por los factores coque petróleo, industrial y marino. Igualmente, el nitrato es explicado por varios factores, en especial el factor tráfico. Por tanto las citadas discrepancias no son posiblemente tales, sino que se debe a que en un caso consideramos fuentes de emisión y en el otro suma de especies químicas.

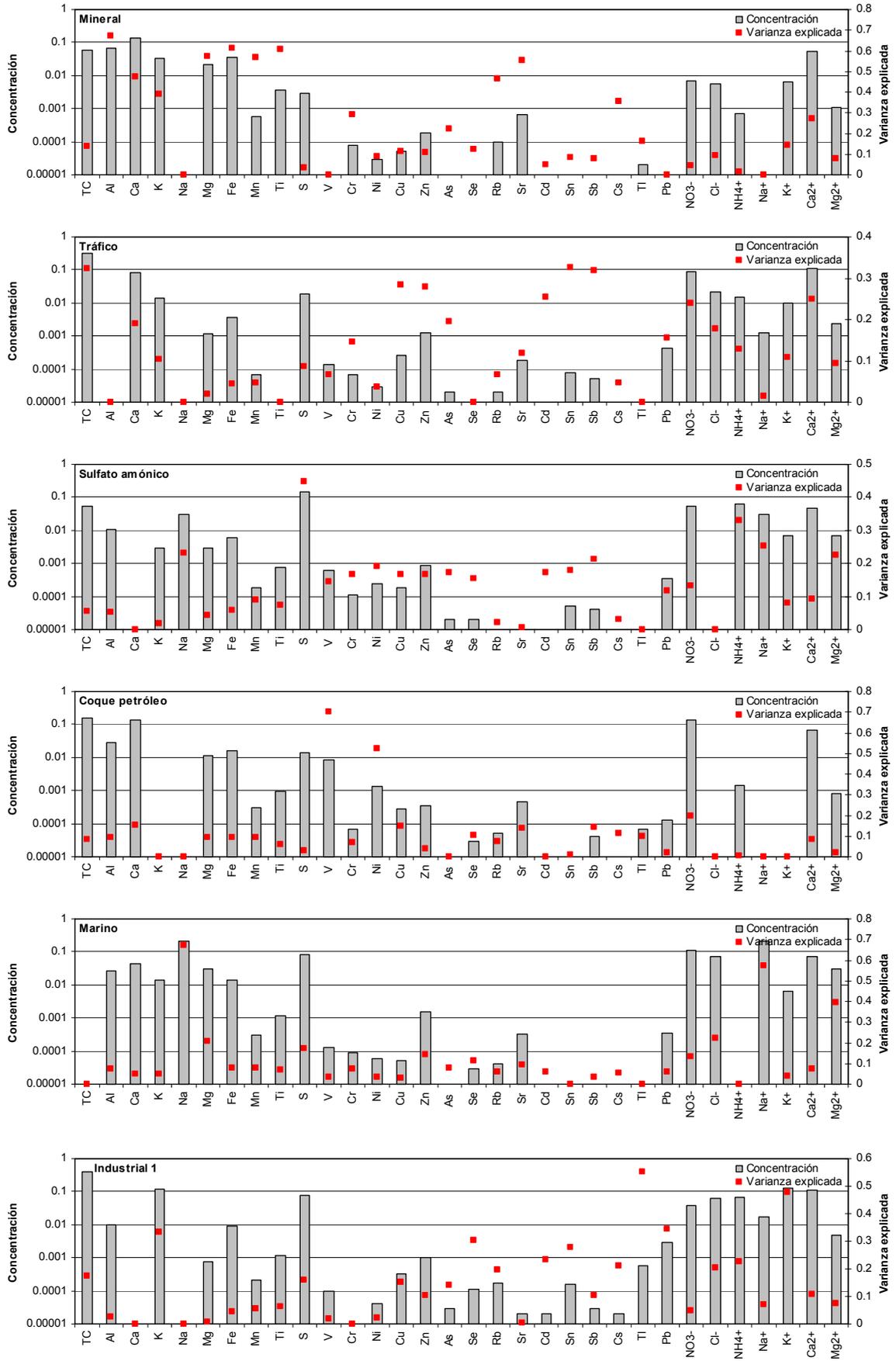


Figura 6.13. Composición (g/g) de los distintos factores determinados para la estación Agost, y fracción de varianza de explicada por el factor.

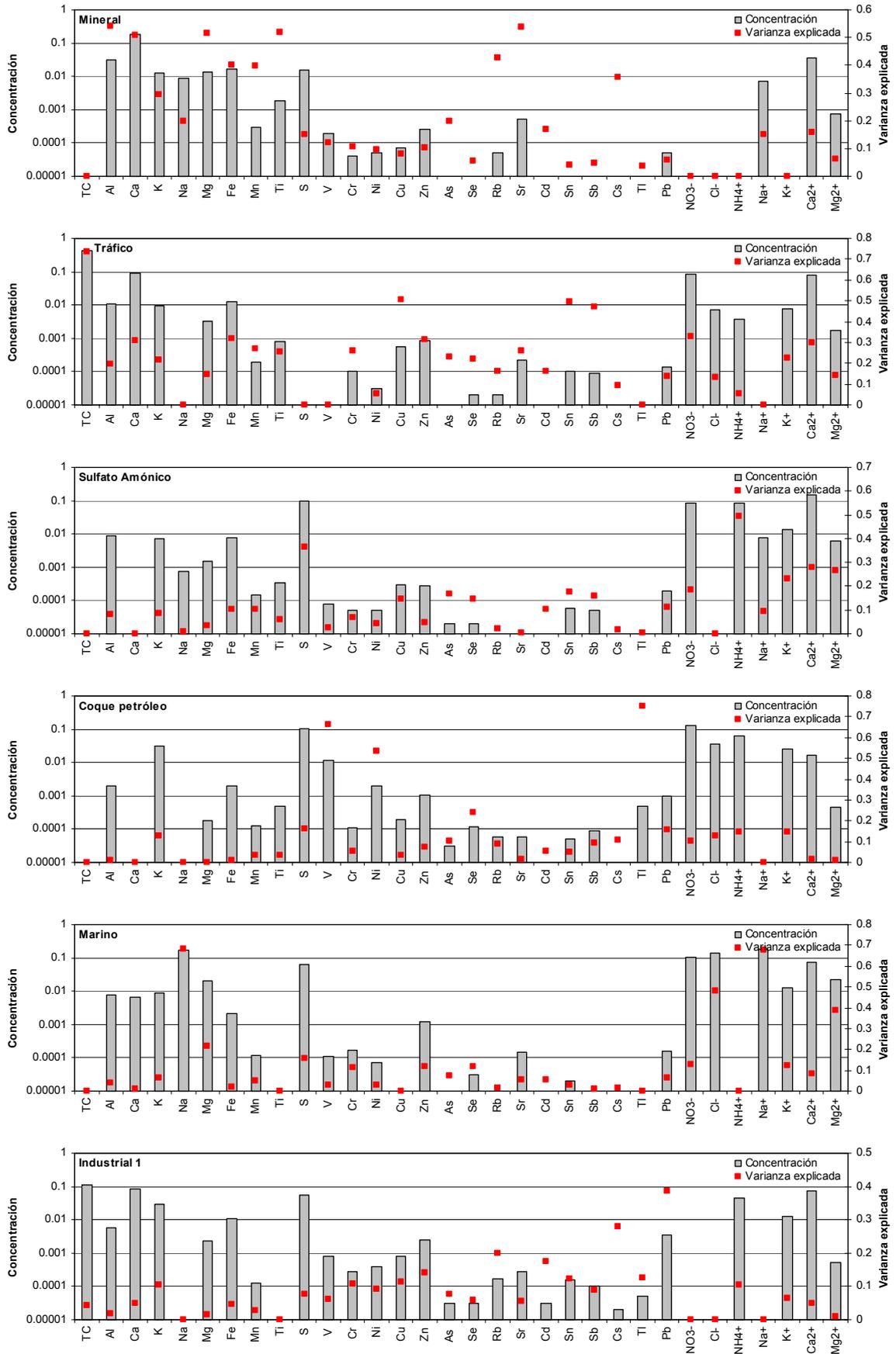


Figura 6.14. Composición (g/g) de los distintos factores determinados para la estación Sant Vicent, y fracción de varianza de explicada por el factor.

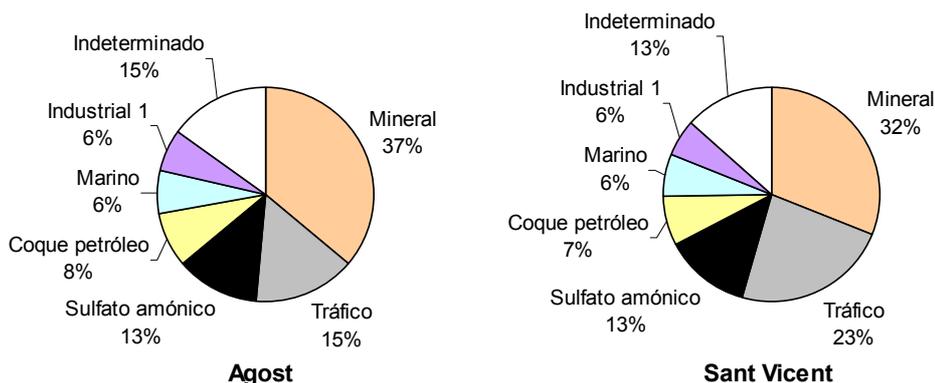


Figura 6.15. Contribución media (%) de los distintos factores a la masa total de PM_{10} en ambas estaciones de muestreo.

E) Estudio mineralógico de la fracción mineral

Con el fin de analizar con más detalle la influencia de las distintas fuentes de contaminación atmosférica (en especial de la cementera) sobre la zona de estudio, se tomaron aquellas muestras de la estación de Sant Vicent, analizadas químicamente, para las cuales la concentración de PM resultó mayor, y fueron sometidas a un análisis mineralógico mediante difracción con rayos X. Las muestras se corresponden con los días 14 de noviembre de 2006 y 23 de enero y 20 de marzo de 2007 para PM_{10} . Para $PM_{2.5}$ estos días son el 29 de septiembre y el 19 de diciembre de 2006 y el 8 de marzo de 2007.

Destaca la presencia de calcita en cada una de las muestras, con niveles bastante elevados en todas ellas. Para los días 19 de diciembre y 8 de marzo es importante también la detección de dolomita ($CaMg(CO_3)_2$). El yeso aparece los días 14 de noviembre de 2006 y 8 y 20 de marzo de 2007.

Es de resaltar el día 8 de marzo de 2007 (día con una concentración de $PM_{2.5}$ especialmente elevada), cuyo análisis denota una presencia de illita ($(KH_3Al_2Si_3AlO_{10}(OH)_2$). Es también la única de las muestras para la que se observa una concentración de cuarzo apreciable.

Dada la composición de los filtros usados para la captación (filtros de fibra de cuarzo), el análisis de estos nos proporciona espectros con una elevada interferencia del fondo de DRX, la cual no permite una interpretación clara de los resultados. Con tal de obtener un nuevo análisis mineralógico con un menor grado de estas interferencias, una porción de cada una de las muestras en cuestión fue aislada del filtro de cuarzo mediante extracción con etanol en ultrasonidos durante 3 s, para después ser depositada en un filtro de plata.

La difracción de los filtros de plata vuelve a mostrar un predominio de la calcita para todas las muestras, pero en este caso los diagramas permiten llegar a detecciones algo distintas a las primeras:

- ✓ 29/09/2006: Para este caso se aprecian proporciones pequeñas de illita, yeso, caolín y feldspatos. Existen concentraciones de cuarzo pero a niveles muy bajos.

- ✓ 14/11/2006: Se puede detectar también yeso, caolinita y pequeñas trazas de cuarzo.
- ✓ 19/12/2006: Aquí, siguiendo a la calcita, destaca el yeso. Aparece una pequeña presencia de caolinita e illita.
- ✓ 23/01/2007: Después de la calcita, destaca la illita. Existen pequeñas trazas de dolomita, caolinita, yeso y cuarzo.
- ✓ 08/03/2007: La dolomita y el cuarzo tienen una representación importante en la muestra. También aparecen trazas de yeso, illita y caolinita.
- ✓ 20/03/2007: Tras la calcita, destaca la illita, el yeso y en menor grado el cuarzo y la caolinita.

Cabe resaltar que para ninguna de las muestras ha aparecido una presencia clara de fases del cemento. La presencia de yeso es clara en todas las muestras, siendo sus niveles bastante altos para algunos días concretos (en especial los días 14 de noviembre y 19 de diciembre de 2006). Esto probablemente esté asociado a la ubicación de una industria yesífera en Sant Vicent, o bien a la resuspensión de yeso del suelo.

Es precisamente para los días en los que ya se dedujo una débil influencia de la cementera (23 de enero y 20 de marzo de 2007) para los que se obtiene una presencia más clara de los minerales de la arcilla, illita y caolinita, que probablemente procederán de la materia prima usada en la elaboración de cerámica en las fábricas cercanas, o de la resuspensión del suelo. Para diferenciarlo se debería de analizar muestras del suelo de la zona.

Esto justifica una vez más que los episodios que incrementan más marcadamente la concentración media de material particulado durante el periodo estudiado son causados probablemente por las industrias dedicadas a elaborar cerámicas y/o por la resuspensión del suelo o de acopios de material crustal industrial, o por diversas instalaciones pequeñas que traten materia mineral (áridos, canteras, hormigoneras, ...).

F) Fuentes para PM para episodios agudos

Además de las fuentes habituales encontradas en otras zonas sin condiciones especiales de contaminación, en la zona de estudio destacan las siguientes fuentes:

- ✓ cementera
- ✓ obras de construcción de una autovía en el tramo Novelda-Agost-Alicante
- ✓ industria cerámica (principalmente fabricación de tejas y ladrillos)
- ✓ otra industria: yeso, hormigones,.....

Dado que la materia mineral está presente en todas las fuentes, la correlación entre materia mineral y elementos característicos de cada una de las fuentes nos puede indicar los distintos orígenes. Cabe resaltar que en 2006 y 2007 los niveles fueron mucho más elevados que en 2005 y 2008-2009. Ello coincidió, como se ha comentado anteriormente, con la ejecución de obras públicas en una autovía.

En el caso de la cementera las emisiones se caracterizan por una elevada concentración de materia mineral, en concreto de Ca, así como de V, relacionado con el combustible usado. Sin embargo durante los episodios de PM más agudos (100-150 $\mu\text{gPM}_{10}/\text{m}^3$, superando por un factor de 2 a 3 veces el límite normativo diario de este

parámetro), no incrementan los niveles de V, y por tanto ello no parece deberse a las emisiones de la cementera, sino a las emisiones fugitivas de acopios de material mineral procedentes, muy posiblemente, de las obras de construcción de la autovía en el tramo Novelda-Agost-Alicante, así como de otras industrias dedicadas a la elaboración de cerámicas u otras actividades (yesos, hormigones..) y a la resuspensión natural de suelos áridos en la zona.

Cabe señalar que este fenómeno descrito es mucho más evidente para Agost que para Sant Vicent, detectándose claramente para los días 23 de Enero y 20 de Marzo de 2007. Así, si para el caso de Sant Vicent correlacionamos las concentraciones de V frente a las de PM10 (Figuras 6.16 y 6.17), encontramos concentraciones muy elevadas de V para los días en que se detectan las mayores concentraciones de PM10. Esto muestra una mayor influencia de la cementera sobre Sant Vicent, hecho que también queda demostrado por la mayor correlación encontrada entre SO_4^{2-} y PM10 en esta localidad (Figura 6.10), siendo el SO_4^{2-} un componente importante del coque de petróleo, utilizado como combustible en esta instalación.

Se ha de destacar que durante los episodios intensos de contaminación los niveles de PM son superiores en Agost que en Sant Vicent, aunque de manera habitual, los niveles de PM suelen ser más elevados en St. Vicent, alcanzándose cifras de hasta 80-90 $\mu\text{gPM}_{10}/\text{m}^3$ (superando el límite normativo diario de este parámetro).

Los vientos de los episodios evaluados son del NW en Agost indicando un posible origen cerámico o de resuspensión natural del suelo o de diversas instalaciones pequeñas que traten materia mineral, así como de las citadas obras de construcción.

Las actividades asociadas a las fábricas de cerámica emiten cantidades importantes de materia mineral y en menor medida de metales derivados de los componentes de los esmaltes utilizados en ellas. Además, el uso de coque de petróleo en estas instalaciones genera emisiones de V, entre otros elementos.

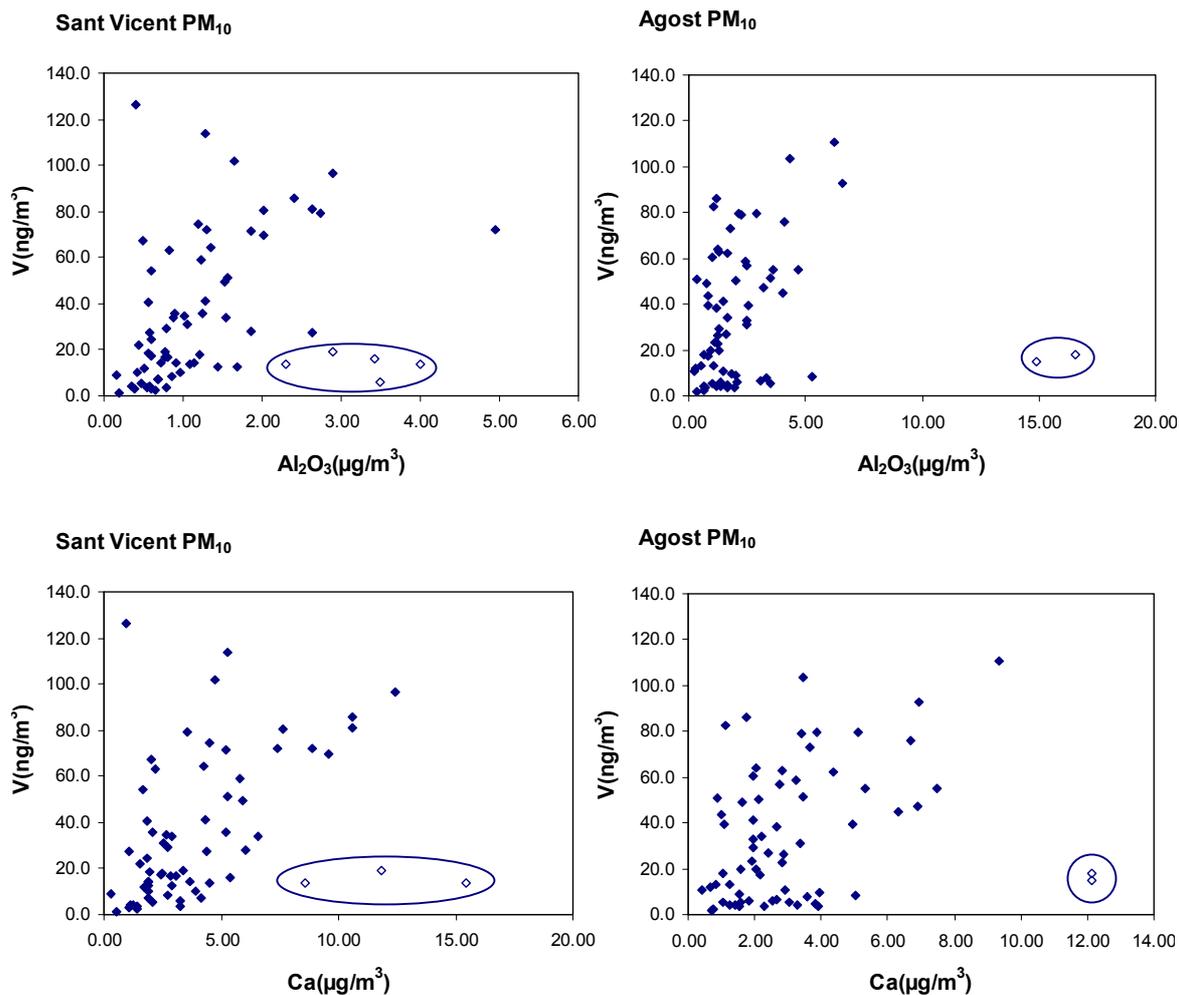


Figura 6.16. Concentraciones de V frente a las concentraciones de Al₂O₃ y Ca en PM₁₀ en Sant Vicent y Agost durante el periodo de estudio. Marcados con círculo azul los días en los que la/s fuente/s predominante/s son distinta/s a la cementera.

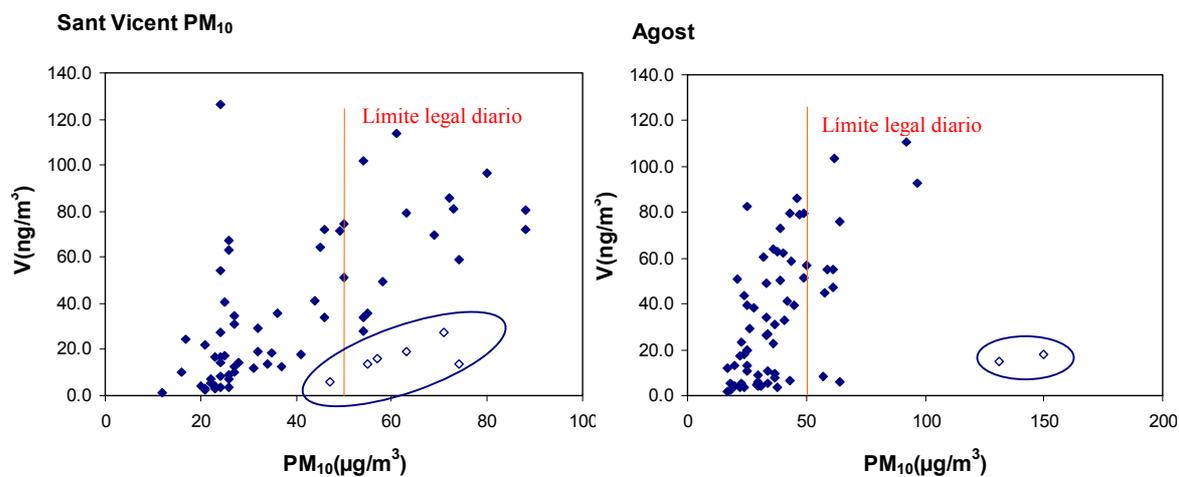


Figura 6.17. Concentraciones de V frente a las concentraciones de PM₁₀ en Sant Vicent y Agost.

Con el fin de revalidar los resultados facilitados por los análisis químicos y las correlaciones entre elementos, las muestras correspondientes con los días en los que era más evidente la supuesta distinción entre contaminación por actividades de producción de cemento y cerámica y contaminación por otras fuentes fueron observadas mediante microscopio electrónico, con analizador químico puntual EDS. Los resultados de estas observaciones se muestran en la Figura 6.18a y Figura 6.18b.

El 30 de marzo de 2007, día con elevadas concentraciones de V (no tanto de PM10) en Sant Vicent, se observó una presencia clara de partículas de cemento (proporciones de Si y Ca en partícula iguales a los porcentajes de composición del cemento). En varias de las partículas correspondientes a esta muestra se pueden ver unos niveles muy elevados de C, lo cual se puede atribuir al uso de coque de petróleo por parte de la cementera.

Así pues, se detectan también concentraciones de azufre importantes para este día, el cual probablemente se encuentre formando parte del coque de petróleo, combustible usado en la instalación cementera.

Para el día 6 de noviembre de 2006 en Agost, los porcentajes de Si y Ca se corresponden de igual forma con los establecidos para el cemento.

En las partículas correspondientes al día 23 de enero de 2007 en Agost (con niveles muy elevados de PM10) se pudo detectar igualmente Si y Ca en las partículas pero esta vez las proporciones no se correspondían con las del cemento, sino con calcita, cuarzo, dolomita. También se observó en muchas de ellas la presencia de Al y K, elementos que probablemente aquí se encuentren formando parte de arcillas. Por tanto confirman que estos episodios agudos se deben a emisiones minerales fugitivas pero no al cemento.

Igualmente para el 20 de marzo de 2007 en Sant Vicent (episodio agudo de PM10), las observaciones realizadas ayudan a detallar la distinción de fuentes y a descartar la cementera como fuente más incidente aquellos días en los que la contaminación por materia mineral es especialmente elevada.

Sant Vicent PM₁₀ 30/03/2007

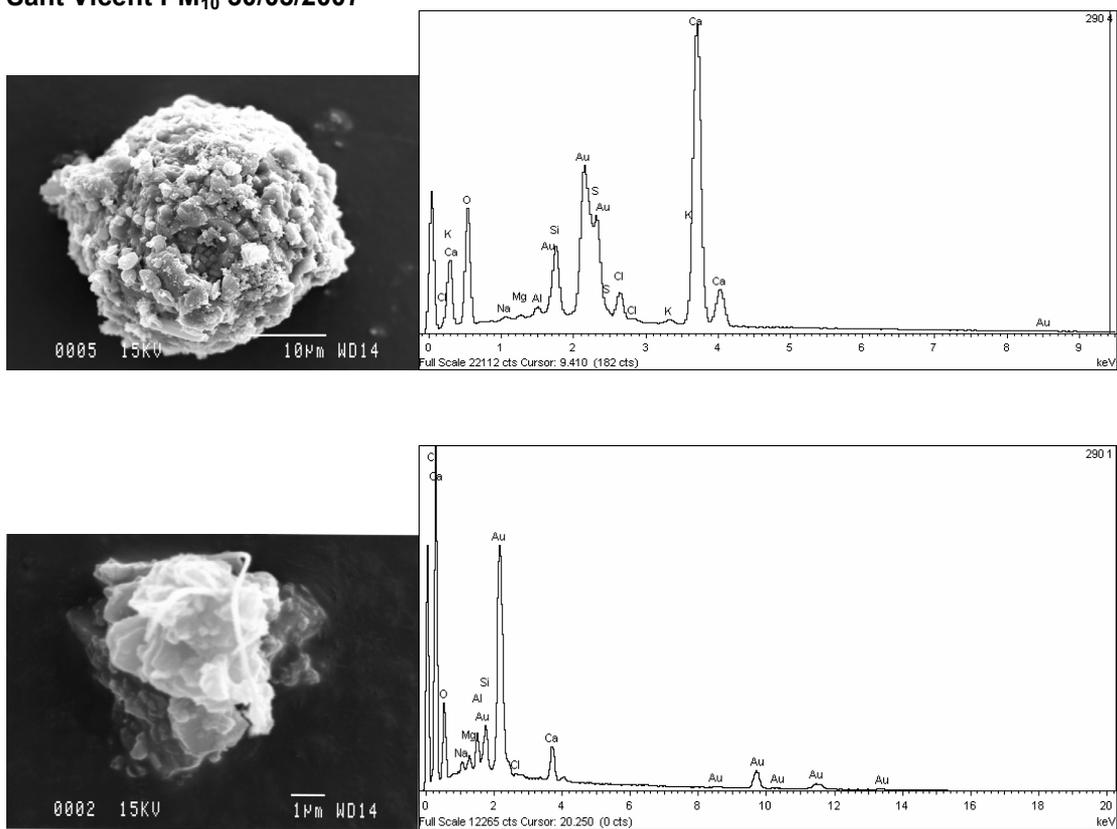


Figura 6.18a. Resultados de microscopía electrónica para muestras de la estación de Sant Vicent con fracción granulométrica PM₁₀.

6.2.2 El dióxido de azufre (SO_2)

En el caso del SO_2 éste ha sido utilizado como trazador para el seguimiento de las masas de aire y en el apartado 3, de dinámica atmosférica, se ha presentado como varían sus niveles espacialmente y, en cada estación, cual es la evolución de los niveles con la dirección y velocidad del viento. El resumen de esta dependencia y la conclusión más relevante la pone claramente de manifiesto la Figura 6.7, las rosas de vientos aplicadas a los niveles de SO_2 , que indica que el origen de los episodios con niveles más altos del citado contaminante gaseoso está claramente de la cementera I. Esta figura junto, con la figura 6.20, representan el testimonio de que los niveles de inmisión de SO_2 han sido en el periodo 2004-2007 más elevados (intensos y frecuentes) en las estaciones más próximas al foco y en la dirección predominante de los vientos. Lo que hizo que en las zonas más próximas se llegaran a superar los límites del RD 1073/2002.

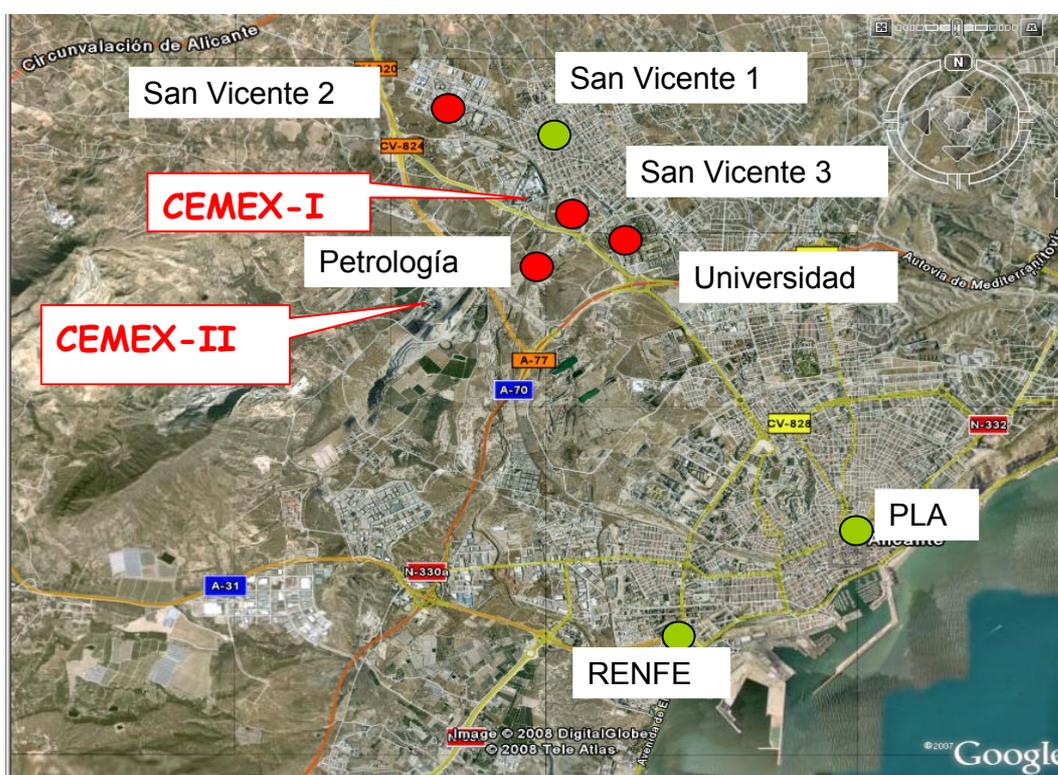
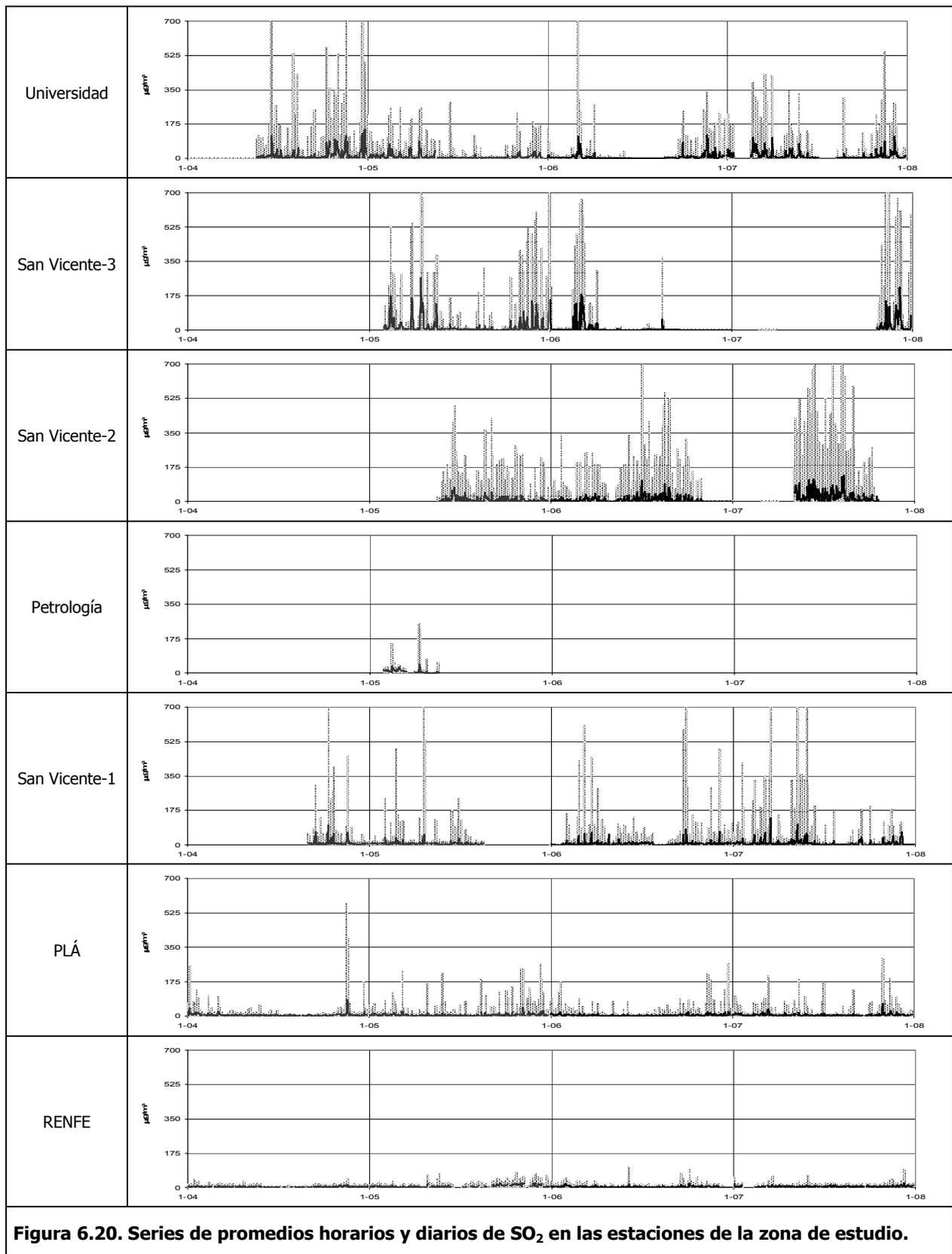


Figura 6.19. Ubicación de las estaciones con disponibilidad de datos de SO_2 utilizadas para el estudio de este parámetro crítico.

Por ello y antes de la finalización de este plan ya se pusieron operativas medidas de gestión que han finalizado con el cierre anticipado de esta instalación y que a la vista de los datos disponibles en este momento, se prevé un drástico efecto de mejora para este parámetro en la evaluación de calidad para el año 2008.



7. PROGRAMA DE ACCIÓN

En este apartado se describen las medidas propuestas para conseguir una mejora de la calidad del aire en los parámetros evaluados en la zona objeto de estudio, separadas por actividades.

Este programa de acción se desprende de la evaluación exhaustiva de la calidad de aire de los últimos cinco años y se estructura en una serie de actuaciones sectoriales cuya aplicación debe realizarse de forma simultánea a corto plazo (2011-2015). No obstante para mayor claridad, al final del presente capítulo las acciones propuestas se priorizan temporalmente en dos fases. La primera fase correspondería al periodo 2011-2012, donde se supone que parte de las medidas ya se han iniciado en el momento de publicar este Plan, y la segunda fase al periodo 2013-2015. Una vez llevadas a cabo las acciones que aquí se describen, la eficacia de las mismas se puede controlar a través de la aplicación de los indicadores de seguimiento que se establezcan. En este sentido será fundamental conocer asimismo la evolución de las actividades de producción (cerámica, cemento, etc.) en la zona de estudio, para intentar adecuar las medidas propuestas a la realidad.

7.1 Introducción a las Mejores Técnicas Disponibles

El término *Mejores Técnicas Disponibles* (MTDs o BAT, del inglés Best Available Techniques) se utiliza en las Directiva 96/61/CE y 1/2008/CE y en la Ley 16/2002 (denominadas IPPC, siglas en inglés de Integration Prevention Pollution and Control) y hace referencia a las mejores técnicas ambientales, primarias o secundarias, disponibles y viables técnica y económicamente para reducir los impactos ambientales. Las técnicas consideradas como MTDs para los sectores afectados por la IPPC se detallan en unos documentos elaborados por el IPTS (Institute for Prospective Technological Studies) denominados documentos de referencia o BREF (BAT Reference Document). Existen algunos BREFs que no se refieren a un sector concreto sino a una actividad (que se puede llevar a cabo en varios sectores) y son denominados BREFs horizontales. En los BREFs, además, se establecen los mínimos niveles de emisión alcanzables para distintas actividades asociados a la aplicación de las Mejores Técnicas Disponibles. La filosofía de aplicación de esta Directiva es que en las Autorizaciones a las actividades afectadas por la misma se tengan en cuenta dichas MTDs a la hora de su concesión, teniendo también en consideración las características locales de la instalación y del entorno.

Las MTDs se pueden clasificar en dos tipos:

- las que reducen las emisiones generadas en origen mediante la aplicación de buenas prácticas, modificando algunos parámetros del proceso o forma de operar;
- las que depuran las emisiones una vez han sido generadas y antes de ser emitidas a la atmósfera.

7.2 Medidas en actividades de fabricación de cemento

7.2.1 Medidas de compatibilidad urbanística

En el municipio de Sant Vicent del Raspeig se ubican dos plantas de fabricación de cemento pertenecientes a la misma empresa. Como se ha mencionado, el momento de redactar este Plan se ha acordado el cierre anticipado de una de ellas, CEMEX-I, que se encuentra a una distancia inferior a 1000 m del suelo urbano, por lo que en el presente estudio sólo se van a considerar medidas tecnológicas para la planta nueva que tiene otorgada la Autorización Ambiental Integrada. Las medidas tecnológicas propuestas con inversiones económicas significativas se dirigen fundamentalmente al control y reducción de las emisiones difusas de partículas. Las emisiones canalizadas de dicha planta tienen operativos sistemas de producción de clinker y de tratamientos de los principales contaminantes de interés que están dentro de las MTD que pueden ser aplicadas en el sector. Con la información disponible, en esta fase del Plan se proponen medidas dirigidas al control del correcto funcionamiento de los sistemas de depuración existentes, y mejoras de carácter operativo o de mantenimiento, no se han propuesto medidas que supongan inversiones adicionales. No obstante, se debe prestar atención a posibles cambios en la legislación, procesos, materias primas y/o combustibles que puedan variar esta situación.

7.2.2 Medidas tecnológicas

Actuación B1: emisiones difusas en el sector de cemento

Antecedentes: Breve descripción del problema

Dentro del sector de fabricación del cemento, la etapa de manipulación de materias primas es la que presenta mayores problemas de emisiones difusas de partículas debido a las grandes cantidades de materias primas y combustibles sólidos de naturaleza pulverulenta que se manejan.

El transporte de alguna de las materias primas (caliza y marga) utilizadas en la fabricación del cemento se realiza mediante cintas transportadoras cubiertas desde la planta de trituración del material procedente de la cantera, que se encuentra ubicada cercana a la empresa y se deposita en los acopios mediante un sistema de caída controlado. El resto, son transportadas mediante camiones.

Las materias primas y parte de los combustibles sólidos se almacenan al aire libre, algunas de ellas en el interior de una zona rodeada de una valla cortavientos y otras a la intemperie. En la zona interior a la valla cortavientos, las materias primas se manipulan y transportan hasta sus respectivos molinos de forma automática con cintas transportadoras cubiertas y dragas. Mientras que en la zona exterior, las materias pulverulentas se manipulan con máquinas pala.

El resto de combustibles sólidos, principalmente coque de petróleo, se almacena en un granero semicerrado, en el que las operaciones de carga y descarga se realizan de forma automática mediante un sistema de cintas y dragas. El coque de petróleo almacenado en el exterior se somete a un tratamiento superficial (mediante la aplicación de un polímero) para evitar su dispersión y reducir la posible generación de emisiones difusas.

El suministro del producto acabado (cemento) se realiza normalmente mediante camiones cuba, con carga en circuito cerrado por lo que se minimizan las posibles emisiones difusas de partículas, por ello en el estudio se han despreciado.

En principio se va a realizar una descripción de las medidas propuestas y su grado de implantación en la planta.

Descripción de las medidas propuestas

A continuación se presentan las medidas para la reducción de las emisiones difusas obtenidas de la revisión del documento BREF sobre la industria cementera. En este documento se indican las Mejores Técnicas Disponibles (MTDs) en manipulación, transporte y almacenamiento de materiales pulverulentos:

- **Protección contra el viento en las pilas a la intemperie de materias primas.** Cuando existen almacenamientos de materiales a la intemperie es posible reducir las emisiones difusas empleando barreras contra el viento diseñadas para ese fin.
- **Transporte de materiales en sistemas cerrados dotados de aspiración y filtración posterior del aire aspirado.** Siempre que sea posible, los materiales que precisen manipulación deben ser transportados a través de sistemas cerrados mantenidos en depresión. El aire de aspiración de este sistema tiene que ser posteriormente depurado en un filtro de mangas antes de ser emitido a la atmósfera.
- **Almacenamiento cerrado de materias primas con sistema de manipulación automático.** Los silos de clínker y los almacenamientos cerrados con manipulación automática de los materiales pulverulentos se consideran la solución más efectiva para el problema de las emisiones de polvo generados por los acopios de gran volumen. Estos almacenamientos deben estar equipados con sistemas de aspiración y posterior depuración del aire aspirado mediante filtros de mangas.
- **Riego por aspersion con agua y/o con aditivos.** En las zonas u operaciones susceptibles de emitir emisiones difusas de partículas, se puede utilizar la pulverización de agua para reducir las emisiones difusas. Es importante considerar que la eficacia depende no sólo de la cantidad de agua aplicada sino de que se realice de forma adecuada: correcta pulverización, frecuencia de riego, etc. Se utilizan también una amplia variedad de agentes químicos tensoactivos que se añaden al agua para mejorar la eficacia de este sistema.
- **Pavimentación y limpieza de viales.** Los viales de circulación interna de camiones deben pavimentarse y mantenerse limpio en la medida en que sea posible. Si no es posible su pavimentación, algunas alternativas son el riego por aspersion o depositar una capa de materiales de granulometría gruesa.

En las AAI otorgadas a las cementeras en la Comunidad Valenciana se dejan varias alternativas para la reducción de las emisiones difusas de partículas en la gestión de los parques de almacenamiento de materias primas y combustibles.

A partir de las medidas generales propuestas en el BREF sobre la industria cementera y las recogidas en las AAI se pueden considerar dos escenarios de actuación:

- **Escenario 1:** Pavimentado completo y vallado perimetral de los parques de almacenamiento de materias primas.

- **Escenario 2:** Pavimentado completo y cierre en naves dotadas de sistemas de aspiración y filtración posterior del aire aspirado, de todo el parque de almacenamiento de materias primas.

En los dos casos anteriores se considera que no es estrictamente necesaria la división del interior del parque en celdas, debido a que disponen de sistemas mecánicos automatizados para la formación de acopios (cargas con cintas transportadoras y regulación de la altura de caída, y descarga mediante dragas).

Estimación de la eficacia prevista

El grado de implantación de medidas correctoras en el parque de almacenamiento de materias primas y combustibles de la industria cementera, puede considerarse medio-alto siguiendo los criterios que se indican en la tabla 4.11. No obstante todavía existe margen de mejora por lo que pueden proponerse medidas de mayor rendimiento.

El cálculo de la cantidad de emisiones difusas de partículas generadas en estas operaciones es complejo, porque depende de muchos factores, algunos de ellos de difícil consideración y muy variables: humedad del material, grado de molienda, altura de montones, configuración de los montones, orientación con respecto a la dirección del viento, velocidad y dirección del viento dominante, etc. Del mismo modo la estimación de la eficacia de las medidas preventivas y correctivas aplicadas también depende de un número significativo de variables.

A pesar de estas limitaciones y tomando como base el documento AP-42 de la EPA (U.S. Environmental Protection Agency) y el "Emission Estimation Technique Manual for Mining" versión 2.3 (diciembre 2001), propuesto para elaborar el Nacional Pollutant Inventory de Australia, se estima que si se implantan las medidas propuestas cabe esperar una eficacia global aproximada del 70-80% en el escenario 1 y superior al 95% en el escenario 2.

Ésta es la situación que se considera en una primera fase con la implantación de las MTDs; en futuras revisiones del plan en función de los niveles de calidad de aire, de los estudios de contribución de fuentes y de la evolución de la normativa sobre calidad de aire, se podrían proponer el escenario 2 como la única alternativa a considerar, lo que implica el cerramiento total de las instalaciones.

Tomando estos datos, las referencias bibliográficas indicadas y los estudios realizados por el ITC en el campo de la industria cerámica (Monfort et al., 2006b y 2006c, 2009), se obtienen los valores de la Tabla 7.1.

En la Tabla 7.1 se indican la estimación de las emisiones difusas en el escenario considerado como actual y las que resultarían en el caso de aplicar las medidas correctoras propuestas, calculadas según los criterios indicados (dados los márgenes de incertidumbre los valores se han redondeado a centenas).

Tabla 7.1. Estimación de la reducción potencial en emisiones difusas.

Emisiones difusas		PM ₁₀	
		(t/año)	(%)
Emisión actual		61	
Escenario 1	Emisión	13	
	Reducción	48	79
Escenario 2	Emisión	3	
	Reducción	58	95

Estimación del coste económico

Para estimar las inversiones se ha utilizado la siguiente fórmula de cálculo:

$$I_G = \left(\sum_{i=1}^{np} I_i \right) \cdot F_1 \cdot F_2 \quad [1]$$

donde:

- I_G : inversión total para cada escenario.
- I_i : inversión unitaria para cada una de las medidas correctoras.
- F_1 : factor corrector de la actualización de precios teniendo en cuenta la inflación. Aplicando un valor del IPC anual del 3% hasta el año 2012 y promediando con los valores actuales se ha estimado un valor de F_1 de 1.1.
- F_2 : factor corrector por el incremento de coste que suponen las instalaciones complementarias a los equipos medioambientales, como acondicionamiento de las instalaciones, instalación eléctrica, fontanería, etc., este factor se considera en todos los casos 1.15.

La inversión unitaria pendiente se ha estimado considerando las instalaciones existentes y las pendientes para cada uno de los escenarios. En el escenario con cerramiento, se ha supuesto que la provisión de materia prima será para unos dos meses de producción. Además, se considera un coste pendiente de completar las instalaciones de prevención y corrección ambiental y las instalaciones de sistema de limpieza de camiones a la salida de las empresas (Tabla 7.2).

Los datos económicos se han obtenido a partir de presupuestos de empresas constructoras y proveedores de equipamiento, y por datos facilitados por empresas fabricantes de gránulo atomizado que han implantado estas medidas correctoras en la zona cerámica de Castellón.

Tabla 7.2. Estimación de la inversión requerida para implantar las medidas propuestas en la actuación B.1.

INVERSIÓN UNITARIA
<p>Se ha calculado la inversión necesaria para implantar las medidas propuestas para cada una de las plantas afectadas.</p> <p>Obra Civil: todas las opciones incluyen pavimentación, mejora de accesos, etc., pero no incluyen la construcción de celdas, por las razones comentadas en el texto.</p> <p style="padding-left: 40px;">Escenario 1: Cerramiento parcial: 79 Euros/m² Escenario 2: Cerramiento total: 140 Euros/m²</p> <p>Equipamiento: nuevas aspiraciones, completar cerramientos, sistema de lavado de camiones, sistemas de control adicionales, etc. (Nota: Esta estimación incluye las aspiraciones nuevas en los plantas con cierre total)</p> <p style="padding-left: 40px;">Escenario 1: Cerramiento parcial: 70 000 Euros/planta Escenario 2: Cerramiento total: 330 000 Euros/planta</p> <p>TOTAL INVERSIÓN:</p> <p style="padding-left: 40px;">Escenario 1: Cerramiento parcial: 5 millones de Euros Escenario 2: Cerramiento total: 9 millones de Euros</p>
INVERSIÓN SECTORIAL
<p>INVERSIÓN GLOBAL PENDIENTE:</p> <p style="padding-left: 40px;">Escenario 1. Cerramiento parcial: 5 millones de Euros Escenario 2. Cerramiento total: 9 millones de Euros</p>

Otras consideraciones

La aplicación del escenario más apropiado va a depender de los valores de calidad de aire en la zona. Evidentemente el escenario 2 presenta una mejor eficiencia ambiental, aunque requiere una inversión mucho más elevada. Por lo que, en función de los datos de calidad de aire puede hacerse una aplicación progresiva de las medidas propuestas.

En el complejo problema de la reducción de las emisiones difusas de partículas en una industria cementera existen conceptos adicionales a considerar (reestructuración de la gestión de materias primas, necesidades de almacenamiento, etc.) aunque son de muy difícil cuantificación económica.

Tabla 7.3. Actuación B.1. Ficha-resumen de las medidas propuestas para reducir las emisiones difusas de partículas en el sector de fabricación de cemento.

Actividad/Focos	Recepción y preparación de materias primas en la fabricación de cemento	
Emisión	Emisión difusa de partículas	
Contaminantes	Material particulado (PM ₁₀ y PM _{2,5})	
Medidas propuestas	E1	Pavimentado completo y vallado perimetral de los parques de almacenamiento de materias primas.
	E2	Pavimentado completo y cierre en naves dotas de sistemas de aspiración y filtración posterior del aire aspirado, de todo el parque de almacenamiento de materias primas.
Regulación	Legislación derivada de la Directiva IPPC Ordenanzas municipales y/o Planes de Ordenación Urbana	
Responsables	Fabricantes de cemento	
Grado de implantación 2008	Medio	
Estimación de la mejora	E1	Reducción sobre 48 t anuales de PM ₁₀
	E2	Reducción sobre 58 t anuales de PM ₁₀
Inversiones pendientes	E1	5 Millones de Euros
	E2	9 Millones de Euros
Plazo de ejecución	Instalaciones nuevas: inmediato Instalaciones existentes: hasta el 2015	
Indicadores	<u>Emisión</u> : Niveles de sedimentables, PST y/o PM ₁₀ en el perímetro de la instalación <u>Inmisión</u> : Niveles de PM ₁₀ y/o PM _{2,5} y componente mineral	

7.3 Medidas en actividades de fabricación de cerámica

7.3.1 Medidas de compatibilidad urbanística

Tal y como se observa en el siguiente mapa del municipio de Agost, existe un problema en cuanto a la ubicación de las empresas, pues alguna de ellas se encuentran a una distancia inferior a 1000 m del suelo urbano, por lo que, uno de los aspectos claves a considerar por los entes locales y autonómicos, es la ordenación del territorio en este municipio, no sólo la aplicación de medidas tecnológicas, aunque ambas medidas (tecnológicas y urbanísticas) deben considerarse complementarias.

Obviamente, las medidas de compatibilidad urbanística concretas exigen un análisis que va más allá de este Plan, aunque se puede establecer un criterio general de recomendar la ubicación de las empresas cerámicas a distancias mínimas superiores a 1000 metros de cualquier núcleo urbano, para reducir el esfuerzo en medidas tecnológicas de las empresas necesario para alcanzar los requisitos en materia de calidad de aire.

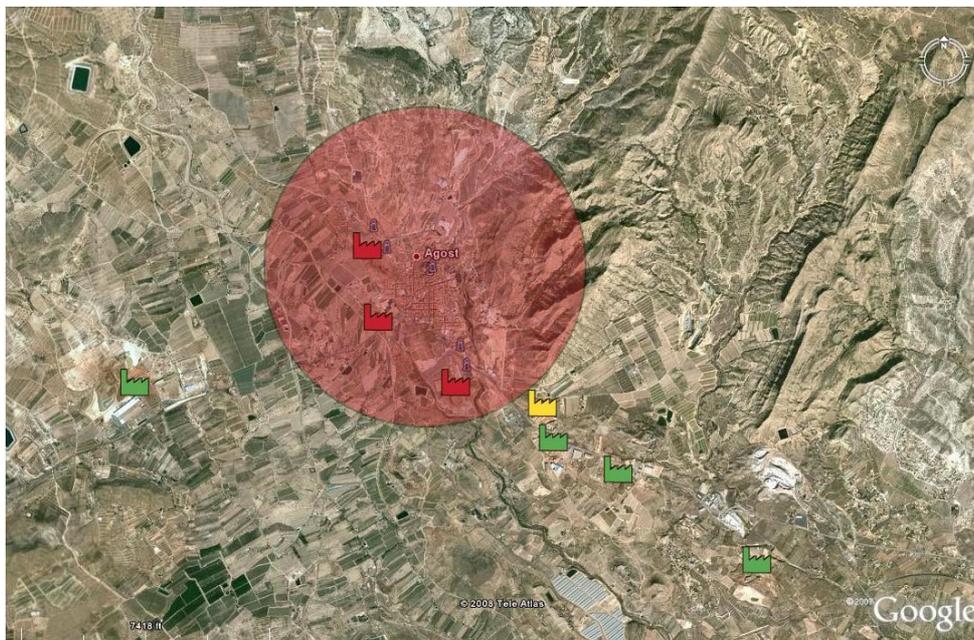


Figura 7.1. Ubicación de las empresas cerámicas en la localidad de Agost (el círculo coloreado tiene un radio aproximado de 1000m).

7.3.2 Medidas tecnológicas en actividades de fabricación de cerámica estructural: tejas y ladrillos

Las emisiones canalizadas de los contaminantes considerados como prioritarios en el Plan (PST, PM_{10} , SO_2) se ha estimado tomando como base la producción de 2006 de las empresas fabricantes de tejas y ladrillos ubicadas los municipios de Agost, Alicante y Sant Vicent del Raspeig y los factores de emisión especificados en el capítulo 4 del presente documento.

Sin embargo, en el caso concreto de las emisiones difusas de PST y PM_{10} la estimación se ha realizado a partir de la producción de 2007 de las plantas ubicadas en

la localidad de Agost, considerando la información recopilada en los cuestionarios realizados a las empresas afectadas.

Por otra parte, la estimación del coste económico de las medidas correctoras propuestas se ha realizado considerando el escenario tecnológico correspondiente al año 2007 en cuanto a producción y medidas correctoras implantadas. De acuerdo con este criterio, en la Tabla 7.5 se detalla la producción que se ha tomado como base de cálculo. Los cálculos se han realizado de forma individual para cada una de las plantas ubicadas en Agost y afectadas por este Plan.

Tabla 7.5. Producción de tejas y ladrillos en la zona cerámica de L'Alacantí (2007) Fuente: Elaborado por el ITC a partir de datos suministrados por las empresas.

Producto	Producción		Nº hornos	
	(t/día)	(Mt/año)	Túnel	Hoffman
Tejas y ladrillos	5400	1,9	16	1

Los **VLE** se han expresado como concentración máxima permitida en la corriente de salida (mg/Nm^3) en las **condiciones de referencia**, para que sean comparables independientemente del grado de dilución de los gases y de la temperatura de los mismos. Así, se han de expresar en condiciones normales (273 K, 101.3 kPa) y en gases de combustión referidos a un contenido en oxígeno de referencia de 18% en volumen.

Actuación C1: emisiones difusas en el sector de cerámica estructural de la zona de L'Alacantí

Antecedentes: Breve descripción del problema

En el sector cerámico, las empresas presentan problemas de emisiones difusas de partículas, debido a que existen grandes acopios de materias primas, ya que el volumen de producción es elevado y se utilizan materias primas sin homogenizar.

Estas materias primas se almacenan al aire libre en la propia empresa, donde además, se realizan operaciones de homogenización y pretratamiento de estos materiales (trititación y molienda) y también el transporte de estos materiales mediante camiones (operaciones de carga, descarga y la propia circulación de los camiones).

También se debe prestar atención a las emisiones difusas en la gestión de los residuos sólidos pulverulentos (restos de piezas crudas, residuos de líneas productivas, etc.), especialmente del material recogido en los filtros de mangas, comúnmente llamado *finos* por su granulometría y que, si se almacenan al aire libre, generan emisiones difusas importantes, por lo que deben someterse a una gestión específica que evite su dispersión en el ambiente.

Descripción de las medidas propuestas

Las medidas propuestas para la reducción de las emisiones difusas se han obtenido de la revisión del documento BREF sobre la industria cerámica (IPTS, 2006c), que en este apartado se remite al BREF horizontal sobre emisiones por almacenamiento "Emissions from Storage" (IPTS, 2006b).

En este documento se indica que las Mejores Técnicas Disponibles (MTDs) en **almacenamiento y manipulación de materiales pulverulentos** son, por orden de eficacia, las siguientes:

1. **Almacenamiento y manipulación en instalaciones cerradas.** Se incluye el almacenamiento en **silos** de los materiales pulverulentos, con sistemas de carga

y descarga del silo completamente cerrados y dotados de sistemas de aspiración en los puntos en los que pueda generarse polvo; o alternativamente realizar todas las operaciones de almacenamiento y manipulación en **naves cerradas y en depresión** con filtración posterior del aire evacuado de estos locales.

2. **Almacenamientos y manipulación en instalaciones abiertas o al aire libre.** Cuando no se puedan aplicar las medidas anteriores se realizará el almacenamiento al aire libre de los materiales tomando una serie de medidas preventivas. Entre ellas destacan el almacenamiento en **compartimentos o celdas formadas por muros de contención**. Otras medidas a adoptar son: limitar la altura de montones, orientar los montones adecuadamente con respecto a la dirección del viento predominante, si lo hubiese, mantener siempre humedecidos los materiales al menos superficialmente, disponer de vallas perimetrales con una altura superior a los acopios, cubrir los materiales con lonas, evitar trabajos en días de viento intenso, etc.

La elección de una u otra medida dependerá de las características de la instalación en concreto. El **criterio** propuesto para conceder las **AAIs** a este tipo de actividad es exigir la implantación de una u otra MTD en función de la distancia al núcleo urbano. En este sentido, se considera que las instalaciones ubicadas a una **distancia inferior o igual a 1000 metros de un núcleo urbano** de población o cualquier núcleo residencial, las operaciones deben realizarse en **instalaciones cerradas** (punto 1). Por el contrario, las instalaciones ubicadas a una distancia superior a 1000 metros de un núcleo urbano de población o cualquier núcleo residencial, pueden aplicar los **almacenamientos en instalaciones abiertas o al aire libre** (punto 2), tomando medidas preventivas. En la Figura 7.1 se presenta la ubicación de las empresas respecto al núcleo urbano.

Las **operaciones susceptibles de generar emisiones de partículas difusas** deben disponer de cerramiento, con aspiraciones de aire y posterior sistema de depuración. De estas operaciones, las más importantes son: cintas transportadoras, cangilones, trituradores, sistemas de gestión de finos, etc.

Para reducir las emisiones por **transporte de materiales pulverulentos** se requiere pavimentar y mantener limpios los viales de circulación, limitar la velocidad, controlar que a la entrada y salida del complejo los camiones vayan cubiertos y cerrados para evitar derrames y reboses, e instalar sistemas de limpieza vía húmeda para los bajos y neumáticos de los camiones a la salida de las empresas, empleando sistemas de presión cuando sea necesario.

Estimación de la eficacia prevista

El grado de implantación de medidas correctoras en los parques de almacenamiento de materias primas del sector de tejas y ladrillos es muy similar en todas las empresas, considerándose en conjunto medio-bajo, por lo que el margen de mejora es muy elevado.

El cálculo de la cantidad de emisiones difusas de partículas generadas en estas operaciones es complejo, porque depende de muchos factores, algunos de ellos de difícil consideración y muy variables: humedad del material, grado de molienda, altura de montones, configuración de los montones, orientación con respecto a la dirección del viento, velocidad y dirección del viento dominante, etc. Del mismo modo la estimación de la eficacia de las medidas preventivas y correctivas aplicadas también depende de un número significativo de variables.

A pesar de estas limitaciones y tomando como base el documento AP-42 de la EPA (U.S. Environmental Protection Agency) y el "Emission Estimation Technique Manual for Mining" versión 2.3 (diciembre 2001), propuesto para elaborar el "National Pollutant Inventory" de Australia, se estima que si se implantan las medidas propuestas cabe esperar una eficacia global aproximada del 80%. Este porcentaje resulta de considerar que el **encerramiento total con filtración se aplicará a un 50 % de las instalaciones** y que tiene un rendimiento del 95% (medidas de alto rendimiento) y todas las **medidas propuestas para las instalaciones al aire libre** (acopio en celdas, pavimentación, etc.) se aplicarán en un **50%** de instalaciones y tienen un rendimiento de alrededor del 75% (medidas de rendimiento medio) según se detalla en la Tabla 4.7. Ésta es la situación que se considera en una primera fase con la implantación de las MTDs; en futuras revisiones del plan en función de los niveles de calidad de aire, de los estudios de contribución de fuentes y de la evolución de la normativa sobre calidad de aire, se podrían proponer medidas más estrictas, como extender el cerramiento total de las instalaciones a todas las empresas o a mayores distancias de núcleos urbanos.

Tomando estos datos, las referencias bibliográficas indicadas y los estudios realizados por el ITC en este campo (Monfort et al., 2006b y 2006c, 2009), se recopilan los factores de emisión de la Tabla 7.6. (similar a la tabla 4.11 presentada anteriormente).

Tabla 7.6. Estimación de emisiones difusas en el sector cerámico

Factor de emisión PM ₁₀ (kg/t material manipulado)	Sin medidas correctoras ¹	Medidas de bajo rendimiento	Medidas de medio rendimiento	Medidas de alto rendimiento
	0,3-0,4	0,25	0,08	0,01

¹. Emisión sin medidas correctoras o con la implantación de pocas medidas de bajo rendimiento

En la Tabla 7.7 se indican la estimación de las emisiones difusas en el escenario considerado como actual y las que resultarían en el caso de aplicar las medidas correctoras propuestas, calculadas según los criterios indicados (dados los márgenes de incertidumbre los valores se han redondeado a centenas).

Tabla 7.7. Estimación de la reducción potencial en emisiones difusas.

Emisiones difusas	PM ₁₀ (t/año)
Emisión actual	440
Emisión con MTDs propuestas	90
Reducción potencial de la emisión	350

Estimación del coste económico

Para estimar las inversiones se ha utilizado la siguiente fórmula de cálculo:

$$I_G = \left(\sum_{i=1}^{np} I_{ip} + \sum_{i=1}^{nt} I_{it} \right) \cdot F_1 \cdot F_2 \quad [1]$$

donde:

- I_G : inversión sectorial.
- n_p : número de plantas de fabricación de tejas y ladrillos con cerramiento parcial de las eras.
- I_{ip} : inversión unitaria necesaria para cada planta de fabricación de tejas y ladrillos con cerramiento parcial de las eras.

- n_t : número de plantas de fabricación de tejas y ladrillos con cerramiento total de las eras.
- I_{it} : inversión unitaria necesaria para cada planta de fabricación de tejas y ladrillos con cerramiento total de las eras.
- F_1 : factor corrector de la actualización de precios teniendo en cuenta la inflación. Aplicando un valor del IPC anual del 3% hasta el año 2012 y promediando con los valores actuales se ha estimado un valor de F_1 de 1.1.
- F_2 : factor corrector por el incremento de coste que suponen las instalaciones complementarias a los equipos medioambientales, como acondicionamiento de las instalaciones, instalación eléctrica, fontanería, etc., este factor se considera en todos los casos 1.15.

La inversión unitaria pendiente se ha estimado considerando que las mayores inversiones pendientes son la obra civil para cerramientos de almacenes y construcción de celdas para confinar el material, suponiendo que la provisión de materia prima será para unos dos meses de producción y que las celdas permitirán una capacidad de almacenamiento media sobre 7 toneladas por metro cuadrado de nave (en este valor se incluyen los pasillos y zonas de tránsito de vehículos). Además, se considera el coste de completar las instalaciones de prevención y corrección ambiental y las instalaciones de sistema de limpieza de camiones a la salida de las empresas (Tabla 7.8).

Los datos económicos se han obtenido a partir de presupuestos de empresas constructoras y proveedores de equipamiento, y por datos facilitados por empresas fabricantes de gránulo atomizado que han implantado estas medidas correctoras en la zona cerámica de Castellón.

Otras consideraciones

El esfuerzo que tienen que realizar las industrias afectadas para implantar las medidas propuestas se considera importante, no sólo en términos económicos, puesto que la aplicación de estas medidas conllevará una reducción considerable de stocks de materias primas. Este hecho supone modificar la metodología de gestión de materias primas implantada y del *modus operandi*, no sólo de la propia instalación sino también de sus proveedores.

Por tanto, en el complejo problema de la reducción de las emisiones difusas existen conceptos adicionales a considerar aunque son de muy difícil cuantificación económica.

Tabla 7.8 Estimación de la inversión requerida para implantar las medidas propuestas en la actuación C.1.

INVERSIÓN UNITARIA
<p>Se ha calculado la inversión necesaria para implantar las medidas propuestas para cada una de las plantas afectadas.</p> <p>Obra Civil: graneros y celdas con vallado perimetral, pavimentación, mejora de accesos, etc. Cerramiento total: 200 Euros/m² Cerramiento parcial: 130 Euros/m²</p> <p>Equipamiento: nuevas aspiraciones, completar cerramientos, sistema de lavado de camiones, sistemas de control adicionales, etc. (Nota: Esta estimación incluye las aspiraciones nuevas en los plantas con cierre total)</p> <p>Cierre total: 200 000 Euros/planta de producción <1000 ton/d y 330 000 Euros/planta de producción entre 1000-2000 ton/d Cierre parcial: 70 000 Euros/planta</p> <p>TOTAL INVERSIÓN: Cerramiento total: 6,9 millones de Euros Cerramiento parcial: 4,2 millones de Euros</p>
INVERSIÓN SECTORIAL
<p>INVERSIÓN GLOBAL NECESARIA (según [1]): 11,1 millones de Euros</p> <p>INVERSIÓN GLOBAL PENDIENTE: 11,1 millones de Euros</p>

Tabla 7.9. Actuación C.1. Ficha-resumen de las medidas propuestas para reducir las emisiones difusas de partículas en el sector de baldosas cerámicas.

Actividad/Focos	Recepción y preparación de materias primas en la fabricación de tejas y ladrillos, y suministradores de materia prima.
Emisión	Emisión difusa de partículas
Contaminantes	Material particulado (PM ₁₀ y PM _{2.5})
Medidas propuestas	Cerramiento dotado de aspiración y filtración posterior en las operaciones generadoras de polvo (almacenaje, trituración, etc.) Cerramiento parcial o total de las instalaciones de almacenamiento y manipulación de materias primas Otras: riego, pavimentación, etc.
Regulación	Legislación derivada de la Directiva IPPC Ordenanzas municipales y/o Planes de Ordenación Urbana
Responsables	Fabricantes de tejas y ladrillos, y suministradores de materia prima.
Grado de implantación 2008	Medio-bajo
Estimación de la mejora	Reducción sobre 350 t anuales de PM ₁₀
Inversiones pendientes	11 Millones de Euros
Plazo de ejecución	Instalaciones nuevas: inmediata Instalaciones existentes: hasta el 2015
Indicadores	<u>Emisión</u> : Niveles de PST y/o PM ₁₀ en el perímetro de la instalación <u>Inmisión</u> : Niveles de PM ₁₀ y/o PM _{2.5} y componente mineral

Actuación C2: emisiones canalizadas frías en el sector de tejas y ladrillos de la zona de L'Alacantí

Antecedentes: Descripción del problema

A lo largo del proceso de fabricación de cerámica estructural se pueden encontrar emisiones canalizadas frías, que son fruto de la evacuación del aire ambiente general del interior de las fábricas, de diferentes puntos de aspiración en los sistemas de extracción localizados y a lo largo de la línea de fabricación, fundamentalmente en la etapa de preparación de materias primas (mezclado de materias primas, molienda, etc.).

El principal contaminante de estas corrientes es el material particulado, que tendrá aproximadamente la misma composición química que las materias primas, enriquecido normalmente en los materiales más finos (arcillas).

En el sector cerámico de la zona de L'Alacantí, el conformado se realiza por extrusión tras una molienda por vía seca y posterior humectación, por lo que las emisiones en esta etapa no se consideran significativas en comparación con el conformado por prensado de gránulo atomizado que se da en la fabricación de baldosas cerámicas.

En el diagnóstico realizado (mediante visitas a planta) durante el primer semestre de 2008 se ha observado que sobre el 70% de las plantas cerámicas tienen instalados filtros de mangas en la etapa de preparación de materias primas (molienda), sin embargo, en muchos casos el caudal específico de aspiración es relativamente bajo, sobre todo si se comparan con los valores propuestos más adelante en los cálculos económicos de inversiones -se ha tomado como referencia un valor de unos 2 Nm³/kg para instalaciones abiertas y sobre 6 Nm³/kg para instalaciones cerradas (Busani et al, 1995). Por otra parte, se ha observado que es necesario modificar sobre un 20% de estos sistemas, ya que la salida de los gases fríos que pasan a través del filtro de mangas se encuentran dentro de la planta de fabricación, no se realiza una emisión directa al exterior, pudiendo afectar a la seguridad y salud de los trabajadores en caso de avería, rotura o parada del sistema.

Descripción de las medidas propuestas

Los Valores Límites de Emisión establecido en las Autorizaciones Ambientales Integradas concedidas a las instalaciones fabricantes de cerámica estructural de la Comunitat Valenciana para la etapa de molienda son 30 mg/Nm³ de partículas.

La medida propuesta es la confinación de las fuentes de generación de estas partículas, concretamente conectar estos cerramientos a un sistema de aspiración y la filtración posterior del aire aspirado garantizando una emisión a la atmósfera inferior a 10 mgPST/Nm³ ó a 30 mgPST/Nm³ dependiendo del sistema de depuración utilizado.

Para alcanzar estos valores en esta corriente, las tecnologías disponibles se reducen prácticamente a:

- Sistemas de depuración vía seca:
 - **Filtros de mangas:** en estos sistemas la corriente de gases a limpiar pasa a través de unas mangas filtrantes (estas mangas pueden ser de diferentes materiales como algodón, poliéster, Nomex, teflón, etc.), de modo que las partículas son depositadas en la superficie de las mangas formando a su vez una capa filtrante. Cabe destacar que este sistema de depuración es el más extendido en la industria cerámica.

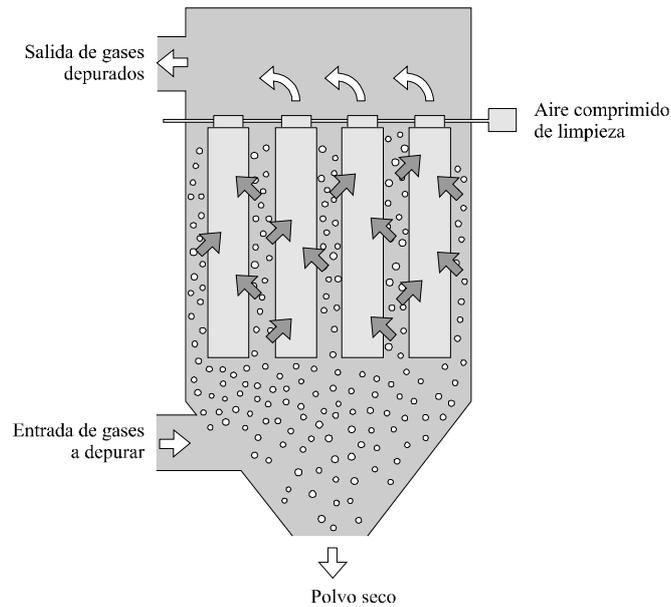


Figura 7.2. Vista esquemática de un filtro de mangas.

- **Filtros de láminas:** los principales elementos de este filtro son los medios filtrantes rígidos, que se montan como elementos compactos en el sistema filtrante; estos elementos filtrantes consisten normalmente en polietileno sinterizado recubierto de teflón. Las principales ventajas de este moderno sistema son la alta eficiencia de limpieza de partículas de una corriente gaseosa, la alta resistencia contra el desgaste abrasivo que producen las partículas y un menor volumen de los equipos comparado con los filtros de mangas.

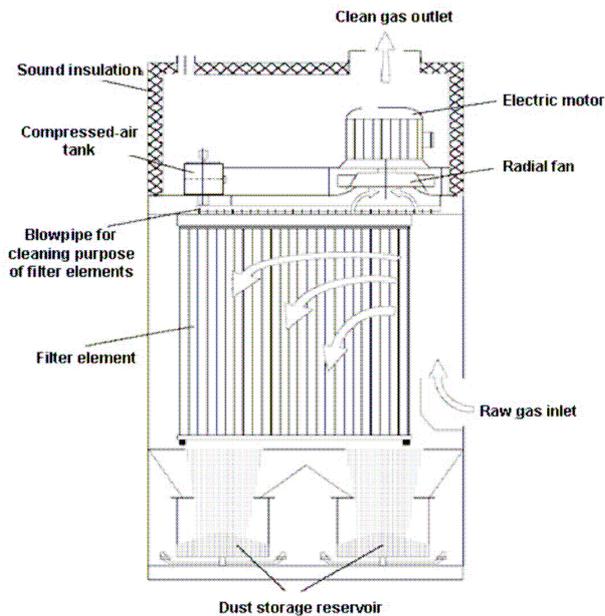


Figura 7.3. Vista esquemática de un filtro de láminas.

- Sistemas de depuración vía húmeda:

- **Separadores de partículas vía húmeda de elevado rendimiento:** en estos sistemas se pone en contacto la corriente gaseosa a depurar con un líquido (generalmente agua) que retiene las partículas que se encuentran suspendidas en ella. Según el diseño, se pueden distinguir varios tipos, por ejemplo tipo Venturi.

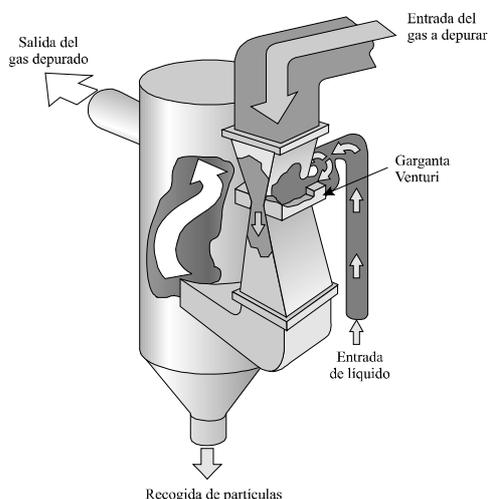


Figura 7.4. Esquema de un lavador tipo Venturi.

El rendimiento alcanzable mediante la aplicación de estos sistemas a las corrientes frías típicas de la industria cerámica es elevado. En la Tabla 7.10 se muestra además la concentración de salida resultante elaborada a partir de distintas fuentes (ITC, 2001; Blasco et al., 1992; Busani et al., 1995).

Tabla 7.10. Características de las emisiones frías y rendimiento de los sistemas de depuración.

Etapa del proceso	Medida correctora	Rendimiento (%)	Concentración (mgPST/Nm ³)
Aspiración en molienda y moldeo	Tecnología de bajo o medio rendimiento	< 90	<100
	Filtro de mangas	~ 99	< 10
	Filtro vía húmeda tipo Venturi	> 95	< 30
	Filtros de láminas	> 99	> 1

Estimación de la eficacia prevista

Según las medidas propuestas y teniendo en cuenta la tendencia existente a utilizar filtros de mangas en las instalaciones nuevas frente al decreciente uso de los sistemas vía húmeda, se puede realizar la estimación de la reducción de emisiones canalizadas frías de partículas en el sector con la aplicación de estas medidas. Para ello se ha considerado, como se ha comentado previamente, que:

- Prácticamente todas las empresas disponen de sistemas de aspiración y filtración posterior (con filtros de mangas) en la etapa de molienda. No obstante, si se aplica el criterio de alcanzar unos 2Nm³/kg de aire aspirado y filtrado, entonces el **grado de implantación** de las MTDs (filtros de mangas) obtenido es del orden

del **70% en la etapa de preparación de molienda**, por lo que se considerará una inversión adicional para completar las aspiraciones existentes.

- **Sobre el 20% de estos focos realizan la emisión de los gases depurados dentro del ambiente laboral, pudiendo afectar a la seguridad e higiene de dentro de la planta de fabricación**, por lo que se propone subsanar esta situación mediante la instalación de una chimenea para realizar la emisión al exterior de la planta.

Se ha considerado un ratio PM_{10}/PST de 0.77 obtenido experimentalmente en el proceso de fabricación de baldosas cerámicas para esta etapa (Monfort et al 2006).

Estimación del coste económico

Para estimar las inversiones pendientes de realizar teniendo en cuenta el grado de inversiones realizadas, las valoraciones se pueden calcular por la siguiente fórmula:

$$I_G = [(n_e \cdot I_e) + (n_i \cdot I_i) + (n_{mi} \cdot I_{mi}) + (n_n \cdot I_n)] \cdot F_1 \cdot F_2 \quad [2]$$

donde:

- I_G : inversión sectorial (utilizando filtros de mangas).
- n_e : número de focos que tienen instalados filtros de mangas
- I_e : inversión unitaria por la instalación de filtros de mangas
- n_i : número de focos que tienen instalados filtros de mangas con salida de gases al interior de la planta
- I_i : inversión realizada en el sector por la instalación de filtros de mangas existentes con salida de gases al interior de la planta
- I_{mi} : inversión unitaria necesaria para modificar los filtros de mangas existentes con salida de gases al interior de la planta
- n_n : número de focos que necesitan instalar filtros de mangas.
- I_n : Inversión unitaria para la instalación de un sistema de aspiración con filtro de mangas.
- F_1 : factor corrector de la actualización de precios teniendo en cuenta la inflación. Aplicando un valor del IPC anual del 3% hasta el año 2010 y promediando con los valores actuales se ha estimado un valor de F_1 de 1.1.
- F_2 : factor corrector por el incremento de coste que suponen las instalaciones complementarias a los equipos medioambientales, como acondicionamiento de las instalaciones, fontanería, etc., este factor se considera en todos los casos 1.15.

Tabla 7.11. Estimación de la inversión requerida para implantar las medidas propuestas en la actuación C2.

INVERSIÓN UNITARIA
<p>Modificación de los sistemas de depuración y control en las aspiraciones de la etapa de preparación de materias primas:</p> <p style="padding-left: 40px;">Planta de fabricación de ladrillos: 3 000 Euros/foco</p> <p>Instalación de sistemas de depuración y control en las aspiraciones en la etapa de preparación de materias primas (se ha tomado como criterio de cálculo que el caudal específico sea del orden de 2 Nm³/kg).</p> <p style="text-align: center;">80 000 Euros/filtro de mangas de unos 35 000 Nm³/h.</p>
INVERSIÓN SECTORIAL
<p>INVERSIÓN GLOBAL NECESARIA (según [2]) $I_G = [(34 \cdot 80000)] \cdot 1,1 \cdot 1,15 = \mathbf{3,4 \text{ millones de Euros}}$</p> <p>INVERSIÓN GLOBAL REALIZADA $I_G = [(18 \cdot 80000) + (4 \cdot 77000)] \cdot 1,1 \cdot 1,15 = \mathbf{2,2 \text{ millones de euros}}$</p> <p>INVERSIÓN GLOBAL PENDIENTE $I_G = [(4 \cdot 3000) + (16 \cdot 80000)] \cdot 1,1 \cdot 1,15 = \mathbf{1,6 \text{ millones de euros}}$</p>

Tabla 7.12. Actuación C2. Ficha-resumen de las medidas propuestas para reducir las emisiones de focos canalizados a temperatura ambiente o focos fríos del sector de tejas y ladrillos.

Actividad/Focos	Focos canalizados a temperatura ambiente o focos fríos debidos a las aspiraciones de aire en la etapa de preparación de materias primas por vía seca.
Contaminantes	Material particulado (PST, PM ₁₀ y PM _{2.5})
Medida	Modificación de los sistemas de depuración de los focos fríos, pertenecientes a los sistemas de aspiración y filtración. Instalación de sistemas de depuración y control en los focos fríos
Regulación	Legislación derivada de la Directiva IPPC
VLE – autorizado	30 mgPST/Nm ³
Responsable	Fabricantes afectados
Grado de implantación 2008	70 % (global emisiones frías)
Inversión pendiente	1,6 millones de euros
Plazo de ejecución	Instalaciones nuevas: 2011-2013 Instalaciones existentes: 2013-2015
Indicadores	<u>Emisión:</u> Niveles de PST y/o PM ₁₀ en la corriente de salida después del sistema de depuración. <u>Inmisión:</u> Niveles de PM ₁₀ y/o PM _{2.5} y componente mineral.

Actuación C3: emisiones canalizadas de focos de combustión en el sector de cerámica estructural

Antecedentes: Descripción del problema

Los principales contaminantes emitidos de los focos de combustión, es decir, las emisiones que se dan en la etapa de secado y cocción en el sector de la fabricación de tejas y ladrillos son partículas y gases ácidos (HF, HCl y SO₂).

No obstante, en el presente Plan se proponen medidas correctoras para reducir las emisiones de los contaminantes críticos en la zona de estudio, que de acuerdo con los resultados presentados en los capítulos precedentes son: partículas y SO₂. para los que se establecen valores meta en el capítulo 8. Para los metales pesados que se establecen valores límite u objetivo en la legislación de calidad de aire (Ni, As, Cd y Pb), no se establecen medidas específicas, dado que los niveles observados en calidad de aire no son críticos, y además, se considera que la disminución de las emisiones canalizadas de partículas en los focos de combustión conllevará una reducción de su emisión.

Descripción de las medidas propuestas

Teniendo en cuenta que los combustibles utilizados en hornos y secaderos en la zona de Agost en 2007 para la fabricación de tejas y ladrillos son gas natural, coque micronizado y biomasa, se plantean diversas medidas con el fin de reducir las emisiones de partículas y SO₂ provenientes de las etapas que producen emisiones calientes durante la fabricación de tejas y ladrillos.

Los Valores Límite de Emisión establecidos por las Autorizaciones Ambientales Integradas concedidas a las instalaciones fabricantes de cerámica estructural de la Comunitat Valenciana se detallan en la Tabla 7.13.

Tabla 7.13. Valores Límite de Emisión establecido por las AAI para instalaciones fabricantes de cerámica estructural de la Comunitat Valenciana para focos de combustión.

Etapas	Contaminante	Límites
Hornos	Partículas	30 mg/Nm ³
	NO _x (expresado como NO ₂)	250 mg/Nm ³
	SO ₂	200 mg/Nm ³
	Fluoruros totales (expresados como HF)	10 mg/Nm ³
Secaderos	Partículas	30 mg/Nm ³
	NO _x (expresado como NO ₂)	250 mg/Nm ³
	SO ₂	200 mg/Nm ³

Con carácter general, las posibles actuaciones de mejora identificadas a priori, al objeto de reducir los actuales niveles de contaminación por partículas y gases ácidos son:

- a) Reducción de emisiones canalizadas de partículas:
- Sustitución de combustibles fósiles sólidos (coque) por gas natural.
 - Instalación de sistemas de captación de partículas para los focos de combustión.
 - Sustitución de combustibles fósiles sólidos (coque) por gas natural e instalación de sistemas de captación de partículas para los focos de combustión.

- Alejamiento de instalaciones con focos de combustión generadores de partículas del núcleo de población.

b) Reducción de emisiones canalizadas de gases de combustión (SO₂):

- Empleo de coque y fuel-oil de bajo contenido en azufre.
- Sustitución de combustibles de alto contenido en azufre (coque) por gas natural o biomasa.
- Adición de reactivos a los sistemas de depuración (filtro de mangas). Este sistema consiste en poner en contacto los gases con una sustancia o reactivo que retenga los contaminantes. Los reactivos más frecuentes son Ca(OH)₂, NaHCO₃ o Na₂CO₃ generalmente utilizados en forma de sólidos secos. El rendimiento depende del contaminante a eliminar, del sistema utilizado, de la temperatura, de la presencia de otros contaminantes y del tipo de reactivo, entre otros factores (Mallol et al, 2001).

Para alcanzar los citados valores, especialmente, en la etapa de cocción, se propone entre otras alternativas, la instalación de sistemas de depuración para partículas y gases, cuyos rendimientos para depurar cada uno de las sustancias emitidas se presentan a continuación.

Tabla 7.14 Rendimiento de los reactivos utilizados en el sistema de depuración para contaminantes gaseosos (Fuente: BREF de la industria cerámica, Agosto 2007).

Medida propuesta		Rendimientos			
Equipo	Reactivo	PST (%)	SO ₂ (%)	HF (%)	HCl (%)
Filtro de mangas	Ca(OH) ₂	90 - 99	10-80	92-95	85
	NaHCO ₃	98-99	98-99	95	89
Adsorbedor de lecho fijo	CaCO ₃	98 - 99	20	90-99	50
	CaCO ₃ modificado	98 - 99	30- >85	99	>50

Los sistemas más implantados en cerámica estructural en la UE son los sistemas de depuración vía seca de lecho fijo y los filtros de mangas. No obstante, en este Plan los cálculos de inversiones se han realizado considerando que en todas las plantas se instalan filtros de mangas, tanto por simplicidad (dado que la diferencia de inversión entre ambos sistemas no es muy elevada) como por el hecho de que los filtros de mangas están más implantados en España. En cualquier caso los valores de inversión obtenidos son comparables en magnitud.

Es necesario señalar que, a pesar de que estas medidas se expongan para la etapa de cocción, la actuación 3 (emisiones canalizadas calientes), afectarán también a la etapa de secado, cuyas emisiones descenderán con la implantación de las medidas propuestas. Sin embargo, desde el punto de vista cuantitativo sólo se han contabilizado las emisiones procedentes de la etapa de cocción por no disponer de datos experimentales para la etapa de secado.

Estimación de la eficacia prevista

Para la evaluación de la situación actual se ha considerado que el 20% de las instalaciones (que supone el 25% de la producción de Agost aproximadamente) utiliza como combustible gas natural y el resto 80% utiliza una mezcla de coque micronizado, gas natural y biomasa. Ninguna de las instalaciones posee sistemas de depuración de partículas y gases en la etapa de cocción ni de secado.

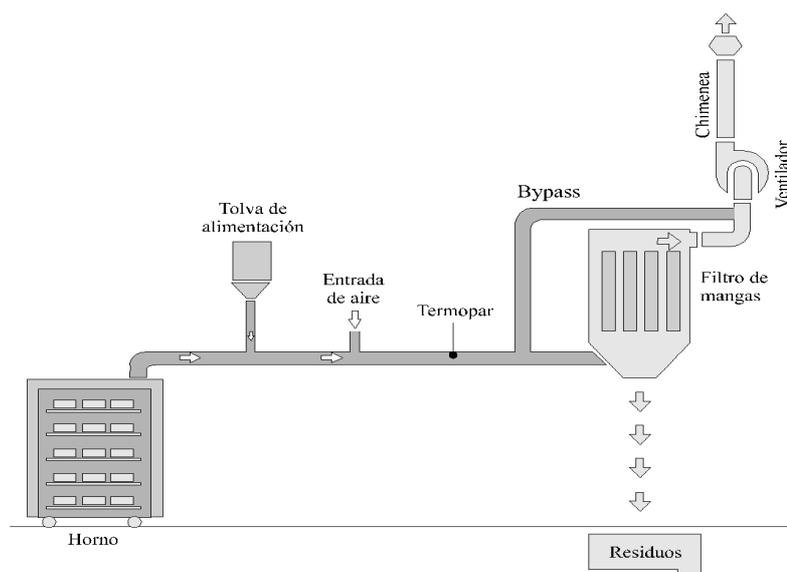


Figura 7.5 Depuración de ácidos en un sistema de adición de reactivos y filtro de mangas en un horno túnel.

Escenario 1: Instalación de sistemas de depuración de gases y partículas en la etapa de cocción

Como primera alternativa se propone la instalación de filtros de mangas junto con la adición de un reactivo para la eliminación de compuestos ácidos de la corriente gaseosa cuya eficacia variará según el reactivo utilizado, alcanzado las eficacias previstas en la Tabla 7.14, en la que se han considerado los rendimientos más elevados que aparecen en el BREF de la industria cerámica. Además, se han tenido en cuenta los ratios PM_{10}/PST expuestos en la Tabla 4.8.a del presente documento.

Para alcanzar la eficacia prevista en este escenario, se ha considerado que el reactivo adsorbente que se adiciona es $Ca(OH)_2$ por ser el reactivo más comúnmente utilizado (por razones técnicas y económicas). No obstante, el mismo sistema puede utilizarse para diversos contaminantes ácidos, modificando, en su caso, el reactante utilizado. En este escenario se supone que esta medida será necesaria aplicarla en un 80% de las instalaciones de la zona de L'Alacantí.

Con la implantación de esta tecnología, se pueden alcanzar valores de concentración del orden de $<1 \text{ mgPST}/\text{Nm}^3$, $<1 \text{ mgPM}_{10}/\text{Nm}^3$, $8,3 \text{ mgSO}_2/\text{Nm}^3$; $<1 \text{ mgHF}/\text{Nm}^3$ y $35 \text{ mgHCl}/\text{Nm}^3$, aunque podrían variar según la composición de las arcillas y del combustible.

La combinación de coque/gas natural en un mismo horno permite una reducción de las emisiones de partículas (con respecto al uso de coque como único combustible), siempre que la zona de combustión con gas se ubique en precalentamiento (como es lo habitual), ya que esta zona actúa como cámara de postcombustión y reduce el nivel de inquemados, limitando de esta manera la carga de sólidos a tratar por los sistemas de depuración de partículas necesarios, mejorando además el aprovechamiento energético del combustible.

En este plan no se consideran sistemas de depuración específicos para NO_x, u otros contaminantes tomando como base el BREF sobre la industria cerámica (IPTS, 2006c) que no incluye la instalación de sistemas de reducción de las emisiones de NO_x en este tipo de procesos de fabricación, dado que pueden presentar unos valores de emisión bajos adoptando medidas primarias que suelen ser habituales (selección de materias primas, combustibles exentos de nitrógeno, control de la combustión, etc.).

Tabla 7.15. Estimación de la eficacia prevista para material particulado aplicando la medida propuesta en el escenario 1 en la etapa de cocción.

Emisiones canalizadas calientes	PST		PM ₁₀	
	F.E. (g/kg)	Emisión (t/año)	F.E. (g/kg)	Emisión (t/año)
Emisión actual ¹	0,0176	286	0,0174	159
Emisiones escenario 1 ²	0,001	1,4	0,001	1,4
Reducción potencial (t/año)	--	284,6	--	157,6
Reducción potencial (%)	--	99	--	99

1 La emisión actual se ha obtenido aplicando los factores de emisión propuestos en el documento BREF de la industria cerámica (capítulo 4)

2 La emisión correspondiente al escenario 1 se ha obtenido aplicando los factores de emisión propuestos por en el documento BREF de la industria cerámica.

Tabla 7.16. Estimación de la eficacia prevista para SO₂ aplicando la medida propuesta en el escenario 1 en la etapa de cocción.

Emisiones canalizadas calientes	SO ₂	
	F.E. (g/kg)	Emisión (t/año)
Emisión actual ¹	0.304	1951
Emisiones escenario 1 ²	0,061	390
Reducción potencial (t/año)	--	1561
Reducción potencial (%)	--	80

1 La emisión actual se ha obtenido aplicando los factores de emisión propuestos por la EPA AP-42 (capítulo 4)

2 La emisión correspondiente al escenario 1 se ha obtenido aplicando los factores de emisión propuestos por en el documento BREF de la industria cerámica.

Escenario 2: Sustitución de combustible. Utilización de gas natural como combustible único

El uso generalizado de gas natural minimizaría las emisiones de partículas y de SO₂ en las etapas de secado y cocción de forma sencilla desde el punto de vista técnico, dado que en este caso los niveles de emisión de estos contaminantes se puede considerar despreciables, salvo que se empleen arcillas que desprendan niveles elevados de contaminantes.

Aproximadamente el 80% de los hornos tipo túnel utilizan mezcla de coque y gas natural como combustibles, por lo que la única actuación para implantar esta alternativa consistiría en adecuar la instalación de gas natural y sustituir los quemadores de alimentación de combustibles sólidos por quemadores de gas natural similares al resto de los ya existentes.

Por lo tanto, el cambio a gas natural es una alternativa técnicamente viable, que no requiere modificaciones sustanciales en la instalación ni en el proceso, y fácil de asumir sólo con ligeros cambios operacionales y someras modificaciones. El principal inconveniente para realizar el cambio es el coste energético del gas natural comparado con los combustibles alternativos.

No obstante, habría que destacar que existen hornos túnel que a pesar de utilizar gas natural generan emisiones de SO₂ relativamente elevadas, por lo que cabe atribuir en estos casos estas emisiones a la descomposición de posibles componentes de azufre de las materias primas.

Con la aplicación de la medida propuesta, se calcula la eficacia prevista. Además, se han tenido en cuenta los ratios PM10/PST expuestos en la Tabla 4.8.a del presente documento. Ésta medida será necesaria aplicarla en un 80% de las instalaciones de la zona de L'Alacantí.

Con la reducción de emisiones conseguidas con la implantación de esta tecnología, se pueden alcanzar valores de concentración del orden de 3 mgPST/Nm³; 3 mgPM₁₀/Nm³; 40 mgSO₂/Nm³; aunque podrían variar según la composición de las arcillas.

Tabla 7.17. Estimación de la eficacia prevista para material particulado aplicando la medida propuesta en el escenario 2 en la etapa de cocción

Emisiones canalizadas calientes	PST		PM ₁₀	
	F.E. (g/kg)	Emisión (t/año)	F.E. (g/kg)	Emisión (t/año)
Emisión actual ¹	0,0176	286	0,0174	159
Emisiones con escenario 2 ²	0,01	14	0,01	14
Reducción potencial de la emisión (t/año)	--	272	--	145
Reducción potencial de la emisión (%)	--	95	--	91

1 La emisión actual se ha obtenido aplicando los factores de emisión propuestos en el documento BREF de la industria cerámica (capítulo 4)

2 La emisión correspondiente al escenario 2 se ha obtenido aplicando los factores de emisión obtenidos experimentalmente en la zona de estudio.

Tabla 7.18. Estimación de la eficacia prevista para contaminantes gaseosos aplicando la medida propuesta en el escenario 2 en la etapa de cocción.

Emisiones canalizadas calientes	SO ₂	
	F.E. (mg/kg)	Emisión (t/año)
Emisión actual ¹	0,304	1951
Emisiones con escenario 2 ²	0,09	126
Reducción potencial de la emisión (t/año)	--	1825
Reducción potencial de la emisión (%)	--	94

1 La emisión actual se ha obtenido aplicando los factores de emisión propuestos en el documento BREF de la industria cerámica (capítulo 4)

2 La emisión correspondiente al escenario 2 se ha obtenido aplicando los factores de emisión obtenidos experimentalmente en la zona de estudio.

A continuación, se muestra un cuadro resumen de las concentraciones actuales y las concentraciones que se obtendrían con la implantación de las alternativas propuestas.

Como se observa la instalación de sistemas de depuración conlleva una importante reducción del impacto ambiental manteniendo el uso de combustibles alternativos al gas natural, lo que tiene como principal inconveniente la necesidad de una mayor inversión, pero por el contrario permite una mayor flexibilidad en la cesta energética. En este estudio se han incluido los costes de gestión de los sistemas de depuración, que incluyen mantenimiento, costes de la gestión de los residuos generados en el tratamiento de los gases, etc.

El uso de gas natural como único combustible permite en muchas instalaciones evitar la instalación de sistemas de depuración de compuestos ácidos y partículas, si se realiza una adecuada selección de las materias primas (con bajo contenido en azufre).

En cualquier caso, los valores obtenidos en el estudio experimental indican que el uso de combustibles alternativos al gas natural con elevados contenidos en azufre, debe realizarse acompañado de sistemas de depuración de los gases, para reducir el impacto ambiental debido a las emisiones de SO₂ y material particulado.

Tabla 7.19. Estimación de las emisiones que se alcanzarían aplicando las propuestas planteadas en la etapa de cocción.

Escenario	PST			PM ₁₀			SO ₂		
	Emisión (t/año)	Reducción (t/año)	Reducción (%)	Emisión (t/año)	Reducción (t/año)	Reducción (%)	Emisión (t/año)	Reducción (t/año)	Reducción (%)
Actual (2006)	286	-	-	159	-	-	1951	-	-
Escenario 1	1,4	284,6	99	1,4	157,6	99	390	1561	80
Escenario 2	14	272	95	14	145	91	126	1825	94

Estimación del coste económico

Para estimar las inversiones pendientes de realizar teniendo en cuenta el grado de inversiones realizadas, las valoraciones se pueden calcular por la siguiente fórmula:

$$I_G = ((n_g \cdot I_{g_i}) + (n_f \cdot I_{f_j}) \cdot F_1 \cdot F_2 \quad [3]$$

donde:

- I_G : inversión sectorial
- n_g : número de instalaciones que requieren adecuación para utilizar gas natural como combustible único.
- I_{bi} : inversión unitaria necesaria para instalar gas natural en hornos de tejas y ladrillos en función del caudal de gases.
- n_f : número de instalaciones que requieren instalación de sistemas de depuración de gases y partículas (filtro de mangas + reactivo adsorbente).
- I_{fj} : inversión unitaria necesaria para instalar sistemas de depuración de gases y partículas (filtro de mangas + reactivo adsorbente).
- F_1 : factor corrector de la actualización de precios teniendo en cuenta la inflación. Aplicando un valor del IPC anual del 3% hasta el año 2010 y promediando con los valores actuales se ha estimado un valor de F_1 de 1.1.
- F_2 : factor corrector por el incremento de coste que suponen las instalaciones complementarias a los equipos medioambientales, como acondicionamiento de las instalaciones, fontanería, etc., este factor se considera en todos los casos 1.15.

El análisis económico para cada sistema de depuración, aplicable desde el punto de vista técnico, se realiza en función del caudal de gases a la salida del horno. Así, de forma general. Se presentan los costes de inversión para hornos túnel:

Tabla 7.20. Inversiones en equipos para hornos túnel (€). (Fuente: Basados en datos del Plan Mejora de la Calidad del aire de Bailén y en datos facilitados por ingenierías y empresas suministradoras).

Alternativa	Caudales (Nm ³ /h)				
	15 000	25 000	35 000	45 000	65 000
Cambio a gas natural	30 000	40 000	48 000	54 000	60 000
Filtro de mangas + reactivo (Ca(OH) ₂)	160 000	250 000	300 000	375 000	450 000

Tabla 7.21. Estimación de la inversión requerida para implantar las medidas propuestas en la actuación C3.

INVERSIÓN UNITARIA

Sistemas de depuración y control de partículas y contaminantes gaseosos;
Adecuación de la instalación para utilizar gas natural como combustible único
Inversiones consideradas: Tabla 7.20. Inversiones en equipos para hornos túnel (€).

INVERSIÓN SECTORIAL

ESCENARIO 1: INVERSIÓN GLOBAL NECESARIA (Instalación de sistemas de depuración en las emisiones de los hornos)

$$I_G = ((3*160000)+(4*250000)+(1*300000)+ (1*450000)) * 1.1 * 1.15 = \mathbf{2,8 \text{ millones de Euros}}$$

ESCENARIO 2: INVERSIÓN GLOBAL NECESARIA (Cambio a gas natural como combustible único)

$$I_G = ((2*30000)+(5*40000)+(1*48000)+(1*60000)) * 1.1 * 1.15 = \mathbf{466 \text{ mil Euros}}$$

(sobre 0,5 millones de Euros)

Tabla 7.22. Actuación C3. Ficha-resumen de las medidas propuestas para reducir las emisiones de focos canalizados de combustión del sector de baldosas cerámicas.

Actividad/Focos	Focos canalizados de combustión (hornos de tejas y ladrillos cerámicos)	
Contaminantes	Material particulado (PM ₁₀ y PM _{2.5}) Compuestos gaseosos (SO ₂ , HF, HCl, SO _x , NO _x)	
Medidas	E.1	Selección de materias primas y combustibles Sistema de depuración de partículas y gases
	E.2	Selección de materias primas y combustibles Uso de gas natural como combustible único
Regulación	Legislación derivada de la Directiva IPPC	
VLE autorizados	30 mgPST/Nm ³ , 10 mgHF/Nm ³ , 200 mgSO ₂ /Nm ³ 250 mgNO _x /Nm ³ ,	
Responsable	Fabricantes afectados	
Grado de implantación 2008	Ninguna empresa depura las emisiones en la etapa de cocción	
	Sólo el 20% utiliza gas natural como combustible único	
Estimación de la eficacia ambiental (expresada como reducción)	E.1	285 tPST/año; 158 tPM ₁₀ /año; 1561 tSO ₂ /año;
	E.2	272 tPST/año; 145 tPM ₁₀ /año; 1825 tSO ₂ /año;
Inversión pendiente	E.1	2,8 millones de Euros
	E.2	0.47 millones de Euros
Plazo de ejecución	Instalaciones nuevas: 2011/2013 Instalaciones existentes: 2013/2015	
Indicadores	<u>Emisión</u> : Niveles de contaminantes en la corriente de salida <u>Inmisión</u> : Niveles de PM ₁₀ , PM _{2.5} , materia mineral, compuestos secundarios y metales	

Tabla 7.23. Resumen de las medidas propuestas, tendentes a reducir emisiones de contaminantes particulados y gaseosos (S.C.: Sin cuantificar)

Actividad (Tipo de emisión)	Medida propuesta	Apartado/ Medida	Reducción potencial (t/año)	Inversión pendiente (M€)
Industria Cementera (emisiones difusas)	Cerramiento parcial o total, en el almacenamiento al aire libre de materias primas y combustibles sólidos, completar la pavimentación interior y accesos, limpieza de viales de circulación dentro de las instalaciones, lavaderos de camiones, etc	7.2/B1	PM ₁₀ : 48-58	5-9
Industria Cementera ¹ (emisiones canalizadas)	En el momento de redactar este Plan se ha acordado el cierre anticipado de la planta denominada Cemex I. La planta Cemex II tiene las MTD implantadas.	4.3.2 7.1	PM ₁₀ : 50% SO ₂ : 90%	--
Industria Cerámica (emisiones difusas)	Cerramiento total en eras situadas a menos de 1000m de alguna población (aplicado a un 50% de las instalaciones)	7.3/C1	PM ₁₀ : 350	11,1
	Cerramiento parcial y aplicación de medidas para almacenamiento al aire libre en el restante 50% de las instalaciones como pavimentación, limpieza de viales de circulación dentro de las instalaciones, etc			
Industria Cerámica (emisiones canalizadas frías)	Instalación de sistemas de depuración y mejoras en las aspiraciones en la etapa de preparación de materias primas (molienda) Modificación de los sistemas de depuración y control en las espiraciones de la etapa de preparación de materias primas (molienda)	7.3/C2	S.C.	1,6
Industria Cerámica (emisiones canalizadas calientes)	Instalación de sistemas de depuración de gases y partículas en la etapa de cocción.	7.3/C3	PM ₁₀ : 145-158 SO ₂ : 1561-1825	0,5-3
	Sustitución de los combustibles sólidos por gas natural			

¹ Las estimaciones realizadas en las emisiones canalizadas del cemento se han hecho en base al cambio de obtener la producción de la planta cerrada anticipadamente con las tasas de la planta operativa (apartado 4.2.5)

8. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

8.1 Sobre el control de la calidad del aire y caracterización meteorológica

En cuanto a la continuidad del control de la calidad del aire y la caracterización meteorológica en la zona objeto de estudio, se recomienda:

A) Continuar con las medidas de SO₂ en aire ambiente

Se recomienda continuar con las medidas de SO₂ en la zona de estudio para poder documentar la disminución de los niveles de SO₂ y para tener constancia del antes y del después del funcionamiento de los principales focos de emisión de la zona de l'Alacantí. Cabe destacar que los niveles de SO₂ ya han disminuido desde el mes de marzo de 2008 por el cierre anticipado acordado la planta Cementera-I.

Se recomienda iniciar medidas de SO₂ en Agost debido al incremento del uso de coque en la industria cerámica para evaluar la necesidad de instalar sistemas de control.

B) Continuar con las medidas de PM₁₀ y PM_{2.5} en aire ambiente

La continuidad en las medidas de los parámetros PM₁₀ y PM_{2.5}, de especial relevancia dentro de este Plan de Mejora, se hace necesaria con el fin de obtener unas series temporales largas que permitan evaluar la efectividad de las medidas propuestas en las distintas fases del Plan.

C) No interrumpir el muestreo de PM₁₀ para medir PM_{2.5}

Se recomienda medir PM₁₀ ininterrumpidamente y utilizar captadores adicionales para el muestreo de PM_{2.5} en las estaciones de la red. Las exigencias normativas, especialmente las más recientes, apuntan hacia un control más intensivo del parámetro PM_{2.5}, el cual se ha ido desarrollando en los últimos años a través de la instalación de nuevos captadores para la medida de concentración de dicho parámetro.

D) Continuar con el control de metales en aire ambiente

Continuar con el control de metales en aire ambiente porque aunque los niveles alcanzados sean bajos, el control permite asegurar el buen funcionamiento y seguimiento del plan de gestión.

E) Instalar estaciones de control de calidad del aire en otras zonas, próximas a hormigoneras, canteras...

Dada la expansión de la actividad industrial en la zona de l'Alacantí, y niveles elevados de partículas (PM₁₀) detectados en la zona, sería prioritario considerar la posibilidad de instalar nuevas estaciones en otras dependencias cercanas a posibles focos de partículas. El control efectivo de determinadas áreas, que se consideren de especial interés a lo largo del desarrollo de las actuaciones del Plan, puede ser también

llevado a cabo, a través de una Unidad Móvil perteneciente a la RVVCCA, la cual podría aportar información indicativa acerca de los emplazamientos que requieren mayor control dentro del área de estudio.

F) Colocar otra torre meteorológica en un punto adecuado y representativo de la comarca de l'Alacantí.

La Red Valenciana de Vigilancia y Control de la Contaminación Atmosférica cuenta con un elevado número de estaciones dentro del área de estudio, ofreciendo una cobertura espacial y temporal suficiente para el control efectivo de la calidad del aire en el entorno de Alicante, contando además con varias cabinas dotadas con instrumentación meteorológica.

No obstante, dada la intensa actividad social e industrial en la Comarca de l'Alacantí, con emisiones a la atmósfera sometidas a la propia dinámica y constricciones orográficas de la cuenca, se recomienda la colocación de una torre meteorológica en un punto adecuado y representativo del valle. Con ello se complementaría ventajosamente la actual red meteorológica (asociada a la red meteorológica situada en la estación de medida de la Universidad proporcionando soporte documental más adecuado en el caso de futuros estudios en la zona relacionados con la calidad de aire (viabilidad de nuevas instalaciones, adaptación de infraestructuras, etc.). Dicho emplazamiento podría ser cubierto a través de la instalación de la cabina de vigilancia que, por su parte, la Cementera-II tiene prevista dentro del área de estudio.

G) Realizar medidas experimentales sistemáticas sobre la estructura vertical de la atmósfera en sus primeros metros.

El impacto de las emisiones locales en su entorno de influencia viene condicionado por la dinámica atmosférica a que se encuentran sometidas, y en concreto, a las condiciones de mayor o menor dispersión en la zona. Las constricciones introducidas por el valle determinan situaciones de escasa ventilación o intensa fumigación (periodos nocturnos, transiciones entre diferentes regímenes, encalmamientos, etc). La caracterización de estas situaciones precisa de información sobre la estructura vertical de la atmósfera, en sus primeros metros (donde se producen las emisiones y los principales procesos atmosféricos a que se ven sometidas), para lo que es insuficiente la información disponible en superficie. Se recomendaría la realización de medidas experimentales sistemáticas de este tipo con la instrumentación adecuada, durante un periodo suficientemente largo como para obtener representatividad temporal.

8.2 Sobre la estimación y el control de las emisiones industriales.

En cuanto a la estimación de las emisiones existe la necesidad, por una parte, de integrar todas las emisiones de un territorio que permita ser aplicable a muy diversos sectores y territorios de forma que sus resultados sean comparables entre ellos; por otra parte se necesita disponer de datos específicos de las emisiones del o de los sectores más relevantes en el territorio objeto de regulación para poder estimar sus emisiones y seguir de una forma efectiva la eficacia de las medidas adoptadas.

En el primer caso es útil una metodología rígida aunque modular basada en la utilización de parámetros procedentes generalmente de bases de datos de uso recomendado y/o común (EPA, BREFs..) que en ocasiones son difíciles de contrastar porque proceden de etapas de un proceso industrial difíciles de separar en condiciones reales. En el segundo caso los datos proceden de medidas experimentales en las propias instalaciones condicionados lógicamente por las condiciones de trabajo en las mismas y que con la adecuada representatividad de las variables de proceso son la mejor estimación de las emisiones de cada instalación o sector.

En la realización de este plan se han cubierto estas dos necesidades usando tanto las primeras como, en la medida de lo posible, parámetros experimentales de la zona mediante un estudio en el sector cerámico estructural y de las emisiones difusas asociadas al sector cerámico y cementero.

Para controlar las emisiones industriales se requiere aplicar el programa de acción comentado en el apartado 7, que aplica fundamentalmente a las actividades industriales, transporte, minería, agricultura, etc. Simultáneamente la Administración debe implantar programas de seguimiento, para lo que se recomienda:

A) Establecer un plan de vigilancia e inspección de actividades para el control de las principales emisiones.

Realizar un plan, que incluya la dotación de recursos humanos y materiales para llevar a cabo labores de vigilancia e inspección sistemáticas de las emisiones, verificando que éstas se realizan siguiendo las condiciones establecidas en las autorizaciones e incluyendo fundamentalmente:

- ✓ **Emisiones industriales.** El control debe cubrir desde emisiones canalizadas a emisiones difusas. Para ello siempre que se pueda los focos de emisiones canalizadas deben dotarse de sistemas de medida en continuo que aseguren su funcionamiento. Para el control de los focos difusos pueden exigirse planes concretos que se adapten a cada actividad.
- ✓ **Emisiones por transporte** de materias primas pulverulentas. Incluir en las inspecciones técnicas de los vehículos que transporten materiales pulverulentos, un test de estanqueidad de cargas para evitar fugas y reboses. Coordinar la vigilancia de su cumplimiento entre autoridades ambientales y de tráfico.
- ✓ **Otras emisiones.** Establecer programas de vigilancia e inspección para garantizar la aplicación adecuada de las medidas propuestas en el plan para otras actividades con impactos significativos: minería y gestores de materias primas, industrias derivadas (excavaciones, hormigoneras...), construcción, agricultura, etc.

B) Los cambios de combustible en las instalaciones de la industria cementera y cerámica deben estar controlados y debidamente autorizados.

En la industria cementera y cerámica se han observado que se producen cambios de combustible que afectan de forma notable a las emisiones atmosféricas, por lo que se considera esencial disponer de un registro de los combustibles utilizados y de las emisiones asociadas a su uso en cada actividad. Así, en el estudio experimental realizado en la industria cerámica se ha observado que el uso de coque

de petróleo y biomasa, como combustible, en los hornos de cocción de ladrillos incrementa las emisiones de material particulado y compuestos ácidos, por lo que en este Plan se propone que su utilización en esta aplicación debe venir acompañada de la instalación de sistemas de depuración adecuados.

C) Programar limpiezas periódicas de las vías públicas de circulación de vehículos con administraciones locales.

Establecer un programa con entidades responsables de realizar y programar la limpieza periódica de las vías de circulación de vehículos, para evitar la contaminación por resuspensión del polvo acumulado en dichas vías, sobre todo en las carreteras que comunican las poblaciones con mayor implantación de industrias cerámicas, y los viales más cercanos a las poblaciones. Este programa debería orientarse a coordinar las actuaciones de Ayuntamientos, Diputación y Consejerías.

D) Realizar un inventario exhaustivo y de detalle de las emisiones de la zona.

Durante el desarrollo del Plan se ha observado que en algunas actividades las emisiones se han estimado a partir de datos en muchos casos supuestos, a falta de información de detalle sobre dichas actividades, o bien porque es difícil localizar la información. Otras no se han estimado por sobrepasar el alcance de este trabajo como estimar las emisiones de todas las plantas derivadas de la industria cementera (prefabricados de hormigón, etc.) relacionadas con la construcción. Por tanto, se debe fomentar la realización de estudios de inventarios de emisión y tratamiento de los datos existentes, para mejorar los datos y la calidad de los mismos.

E) Conocer el plan de producción de las distintas empresas ubicadas en la zona.

Para identificar las fuentes causantes de los episodios esporádicos de algunos elementos, sería recomendable conocer el plan de producción de las empresas ubicadas en la zona. No sería necesario que las empresas informen a Consellería de su plan de producción de manera sistemática, sino que sería suficiente que la Consellería tuviera acceso al plan de producción diario de cualquier empresa previa solicitud formal. De este modo, si un día en concreto se registran niveles muy elevados de un elemento específico, conociendo el plan de producción de las empresas de la zona para ese día concreto (y la composición de dichos productos), sería posible identificar la fuente responsable del incremento en los niveles de calidad de aire.

8.3 Sobre la evaluación de la calidad del aire, metas propuestas y medidas para alcanzarlas

El conocimiento exhaustivo de las mejores técnicas disponibles (MTDs) junto con el inventario completo de las actividades ubicadas en la zona de estudio, y un detallado diagnóstico inicial de la calidad de aire en la zona, permiten estimar las reducciones potenciales de los volúmenes de emisión y por consiguiente de los niveles de contaminantes en aire ambiente alcanzables, así como estimar las inversiones requeridas por la implantación de las medidas a adoptar. Estos aspectos son básicos

para establecer unos objetivos realistas, que generen un clima de confianza y de motivación, al observar cómo los esfuerzos realizados pueden traducirse en mejoras.

Por ello, una vez evaluados en el apartado 6.1 los distintos parámetros regulados en la actualidad, e identificados aquellos de peor comportamiento para el desarrollo del plan de actuaciones de mejora de la calidad del aire, así como las mejores técnicas de reducción de emisiones disponibles, en el apartado 6.2 se han estudiado independientemente cada uno de estos "**contaminantes clave o parámetros críticos**" dentro del área de estudio. Éstos son aquellos que se encuentran en niveles próximos, o incluso superiores a los valores límite u objetivo de las normativas ambientales vigentes y a implantar a corto y medio plazo.

Los valores límite o los valores objetivo que establece la normativa de calidad del aire constituyen lo que definiremos, dentro de este Plan de Mejora, como "**valores objetivo**", y que aparecen reflejados dentro de la Tabla 8.1

Por otro lado, este Plan de Mejora de la Calidad del Aire establece otra serie de valores o niveles de concentración, los cuales se denominan dentro de la Tabla 8.1 como "**valores o niveles meta**". Éstos son los niveles en aire ambiente que se pretenden alcanzar para cada contaminante, y se obtienen por comparación con otras aglomeraciones urbanas de España. Así mismo en el apartado 7 se definen las **actuaciones y plazos** para alcanzar las citadas metas, basándose en criterios de viabilidad técnica y económica.

Los niveles meta que se han establecido son más exigentes que los valores objetivo o límite de la normativa de calidad del aire, e indicarían en caso de ser rebasados que la zona se encuentra en niveles superiores a lo esperable en zonas urbanas de dimensiones similares.

Recomendaciones en el caso de las PM

De la evaluación de los resultados se puede concluir que hay factores como la disminución de emisiones relacionadas con la crisis, el cese de actividad de una de la planta cementera I y factores meteorológicos que, aunque no evidentes, puedan incidir en el descenso de los niveles de PM en 2008 y 2009. Sin embargo, entre 2006 y 2007 hubo focos de emisión de PM muy importantes que incrementaron generalizadamente los niveles de PM de la zona de estudio, hasta sobrepasar los valores límite de PM10 establecidos.

En el año 2005, las emisiones cerámicas y de cemento eran elevadas pero los niveles de PM no eran tan elevados. Una de las posibles causas del incremento generalizado de PM en 2006 y 2007 (niveles de 25-35 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ PM10 incrementados hasta una media de 42 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ PM10) podría ser las emisiones de construcción de la autovía AP-7. Sobre estos niveles elevados de forma general, los focos puntuales (como la cementera) podrían incrementar los niveles de PM10 en estaciones determinadas en una contribución adicional de 4 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ PM10 (incremento de 42 hasta 46 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ PM). Además, las emisiones de los procesos cerámicos y de las plantas de tratamiento de áridos y otros materiales de construcción pueden contribuir también a incrementar los niveles de PM.

Por lo tanto, el problema de calidad del aire relacionado con los altos niveles de PM se debe en gran parte a emisiones fugitivas procedentes de: obras públicas en 2006 y 2007, emisiones de la fabricación de cemento, producción cerámica, áridos y otros materiales de construcción y resuspensión (natural o antropogénica) de polvo mineral del suelo.

Los niveles registrados son para todas las estaciones de estudio, en el periodo de máxima contaminación (2006-2007), 9-16 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ superiores a los habituales en el caso de medidas de PM10 y 3-8 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ en el caso de medidas de PM2.5. Por todo ello hemos de considerar los niveles de PM10 como muy elevados. Para 2008 y 2009 los niveles están en el rango normal (Sant Vicent), o bien los superan (1-5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ en Alicante y Agost).

Se propone pues como objetivos del plan de mejora de calidad del aire, desarrollar estrategias de reducción de emisiones de PM para reducir los niveles de PM10 en aire ambiente a valores próximos a 30 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, lo cual supone una reducción de entre 1-5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ respecto a los niveles registrados en 2008-2009. Para ello se debe actuar principalmente sobre la reducción de las fuentes emisoras de materia mineral, y en menor proporción de sulfato y nitrato. El material particulado atmosférico de Alicante es muy elevado en materia mineral con respecto a otras zonas urbanas de España. Los niveles de sulfato son también relativamente elevados, aunque no tan marcadamente como la materia mineral.

En la zona estudiada la materia mineral es emitida principalmente por industrias cerámicas y de cemento, procesadoras de este tipo de materiales pulverulentos, así como por las emisiones de otras grandes obras públicas, la resuspensión de suelos de la zona, o las emisiones de polvo de pequeños focos de emisión del procesado de materias primas minerales (graveras, hormigoneras, canteras, entre otras). Si en cantidades absolutas son las dos últimas fuentes las que incrementan tan marcadamente los niveles de materia mineral su reducción en aire ambiente puede requerir grandes esfuerzos de normativa y de control para alcanzar los objetivos de reducción propuestos.

Recomendaciones en el caso del SO₂

El principal foco de emisión de SO₂ está ya controlado puesto que el plan fijado para el cierre de la cementera (CEMEX-I) se ejecutó anticipadamente en mayo de 2008. Aun así, sería conveniente seguir con las medidas en inmisión de SO₂ en esta zona de l'Alacantí Occidental, con el fin de llevara a cabo una comparación del antes y el después del funcionamiento del principal foco de emisión. Además se deberían documentar los niveles de SO₂ en Agost de consolidarse el uso de coque de 2006 y 2007.

El control de las emisiones de SO₂ procedentes de la industria cerámica, como se ha indicado en el capítulo 7, se basa en utilizar sistemas de depuración adecuados cuando se empleen combustibles o materias primas con contenidos significativos de compuestos de azufre.

Recomendaciones en el caso del NO_x

El óxido de nitrógeno es un parámetro que puede llegar a ser crítico en la zona de estudio, pues los niveles registrados están muy próximos a los límites fijados por la normativa. La media anual alcanza en la estación urbana de RENFE valores que sobrepasan al VLA y en la estación urbana de EL PLÀ valores próximos al VLA sin embargo, los datos de la estación de la única estación que hay fuera del fuerte impacto urbano local (UA-CIEN) da unos valores medios más alejados del VLA.

El origen de este contaminante está relacionado con las emisiones del tráfico e industriales y en los datos hay una oscilación de los valores promedio anuales en los 4 años de estudio, aumenta hasta 2005 y luego tiende a disminuir. Se puede esperar un

aumento a partir del 2007 en los núcleos urbanos principales y que se superen los niveles de NO₂. Por lo tanto para reducir las emisiones de este contaminante se ha de actuar sobre los focos de emisión industrial y del tráfico.

Tabla 8.1. Niveles de PM₁₀, PM_{2.5} y metales determinados en la zona cementera, y su comparación con los niveles objetivo y límite de la normativa, así como con los rangos de concentración obtenidos para 28 estaciones de la calidad del aire de otras zonas de España. Se proponen los niveles meta expuestos para el año 2014

Contaminante	Valor límite/objetivo Legislación	Alacantí	Zonas urbanas España	Niveles meta propuestos 2014
PM₁₀				
Media anual	40 µg/m ³	29-46µg/m ³	28-32 µg/m ³	30 µg/m ³
Superaciones VLD	35	5-92	20-40	35
PM_{2.5}				
Media anual	25 µg/m ³	21-34 µg/m ³	18-25 µg/m ³	20 µg/m ³
As	6 ng/m ³	0,3-0,9 ng/m ³	0,3-1,5 ng/m ³	2 ng/m ³
Ni	20 ng/m ³	2-10 ng/m ³	2-7 ng/m ³	5 ng/m ³
Cd	5 ng/m ³	0,1-0,7 ng/m ³	0,1-0,7 ng/m ³	1 ng/m ³
Pb	500 ng/m ³	10-30 ng/m ³	7-57 ng/m ³	80 ng/m ³
SO₂				
Superaciones horarias	24	1-57	1-12	0-6
Superaciones diarias	3	0-11	0-3	0-1

8.4 Sobre los indicadores de seguimiento de la calidad del aire

Una vez aplicadas las medidas descritas en el programa de acción (apartado 7), se establecen unos indicadores de seguimiento, que permitirán evaluar la calidad del aire periódicamente, comprobando si las acciones llevadas a cabo han tenido el efecto deseado. Además a pesar de que la propuesta es de alcanzar los niveles meta fijados (Tabla 8.1), se establecen los siguientes niveles intermedios, que harán "saltar" alertas que requieran acciones especiales:

Prealerta 2: Se activa en caso de rebasarse los valores esperables en zonas urbanas de España (niveles meta).

Prealerta 1: Se activa en caso de que los valores alcancen el 90% del valor límite u objetivo de la legislación vigente.

Alerta: Se activa en caso de que los valores superen el valor límite u objetivo fijado en la legislación vigente.

Para que el sistema de activación de las situaciones de alerta pueda operar con mayor agilidad, se recomienda evaluar la calidad del aire basándose en estos indicadores de forma sistemática semestralmente desde 2013 (cuando teóricamente se hayan implantado un gran número de las acciones propuestas). Para la evaluación se habrá de tomar el nivel medio de los últimos doce meses (media interanual). Evidentemente, se tendrá que evaluar la calidad de aire también realizando la media de los años naturales, como indica la legislación. No obstante es altamente recomendable aplicar el sistema de indicadores y de evaluación semestral desde el momento que entre en vigor el presente plan para seguir los posibles impactos de las mejoras ambientales aplicadas.

Como ya se ha indicado, las metas de calidad de aire que aquí se presentan (figura 8.2) se han fijado por comparación con los niveles registrados en otras zonas sin elevada influencia industrial. Además, conocidas las principales fuentes de los contaminantes críticos (aquellos registrados en concentraciones elevadas con respecto a los límites fijados por la legislación), se han recomendado medidas a adoptar en algunas actividades, con el fin de reducir los niveles de dichos contaminantes en aire ambiente. No obstante, ello no significa que el hecho de aplicar las medidas aquí propuestas garantice que se vayan a alcanzar las metas de calidad de aire, sino que las metas propuestas se han de entender como niveles deseables y las medidas propuestas son las herramientas a utilizar para reducir los niveles de determinados contaminantes en aire ambiente.

Acciones a adoptar en las distintas situaciones:

Teniendo en mente los distintos niveles intermedios establecidos, lo deseable sería alcanzar niveles de los contaminantes inferiores a los de **prealerta 2** (niveles meta) en el **2014**. Si éstos se superan, se tendrán que tomar precauciones especiales, dado que la carga crítica de la zona sería elevada para estos contaminantes y un incremento en el número de focos de emisión (como por ejemplo la introducción de nuevas instalaciones industriales en la sub-zona en cuestión), un incremento en la producción, o unas condiciones meteorológicas adversas podrían llevar al incumplimiento de las directivas de calidad del aire (niveles de alerta, rango de concentración marcado en rojo). Por tanto, se recomienda que se tomen estos indicadores de calidad del aire para la futura planificación industrial en la comarca del L'Alacantí Occidental, para así mejorar la calidad del aire y evitar superar los objetivos marcados en la normativa ambiental presente y futura.

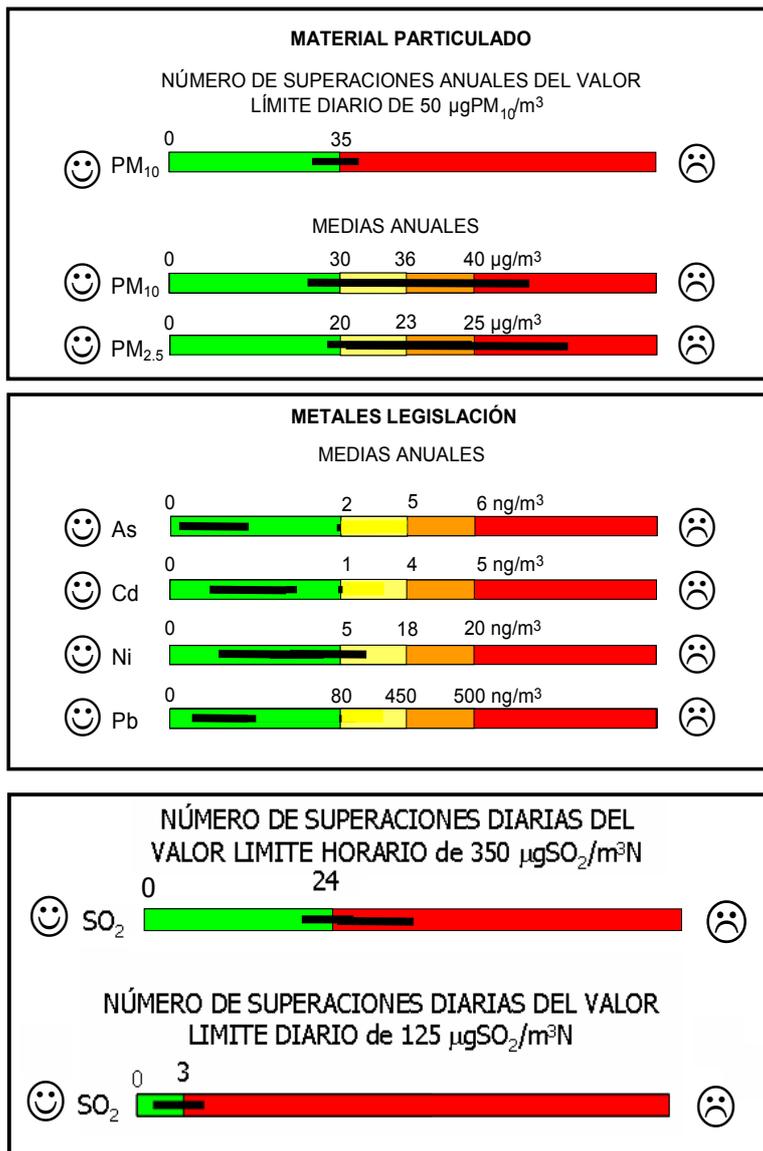


Figura 8.2. Niveles de alerta (ámbar a rojo), prealerta 1 (amarillo a ámbar) y prealerta 2 (verde a amarillo) recomendados para PM_{10} , $\text{PM}_{2.5}$, SO_2 y metales regulados para el área de l'Alacantí Occidental

En el caso de superar los valores de **prealerta 2** en una zona, se recomienda aplicar acciones de ejecución rápida y que no impliquen inversiones adicionales elevadas con respecto a las contempladas en el plan de acción (apartado 7), tales como:

- evaluar si el incremento de los niveles de contaminantes se debe a condiciones meteorológicas adversas (años extremadamente secos, concatenación de episodios anticiclónicos, etc) o a incidencias extraordinarias como incendios forestales;
- comprobar que se han aplicado las medidas propuestas en el presente documento (apartado 7)

- c) analizar la existencia de actividades de carácter extraordinario, como trabajos de construcción públicos y privados en las inmediaciones de las estaciones de vigilancia y control de la calidad del aire;
- d) en función del parámetro de calidad del aire afectado, realizar una evaluación de los posibles focos emisores causantes de la prealerta y efectuar una verificación sistemática y completa de las actividades emisoras autorizadas ubicadas en la zona de estudio y relacionadas con el parámetro en cuestión, con el objetivo de controlar si cumplen las condiciones expuestas en las autorizaciones ambientales correspondientes;
- e) evaluar si el incremento en los niveles de contaminantes se debe al incremento en el número de autorizaciones de nuevas actividades o ampliación de las existentes, y en caso de que así sea tomar las medidas oportunas en la planificación industrial y territorial de la zona afectada;
- f) si hay sospechas de que la causa de prealerta es la emisión del tráfico, tomar las medidas oportunas para reducir dicha emisión.

En el caso de que **a partir del año 2014** se superen los niveles de **prealerta 1** existe una situación de riesgo inminente de superación de los valores límite u objetivo marcados por la legislación (se ha superado >90% de dichos valores). En estos casos, las posibles medidas a adoptar incluyen las aplicadas al superar el nivel de prealerta 2, junto con otras adicionales que implican un mayor tiempo de ejecución y posibles inversiones adicionales importantes respecto a las contempladas en el plan de acción (apartado 7), tales como:

- a) revisión y posible suspensión temporal de las licencias de nuevas actividades o ampliación de las existentes que puedan producir efectos adversos sobre el/los parámetro/s para los que se produzca la superación del umbral de prealerta;
- b) revisión de los valores límite de emisión de las actividades principales, y en su caso, si es posible, establecimiento de unos niveles de emisión más rigurosos que los fijados con carácter general, así como medidas que favorezcan una mejor dispersión de los contaminantes emitidos;
- c) modificación mediante el procedimiento legalmente establecido de los instrumentos de planificación urbanística vigentes en la zona a fin de que no se conceda el derecho a establecer usos e instalaciones que puedan agravar la contaminación atmosférica.

Además, si se superan los **niveles de alerta en 2014**, en la tabla 8.2 se proponen medidas específicas adicionales a las anteriores, dependiendo del contaminante en cuestión, estas medidas especiales deben ser la última opción puesto que pueden requerir inversiones adicionales por lo que su implantación debe venir acompañada de un programa temporal. La implantación de este plan de medidas debe hacerse tras un análisis pormenorizado de las causas con la información que se

disponga cuando se produzca esta situación (datos de calidad de aire, listado de actividades e inventario de emisiones, etc.).

En el caso de que se superen los niveles de alerta transcurrido el periodo de aplicación del presente Plan de Mejora de Calidad de Aire, se realizará un análisis detallado de las causas, se procederá a la revisión global del plan, y en su caso, a la elaboración de un nuevo plan que incluya la adopción de medidas más restrictivas.

En cualquier caso, se recomienda realizar una actualización del plan tan pronto como aparezca nueva legislación, bien sea acerca de nuevos valores límite de los parámetros considerados como de nuevos parámetros a tener en cuenta. Asimismo, es recomendable revisar el presente plan de mejora periódicamente a la luz de la aparición de nuevas tecnologías ambientales.

Tabla 8.2. Acciones específicas a adoptar en caso de superar los niveles de prealerta 1 para cada contaminante.

Parámetro	Acciones
Material particulado	Medidas del apartado 7 del presente documento expuestas como medidas en una segunda fase: -cerramiento total de todas las instalaciones que manipulen materiales a granel para evitar las emisiones difusas de partículas -extender los requisitos del plan de acción a otras actividades no contempladas que puedan tener emisiones de partículas -reducir los límites de emisión de partículas a valores inferiores a 30mg/Nm ³ o hasta donde permitan las Mejores Técnicas Disponibles para todos los focos y actividades, con especial énfasis a los atomizadores de la industria cerámica -Plan de asfaltado completo de vías de circulación públicas y privadas de vehículos pesados y de limpieza de las vías asfaltadas -Revisión exhaustiva, y modificación si procede, de los sistemas de transporte de los materiales a granel
Metales (As, Cd, Ni, Pb,)	Revisión, y reducción en su caso, de los límites de emisión para las instalaciones susceptibles de emitir metales hasta donde permitan las Mejores Técnicas Disponibles, con especial énfasis en el uso de coque. Extender los requisitos del plan de acción a otras actividades no contempladas que puedan tener emisiones significativas de metales.
SO ₂	Revisión, y reducción en su caso, de los límites de emisión para las instalaciones susceptibles de emitir metales hasta donde permitan las Mejores Técnicas Disponibles, con especial énfasis en el uso de coque. Extender los requisitos del plan de acción a otras actividades no contempladas que puedan tener emisiones significativas de SO ₂ .

ANEXO 1. INSTRUCCIONES Y OBJETIVOS EN MATERIA DE PROTECCIÓN DEL AMBIENTE ATMOSFÉRICO PARA LA INDUSTRIA CERÁMICA Y DE FABRICACIÓN DE TEJAS Y LADRILLOS.

Los objetivos que se establecen en el presente texto responden a las necesidades actuales de mejora del efecto ambiental de la industria de fabricación de tejas y ladrillos, industria de fabricación de azulejos y pavimentos cerámicos, así como actividades directamente conexas.

I. EMISIÓN DE PARTÍCULAS POR FUENTES DIFUSAS.

La reducción de las emisiones de partículas provenientes de la manipulación (transporte, carga y descarga) y almacenamiento de materias primas pulverulentas, denominadas fuentes de emisión difusas o no canalizadas, debe ser uno de los principales objetivos de las empresas de fabricación de tejas y ladrillos, e industria cerámica, con el ánimo de prevenir las molestias provocadas por dichas emisiones y los daños al medio ambiente.

Ya en su momento, el Decreto 833/75, que desarrolla la Ley 38/72, de Protección del Ambiente Atmosférico, establecía en su artículo 51 "En los parques de almacenamiento al aire libre de materiales a granel se tomarán las medidas adecuadas para evitar que la acción del viento pueda levantar el polvo. A tal fin, se aplicarán las medidas correctoras oportunas, como mantener el material constantemente humedecido, cubrirlo con fundas de lona, plástico o de cualquier otro tipo o se protegerá mediante la colocación de pantallas cortavientos".

No obstante, en el marco de aplicación de Mejores Tecnologías Disponibles, mejora continua y aumento de los niveles de exigencia que regula la Ley 16/2002, se establecen los siguientes objetivos de actuación a los que las instalaciones deberán adaptarse, salvo en aquellos casos en que se indique plazos diferentes, antes del 31 de octubre de 2007.

OBJETIVOS DE ACTUACIÓN:

1. El **ALMACENAMIENTO Y MANIPULACIÓN** de materiales pulverulentos se realizará en las siguientes condiciones:

1.1 Instalaciones ubicadas a una distancia inferior o igual a 1000 metros de núcleo urbano de población o cualquier núcleo residencial:

- Instalaciones nuevas: Deberán realizar todas las operaciones de almacenamiento y manipulación de materiales pulverulentos entrantes en el complejo en naves cerradas y en depresión desde el inicio de la actividad. No se concederá la preceptiva autorización a ninguna instalación nueva que no cumpla estas condiciones.
- Instalaciones existentes: Deberán realizar todas las operaciones de almacenamiento y manipulación de materiales pulverulentos entrantes en el complejo en naves cerradas y en depresión. En el plazo máximo de un año desde la obtención de la autorización ambiental integrada la empresa deberá presentar un Plan de Adaptación para su aprobación por parte de la Dirección General para el Cambio Climático de la Conselleria

de Medio Ambiente, Agua, Urbanismo y Vivienda. La fecha límite para la ejecución de dicho plan será la primera renovación o modificación sustancial de la autorización ambiental integrada de la instalación.

No obstante, a partir del 31 de octubre de 2007 y hasta la completa implantación del Plan de Adaptación se exigirá para el desarrollo de dichas operaciones a cielo abierto el cumplimiento de las siguientes condiciones:

- Se dispondrá de un sistema de control y seguimiento del correcto funcionamiento de las medidas correctoras que consistirá en un plan de medida de la concentración de partículas en el aire ambiente en el perímetro de la instalación. Este sistema deberá desarrollarse de acuerdo con los criterios del Anexo I y precisará de la aprobación de la Dirección General para el Cambio Climático.
- El parque de almacenamiento estará distribuido en compartimentos o celdas formadas como mínimo por tres muros de contención. La altura de las celdas será siempre superior a la altura del acopio, al menos, en una distancia equivalente al 10% del lado mayor de su base. Asimismo, la zona de acceso a la celda deberá estar libre de material, al menos, en una distancia equivalente al 10% del ancho de acceso a la misma. Para facilitar el cumplimiento de estas restricciones se deberá marcar de forma clara en paredes y suelo las distancias mínimas establecidas, debiendo ser fácilmente visibles en todo momento.
- La orientación del acceso a la celda estará preferiblemente a sotavento del viento predominante.
- Se podrá practicar el enterramiento parcial de las eras para incrementar la capacidad de acopio.
- Se mantendrá constantemente humedecida la superficie del material acopiado al aire libre mediante un sistema de aspersores o equipos móviles de riego por pulverización que evite encharcamientos y el uso excesivo de agua. Como medida de control del sistema se deberá disponer de un registro de los caudales empleados.
- Como alternativa, mientras los acopios no estén siendo manipulados podrán ser cubiertos por lonas.

1.2 Las instalaciones ubicadas a una distancia superior a 1000 metros de un núcleo urbano de población o cualquier núcleo residencial realizarán preferentemente las operaciones de almacenamiento y manipulación de materiales pulverulentos entrantes en el complejo en naves cerradas y en depresión.

En cualquier caso, si estas actividades se realizan a cielo abierto se exigirá para el desarrollo de las mismas el cumplimiento de las siguientes condiciones a partir del 31 de octubre de 2007:

- Se dispondrá de un sistema de control y seguimiento del correcto funcionamiento de las medidas correctoras que consistirá en un plan de medida de la concentración de partículas en el aire ambiente en el perímetro de la instalación. Este sistema deberá desarrollarse de acuerdo con los criterios del Anexo I y precisará de la aprobación de la Dirección General para el Cambio Climático.

- El parque de almacenamiento estará distribuido en compartimentos o celdas formadas como mínimo por tres muros de contención. La altura de las celdas será siempre superior a la altura del acopio, al menos, en una distancia equivalente al 10% del lado mayor de su base. Asimismo, la zona de acceso a la celda deberá estar libre de material, al menos, en una distancia equivalente al 10% del ancho de acceso a la misma. Para facilitar el cumplimiento de estas restricciones se deberá marcar de forma clara en paredes y suelo las distancias mínimas establecidas, debiendo ser fácilmente visibles en todo momento.
- La orientación del acceso a la celda estará preferiblemente a sotavento del viento predominante.
- Se podrá practicar el enterramiento parcial de las eras para incrementar la capacidad de acopio.
- Se mantendrá constantemente humedecida la superficie del material acopiado al aire libre mediante un sistema de aspersores o equipos móviles de riego por pulverización que evite encharcamientos y el uso excesivo de agua. Como medida de control del sistema se deberá disponer de un registro de los caudales empleados.
- Como alternativa, mientras los acopios no estén siendo manipulados podrán ser cubiertos por lonas.

1.3 Cerramiento de todos los sistemas de transporte de materias primas pulverulentas en las fábricas (cintas transportadoras, cangilones, etc.).

1.4 Todas las **operaciones indicadas** a continuación se llevarán a cabo **en naves cerradas dotadas de sistemas de aspiración con depuración posterior:**

- Operaciones de carga y trituración de materias primas a granel.
- Operaciones de almacenamiento y descarga de material arcilloso.
- Operaciones de almacenamiento del material pulverulento recuperado en los sistemas correctores, de materiales molidos y de finos.

2. EL **TRANSPORTE DE MATERIALES PULVERULENTOS** se realizará en las siguientes condiciones:

2.1 Reducción de la resuspensión de polvo debida a la circulación interna de vehículos. Para ello se pavimentarán los circuitos adecuados, se mantendrán limpias las zonas de circulación y se limitará la velocidad en las mismas.

2.2 Control a la entrada y salida del complejo de que los camiones van cubiertos y cerrados para evitar derrames y reboses. No se permitirá el acceso o salida de la instalación a vehículos que no circulen cubiertos y cerrados.

2.3 Instalación de sistemas de limpieza vía húmeda para los bajos y neumáticos de los camiones a la salida de las empresas, empleando sistemas de presión cuando sea necesario. No se permitirá la salida de la instalación a los vehículos que no hayan procedido a limpiar los bajos y neumáticos en el sistema de vía húmeda correspondiente.

II. EMISIÓN DE CONTAMINANTES POR FOCOS CANALIZADOS.

El conocimiento del comportamiento ambiental de las instalaciones, en lo que se refiere a las emisiones globales de los contaminantes principales y a su evolución a lo largo del tiempo es uno de los aspectos básicos para adaptación de las distintas industrias a la Ley 16/2002, sobre prevención y control integrado de la contaminación.

Con el fin de conocer la evolución de las emisiones, se establecen los siguientes criterios de medición y autocontrol de la emisión de contaminantes.

Se adaptarán los controles externos de emisión de los contaminantes correspondientes a cada tipo de foco y a las necesidades reales, basándose en la información bibliográfica y la propia experiencia de la industria española. De esta forma se incrementarán controles en los puntos potencialmente más problemáticos (focos con mayores caudales), y por el contrario se reducirán e incluso eliminarán en aquellos puntos que no presentan problemas de emisión de partículas.

Valores límite de emisión a la atmósfera.

Los valores límite de emisión a la atmósfera y la periodicidad del plan de control por Entidades Colaboradoras en Materia de Calidad Ambiental se adecuarán a lo establecido en el Apartado V de este anexo.

Los valores límite establecidos podrán ser modificados sobre la base de la experiencia y conocimiento adquiridos y de los que resulten del documento BREF para el sector. A su vez, se tendrán en consideración los niveles de inmisión existentes en las zonas próximas en relación con los objetivos establecidos en las normas sobre calidad del aire.

Sistemas de depuración de partículas.

Deberán disponer de sistemas correctores de depuración de partículas al menos los focos que evacuen corrientes de gases provenientes de hornos de cocción y de aspiraciones de material pulverulento. El correcto funcionamiento de estos sistemas correctores se asegurará mediante el control y registro en continuo de, al menos, un parámetro de operación del sistema a opción de la empresa entre los técnicamente reconocidos o fundamentados, como la pérdida de carga del sistema de depuración, la concentración de partículas en la corriente gaseosa, o cualquier otro debidamente justificado. La representatividad y calibración de dicho parámetro deberá ser verificada por entidades colaboradoras de la administración en materia de calidad ambiental y estar a disposición de la Conselleria de Medio Ambiente, Agua, Urbanismo y Vivienda.

Condiciones de toma de muestras y expresión de resultados.

Puntos de toma de muestra: Los focos canalizados, deberán tener la situación, disposición, dimensión y accesos correspondientes de acuerdo con la Orden de 18 de octubre de 1976, sobre prevención y corrección de la contaminación atmosférica de origen industrial. En particular, las características y distribución de los focos emisores a la atmósfera será tal que

garantice una correcta dispersión de los contaminantes emitidos. Más concretamente, su altura, cuando proceda, deberá cumplir lo establecido en la Orden 18 de Octubre de 1976, siendo recomendable, en cualquier caso, que ésta sea tal que en una distancia equivalente a diez veces la altura del punto de vertido de un foco no existan otras estructuras de altura superior a la del propio foco menos dos metros, que produzcan un apantallamiento, que dificulte la dispersión, justificando técnicamente la influencia del efecto down-wash (turbulencia o rebufo). Preferiblemente, la temperatura de los gases en el punto de muestreo será menor de 200°C. Las medidas se realizarán en condiciones normales de operación de las instalaciones, registrando los parámetros que las determinen, y cubrirán todas las diferentes tipologías o grupos de productos que se fabriquen en cada instalación. Las concentraciones medidas siempre estarán referidas a condiciones normales de presión y temperatura (101,3 kPa, 273,16 K), y para los gases de combustión en base seca y un contenido de oxígeno del 18 % de O₂.

III. CONTAMINACIÓN ACÚSTICA.

La actividad no transmitirá niveles sonoros de recepción, en función del uso dominante de la zona, superiores a los indicados en el Anexo II de la Ley 7/2002, de 3 de diciembre, de la Comunidad Valenciana, de Protección contra la Contaminación Acústica. En particular, para las zonas de uso industrial, los niveles de recepción externos son: 70 dB(A) durante el día y 60 dB(A) durante la noche. Cuando las instalaciones se encuentren en áreas colindantes o próximas a zonas de otros usos, en dichas zonas se deberán garantizar el cumplimiento de los límites que correspondan de acuerdo con la Ley 7/2002, de 3 de diciembre, en función del tipo de zona.

No obstante, si el municipio donde se desarrolla la actividad dispone de una Ordenanza Municipal en materia de ruido y vibraciones, adaptada a la legislación estatal y autonómica, deberá ser tenida en cuenta a la hora de fijar los límites del ruido transmitido por la actividad.

Se deberán realizar, al menos cada 5 años o en un plazo inferior si así se estableciera en la autorización Ambiental Integrada, auditorías acústicas, con objeto de comprobar que no se superan los niveles sonoros en los puntos donde se sitúa el receptor más cercano, por norma general, en el perímetro de la instalación. Para ello, se realizarán medidas del nivel de ruido en un número de puntos representativos del perímetro, tanto con la actividad en funcionamiento como parada (nivel de fondo). Si resulta imposible realizar una cuantificación del nivel de ruido de fondo existente, no se podrá aplicar la corrección correspondiente y por tanto se considerará que el ruido medido es imputable a la actividad.

La auditoría deberá ser realizada por una Entidad Colaboradora en Materia de Calidad Ambiental para el campo de la contaminación acústica, de acuerdo con lo establecido en el Decreto 229/2004, de 15 de octubre, del Consell de la Generalitat, por el que se establecen las funciones de las entidades colaboradoras en materia de calidad ambiental y se crea y regula su Registro (modificado por el Decreto 29/2007, de 9 de marzo). Finalizada la auditoría acústica, la Entidad Colaboradora remitirá informe de resultados al titular de la actividad y un certificado del

estado general de la actividad respecto de las prescripciones obligatorias establecidas en la legislación vigente o en la autorización sustantiva.

El titular de la actividad deberá disponer del preceptivo Libro de Control, que estará constituido por los certificados de los resultados obtenidos de las auditorías acústicas, y de los informes completos de las mismas.

En los casos en que la mejor técnica disponible no permita la consecución de los objetivos establecidos en los apartados anteriores o exista una verdadera imposibilidad de aplicación de la misma, deberá ser justificado técnicamente ante la Conselleria de Medio Ambiente, Agua, Urbanismo y Vivienda.

IV. PLAN DE CONTROL DE EMISIONES DIFUSAS DE PARTÍCULAS

Objeto

El objeto es la regulación, mediante el establecimiento de límites y el desarrollo de procedimientos, de la vigilancia y control indirecto de las emisiones no canalizadas de partículas, en aquellas instalaciones en las que se realicen operaciones de almacenamiento y manipulación de materiales pulverulentos a cielo abierto.

Valores límite

Los valores límite a aplicar serán los siguientes:

1. Actividades ubicadas a una distancia superior a 1000 metros de un núcleo urbano de cualquier núcleo residencial:

➤ **Partículas totales en suspensión:**

- **Valor medio de valores de 24 horas: 150 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.**
- **Máximo de todos los valores medios diarios: 300 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.**

➤ **Partículas sedimentables (valor medio de 1 mes): 300 $\text{mg}/\text{m}^2/\text{día}$.**

Todos estos valores límite deberán cumplirse simultáneamente.

2. Las actividades que se encuentren a una distancia igual o inferior a 1000 metros de cualquier núcleo residencial deberán muestrear únicamente **la fracción PM_{10}** , debiendo cumplir:

- **Valor medio de valores 24 horas: 40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.**
- **Máximo de todos los valores medios diarios: 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.**

Periodo de Muestreo

Anualmente se realizarán en cada punto de muestreo de la instalación los siguientes muestreos:

1. Actividades ubicadas a una distancia superior a 1000 metros de un núcleo urbano de población o cualquier núcleo residencial:
 - PST: 4 días laborables consecutivos durante las 24 horas al día durante 3 semanas consecutivas (12 muestras).
 - PSD: valor medio mensual durante un año (12 muestras).
2. Actividades que se encuentren a una distancia igual o inferior a 1000 metros de un núcleo urbano de población o cualquier núcleo residencial:
 - PM₁₀: 4 días laborables consecutivos durante las 24 horas al día durante 3 semanas consecutivas.

El muestreo se deberá realizar en las condiciones de funcionamiento normales de la actividad.

En el caso que existan condiciones meteorológicas extraordinarias (precipitaciones, intrusiones saharianas, etc.) que puedan condicionar la presencia, dispersión o deposición de las partículas, el tiempo de muestreo se incrementará a la misma duración que las citadas condiciones meteorológicas.

Con el fin de garantizar la adecuación de las condiciones meteorológicas durante el muestreo se deberá aportar un registro en base horaria de las siguientes variables: temperatura, humedad relativa, dirección y velocidad del viento y pluviometría.

Puntos de muestreo

En cada instalación los puntos de muestreo serán como mínimo de cuatro (situados en el perímetro de la instalación, uno a barlovento, otro a sotavento y dos en los laterales del perímetro de la misma)

Cada punto de muestreo dispondrá de los captadores específicos para realizar las medidas de PST, PSD y PM₁₀ en su caso, que se describen más adelante.

CARACTERÍSTICAS DEL EMPLAZAMIENTO:

A) Obra Civil:

- Acondicionamiento de la parcela donde se instalará el captador, procediendo al desbroce de la zona, rebaje y nivelado del área de al menos 2 x 2 metros.
- Construcción de una solera de hormigón HA/25 de un espesor aproximado de 10 cm y con una armadura de reparto de retícula 15 x 15 cm y diámetro de barra de 8 mm. Las dimensiones de la solera serán de al menos 2 m de longitud y 2 m de anchura. La solera se dotará además de las pendientes necesarias para asegurar la salida del agua de lluvia.
- Construcción de un cerramiento con una malla metálica de 1,5 m de altura sobre un muro de bloques de 20 cm de altura, con enfoscado del muro como acabado de este.
- El cerramiento dispondrá de una puerta de 90 cm de anchura.

B) Acometida Eléctrica:

- Instalación de una línea monofásica 3 X 2,5 mm² de sección (1 KV) protegida adecuadamente desde el punto de conexión con la red, hasta la arqueta ubicada en el interior del emplazamiento del captador.
- Instalación de un cuadro de conexiones en el interior del recinto vallado. El cuadro exterior de conexiones será del tipo IP44, de material termoplástico, antichoque, autoextinguible y resistente a la radiación ultravioleta. Llevará instalado los siguientes elementos:
 - Un interruptor automático de 16 A,
 - Un interruptor diferencial de 25 A, 30 mA.
 - Una base mural, tipo CETAC 2P + T, 16 A.
 - Dos bases tipo shucko de 16 A.

Determinación de la concentración de partículas en suspensión totales.

Las partículas en suspensión totales, se recogen haciéndose pasar un volumen conocido de aire (el volumen de aire aspirado por el equipo no será inferior a 20 m³/h), a través de un filtro de vidrio de superficie conocida (la superficie útil del filtro no será inferior a 60 cm²), que retiene todas las partículas de tamaño mayor de 0,1 µm.

No obstante, debe cumplirse que la relación entre la superficie útil del filtro, en cm², y el volumen aspirado, expresado en m³/h, esté comprendida entre 3 y 6 unidades.

La determinación se realiza por diferencia de peso del filtro antes y después de la toma de muestra.

El equipo a utilizar para la posterior determinación de la concentración de estas partículas será un captador de alto volumen. Este equipo consiste en tres partes conectadas entre sí y por este orden:

- Soporte para el filtro: Consistente en un cuerpo con forma troncocónica, en cuya base mayor se sitúa una fina rejilla metálica sobre otras dos para tener suficiente resistencia mecánica a la depresión que ha de soportar. El elemento filtrante se deposita sobre las rejillas, fijándose mediante una corona que queda unida al cuerpo del soporte. El ángulo de abertura de la forma troncocónica ha de ser tal que se asegure un régimen laminar y uniforme en el flujo de aire a través de la superficie filtrante.
- Conjunto de aspiración: Consistente en una canalización que, partiendo de la base inferior del filtro, pone a éste en comunicación con la aspiración. Debe estar dotado de calderín de suficiente capacidad para regularizar el flujo pulsante causado por la bomba de vacío, en caso de que el sistema de aspiración sea éste. El sistema debe ser capaz de alcanzar un caudal de 50 m³/h.
- Contador: El captador debe estar dotado de un contador de gas, o cualquier otro medidor adecuado, con capacidad para medir hasta 60 m³/h, con una precisión de ± 3 %. El volumen aspirado no será inferior a 20 m³/h. La medida de flujo de aire desplazado, aproximadamente constante, se efectuará mediante un rotámetro o manómetro de precisión, calibrado para las condiciones de trabajo y dotado de

regulación fina. Debe disponer de un conducto de salida del aire aspirado, dotado de un difusor, suficientemente alejado para evitar interferencias con la aspiración. Debe disponer de un totalizador, con una resolución de 0,001 m³. Con una periodicidad mínima trimestral, se procederá a la comprobación de la calibración del sistema de aspiración (captador con filtro en blanco).

La pesada del filtro se realizará con una balanza analítica que posea una sensibilidad de 0,1 mg., alojada en un recinto acondicionado para mantener temperatura constante (21 ± 3 °C) y humedad relativa constante (50 ± 10 %).

Filtros: Los filtros serán de fibra de vidrio de tipo GF/A de Whatman o similar. En el caso en que la muestra esté destinada a una posterior caracterización química, el filtro utilizado debe ser de fibra de cuarzo. En ambos casos, en lo que respecta a los filtros, se deben cumplir los siguientes requisitos:

- Se realizará una inspección ocular de los filtros, antes de su uso, desechando los que presentan imperfecciones frente a la luz.
- Deben estar expuestos, antes de su uso, a las condiciones ambientales del recinto acondicionado que aloja la balanza, por lo menos 24 horas antes de pesarse, comprobando que se mantiene una pesada constante.
- Se pesarán dichos filtros con aproximación al miligramo, cuidando de no doblarlos antes de su uso.
- El filtro se coloca en el soporte en el aparato de la toma de muestra y se hace pasar aire en las condiciones anteriormente descritas.
- El filtro se maneja con cuidado para evitar su deterioro o contaminación, usando para ello guantes de cirujano o pinzas, y se doblarán hacia adentro para evitar pérdida de la materia recogida.
- El traslado de los filtros hasta el laboratorio se realizará en cápsulas de petri o en sobres.
- Una vez los filtros en el laboratorio, se conservan expuestos a las condiciones ambientales del recinto acondicionado que aloja la balanza por lo menos 24 horas antes de pesarse, comprobando que se mantiene una pesada constante. Se pesan los filtros con aproximación al milígramo.
- La diferencia obtenida entre las pesadas después y antes de la toma de muestra nos proporcionará la masa de partículas que se ha depositado sobre el filtro durante el muestreo.

Procedimiento:

El captador de alto volumen se situará en un lugar tal que:

- Entre el plano del filtro y el suelo exista una distancia de entre 1,5 y 4 metros.

- En horizontal no exista ningún obstáculo en un radio inferior a dos metros.
- La duración de la toma de muestra será de 24 horas, anotándose la fecha, hora y lectura del contador antes y después de la toma de muestra.

Valoración de los resultados:

Con la diferencia entre las lecturas del contador se calcula el volumen de aire que ha sido filtrado durante el periodo de 24 horas, expresado en metros cúbicos en condiciones ambientales.

Con la diferencia entre las pesadas final e inicial se obtiene el valor de la masa de partículas filtradas, expresadas en mg.

Se empleará la siguiente ecuación:

$$\text{PST} = 1000 \times (\text{PF} - \text{PI}) / (\text{VF} - \text{VI})$$

Donde:

- PST: Partículas en Suspensión Totales ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
- PF: Pesada del filtro tras la toma de muestra (mg)
- PI: Pesada del filtro antes de la toma de muestra (mg)
- VF: Lectura del contador tras la toma de muestra (m^3)
- VI: Lectura del contador antes de la toma de muestra (m^3)
- 1000: Factor de conversión de mg. a μg .

Por tanto, los resultados de PST se expresarán en $\mu\text{g}/\text{m}^3$, expresados en condiciones ambientales y con la incertidumbre asociada.

Determinación de la concentración de partículas sedimentables.

El método consiste en recoger y determinar gravimétricamente las partículas existentes en el aire que son depositadas por gravedad o arrastradas por la lluvia.

El equipo a utilizar será un captador de partículas sedimentables que consiste en las siguientes partes:

- Soporte: Es un trípode con una plataforma inferior para contener el frasco colector y un ensanchamiento superior para alojar el embudo colector. Este soporte debe estar construido en acero inoxidable o un material resistente a la corrosión. Protegiendo al embudo, lleva un enrejado metálico o de plástico de 25 mm de luz de malla para evitar que entren en él hojas y materiales extraños a los que se desea determinar.

- Depósito colector: De un material inatacable. El depósito estará convenientemente identificado, y tendrá asignado un factor, que será utilizado en los cálculos. El factor se calcula según la siguiente fórmula:

$$F = 127,3 \times 14^4 / D^2$$

Siendo D, el valor medio del diámetro del depósito, resultante de realizar doce medidas de éste en distintos puntos de su circunferencia exterior.

- Frasco colector: Es un frasco de vidrio o de una materia plástica idónea, con una capacidad entre 10 y 20 litros, que se usará en función de la pluviometría de la zona. Sus dimensiones estarán adaptadas a las del soporte.

La conexión entre el depósito colector y el frasco está formada por un tubo de goma o plástico de diámetro apropiado, que en su extremo inferior inserta una tapa de material inatacable a modo de pequeño embudo invertido, para impedir la penetración del polvo líquido que no proceda de la captación del equipo.

La tubuladura de esta tapa se prolongará de modo que penetre en el cuello del frasco como se indica en la figura anexa.

Procedimiento:

El captador de partículas sedimentables se situará de forma que:

- Se coloque en un espacio abierto alejado de muros verticales, edificios, árboles, etc., que puedan interferir la determinación. Como criterio de alejamiento, se puede considerar la distancia doble de la altura del objeto que interfiere.
- El equipo colector debe sujetarse al suelo por un medio asequible que evite su caída por el viento.
- Quede protegido de acciones vandálicas.
- Una vez finalizado el periodo de muestreo, se procederá a la recogida de la muestra para lo que se seguirá el siguiente procedimiento:
- Se arrastran las partículas adheridas al depósito colector hasta el frasco, ayudándose para ello de una varilla u otro objeto apropiado, auxiliándose con el lavado de agua destilada (aproximadamente 1000 ml.)
- Se retira el frasco colector con el líquido, que se traslada al laboratorio y se sustituye por otro.
- Antes de colocar el frasco limpio para la recogida de partículas, se le añaden 10 ml de sulfato de cobre cristalizado por litro) para prevenir la proliferación de algas y hongos que afectarían a la determinación. En caso de que la muestra vaya a ser sometida a una posterior caracterización química, se añadirán 2 ml de n-n-dimetil formamida pura.

Valoración de los resultados.

Una vez el frasco en el laboratorio, se deben separar las partículas groseras por una malla metálica y después filtrar. Ambas operaciones pueden simultanearse en una sola, utilizando para ello un tamiz de 20 mallas y filtrando por un papel de cenizas conocidas o de vidrio (en caso de posterior análisis químico, utilizar filtro de fibra de cuarzo) previamente tarado. Las partículas que existan en el frasco se arrastrarán lavando con agua destilada.

Se homogeneiza el líquido filtrado, incluyendo aguas de lavado y se mide el volumen total.

El filtro se seca a 105 °C en estufa y se pesa. La diferencia indica el residuo insoluble total. Una parte alícuota del líquido filtrado se evapora a sequedad en baño María en cápsula previamente tarada. El residuo seco a 105 °C se pesa y se refiere a volumen total del líquido, con lo que se obtiene el residuo soluble total.

La suma de los dos resultados anteriores representa el residuo total (al que hay que descontar el peso del sulfato de cobre en el caso de haberse añadido).

Contenido Partículas insolubles

Para determinar el residuo insoluble total (R_{IT}) de la muestra, aplicar la siguiente ecuación:

$$R_{IT} = P_F - P_I$$

Donde:

- R_{IT} : Residuo insoluble total (mg)
- P_I : tara del filtro (mg)
- P_F : peso del filtro más muestra (mg)

Contenido Partículas solubles

Para determinar el residuo soluble total (R_{ST}) de la muestra, aplicar la siguiente ecuación:

$$R_{ST} = (C_F - C_I) \times V_T / V_A$$

Donde:

- R_{ST} : residuo soluble total (mg)
- C_I : tara de la cápsula (mg)
- C_F : peso de la cápsula más muestra (mg)
- V_T : volumen total de líquido después del filtrado (ml)
- V_A : volumen de la alícuota tomada (ml)

Concentración de partículas sedimentables

La concentración de partículas sedimentables (Cps) se obtiene con la fórmula siguiente:

$$Cps = (R_{ST} + R_{IT}) \times F / D$$

Donde:

- CPS: concentración de partículas sedimentables en mg/(m².dia)
- RIT: residuo insoluble total (mg)
- RST: residuo soluble total (mg)
- D: n° de días de muestreo
- F: factor del depósito colector

Determinación de la concentración de partículas PM₁₀.

El método de referencia para el muestreo y análisis de PM₁₀ será el descrito en la norma UNE-EN 12341 "Calidad del aire - Determinación de la fracción de PM₁₀ de la materia particulada en suspensión. Método de referencia y procedimiento de ensayo de campo para demostrar la equivalencia de los métodos de medida al de referencia".

V. VALORES LÍMITE DE EMISIÓN PARA FOCOS CANALIZADOS Y PERIODICIDAD DE CONTROLES POR ECMCA.

ORIGEN FOCO	CONTAMINANTES	LÍMITES	PERIODICIDAD
Corrientes de aspiración	Partículas	30 mg/Nm ³	<ul style="list-style-type: none"> • Q<10.000 Nm³/h: Trienal • 10.000 Nm³/h<Q<30.000 Nm³/h: Bienal • Q>30.000 Nm³/h: Anual
Hornos ⁽⁴⁾	Partículas	30 mgNm ³	<ul style="list-style-type: none"> • Q<30.000 Nm³/h: Bienal • Q>30.000 Nm³/h: Anual
	NO _x (expresados como NO ₂)	250 mg/Nm ³	
	SO ₂	200 mg/Nm ³ ⁽³⁾	
	Fluoruros ⁽¹⁾ (en gases y partículas) (expresados como HF)	10 mg/Nm ³	
Secaderos	Partículas ⁽⁵⁾	30 mg/Nm ³	<ul style="list-style-type: none"> • Q<10.000 Nm³/h: Trienal • 10.000 Nm³/h<Q<30.000 Nm³/h: Bienal • Q>30.000 Nm³/h: Anual
	NO _x (expresados como NO ₂)	250 mg/Nm ³	
	SO ₂	200 mg/Nm ³ ⁽³⁾	
Cogeneración	Partículas ⁽²⁾	30 mg/Nm ³	Trienal
	NO _x (expresados como NO ₂)	800 mg/Nm ³	
	SO ₂	200 mg/Nm ³ ⁽³⁾	

- (1) Para los focos origen en hornos cuyo caudal de gases sea inferior a 3000 Nm³/h, el valor límite de fluoruros podrá ser de 30 mg/Nm³, siempre y cuando el caudal másico de dicho contaminante sea inferior a 0,1 kg/h.
- (2) Quedan excluidos de medición de emisión de partículas los focos de emisión directa de turbinas y motores de cogeneración que usen gas natural como combustible.
- (3) En los casos en que se prevea la superación de este valor por el uso de determinadas materias primas o combustibles, se deberá entregar a la Conselleria de Medio Ambiente, Agua, Urbanismo y Vivienda un estudio técnico justificativo que incluya balances de masa y una propuesta de valor límite.
- (4) Quedan excluidos de medición de contaminantes los focos de evacuación del aire de enfriamiento de los hornos de cocción de baldosas.
- (5) Quedan excluidos de la medición de emisión de partículas los focos de presecado y secado de piezas que utilicen como combustible gas natural o propano, que en el control de la puesta en marcha de la instalación, en condiciones habituales de operación y sin utilizar ningún tipo de depuración, hayan obtenido una emisión inferior a 10 mg/Nm³ de partículas.

Todos estos límites y periodicidades habrá de entenderlos salvo que concurren circunstancias, como la declaración de impacto ambiental, u otras que lleven al establecimiento de otras condiciones más restrictivas.

BIBLIOGRAFÍA

Alastuey A, Mantilla E, Querol X and Rodríguez S. (2000). Study and evaluation of atmospheric pollution in Spain: Necessary measures arising from the EC Directive on PM10 and PM2.5 in the ceramic industry. *Boletín de la Sociedad Española de Cerámica y Vidrio* 39, 1, 141-148.

Bang J., Flugsrud K., Holtskog S., Haakonsen G., Larsen S., Maldum K.O., Rypdal K., Skedsmo A. (1999). Emissions from Road Traffic in Norway – Method for estimation, input data and emission estimates. Norwegian Pollution Control Authority (SFT), SFT Report Nº 99:04 (In Norwegian). Oslo.

Blasco A., Escardino A., Busani G., Monfort E., Amorós J.L., Enrique J., Beltrán V., Negre P., 1992. Tratamiento de emisiones gaseosas, efluentes líquidos y residuos sólidos de la Industria Cerámica. Castellón: Instituto de Tecnología Cerámica; AICE.

Busani G., Palmonari C., Timellini G., 1995. Piastrelle ceramiche e ambiente: emissioni gassose, acque, fanghi, rumore. Sassuolo: Edi.Cer.

Decreto 31/2006 de 14 de febrero de 2006. Plan de Mejora de la Calidad del Aire del Municipio de Bailén. BOJA núm 56. 23 de marzo de 2006.

BREF, Integrated Pollution Prevention and Control (IPPC). Reference Document on Best Available Techniques (BATs) in the Cement Manufacturing Industries, European Commission, Directorate-General JRC, Joint Research Centre. Institute for Prospective Technological Studies (Sevilla). Technologies for Sustainable Development. European IPPC Bureau. March 2000.

Plan de Mejora de la Calidad del Aire de la Zona ES1003:Mijares-Penyagolosa (A. Costera) y Aglomeración ES1015: Castelló. Zona cerámica de Castellón. (www.cma.gva.es/atmosfera).

Duerig I. and Lohmeyer A. (2003). Quantifizierung der PM10-Emissionen durch Staubaufwirbelung und Abrieb von Straßen auf der Basis von vorhandenen Messdaten. Available at : <http://www.lohmeyer.de>.

Emission estimation technique manual for mining: Version 2.3 (December 2001). Commonwealth of Australia, 2001. (Documento propuesto para elaborar el Nacional Pollutant Inventory de Australia). Disponible en http://www.npi.gov.au/handbooks/approved_handbooks/pubs/mining.pdf.

European Commission, April 2004, Second Position Paper on Particulate Matter, 283pp. Instituto de Tecnología Cerámica, 2001. Curso de gestión medioambiental en la industria cerámica, del 18 al 20 de diciembre de 2001. Castellón: ITC, 2001.

IPTS. European Commission, 2006b. Reference Document on Best Available Techniques on Emissions from Storage. July 2006. 432 pp (<http://eippcb.jrc.es>).

IPTS, European Commission, 2006c. Reference Document on Best Available Techniques in the Ceramic Manufacturing Industry. December 2006. 230 pp (<http://eippcb.jrc.es>).

Mallol G., Monfort E., Busani G., Lezaun F.J. et al. (2001). Depuración de los gases de combustión en la industria cerámica. Guías Técnicas de energía y medio ambiente. Castellón: Fundación Gas Natural. Instituto de Tecnología Cerámica, 1ª Edición 1998, 2ª Edición 2001.

Harrison R.M., Tilling R., Callén Romero M.S., Harrad S., Jarvis K. (2003). A study of trace metals and polycyclic aromatic hydrocarbons in the roadside environment. *Atmospheric Environment* 37, 2391-2402.

Mallol G., Monfort E., Busani G., Lezaun F.J. et al. (2001). Depuración de los gases de combustión en la industria cerámica. Guías Técnicas de energía y medio ambiente. Castellón: Fundación Gas Natural. Instituto de Tecnología Cerámica, 1ª Edición 1998, 2ª Edición 2001.

Matarredona Coll E. "El medio físico" en Historia de Alicante. Tomo I. Ayuntamiento de Alicante. Alicante 1989.

Minguillón M.C., Querol X., Alastuey A., Monfort E., Mantilla E., Sanz M.J., Sanz F., Roig A., Renau A., Felis C., Miró J.V., Artíñano B., 2007. PM10 speciation and determination of air quality target levels. A case study in a highly industrialised area of Spain. *Science of the Total Environment* 372, 382-396.

Minguillón M.C., Querol X., Alastuey A., Monfort E., Mantilla E., Miró J.V., 2007. PM sources in a highly industrialised area in the process of implementing PM abatement technology. Quantification and evolution. *Journal of Environmental Monitoring* 9, 1071 - 1081.

Minguillón M.C., Monfort E., Querol X., Alastuey A., Celades I., Miró J.V., 2009. Effect of ceramic industrial particulate emission control on key components of ambient PM10. *Journal of Environmental Management* 90, 2558-2567.

Monfort E., Celades I., Gomar S., Rueda F., Quereda F., Sanfelix V., Minguillón M.C., 2006a. Determinación de las fracciones PM_x/PST en emisiones canalizadas de la industria cerámica. QUALICER 2006. Castellón.

Monfort E. Celades I., Gomar S., Sanfelix, V., 2006b. Control y estimación de emisiones difusas de material particulado en operaciones al aire libre. PROMA-X Congreso de Ingeniería Ambiental, Bilbao, 3-5 octubre 2006.

Monfort E., Celades I., Gomar S., Sanfelix V., López J.L., Calpe V., 2006c. Estimación de emisiones difusas de material particulado y rendimiento de MTD's en el sector cerámico. En: Carda Castelló J.B. Ciencia y tecnología de los materiales cerámicos y vítreos en el nuevo milenio: Libro de resúmenes de los trabajos presentados en el XLVI Congreso Anual de la Sociedad Española de Cerámica y Vidrio, Vall d'Alba, 25-27 de octubre de 2006. Castellón: Faenza editrice ibérica, 2006. pp. 55.

Monfort E., Celades I., Mestre S., Sanz V., Querol X., 2004. Industrial PM_x data processing in ceramic tile manufacturing emissions. *Key Engineering Materials*. Vols. 264-268, 2453-2456 (ISBN 0-87849-946-6).

Monfort E.; Gazulla M.F.; Celades I.; Gómez P.; Bigi M.; Tonelli M., 2003. Ceramic kiln fluorine-gas emission measurement. *Am. Ceram. Soc. bull.*, 82(2), 31-35.

PAATERO, P. and TAPPER, U. (1993) Analysis of different modes of factor analysis as least squares fit problems. *Chemometrics and Intelligent Laboratory Systems*, **18**, 183-194.

PAATERO, P. and TAPPER, U. (1994) Positive matrix factorization: a non-negative factor model with optimal utilization of error estimates of data values. *Environmetrics*, **5**, 111-126.

Pacyna J.M. (1998). Source inventories for atmospheric trace metals. En: Atmospheric Particles (eds: Harrison R.M., Van Grieten R.E.). IUPAC Series on Analytical and Physical Chemistry of Environmental Systems 5, pp387-423.

Pregger T. and Friedrich, R. (2002). Emission Sources of PM10 (Coarse and Fine Fraction) in Germany, Universität Stuttgart, Stuttgart. Presentation at 'Particles in the size of 2.5 to 10 microns in urban areas' workshop, in support of the Clean Air for Europe (CAFÉ) programme of

DG ENV in Berlin, Germany, November 4-6, 2002. <http://www.trumf.fu-berlin.de/veranstaltungen/>

Querol X., Alastuey A., Rodríguez S., Plana F., Mantilla E. and Ruiz C.R. (2001). Monitoring of PM₁₀ and PM_{2.5} ambient air levels around primary anthropogenic emissions. *Atmospheric Environment* 35, 5 848-858.

Querol X., Alastuey A., Moreno T., Viana M.M., Castillo S., Pey J., Rodríguez S., Artíñano B., Salvador P., Sánchez M., Garcia Dos Santos S., Herce Garraleta .D., Fernandez-Patier R., Moreno-Grau S., Minguillón M.C., Monfort E., Palomo-Marín R., Pinilla-Gil E., Cuevas E. (2007b). Spatial and temporal variations in airborne particulate matter (PM₁₀ and PM_{2.5}) across Spain 1999-2005. *Atmospheric Environment* (2008). 3964-3979.

Querol X., Alastuey A., Viana M.M., Rodríguez S., Artíñano B., Salvador P., Garcia Dos Santos S., Fernandez Patier R., Ruiz C., De La Rosa J., Sanchez De La Campa A., Menendez M., Gil J.I. (2004a). Speciation and origin of PM₁₀ and PM_{2.5} in Spain. *Journal of Aerosol Sciences* 35, 1151–1172.

Querol X., Minguillón M.C., Alastuey A., Monfort E., Mantilla E., Roig A., Renau A., Felis C., Miró J.V., Artíñano B. (2007a). Impact of the implementation of PM abatement technology on the ambient air levels of metals in a highly industrialised area. *Atmospheric Environment* 41, 5, 1026-1040.

Querol X., Viana M.M., Alastuey A., Amato F., Moreno T., Castillo S., Pey J., De La Rosa J., Sánchez De La Campa A., Artíñano B., Salvador P., García Dos Santos S., Fernández-Patier R., Moreno-Grau S., Negral L., Minguillón M.C., Monfort E., Gil J.I., Inza A., Ortega L.A., Santamaría J.M., Zabalza J. Source origin of trace elements in PM from regional background, urban and industrial sites of Spain. *Atmospheric Environment* 41 (2007b) 7219–7231.

Sternbeck J., Sjödin Å., Andréasson K. (2002). Metal emissions from road traffic and the influence of resuspension-results from two tunnel studies. *Atmospheric Environment* 36, 4735, 4744.

Uexküll O. von, Skerfving S., Doyle R., Braungart M. (2005). Antimony in brake pads-a carcinogenic component? *Journal of Cleaner Production* 13, 19-31.

US EPA (1995). AP 42, Fifth Edition, Volume I Chapter 13: Miscellaneous Sources PM.

WHO, 2000. Air quality guidelines for Europe, 2nd ed. Copenhagen, World Health Organization Regional Office for Europe, 2000 (WHO Regional Publications, European Series, N^o.91)

WHO, 2003. Health aspects of air pollution with particulate matter, ozone and nitrogen dioxide. World Health Organization.

WHO, 2005. WHO air quality guidelines for particulate matter, ozone, nitrogen dioxide and sulfur dioxide. Global update 2005. Summary of risk assessment.

Winiwarter W. (2002). Emissions of particulate matter (TSP, PM₁₀, PM_{2.5}). Results and lessons learned from a National inventory, ARC Seibersdorf Research, Seibersdorf, Austria. Presentation at 'Particles in the size of 2.5 to 10 microns in urban areas' workshop, in support of the Clean Air for Europe (CAFE) programme of DG ENV in Berlin, Germany, November 4-6, 2002.