

## **III Jornadas Técnicas Contaminación Atmosférica**

Evaluación de la contaminación atmosférica por metales en la atmósfera urbana de Bilbao: distribución sobre las partículas en suspensión y correlación con otros contaminantes de referencia.

J.I. Álvarez Uriarte, G. Carral López, J. San Atilano Palacios y Angélica Blanco Cascón  
Laboratorio Normativo de Salud Pública, Departamento de Sanidad del Gobierno Vasco.  
M<sup>a</sup> Díaz de Haro 58, 48010 Bilbao. E-mail: labora3bi-san@ej-gv.es

## 1.- INTRODUCCIÓN

El material particulado atmosférico se define como un conjunto de partículas sólidas y/o líquidas presentes en suspensión en la atmósfera, excepto H<sub>2</sub>O no combinado, de tamaño mayor que el de las moléculas pero menor de 500 micrómetros.

Es necesario considerar que el término material particulado atmosférico es un concepto amplio que engloba tanto las partículas en suspensión como las partículas sedimentales (diámetro > 20 µm), caracterizadas por un corto tiempo de residencia en la atmósfera.

Existen en el aire una gran variedad de partículas de humo, polvo, hollín, fibras, gotas, etc con un amplio margen de tamaño, que comprende desde moléculas (6.10<sup>-4</sup>µm) hasta las partículas de polvo visible al microscopio, (500 micras). Los contaminantes particulados pueden clasificarse en función de su tamaño y composición química (metales, carbón, alquitrán, resina, polen, silicatos, carbonatos, etc.) o en función de su origen (procedentes de reacciones químicas, procesos físicos, radiactivas...)

### 1.1.- Propiedades específicas de las partículas.

Las partículas y los aerosoles poseen una gran superficie específica lo que conlleva una gran capacidad de adsorción y favorece la aparición de procesos catalíticos y reacciones químicas secundarias. Así cabe destacar:

- Muchas sustancias que se oxidan lentamente en forma compacta, lo hacen con suma rapidez cuando se encuentran dispersas en polvo fino en el aire.
- Los efectos de la radiación térmica son mucho más interesantes cuando existen en el aire las partículas sólidas en suspensión, absorben la radiación y la transmiten rápidamente a las moléculas gaseosas contiguas.
- Las partículas de los aerosoles pueden actuar como núcleos de condensación del vapor de agua favoreciendo la aparición de smog.

### 1.2.- Efecto sobre la salud.

El material sólido particulado contiene compuestos hidrosolubles que pueden evaporarse al torrente sanguíneo a través de la región alveolar. La naturaleza del compuesto, su concentración y el tamaño de la partícula en la que se encuentran adsorbido marca el efecto sobre la salud. Los elementos metálicos constituyen una de las familias más relevantes.

Los efectos sobre la salud son de naturaleza crónica, acrecentándose principalmente en órganos blandos como el riñón, hígado o páncreas. La peligrosidad depende del estado de oxidación y del tamaño de la partícula sobre la que se encuentre adsorbida.

## 2.- OBJETIVOS

Se plantea como objetivo general la evaluación de la concentración por metales en la atmósfera urbana de Bilbao bajo dos puntos de vista: su distribución sobre el material particulado y la correlación existente con otros contaminantes de referencia.

Para alcanzar el objetivo general se han planteado los siguientes objetivos específicos:

- Identificación y evaluación de los niveles de material particulado.
- Identificación y evolución de los niveles de contaminantes gaseosos como el SO<sub>2</sub>, CO y NO<sub>x</sub> y O<sub>3</sub>.
- Determinación del contenido metálico de las diferentes fracciones del material particulado.
- Estudios de correlación de las diferentes variables estudiadas.

### 3.- MATERIALES Y MÉTODO.

#### 3.1.- Metodología.

Las tomas de muestras se han realizado en la estación fija de la Dirección de Salud Pública del Departamento de Sanidad. La estación, se encuentra ubicada en María Díaz de Haro, en una confluencia de las calles Autonomía, avenida del Ferrocarril y María Díaz de Haro como muestra la Figura 1. Se trata de una estación urbana con influencia esporádica de emisiones industriales de pequeñas empresas.



Delegación Territorial de Sanidad  
(Laboratorio Normativo de Salud Pública)

*Figura 1.- Localización geográfica del emplazamiento de la estación de Captación en María Díaz de Haro. Fotografías aéreas de la zona de estudio (fuente, páginas web de la Diputación de Vizcaya y del Gobierno Vasco).*

Se han realizado muestreos diarios consecutivos de material particulado de diferentes fracciones (PM10 y PM2.5) utilizando como soporte filtros de fibra de cuarzo. El periodo de estudio abarca la globalidad del 2007, obteniéndose un total de 274 filtros útiles de IND PM10 y 306 de PM2.5.

Los métodos de trabajo más relevantes aplicados en la realización de este proyecto han sido:

- El análisis gravimétrico del material particulado a partir del muestreo en filtros.
- El estudio de series temporales a partir de los datos obtenidos mediante los muestreadores instalados en la estación de María Díaz de Haro.
- El análisis químico del material particulado recogido en los filtros.

#### *Análisis Físico Químico:*

Para llevar a cabo la determinación de la concentración másica en partículas captadas en aire ambiente y la distribución de metales pesados en estas, se acondicionan los filtros limpios a 20°C y 50% de humedad durante 48 horas. Transcurrido este tiempo se pesan y se colocan en el captador. Los filtros ya sucios se retiran del captador y se acondicionan durante 48 horas y posteriormente se realiza la pesada. Para la determinación metálica, se ha realizado una digestión del filtro en 5 mL de ácido nítrico concentrado. El proceso se extiende durante 24 horas a 120°C. Se procede a su filtración y se afora a 25 mL. El análisis de la fracción metálica se ha realizado en ICP-MASAS, habiéndose seleccionado los siguientes metales (Cr, Mn, Fe, Ni, Cu, As, Cd y Pb).

#### 3.2.- Equipos de medida.

El material particulado se ha captado mediante equipos de referencia (UNE-EN 12341) provisto de cabezales de corte PM10 y PM2.5 como soporte filtrante se ha utilizado filtro de cuarzo WHATMAN de calidad QMA.

Se han analizado cuatro contaminantes en fase gas: O<sub>3</sub>, CO, NO<sub>x</sub> y SO<sub>2</sub>. Los equipos de monitorización empleados exportan datos cada 15 minutos. El medidor de NO<sub>x</sub> (ML-9841b) realiza medidas por quimiluminiscencia, el cual leerá la radiación emitida por el NO<sub>2</sub> excitado. La lectura de CO (DASIBI-3008) se realiza por infrarrojos y el SO<sub>2</sub> (ML-9850B) por fluorescencia ultravioleta y el O<sub>3</sub> (DASIBI 1008-RS) por absorción ultravioleta.

## 5.- RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 5.1.-Niveles de contaminantes gaseosos.

El estudio de los ciclos de las cantidades de contaminantes aporta una valiosa información a la hora de interpretar las posibles fuentes. En este caso, el estudio se ha centrado en las variaciones en función de las diferentes estaciones del año. A continuación se exponen los resultados más relevantes obtenidos a partir de los datos disponibles para el período de estudio. Los niveles medios de partículas y contaminantes registrados de forma automática por los equipos de la estación durante el periodo de estudio se presentan en la Tabla 1.

*Tabla 1.- Niveles medios de PM10 y contaminantes gaseosos en  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  medios en la estación de Bilbao.*

<b>Fecha</b>	<b>NO</b>	<b>NO<sub>2</sub></b>	<b>O<sub>3</sub></b>	<b>CO</b>	<b>SO<sub>2</sub></b>
<b>Enero</b>	73	53	15	0,60	5
<b>Febrero</b>	69	57	19	0,53	7
<b>Marzo</b>	36	49	38	0,40	5
<b>Abril</b>	24	48	43	0,16	6
<b>Mayo</b>	23	47	33	0,42	7
<b>Junio</b>	21	47	36	0,49	6
<b>Julio</b>	16	23	32	0,50	5
<b>Agosto</b>	18	17	25	0,34	3
<b>Septiembre</b>	32	46	20	0,38	4
<b>Octubre</b>	20	18	22	0,59	3
<b>Noviembre</b>	---	---	21	0,68	2
<b>Diciembre</b>	100	57	21	0,55	8
<b>Promedio</b>	<b>36</b>	<b>42</b>	<b>27</b>	<b>0,47</b>	<b>5</b>

De los resultados observados quedan establecer las siguientes consideraciones:

El valor promedio de NO<sub>2</sub> es de 42  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  de, con un máximo 57  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  en el Enero, y un mínimos 17  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  durante los meses de Agosto.

El valor promedio de NO, es de 36  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  de con oscilaciones significativas siendo el valor máximo de 73  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  en Enero, y mínimos el 16 Julio.

El O<sub>3</sub> presenta un valor medio de 27  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  para el total del período, correspondiendo el valor medio más alto al mes de Abril (43  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) y el más bajo al mes de Enero (15  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ).

El SO<sub>2</sub> presenta un valor medio de 5  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  para el total del período, con un valor máximo de (8  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) Diciembre y mínimo de (3  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) en Agosto.

### 5.2.- Estudios de correlación de los contaminantes gaseosos.

Utilizando los datos disponibles para la estación de Bilbao, se ha llevado a cabo un estudio de las correlaciones mediante el coeficiente de Pearson. El dato de PM 10 se obtiene de forma automática mediante un equipo del tipo TEOM. Los resultados del estudio de correlación se sintetizan en la Tabla 2.

Tabla 2.- Coeficientes de correlación de Pearson para las concentraciones de contaminantes y datos meteorológicos.

Coefficiente Correlación r	PM10	SO <sub>2</sub>	O <sub>3</sub>	NO <sub>2</sub>	NO	T	Viento	Direc. viento
PM10	1	0,521	-0,470	0,623	<b>0,688</b>	0,004	-0,300	-0,263
SO <sub>2</sub>		1	-0,148	0,456	0,492	-0,247	-0,025	-0,118
O <sub>3</sub>			1	-0,238	-0,559	0,262	-0,468	0,363
NO <sub>2</sub>				1	<b>0,672</b>	-0,339	0,143	-0,278
NO					1	-0,541	0,174	-0,163
T						1	0,090	0,087
Viento							1	-0,068
Direc. viento								1

Los mejores coeficientes se obtienen a partir de la correlación existente entre las partículas en suspensión (PM10) y los óxidos de nitrógeno, NO<sub>2</sub> y NO. Este último se relaciona principalmente con el tráfico, por lo que es de suponer que una parte del PM10 registrado, procede de dicha fuente. Una proporción menor se relaciona con los procesos de combustión (SO<sub>2</sub>). El ajuste de regresión no lineal de los datos permite obtener una ecuación polinómica. Figura 2:

$$y = 0,0004x^3 - 0,0629x^2 + 3,2987x - 35,262 \quad (1)$$

$$R^2 = 0,5346$$

**NO-PM10**

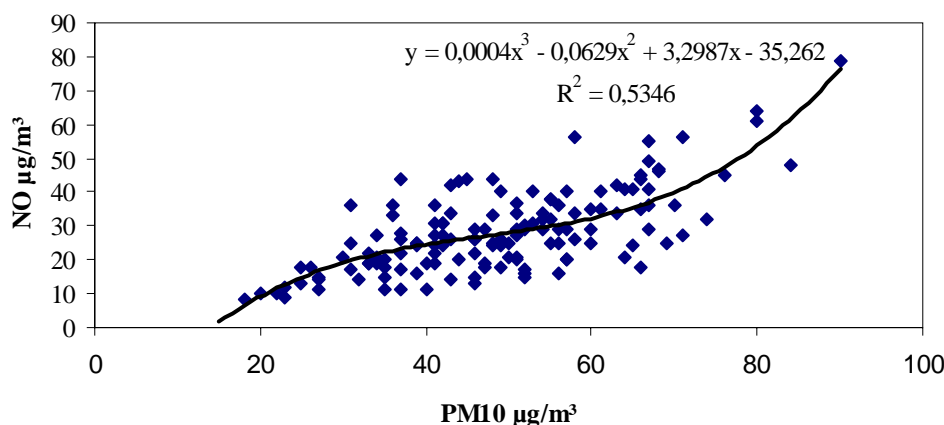


Figura 2.- Relación de la concentración del material particulado con la concentración de monóxido de nitrógeno.

El NO<sub>2</sub> presenta valores de correlación positivos con el NO, su precursor, mientras que el SO<sub>2</sub> presenta valores de correlación relativamente bajos con el resto de los contaminantes, y no muestra ninguna correlación con el O<sub>3</sub>.

### 5.3.- Caracterización química de los filtros.

Durante el periodo de estudio se había previsto recoger un total de 365 filtros de PM10 y 365 de PM2.5 correspondientes al mismo número de días de manera sistemática a lo largo de los meses de Enero y Diciembre. Sin embargo, diversos problemas técnicos durante el muestreo (cortes de corriente, deterioro de filtros, etc.) han reducido el número de filtros recogidos a 274 de PM10 y 306 de PM2.5.

Se trata de un número de muestras suficiente como para poder efectuar un análisis estadístico fiable y establecer una primera aproximación sobre la contribución de las posibles fuentes al contenido y composición química del material particulado atmosférico muestreado en el entorno de la estación.

Para la caracterización química de las partículas en suspensión se han analizado los siguientes elementos recomendados: Cr, Ni, Cd, Mn, Pb, As, Fe y Cu.

### 5.3.1. Niveles y composición media del material particulado

Las tablas 3 y 4 recogen los resultados de metales pesados obtenidos sobre la fracción particulada. La suma de los componentes analizados representa el 46 % de la masa de PM10. Del conjunto de elementos traza, el único sometido a legislación específica es el Pb, para el que se ha establecido un nivel límite anual para el año 2010 de 500 ng/m<sup>3</sup>. Para este elemento el valor anual es de 60 ng/m<sup>3</sup>, no superando el valor de legislación.

*Tabla 3.- Concentraciones de muestra medias y máximas obtenidas en PM10 para la estación de Bilbao.*

<b>Partículas PM10</b>			
<b>Elemento</b>	<b>unidades</b>	<b>Media</b>	<b>Máxima</b>
<b>Cr</b>	ng/m <sup>3</sup>	11,7	92,67
<b>Ni</b>	ng/m <sup>3</sup>	6,89	62,25
<b>Cd</b>	ng/m <sup>3</sup>	1,53	29,71
<b>Mn</b>	ng/m <sup>3</sup>	41,63	311,65
<b>Pb</b>	µg/m <sup>3</sup>	0,06	0,66
<b>As</b>	ng/m <sup>3</sup>	0,84	6,24
<b>Fe</b>	µg/m <sup>3</sup>	0,62	4,43
<b>Cu</b>	ng/m <sup>3</sup>	29,78	183,0

Asimismo, la directiva 2004/107/CE contempla niveles objetivo para el 2012 de Cd (5 ng/m<sup>3</sup>), As (6 ng/m<sup>3</sup>) y Ni (20 ng/m<sup>3</sup>). Los niveles medios de estos elementos detectados (Pb = 0,06; Cd = 1,53; As = 0,84; y Ni = 6,89 ng/m<sup>3</sup>) se encuentran, por tanto, por debajo de estos valores. Como puede observarse, existe un claro descenso de la masa de elementos en PM2.5 con respecto al PM10.

*Tabla 4.- Concentraciones, medias, máximas y en PM2,5 determinados en la estación de Bilbao.*

<b>Partículas PM2,5</b>			
<b>Elemento</b>	<b>unidades</b>	<b>Media</b>	<b>Máxima</b>
<b>Cr</b>	ng/m <sup>3</sup>	6,84	70,76
<b>Ni</b>	ng/m <sup>3</sup>	5,16	57,35
<b>Cd</b>	ng/m <sup>3</sup>	0,93	32,12
<b>Mn</b>	ng/m <sup>3</sup>	21,89	165,95
<b>Pb</b>	µg/m <sup>3</sup>	0,05	0,32
<b>As</b>	ng/m <sup>3</sup>	0,80	4,25
<b>Fe</b>	µg/m <sup>3</sup>	0,22	1,36
<b>Cu</b>	ng/m <sup>3</sup>	20,97	142,99

### 5.3.2. -Distribución de metales en la fracciones PM10.

Ciertos metales tienen afinidad a presentar elevadas concentraciones en partículas de tamaño inferior a 2,5 µm de diámetro, mientras que otros metales, casi en su totalidad, se encuentra en tamaño superior a 2,5 µm, situándose por tanto en el corte PM 10. Conociendo la concentración de

un mismo metal en los cortes PM10 y PM2,5, y suponiendo que el 100% del metal se sitúa en partículas de diámetro inferior a 10  $\mu\text{m}$ , se determina el porcentaje de metal que se sitúa en partículas inferiores a 2,5  $\mu\text{m}$ . La Figura 3, representada la distribución de concentraciones para cada uno de los ocho metales analizados en el proceso.

Se puede observar, para el caso del **Cromo**, tiene presencia uniforme en todo el material particulado, tanto en el inferior a 2,5  $\mu\text{m}$  de diámetro (PM 2,5) como en el superior (PM10).

En **Níquel**, tiene afinidad situarse en el material particulado inferior a 2,5  $\mu\text{m}$ . De los 146 análisis efectuados, solamente en catorce la concentración de níquel provenía en mayor medida de la fracción PM 10. La tendencia del níquel en la fracción PM2,5 es superior que la tendencia del cromo en esta.

Para el caso del **Cadmio**, la distribución es similar a la del níquel. De un total de 234 análisis, veinticinco provienen de la fracción PM10. Por tanto, la tendencia de este metal, es la presencia en partículas de tamaño inferior a 2,5  $\mu\text{m}$ .

Con el **Manganeso**, en el 50% de las mediciones, la concentración se sitúa en mayor medida en el material particulado superior a 2,5  $\mu\text{m}$  de diámetro (PM 10). En consecuencia, la distribución del manganeso es equitativa en ambas fracciones.

El **Arsénico** presenta una clara tendencia a situarse en materia particulada de diámetro inferior a 2,5  $\mu\text{m}$  ya que en todos los análisis realizados, excepto en cuatro, el 60% de la concentración total se ubicaba en la fracción PM 2,5.

La distribución que presenta el **Cobre**, es distinta a cualquiera de las demás. Para concentraciones totales del metal inferiores a 50  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , la distribución es uniforme tanto en PM10 como en PM2,5. Por el contrario, para concentraciones superiores a 50  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , existe una tendencia por la materia particulada inferior a 2,5  $\mu\text{m}$  de diámetro.

Para el caso del **Plomo**, la tendencia es situarse en la fracción PM2,5. De un total de 164 análisis realizados, solamente once estaban en material particulado mayor a 2,5  $\mu\text{m}$  de diámetro.

Por el contrario, el **Hierro**, tiene una clara tendencia a situarse en fracciones superiores a PM2,5. Por tanto, se presentará en partículas PM10, ya que de un total de 231 análisis, solamente en nueve, la ubicación de concentración mayoritaria del hierro fue en PM 10.

La Figura 4 muestra la evolución estacional de la distribución granulométrica del material particulado atmosférico muestreado en la estación. Destaca el hecho de que como media anual el 64 % de la fracción de PM10 está constituida por PM2.5 lo que indica una granulometría ligeramente fina.

Tanto en periodos invernales, como son los meses comprendidos entre Enero y Marzo presenta una granulometría del 68% para fracciones de PM2,5 en PM10, los meses estivales como son los meses de Abril a Junio presentan una granulometría del 62%, siendo estos valores muy similares.

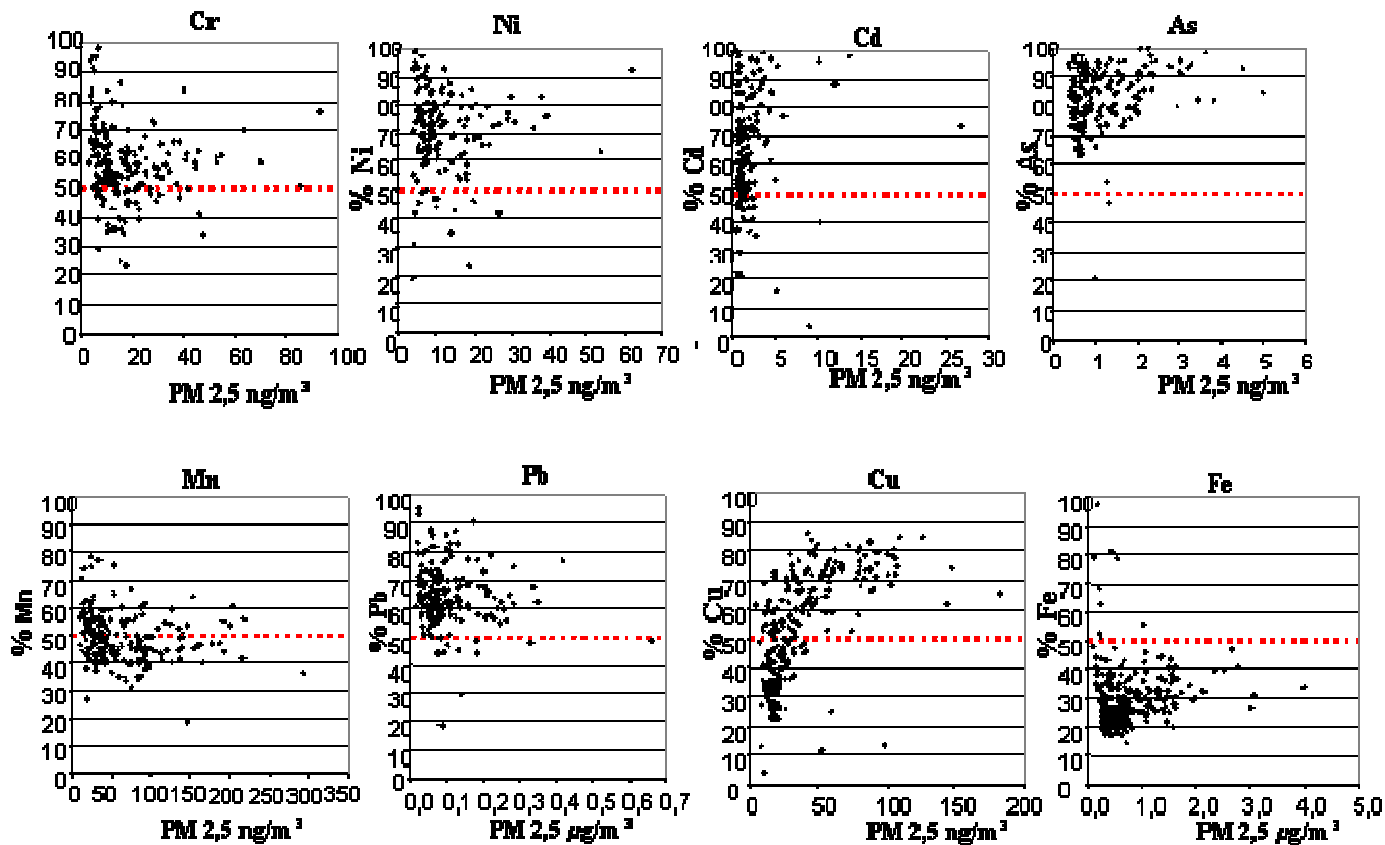


Figura 3.- Distribución de las concentraciones metálicas, (Cr, Ni, Cd, Mn, As, Cu, Pb, Fe), en función del tamaño de partícula; representando para ello el porcentaje de metal en la fracción PM<sub>2.5</sub> frente a la concentración total del metal.

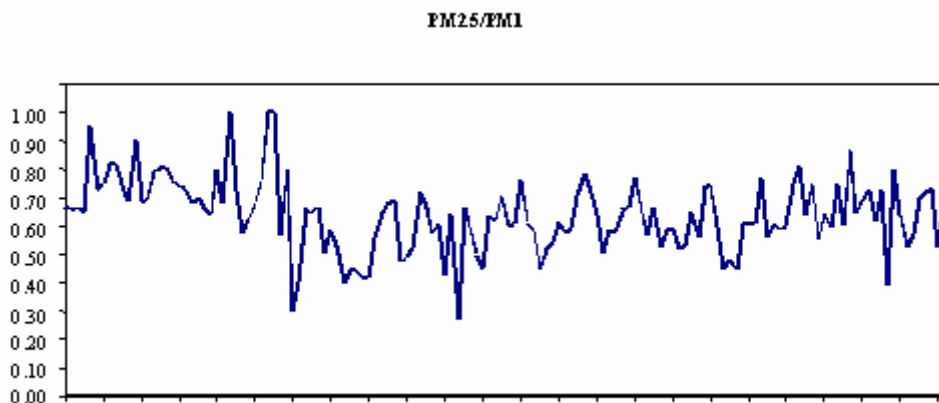


Figura 4.- Evolución estacional de la distribución granulométrica del material particulado atmosférico muestreado en la estación.



#### 5.4.- Estudios de la fracción de la correlación metálica.

Tras estudiar el comportamiento de los contaminantes atmosféricos con el material particulado, y constatar que el NO muestra una buena relación con la concentración del material particulado, cabe suponer que la concentración de metales debería presentar una relación similar. Las correlaciones obtenidas se muestran en la Tabla 5.

*Tabla 5.- Ecuaciones de regresión y coeficientes de determinación resultantes al comparar los metales en PM 10 con NO*

Metal	Ecuación	R <sup>2</sup>	Error Pendiente	Error Standar
<b>Cu</b>	Y=0,3538x+2,3025	<b>R<sup>2</sup>=0,664</b>	± 0,018	± 17,7
<b>Fe</b>	Y=0,0055x+0,2893	R <sup>2</sup> =0,295	± 3·10 <sup>-4</sup>	± 16,95
<b>As</b>	Y=0,0116x- 0,0336	<b>R<sup>2</sup>=0,488</b>	± 6·10 <sup>-4</sup>	± 0,59
<b>Pb</b>	Y=0,0004x+ 0,053	R <sup>2</sup> =0,050	± 7·10 <sup>-5</sup>	± 0,069
<b>Mn</b>	Y=0,5795x+ 0,8895	R <sup>2</sup> =0,338	± 0,037	± 37,53
<b>Cd</b>	Y=0,0203x+ 0,3253	R <sup>2</sup> =0,061	± 0,003	± 3,20
<b>Ni</b>	Y=0,1018x- 0,2495	R <sup>2</sup> =0,302	± 0,007	± 17,25
<b>Cr</b>	Y=0,1455x+ 0,6756	<b>R<sup>2</sup>=0,547</b>	± 0,02	± 17,25

## 6.- CONCLUSIONES

El estudio de los resultados obtenidos durante el periodo de muestreo, permite establecer una serie de conclusiones, entre las que cabe destacar:

Los niveles de NO<sub>2</sub> no presentan tendencia estacional, lo que indica que se trata de una concentración de fondo, además el viento carece de fuerza de dispersión.

Las correlaciones (coeficientes de correlación de Pearson) entre partículas en suspensión (PM10), NO<sub>2</sub> y NO permiten establecer una estrategia para la evaluación de la calidad del aire ambiente basada en ecuaciones predictivas.

El **Hierro y Manganeso** presenta una clara tendencia a situarse en material particulado superior a 2,5 µm de diámetro aerodinámico, es decir, ente las fracciones PM 10 y PM 2,5.

La presencia del **Cromo**, en las diferentes fracciones de materia particulada es uniforme. La distribución del **Cobre**, para concentraciones menores de 50 µg/m<sup>3</sup>, es uniforme en toda la materia particulada, mientras que para concentraciones superiores a 50 µg/m<sup>3</sup>, la tendencia es a ubicarse en la fracción PM 2,5. El **Níquel, Cadmio, Plomo y Arsénico**, presentan tendencia a situarse en material particulado inferior a 2,5 µm de diámetro aerodinámico, es decir, en la fracción PM 2,5.

La granulometría del área medida es predominantemente de tamaño PM2,5 que a su vez lleva asociado elementos metálicos Ni. Cd y As.

## 7. - BIBLIOGRAFÍA.

- Brasseur G.P., Orlando J.J. y Tyndall G.S. (1999) *Atmospheric Chemistry and Global Change*. Oxford University Press Inc. EC (2003) *Second Position Paper on Particulate Matter*. European Commission.
- EPA (1996) *Air Quality Criteria for Particulate Matter*. EPA. Vol. 1.
- Gebhart K.A., Malm W.C. y Day D. (1994) *Examination of the effects of sulfate acidity and relative humidity on light scattering at Shenandoah National Park*. *Atmospheric Environment* 28, 841-849.
- Gillani N.V. y Wilson W.E. (1983) *Gas-to-particle conversion of sulfur in power plant plumes - II. Observations of liquid-phase conversions*. *Atmospheric Environment* 17, 1739-1752.
- Harrison R.M. y Pio C. (1983) *Size differentiated composition of inorganic aerosol of both marine and continental polluted origin*. *Atmospheric Environment* 17, 1733-1740
- Junge C.E. (1963) *Air Chemistry and Radioactivity*. Academic Press.
- Kulmala, M., Hameri, K., et al., (2001). *Overview of international project on biogenic aerosol formation in the boreal forest (BIOFOR)*. *Tellus Series B- Chemical and Physical Meteorology* 53 (4).324-343.
- Ley 38/1972 de protección del Ambiente Atmosférico.
- Martin Willians (2003). *Guía para los estados miembros sobre medida de PM10 e intercomparación con el método de referencia*.
- Mészáros E. (1999) *Fundamentals of Atmospheric Aerosol Chemistry*. Akadémiai Kiadó.
- N.S.Holmes.(2006) *A review of particle formation events and growth in the atmosphere in the various environments and discussion o mechanistic implications*.
- Querol X., Alastuey A., Rodríguez S., Viana M.M., Artíñano B., Salvador P., Antilla E., Santos S.G.D., Patier R.F., Rosa J.D.L., Campa A.S.D.L. y Menedez M. (2002a) *Interpretación de series temporales (1996-2000) de niveles de partículas en suspensión en España*. Ministerio de Medio Ambiente, pp 555.
- Smith I.M. y Sloos L.L. (1998) *PM10/PM2.5 emissions and effects*. IEA Coal Research.
- Warneck P. (1988) *Chemistry of the natural atmosphere*. *International Geophysics Series*. Wiley & Sons. Vol. 41. Academy Press, pp. 757.
- .1999/30/CE (Directiva Europea, 1999) *Council Directive relating to limit values for sulphur dioxide, nitrogen dioxide and oxide of nitrogen, particulate matter and lead in ambient air*. The Council of the European Union.