

## 2. VIGILANCIA Y EMISIONES ATMOSFÉRICAS

### 2.1 CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA DE FONDO EN ÁREAS RURALES: RED EMEP/CAMP.

#### Introducción

El “Programa concertado de seguimiento y de evaluación del transporte a gran distancia de los contaminantes atmosféricos en Europa” (**EMEP**), puesto en marcha en 1977, forma parte del Convenio de Ginebra sobre contaminación atmosférica transfronteriza a gran distancia y tiene cuatro componentes: recogida de datos de emisiones, mediciones de la calidad del aire, modelización y modelización de la evaluación integrada. El programa **CAMP** (“Programa Integral de Control Atmosférico”) es fruto del Convenio Oslo-París para la Protección del Medio Ambiente Marino del Nordeste del Atlántico, de 1992 y tiene por objeto conocer los aportes atmosféricos a la región del Nordeste Atlántico y estudiar sus efectos sobre el medio marino. La Red Española EMEP-CAMP pretende satisfacer los compromisos de medición de contaminantes contraídos por España tras la firma de los dos Convenios anteriores.

Las mediciones obtenidas en las estaciones de esta Red permiten determinar los niveles de contaminación de fondo en una región, así como evaluar el transporte desde fuentes emisoras situadas a grandes distancias de ellas. Por ello, su emplazamiento debe seguir los criterios definidos para cada red (p. ej., anchura de malla, distancias mínimas a distintos tipos de focos emisores), y una estación ha de ser representativa, en cuanto a calidad del aire y precipitación, de un área extensa en torno a ella y, por esta razón, también han de evitarse perturbaciones locales que puedan tener influencia sobre las mediciones.

La red española empezó a funcionar en 1983. Hasta el año 1998, la gestión y explotación de esta red se realizó de forma conjunta entre la Dirección General de Calidad y Evaluación Ambiental (DGCEA) y el Instituto Nacional de Meteorología. A partir de 1999, dicha gestión es responsabilidad única de la DGCEA. El número de estaciones de la misma ha ido aumentando hasta las diez actuales, situadas todas en áreas rurales:

- ES7** - VÍZNAR (Granada)
- ES8** - NIEMBRO-LLANES (Asturias)
- ES9** - CAMPISÁBALOS (Guadalajara)
- ES10** - CABO DE CREUS (Girona)
- ES11** - BARCARROTA (Badajoz)
- ES12** - ZARRA (Valencia)
- ES13** - PEÑAUSENDE (Zamora)
- ES14** - ELS TORMS (Lleida)
- ES15** - RISCO LLANO (Toledo)
- ES16** - O SAVIÑO (Lugo)



De ellas, la de Niembro está integrada tanto en EMEP como en CAMP, mientras que las otras nueve forman parte únicamente del programa EMEP.

### Programa de medidas

El programa de medidas viene establecido por los Órganos Directores tanto de EMEP como de CAMP. En 2004, después de varios años de trabajo dentro del Equipo de Trabajo en Medidas y Modelización (TFMM) de EMEP, el Órgano Director adoptó en septiembre la nueva Estrategia de Vigilancia Continua, que fue aprobada, en noviembre, por el Órgano Ejecutivo. Esto significará la ampliación, a lo largo de los próximos años, de dicho programa de medidas.

La recogida de muestras se realiza mediante equipos automáticos (valores horarios) y manuales (valores diarios). Los parámetros que se determinaron en las estaciones españolas en el año 2004 son los siguientes:

#### DATOS HORARIOS:

- Meteorología: presión, temperatura media, humedad relativa, velocidad y dirección del viento, radiación solar, precipitación.
- Gases: SO<sub>2</sub>, NO, NO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub> y O<sub>3</sub>.

#### DATOS DIARIOS:

- Aerosoles: PM<sub>10</sub>, PM<sub>2,5</sub>, SO<sub>4</sub><sup>2-</sup> en PM<sub>10</sub> y NO<sub>3</sub><sup>-</sup> en PM<sub>10</sub>.
- Gases + aerosoles: HNO<sub>3</sub> + NO<sub>3</sub><sup>-</sup>, NH<sub>3</sub> + NH<sub>4</sub><sup>+</sup>.
- Agua de lluvia: pH, SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>, NO<sub>3</sub><sup>-</sup>, NH<sub>4</sub><sup>+</sup>, Ca<sup>2+</sup>, K<sup>+</sup>, Cl<sup>-</sup>, Na<sup>+</sup>, Mg<sup>2+</sup> y conductividad, en todas las estaciones excepto en Cabo de Creus, ya que un estudio demostró que las muestras de precipitación estaban contaminadas con agua del mar, lo que alteraba en gran medida los resultados.
- Metales pesados: en las estaciones de Niembro y Campisábalos se analizan Pb, Cd y Cu, a partir del material particulado (utilizando filtros de fibra de vidrio, un día a la semana) y Pb, Cd, As, Ni, Cu, Cr y Zn en precipitación (muestras semanales).
- Amoníaco: en agosto de 2004 se empezó a analizar en las estaciones de Niembro y Campisábalos con captadores pasivos (una muestra semanal).
- Compuestos orgánicos volátiles (COV): hidrocarburos ligeros y compuestos carbonílicos (aldehídos y cetonas): estos compuestos foto-oxidantes se miden, dos días a la semana, en la estación de Campisábalos.
- Especiación de PM<sub>10</sub> y PM<sub>2,5</sub>: en julio de 2004 se iniciaron los análisis experimentales con las muestras recogidas en la estación de Campisábalos.

Además, se realizaron campañas puntuales de medición y determinación de los siguientes parámetros:

- Amoníaco: una campaña de una semana de duración, en julio, en todas las estaciones. A partir de dicho mes se iniciaron las mediciones sistemáticas de este gas con captadores pasivos. Esta fue, por lo tanto, la última campaña.

- Metales pesados en partículas: Pb, Cd, As, Ni, Cu, Cr y Zn, utilizando filtros de fibra de cuarzo. Dos campañas de una semana de duración, en julio y diciembre, en las estaciones de Niembro y Campisábalos
- Mercurio:
  - *Mercurio gaseoso total y particulado*: una campaña de dos semanas de duración en Niembro (5 – 17 de mayo).
  - *Mercurio gaseoso total*: una campaña de dos semanas de duración en Cabo de Creus (enero – febrero)
- Cationes inorgánicos en PM<sub>10</sub>: en abril, se llevó a cabo una campaña en todas las estaciones (excepto Niembro) en las que se determinó la concentración de sodio, magnesio, calcio y potasio en los filtros de partículas PM<sub>10</sub> durante siete días consecutivos.
- Hidrocarburos aromáticos policíclicos (HAP): en diciembre se realizó en la estación de Niembro una campaña de una semana de duración para determinar este grupo de contaminantes orgánicos persistentes.

## INFORMACIÓN REFERIDA AL AÑO 2004.

### Legislación vigente

El **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, transpone al Derecho Interno la **Directiva 1999/30/CE** de 22 de abril de 1999, relativa a los valores límite de dióxido de azufre, dióxido de nitrógeno y óxidos de nitrógeno, partículas y plomo en el aire ambiente y la **Directiva 2000/69/CE**, de 16 de noviembre de 2000, sobre los valores límite para el benceno y el monóxido de carbono en el aire ambiente.

Por otra parte, el **Real Decreto 1796/2003**, de 26 de diciembre, relativo al ozono en el aire ambiente, traspone la **Directiva 2002/3/CE**, de 12 de febrero de 2002, relativa al ozono en el aire ambiente.

En las siguientes tablas se presentan los objetivos de calidad que marca la legislación anterior para los contaminantes medidos en las estaciones EMEP.

Dióxido de Azufre (RD 1073/2002, de 18 de octubre)			
Valores límite	Valor límite + Margen de Tolerancia (2004)		Período
	VL	MDT	
Valor límite horario para la protección de la salud humana ( <i>fecha de cumplimiento: 1 de enero de 2005</i> )	350 µg/m <sup>3</sup>	30 µg/m <sup>3</sup>	Valor medio en 1 h. No debe superarse en más de 24 ocasiones por año civil.
Valor límite diario para la protección de la salud humana ( <i>fecha de cumplimiento: 1 de enero de 2005</i> )	125 µg/m <sup>3</sup> (no tiene margen de tolerancia)		Valor medio en 24 h. No debe superarse en más de 3 ocasiones por año civil.
Valor límite para la protección de los ecosistemas ( <i>en vigor desde el 19 de julio 2001</i> )	20 µg/m <sup>3</sup> (no tiene margen de tolerancia)		Año civil y período invernal (1 de octubre del año anterior a 31 de marzo del año en curso).
Umbral	Nivel		Período
Umbral de alerta	500 µg/m <sup>3</sup>		Valor medio en 1 h, registrado durante 3 h consecutivas.

Dióxido de Nitrógeno y Óxidos de Nitrógeno (RD 1073/2002, de 18 de octubre)			
Valor límite	Valor límite + Margen de Tolerancia (2004)		Período
	VL	MDT	
Valor límite horario de NO <sub>2</sub> para la protección de la salud humana ( <i>fecha de cumplimiento: 1 de enero de 2010</i> )	200 µg/m <sup>3</sup>	60 µg/m <sup>3</sup>	Valor medio en 1 h. No debe superarse en más de 18 ocasiones por año civil.
Valor límite anual de NO <sub>2</sub> para la protección de la salud humana ( <i>fecha de cumplimiento: 1 de enero de 2010</i> )	40 µg/m <sup>3</sup>	12 µg/m <sup>3</sup>	
Valor límite anual de NO <sub>x</sub> para la protección de la vegetación ( <i>en vigor desde el 19 julio de 2001</i> )	30 µg/m <sup>3</sup> (no tiene margen de tolerancia)		Año civil.
Umbral	Nivel		Período
Umbral de alerta de NO <sub>2</sub>	400 µg/m <sup>3</sup>		Valor medio en 1 h registrado durante 3 h consecutivas

PM <sub>10</sub> (RD 1073/2002, de 18 de octubre)			
Valor límite – FASE I	Valor límite + Margen de Tolerancia (2004)		Período
	VL	MDT	
Valor límite diario de PM <sub>10</sub> para la protección de la salud humana ( <i>fecha de cumplimiento: 1 de enero de 2005</i> )	50 µg/m <sup>3</sup>	5 µg/m <sup>3</sup>	Valor medio en 24 h. No debe superarse en más de 35 ocasiones por año civil.
Valor límite anual de PM <sub>10</sub> para la protección de la salud humana ( <i>fecha de cumplimiento: 1 de enero de 2005</i> )	40 µg/m <sup>3</sup>	1,6 µg/m <sup>3</sup>	Año civil

Plomo (RD 1073/2002, de 18 de octubre)			
Valor límite	Valor límite + Margen de Tolerancia (2004)		Período
	VL	MDT	
Valor límite anual de Pb para la protección de la salud humana ( <i>fecha de cumplimiento: 1 de enero de 2005</i> )	0,5 µg/m <sup>3</sup>	0,1 µg/m <sup>3</sup>	Año civil

Benceno (RD 1073/2002, de 18 de octubre)			
Valor límite	Valor límite + Margen de Tolerancia (2004)		Período
	VL	MDT	
Valor límite anual de benceno para la protección de la salud humana ( <i>fecha de cumplimiento: 1 de enero de 2010</i> )	5 µg/m <sup>3</sup>	5 µg/m <sup>3</sup>	Año civil

Ozono (RD 1796/2003, de 26 de diciembre)		
Valores objetivo	Nivel	Período
Valor objetivo para la protección de la salud humana (fecha de cumplimiento: año 2010)	120 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Valor medio en 8 h <sup>1</sup> . No debe superarse en más de 25 ocasiones por año civil.
Valor objetivo para la protección de la vegetación (fecha de cumplimiento: año 2010)	AOT40 = 18.000 $\mu\text{g}/\text{m}^3 \cdot \text{h}$	Valor acumulado <sup>2</sup> de mayo a julio de promedio en un período de 5 años.
Objetivos a largo plazo	Nivel	Período
Objetivo a largo plazo para la protección de la salud humana (fecha de cumplimiento: año 2020)	120 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Valor medio en 8 h <sup>1</sup>
Objetivo a largo plazo para la protección de la salud humana (fecha de cumplimiento: año 2020)	AOT40 = 6.000 $\mu\text{g}/\text{m}^3 \cdot \text{h}$	Valor acumulado <sup>2</sup> de mayo a julio.
Umbrales	Nivel	Período
Umbral de información.	180 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Valor medio en 1 h
Umbral de alerta.	240 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Valor medio en 1 h, que debe medirse o preverse durante 3 horas consecutivas.

### Datos correspondientes al año 2004

En las siguientes tablas se presentan los niveles de calidad del aire relativos a contaminantes gaseosos y aerosoles en el aire, análisis del agua de lluvia, metales pesados en PM<sub>10</sub>, amoníaco gaseoso y compuestos orgánicos volátiles (hidrocarburos ligeros y compuestos carbonílicos) para las estaciones de la Red EMEP/CAMP para el año 2004.

<sup>1</sup> Promedios móviles de ocho horas, calculados a partir de datos horarios y actualizados cada hora. Cada promedio octohorario así calculado se asignará al día en que dicho promedio termina, es decir, el primer período de cálculo para un día cualquiera será el período a partir de las 17:00 h. del día anterior hasta la 1:00 h. de dicho día; el último período de cálculo para un día cualquiera será el período a partir de las 16:00 h. hasta las 24:00 h. de dicho día.

<sup>2</sup> AOT40 [expresado en ( $\mu\text{g}/\text{m}^3 \cdot \text{h}$ )] será la suma de la diferencia entre las concentraciones horarias superiores a los 80  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  (=40 partes por mil millones) y 80  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  a lo largo de un período dado utilizando únicamente los valores horarios medidos entre las 8:00 h. y las 20:00 h., Hora de Europa Central (HEC), cada día.

Gases - Estadísticos Año 2004								
Nombre estación	Códigos	SO <sub>2</sub> (µg/m <sup>3</sup> )		NO <sub>2</sub> (µg/m <sup>3</sup> )	NO <sub>x</sub> (µg/m <sup>3</sup> )	O <sub>3</sub>		
		Media anual	Media invernal	Media anual	Media anual	Nº de superaciones		AOT 40 (media 5 años) (µg/m <sup>3</sup> · h)
						> 120 (µg/m <sup>3</sup> )	>180 (µg/m <sup>3</sup> )	
Víznar	ES7/18099999	0,7	0,7	8,1	9,5	36	0	24.157
Niembro	ES8/33036999	4,4	5,9	6,7	7,7	7	0	4.914 (*)
Campisábalos	ES9/19061999	0,8	0,6	3,1	3,4	20	0	25.316
Cabo de Creus	ES10/17032999	0,5	0,5	5,4	6,1	44	2	31.162
Barcarrota	ES11/06016999	1,0	0,7	4,4	4,9	28	0	13.319
Zarra	ES12/46263999	0,9	1,3	3,8	4,0	32	0	27.747
Peñausende	ES13/49149999	1,5	1,4	4,0	4,4	24	0	24.788 (**)
Els Torms	ES14/25224999	0,9	1,1	4,8	5,3	37	0	26.861 (**)
Risco Llano	ES15/45153998	1,1	1,1	3,0	3,3	108	0	33.850 (**)
O Saviñao	ES16/27058999	3,0	2,8	5,5	6,1	13	0	9.725 (**)

(\*): Media cuatrianual 2000, 2001, 2002 y 2004. El 2003 no tiene el 90% de datos necesario marcado por la legislación.

(\*\*): Media cuatrianual 2001, 2002, 2003 y 2004.

Aerosoles - Medias Anuales 2004							
Nombre estación	Códigos	Aerosoles				Gases + Aerosoles	
		SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> (µg/m <sup>3</sup> )	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> (µg/m <sup>3</sup> )	PM <sub>10</sub> (µg/m <sup>3</sup> )	PM <sub>2,5</sub> (µg/m <sup>3</sup> )	HNO <sub>3</sub> + NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> (µg/m <sup>3</sup> )	NH <sub>3</sub> + NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> (µg/m <sup>3</sup> )
Víznar	ES7/18099999	0,80	0,49	24,39	11,07	0,39	0,70
Niembro	ES8/33036999	1,19	0,37	16,38	9,62	0,47	0,32
Campisábalos	ES9/19061999	0,56	0,26	13,22	8,40	0,27	1,24
Cabo de Creus	ES10/17032999	1,31	0,55	21,09	12,75	0,55	1,18
Barcarrota	ES11/06016999	0,83	0,28	18,57	10,67	0,31	0,48
Zarra	ES12/46263999	1,00	0,45	17,21	8,31	0,54	1,99
Peñausende	ES13/49149999	0,72	0,30	13,22	8,45	0,19	1,42
Els Torms	ES14/25224999	1,31	0,62	22,23	12,58	0,62	5,24
Risco Llano	ES15/45153998	0,63	0,35	15,87	8,23	0,33	0,71
O Saviñao	ES16/27058999	1,02	0,24	13,28	9,14	0,27	1,08

Fuente: Dirección General de Calidad y Evaluación Ambiental. Ministerio de Medio Ambiente

Análisis de la Precipitación - Medias Anuales de 2004												
Nombre estación	Códigos	pH	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> (mgS/l)	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> (mgN/l)	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> (mgN/l)	Na <sup>+</sup> (mg/l)	Mg <sup>2+</sup> (mg/l)	Ca <sup>2+</sup> (mg/l)	Cl <sup>-</sup> (mg/l)	H <sup>+</sup> (μeq/l)	K <sup>+</sup> (mg/l)	Cond (μS/cm)
Víznar	ES7/18099999	6,3	0,65	0,34	0,24	0,38	0,17	1,06	0,92	0,52	0,17	13,52
Niembro	ES8/33036999	4,3	1,33	1,68	0,57	7,12	0,80	0,95	9,31	47,5 5	0,38	73,89
Campisábalos	ES9/19061999	5,3	0,46	0,48	0,23	0,30	0,08	1,36	0,97	4,88	0,11	13,83
Barcarrota	ES11/06016999	6,3	0,46	0,22	0,69	1,01	0,17	1,25	2,05	0,46	0,53	20,12
Zarra	ES12/46263999	6,4	0,73	0,64	0,26	0,60	0,76	3,63	2,53	0,44	0,18	30,69
Peñausende	ES13/49149999	5,4	0,34	0,23	0,19	0,47	0,08	0,56	2,97	4,29	0,14	10,31
Els Torms	ES14/25224999	6,6	0,84	0,75	0,40	0,46	0,29	3,18	0,73	0,25	0,31	27,08
Risco Llano	ES15/45153998	6,3	0,52	0,36	0,46	0,42	0,08	0,62	0,74	0,48	0,12	12,01
O Saviñao	ES16/27058999	6,1	0,55	0,29	0,53	1,32	0,16	0,58	1,94	0,81	0,23	18,42

Fuente: Dirección General de Calidad y Evaluación Ambiental. Ministerio de Medio Ambiente

Metales pesados en PM <sub>10</sub> (filtros de fibra de vidrio)- Medias Mensuales y Anuales de 2004						
PERIODO	Niembro (ES8)			Campisábalos (ES9)		
	Pb (ng/m <sup>3</sup> )	Cd (ng/m <sup>3</sup> )	Cu (ng/m <sup>3</sup> )	Pb (ng/m <sup>3</sup> )	Cd (ng/m <sup>3</sup> )	Cu (ng/m <sup>3</sup> )
Enero	1,10	0,04	13,88	0,63	0,03	6,45
Febrero	6,47	0,14	7,43	1,98	0,09	40,55
Marzo	11,14	0,33	39,53	1,76	0,10	59,28
Abril	4,72	0,08	3,70	0,76	0,08	18,23
Mayo	18,52	0,26	21,80	2,71	0,05	23,20
Junio	9,18	0,10	26,95	2,66	0,04	74,90
Julio	3,36	0,07	38,43	2,60	0,04	103,90
Agosto	2,56	0,03	21,30	1,45	0,02	50,75
Septiembre	3,55	0,05	13,40	1,69	0,03	29,03
Octubre	1,39	0,05	18,33	0,99	0,05	14,53
Noviembre	26,03	0,11	26,40	2,24	0,03	53,98
Diciembre	3,90	0,04	18,53	0,74	0,02	5,53
ANUAL	7,04	0,09	21,70	1,68	0,05	39,82

Fuente: Dirección General de Calidad y Evaluación Ambiental. Ministerio de Medio Ambiente

Amoníaco gaseoso- Medias Mensuales y Anuales de 2004		
PERIODO	Niembro (ES8)	Campisábalos (ES9)
Agosto	3,41	2,09
Septiembre	3,15	0,57
Octubre	1,26	0,41
Noviembre	0,96	0,48
Diciembre	0,82	0,05
ANUAL (*)	1,92	0,72

\*: Las medias anuales no son representativas por corresponder a un período de sólo cinco meses.

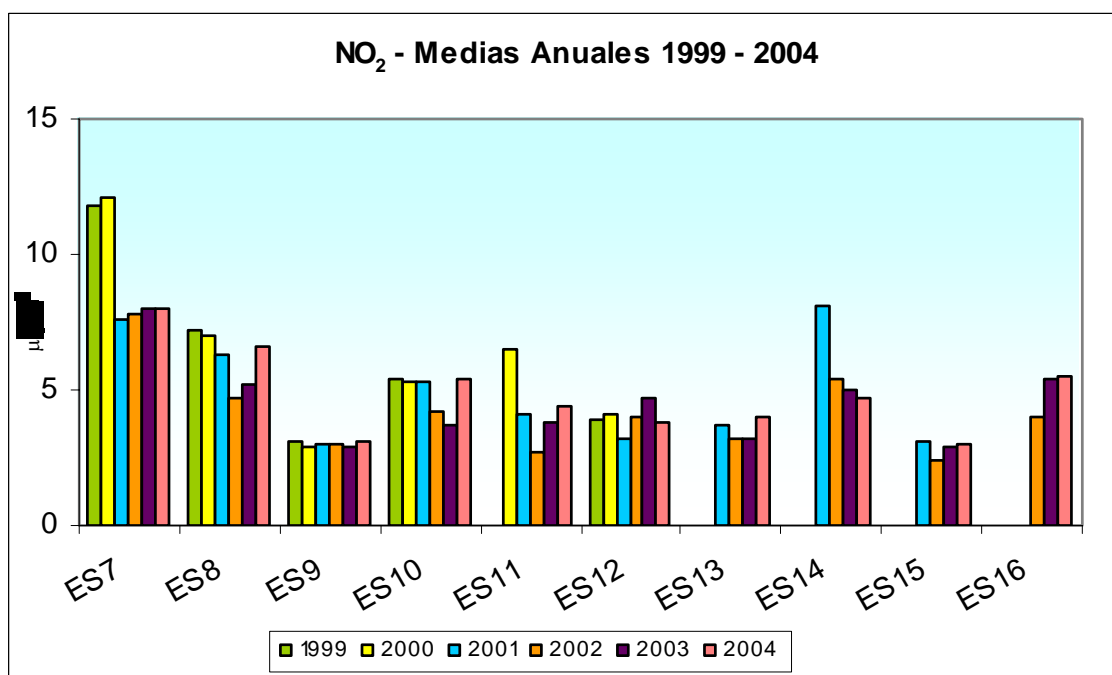
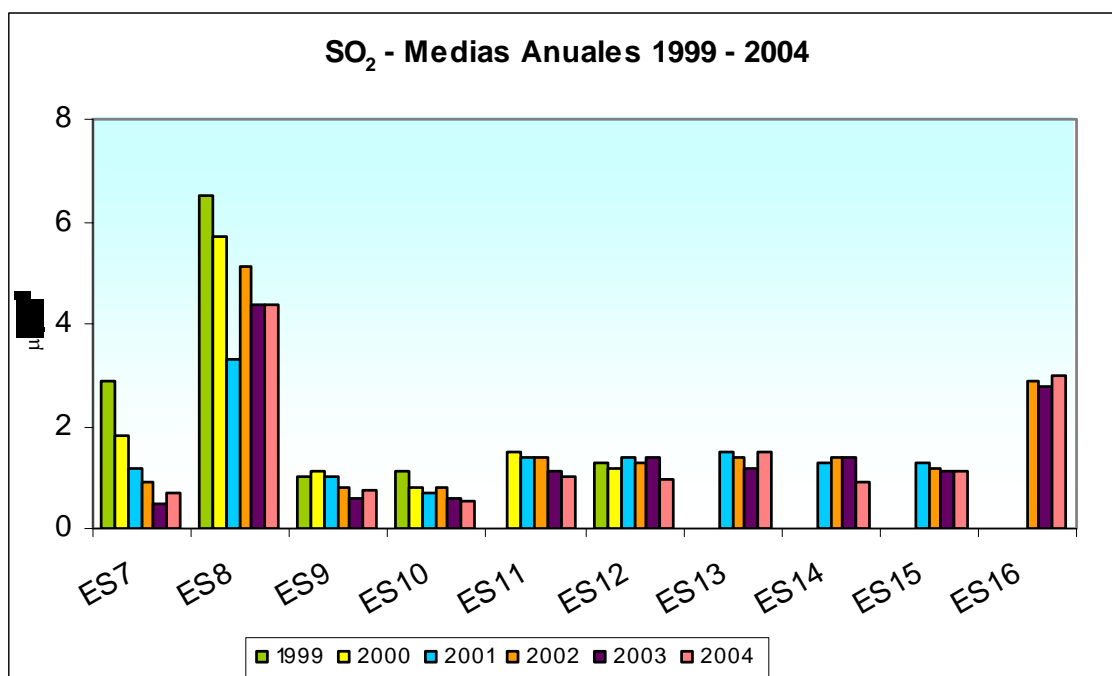
Fuente: Dirección General de Calidad y Evaluación Ambiental. Ministerio de Medio Ambiente

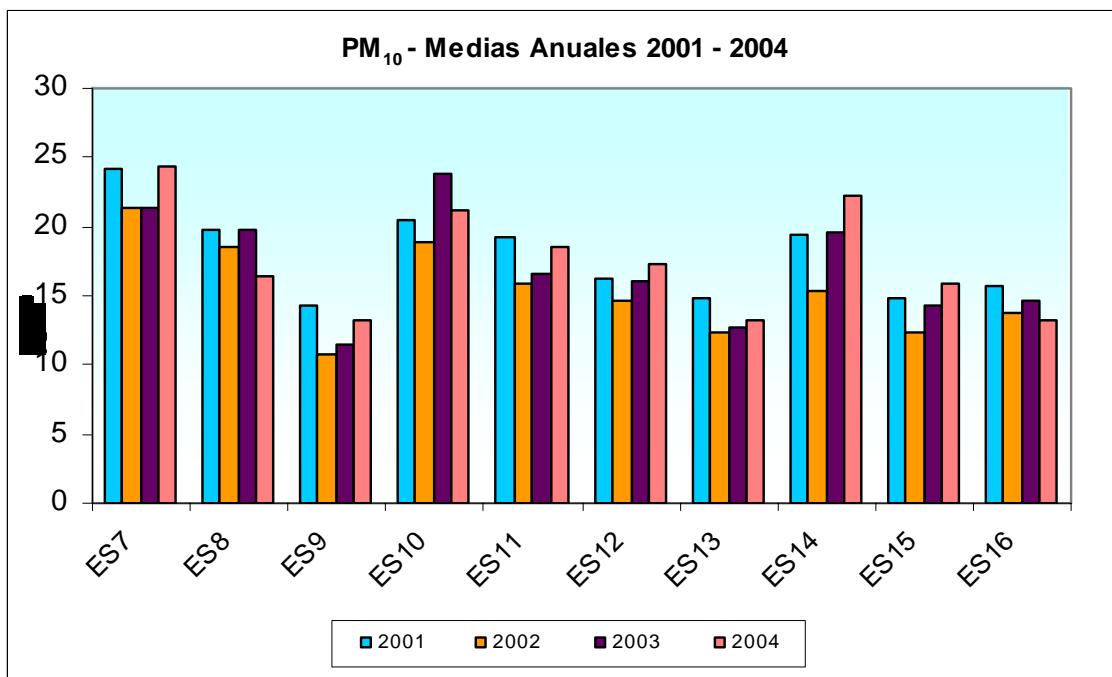
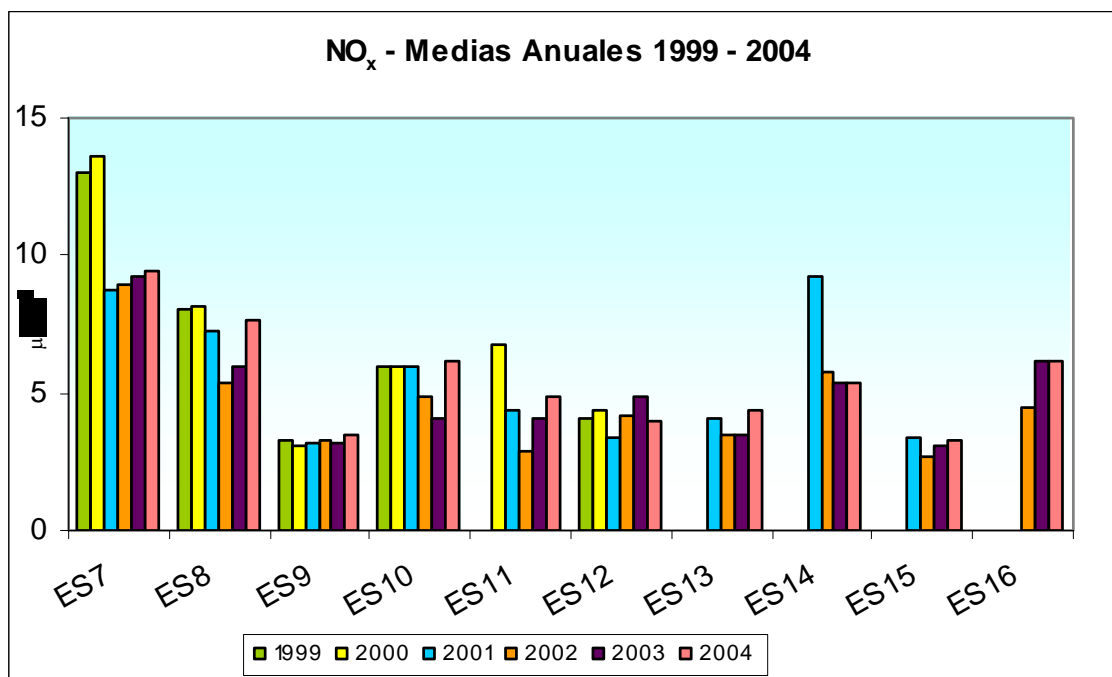
Compuestos Orgánicos Volátiles (COV) - Medias Anuales de 2004					
Campisábalos (ES9)					
HIDROCARBUROS LIGEROS (ppb)					
COMPUESTO	VALOR	COMPUESTO	VALOR	COMPUESTO	VALOR
Etano	0,84	1- Buteno	0,03	Hexano	0,30
Eteno	0,23	c-2 Buteno	0,17	Isopreno	0,06
Propano	0,38	1,3-Butadieno	0,04	1- Hexeno	0,03
Butano	0,18	t-2 Penteno	0,02	Heptano	0,04
Acetileno	0,11	1- Penteno	0,08	Benceno	0,10
t-2 Buteno	0,02	c-2 Penteno	0,06	Tolueno	0,34
COMPUESTOS CARBONILICOS (ALDEHÍDOS Y CETONAS) (ng/l)					
COMPUESTO	VALOR	COMPUESTO	VALOR	COMPUESTO	VALOR
Formaldehído	0,66	Crotonaldehído	0,08	Benzaldehído	0,17
Acetaldehído	0,55	2- Butanona	0,15	Pentanal	0,18
Acetona + Acroleína	1,77	Metacroleína	1,70	Tolualdehído	0,15
Propanal	0,08	Butanal	0,22	Hexanal	0,47

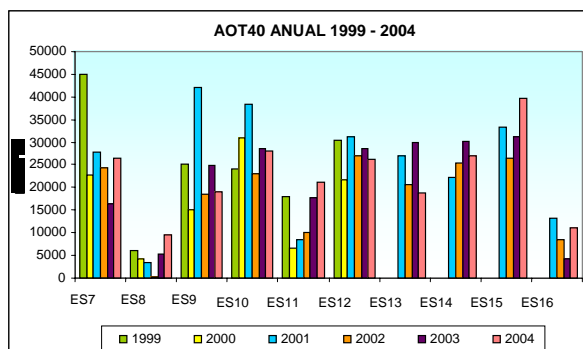
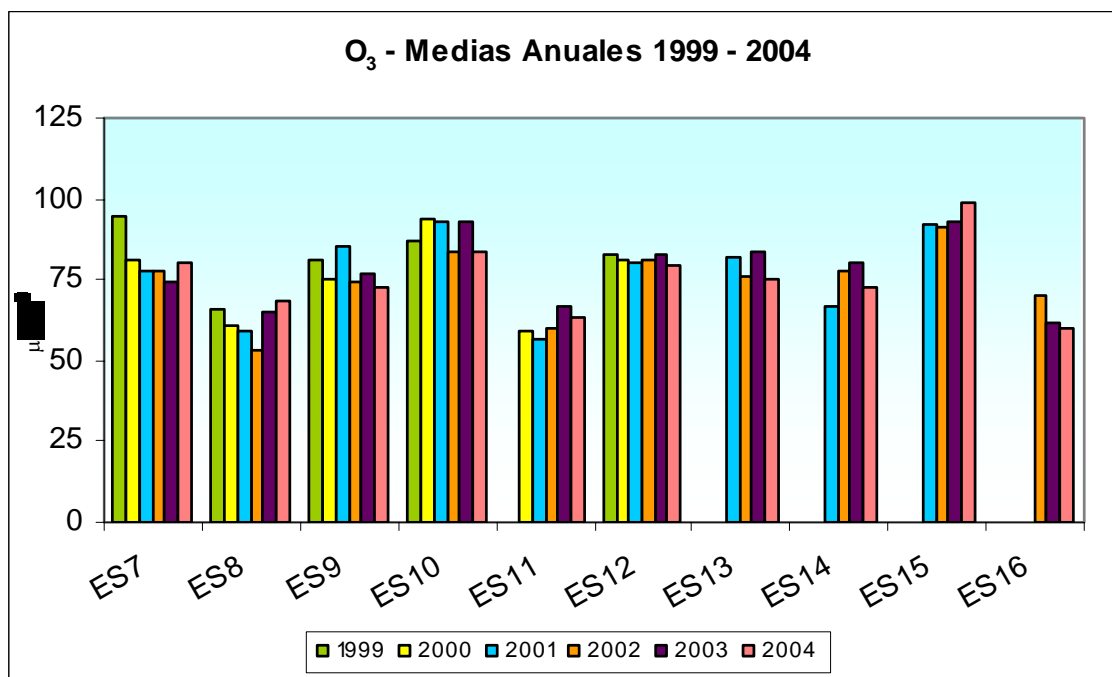
Fuente: Dirección General de Calidad y Evaluación Ambiental. Ministerio de Medio Ambiente



A continuación se observa, en una serie de gráficos, la evolución de las medias anuales de SO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, O<sub>3</sub> y AOT40, desde 1999 a 2004, y de PM<sub>10</sub>, desde 2001 a 2004, en todas las estaciones EMEP.







\*: En el año 2001 se comenzó a medir partículas en el mes de marzo. Se incluye el valor de las medias anuales correspondiente al periodo marzo-diciembre  
Fuente: Dirección General de Calidad y Evaluación Ambiental. Ministerio de Medio Ambiente

## Campañas especiales de medidas de 2004

Se presentan a continuación los datos correspondientes a las campañas llevadas a cabo a lo largo del año 2004.

- **AMONIACO:** Campaña realizadas del 5 a 11 de julio de 2004. Todas las estaciones. De las 70 muestras analizadas sólo hay dos por encima del límite de cuantificación ( $0,24 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ).
- **METALES PESADOS:** Datos diarios en  $\text{PM}_{10}$ , utilizando filtros de fibra de cuarzo.

CAMPAÑA METALES PESADOS (VERANO)							
	Pb ( $\text{ng}/\text{m}^3$ )	Cd ( $\text{ng}/\text{m}^3$ )	As ( $\text{ng}/\text{m}^3$ )	Ni ( $\text{ng}/\text{m}^3$ )	Cu ( $\text{ng}/\text{m}^3$ )	Cr ( $\text{ng}/\text{m}^3$ )	Zn ( $\text{ng}/\text{m}^3$ )
LD (límite de detección) *	0,19	0,02	0,10	0,83	0,18	1,55	5,28
NIEMBRO (ES8) (5 – 11 julio) (7 muestras)							
Media	2,06	0,03	0,09	1,05	26,62	0,93	47,02
Máximo	7,22	0,06	0,19	1,99	39,86	1,81	88,07
Mínimo	0,37	0,01	0,05	0,42	14,83	0,78	12,05
CAMPISÁBALOS (ES9) (5 – 11 julio) (7 muestras)							
Media	2,10	0,03	0,14	1,15	62,36	1,10	64,94
Máximo	3,60	0,06	0,27	3,22	105,88	2,15	73,20
Mínimo	0,70	0,01	0,05	0,42	7,44	0,78	53,55

CAMPAÑA METALES PESADOS (INVIERNO)							
NIEMBRO (ES8) (13 – 19 diciembre) (7 muestras)							
	Pb (ng/m³)	Cd (ng/m³)	As (ng/m³)	Ni (ng/m³)	Cu (ng/m³)	Cr (ng/m³)	Zn (ng/m³)
Media	6,04	0,06	0,23	1,55	18,01	**	13,36
Máximo	19,04	0,17	0,76	4,76	34,30		26,89
Mínimo	1,08	0,01	0,05	0,42	7,42		2,64
CAMPISÁBALOS (ES9) (13 – 19 diciembre) (6 muestras)							
Media	1,30	0,01	0,07	0,56	68,88	**	4,58
Máximo	2,42	0,04	0,12	0,96	227,75		6,50
Mínimo	0,38	0,01	0,05	0,42	0,09		2,64

\*: Marca el valor mínimo que puede detectar el método de análisis del laboratorio. Si una muestra tiene un valor inferior, se le asigna  $\frac{1}{2}$  LD.

\*\*: Todas las muestras están por debajo del LD.

- **MERCURIO:** Datos horarios automáticos de Hg gaseoso total y datos diarios en  $\text{PM}_{10}$  de Hg particulado.

CAMPAÑAS DE MEDICIÓN DE MERCURIO			
$\text{ng}/\text{m}^3$	NIEMBRO (ES8)		CABO DE CREUS (ES10)
	Hg gaseoso total	Hg particulado	Hg gaseoso total
Periodo de muestreo	05/05-17/05	05/05-17/05	13/01- 01/02
Número de muestras válidas	310	12	336
Media	1,38	0,007	1,69
Máximo	2,78	0,017	2,61
Mínimo	0,81	0,003	1,15

- **CATIONES BÁSICOS EN PM<sub>10</sub>:-** Datos diarios en PM<sub>10</sub>

<b>CAMPAÑA DE CATIONES BÁSICOS EN PM<sub>10</sub> (9 ESTACIONES)</b>					
	<b>µg/m<sup>3</sup></b>	<b>SODIO</b>	<b>MAGNESIO</b>	<b>CALCIO</b>	<b>POTASIO</b>
<b>ES7</b>	Periodo de muestreo: 19-25/04/04				
	Media	1,02	0,087	0,50	0,28
	Máximo	0,75	1,176	0,77	0,55
	Mínimo	0,52	0,040	0,16	0,11
<b>ES9</b>	Periodo de muestreo: 19-25/04/04				
	Media	0,54	0,031	0,26	0,05
	Máximo	0,87	0,048	0,47	0,07
	Mínimo	0,14	0,024	0,09	0,03
<b>ES10</b>	Periodo de muestreo: 19-25/04/04				
	Media	2,31	0,255	0,28	0,23
	Máximo	3,50	0,384	0,41	0,36
	Mínimo	1,09	0,105	0,21	0,10
<b>ES11</b>	Periodo de muestreo: 19-25/04/04				
	Media	1,09	0,102	0,20	0,16
	Máximo	3,06	0,351	0,30	0,25
	Mínimo	0,50	0,029	0,12	0,08
<b>ES12</b>	Periodo de muestreo: 19-25/04/04				
	Media	0,78	0,059	0,38	0,17
	Máximo	1,28	0,096	0,67	0,38
	Mínimo	0,52	0,037	0,19	0,08
<b>ES13</b>	Periodo de muestreo: 19-25/04/04				
	Media	0,86	0,046	0,16	0,08
	Máximo	1,21	0,074	0,24	0,13
	Mínimo	0,69	0,026	0,11	0,06
<b>ES14</b>	Periodo de muestreo: 19-25/04/04				
	Media	0,95	0,078	0,86	0,17
	Máximo	1,42	0,103	1,37	0,31
	Mínimo	0,52	0,046	0,46	0,09
<b>ES15</b>	Periodo de muestreo: 19-25/04/04				
	Media	0,61	0,043	0,22	0,12
	Máximo	0,80	0,072	0,51	0,20
	Mínimo	0,36	0,026	0,12	0,06
<b>ES16</b>	Periodo de muestreo: 12-18/04/04				
	Media	0,85	0,067	0,20	0,21
	Máximo	1,59	0,175	0,38	0,40
	Mínimo	0,48	0,026	0,10	0,08

- **HIDROCARBUROS AROMÁTICOS POLICÍCLICOS:** Valores determinados a partir de filtros recogidos diariamente.

CAMPAÑAS DE MEDICIÓN DE HAP – NIEMBRO (ES8)					
ng/m <sup>3</sup>	Período de muestreo	Número de muestras válidas	Media	Máximo	Mínimo
Naftaleno	12-19/12	6	**		
Acenaftileno		6	**		
Acenafteno		6	**		
Fluoreno		6	**		
Fenantreno		6	0,05	0,12	0,02
Antraceno		6	0,004	0,005	0,003
Fluoranteno		6	0,08	0,32	0,01
Pireno		6	0,10	0,22	0,001
Benzo-a-antraceno		6	0,19	0,25	0,07
Criseno		6	0,06	0,15	0,03
Benzo-b-fluoranteno		6	0,10	0,32	0,03
Benzo-k-fluoranteno		6	0,05	0,12	0,03
Benzo-a-pireno		6	0,05	0,10	0,03
Indeno-1.2.3-c.d-pireno		6	0,04	0,14	0,01
Dibenzo-a.h-antraceno		6	0,04	0,05	0,03
Benzo-g.h.i-perileno		6	0,04	0,13	0,01

\*: Marca el valor mínimo que puede detectar el método de análisis del laboratorio. Si una muestra tiene un valor inferior, se le asigna ½ LD.

Naftaleno: 0,1 ng/m<sup>3</sup>

Acenaftileno: 0,1 ng/m<sup>3</sup>

Acenafteno: 0,1 ng/m<sup>3</sup>

Fluoreno: 0,03 ng/m<sup>3</sup>

Benzo(A)-Antraceno: 0,05 ng/m<sup>3</sup>

\*\* : Todas las muestras están por debajo del LD.

## **2.2 INVENTARIOS DE EMISIONES DE CONTAMINANTES A LA ATMÓSFERA**

### **Introducción**

En el año 2004 se han actualizado y revisado las series temporales del Inventario Nacional de Emisiones de Contaminantes a la Atmósfera, disponiéndose de la serie anual homogénea para el periodo 1990-2003. La finalidad principal de los inventarios es, por una parte, estimar las emisiones para el diseño de políticas ambientales y, por otra, atender las demandas crecientes de información para hacer frente a los compromisos asumidos por España tanto nacionales como internacionales (Convenio Marco sobre el Cambio Climático y Protocolo de Kioto; Convenio de Ginebra sobre Contaminación Transfronteriza a Larga Distancia, Directivas de la Unión Europea, etc.), así como las demandas de las instituciones, de los colectivos sectoriales y profesionales y de la población en general.

El inventario español cubre prácticamente la totalidad de las actividades contempladas en la versión más actualizada (SNAP-97) de la denominada nomenclatura SNAP (acrónimo inglés de Selected Nomenclature for Air Pollution) desarrollada en el proyecto europeo EMEP/CORINAIR y que ha sido armonizada con la IPCC/OCDE del Grupo Intergubernamental sobre el Cambio Climático y la Organización de Cooperación y Desarrollo Económico, y con la NFR (acrónimo inglés de Nomenclature for Reporting) desarrollada en el marco de la Comisión Económica para Europa de Naciones Unidas para informar al Convenio de Ginebra y al Programa EMEP derivado de aquella. La SNAP-97 se estructura en tres niveles jerárquicos denominados: Grupo, Subgrupo, Actividad.

El nivel superior, **Grupo**, consta de 11 divisiones que reflejan las grandes categorías de actividades antropogénicas y naturales que son:

- Generación de electricidad (uso público) vía térmica convencional y cogeneración.
- Combustión comercial, institucional y residencial.
- Combustión industrial.
- Procesos industriales sin combustión directa.
- Extracción, primer tratamiento y distribución de combustibles fósiles.
- Uso de disolventes orgánicos.
- Transporte por carretera.
- Otros modos de transporte.
- Tratamiento y eliminación de residuos.
- Agricultura y ganadería.
- Naturaleza.

El nivel intermedio, **Subgrupo**, divide al anterior en 76 clases que reflejan la estructura de las actividades emisoras de acuerdo con sus especificaciones tecnológicas y socioeconómicas.

El nivel más desagregado, **Actividad**, contabiliza un total de **430 actividades/subgrupos emisores o captadores de gases atmosféricos**.

La relación de **contaminantes** está formada por los grupos siguientes: acidificadores, precursores del ozono y gases de efecto invernadero ( $\text{SO}_2$ ,  $\text{NO}_x$ ,  $\text{NH}_3$ ,  $\text{CO}$ ,  $\text{COVM}$ ,  $\text{CH}_4$ ,  $\text{CO}_2$ ,  $\text{N}_2\text{O}$ ,  $\text{HFC}$ ,  $\text{PFC}$ ,  $\text{SF}_6$ , ); metales pesados (As, Cd, Cr, Cu, Hg, Ni, Pb, Se y Zn); material particulado (partículas en suspensión totales, partículas con diámetro inferior a  $10\text{ }\mu\text{m}$  ( $\text{PM}_{10}$ ) y partículas con diámetro inferior a  $2,5\text{ }\mu\text{m}$  ( $\text{PM}_{2,5}$ ); y contaminantes orgánicos persistentes (hexaclorociclohexano, pentaclorofenol, hexaclorobenceno, tetraclorometano, tricloroetileno, triclorobenceno, tricloroetano, dioxinas-furanos, e hidrocarburos aromáticos policíclicos).

En cuanto a la **dimensión temporal**, el inventario se elabora con periodicidad anual y en referencia a la **dimensión espacial** la prioridad es que el Inventario resulte lo más representativo posible a nivel del conjunto del territorio español, pero la unidad geográfica más elemental considerada es la de la provincia.

Asociado también a la dimensión espacial se diferencia en el inventario básicamente las dos categorías siguientes de fuentes emisoras, fuentes superficiales y fuentes puntuales:

- Las **fuentes superficiales** se componen en general de diversas unidades emisoras (actividades del sector primario como las agrícola-ganaderas y las extractivas, instalaciones industriales, establecimientos y unidades comerciales y residenciales, espacios naturales) que por su reducida significación individual o por la forma en que se presenta su información de base (desglose sólo disponible por unidades territoriales) han de tratarse de forma agregada sobre una determinada área geográfica, la provincia en el inventario español.
- Las **fuentes puntuales** son aquellas que por su significación para el inventario deben tratarse de forma individualizada. Estas fuentes puntuales, denominadas grandes focos puntuales, se localizan por medio de las coordenadas geográficas o sus proyecciones correspondientes. Tienen consideración de foco puntual las centrales térmicas, las refinerías, las plantas de siderurgia integral, las plantas de alúmina y aluminio, las papeleras, las incineradoras y los grandes aeropuertos.

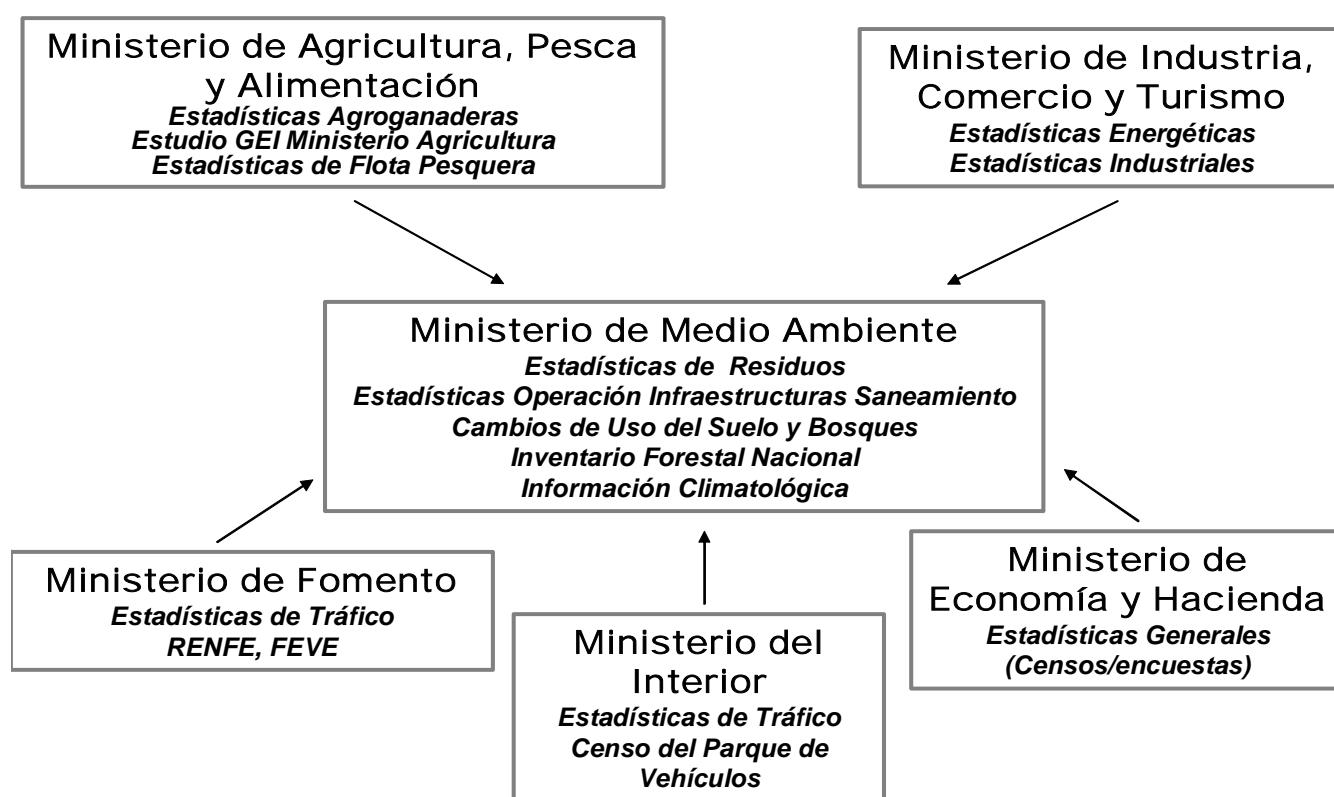
La **recopilación de la información** se organiza en función de la naturaleza de las actividades (fuentes) emisoras y de la disponibilidad de datos sobre las mismas. Básicamente, en el proceso de recogida de información se utilizan uno o varios de los siguientes canales:

- Cuestionarios a centros emisores. Esta vía se articula principalmente para recoger la información de los grandes focos puntuales.
- Cuestionarios a asociaciones empresariales e institutos tecnológicos sectoriales. Esta vía completa la anterior respecto a focos puntuales y se extiende especialmente a las fuentes superficiales tratadas a nivel de conjunto de sector de actividad.
- Información recibida de diversos Departamentos de la Administración. Dada su importancia se ilustra en la figura 1 el esquema organizativo de aportación de información para el inventario por parte de los diversos Departamentos Ministeriales.



- Fuentes de información estadística general y sectorial.
- Estudios sectoriales-medioambientales.
- Entrevistas en profundidad a expertos de determinados sectores y procesos.

## APORTACIÓN DE INFORMACIÓN POR DEPARTAMENTOS MINISTERIALES



### Síntesis de información

En los siguientes cuadros se muestran, para el año 2003, las emisiones por grupo SNAP de actividad de todos los contaminantes inventariados.

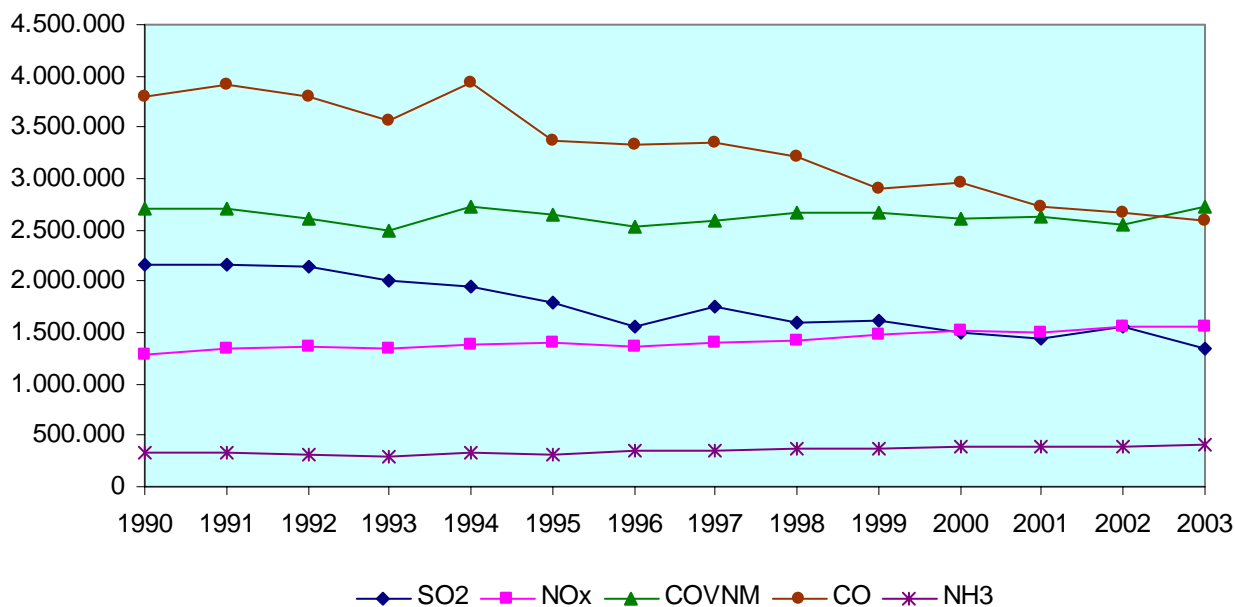
SECTORES A NIVEL DE GRUPO		ACIDIFICADORES, PRECURSORES DE OZONO Y GASES DE EFECTO INVERNADERO										
		SOx (t)	NOx (t)	COVM (t)	CH4 (t)	CO (t)	CO2 (kt)	N2O (t)	NH3 (t)	SF6 (kg)	HFC (kg)	PFC (kg)
01	Combustión en la producción y transformación de energía	973.553	329.447	8.534	6.026	38.773	105.232	1.985	99			
02	Plantas de combustión no industrial	44.110	42.344	39.896	30.613	489.700	26.867	823				
03	Plantas de combustión industrial	212.319	249.666	19.441	6.411	152.538	63.534	1.785				
04	Procesos industriales sin combustión	41.045	13.004	213.687	4.128	351.087	26.210	6.340	14.866		164.110	28.401
05	Extracción y distribución de combustibles fósiles y energía geotérmica			57.600	85.688		0					
06	Uso de disolventes y otros productos			516.258			1.316	1.149	700	12.383	1.493.200	11.028
07	Transporte por carretera	12.860	546.018	222.174	9.012	1.140.538	87.135	7.414	7.011			
08	Otros modos de transporte y maquinaria móvil	42.465	278.154	33.525	883	77.017	20.727	700	32			
09	Tratamiento y eliminación de residuos	14.155	8.727	27.338	482.767	76.605	905	3.972	25.470			
10	Agricultura	546	51.256	305.721	1.139.333	51.141		53.749	351.196			
11	Otras fuentes y sumideros (naturaleza)	1.508	43.378	1.291.171	48.925	216.803		12.580	3.760			
TOTAL SECTORES		1.342.562	1.561.993	2.735.346	1.813.786	2.594.202	331.927	90.497	403.134	12.383	1.657.310	39.430

SECTORES A NIVEL DE GRUPO		METALES PESADOS									PARTÍCULAS		
		As (kg)	Cd (kg)	Cr (kg)	Cu (kg)	Hg (kg)	Ni (kg)	Pb (kg)	Se (kg)	Zn (kg)	PM <sub>2,5</sub> (t)	PM <sub>10</sub> (t)	PST (t)
01	Combustión en la producción y transformación de energía	5.515	5.038	14.966	10.573	6.268	171.736	7.649	5.291	22.860	14.296	26.014	36.860
02	Plantas de combustión no industrial	502	269	671	502	163	1.225	1.026	269	269	23.494	25.024	26.831
03	Plantas de combustión industrial	12.812	5.975	22.002	77.504	12.671	79.884	178.508	94.285	388.138	17.237	33.676	43.731
04	Procesos industriales sin combustión	200	3.835	1.983	5.081	3.802	3.262	72.752	9	282.685	4.945	9.488	12.078
05	Extracción y distribución de combustibles fósiles y energía geotérmica										156	1.416	3.101
06	Uso de disolventes y otros productos												
07	Transporte por carretera		3.457	13.315	137.165		13.473	32.340	276	1.466.057	34.326	38.240	44.642
08	Otros modos de transporte y maquinaria móvil	306	77	404	9.374	48	16.580	181	416	6.187	38.528	38.528	38.528
09	Tratamiento y eliminación de residuos	160	253	572	1.006	444	215	1.947	22	29.357	3.846	4.485	6.338
10	Agricultura										7.687	35.533	94.866
11	Otras fuentes y sumideros (naturaleza)												
TOTAL SECTORES		19.495	18.903	53.912	241.204	23.395	286.375	294.403	100.568	2.195.552	144.515	212.405	306.976

SECTORES A NIVEL DE GRUPO	CONTAMINANTES ORGÁNICOS PERSISTENTES									
	HCH (kg)	PCP (kg)	HCB (kg)	TCM (kg)	TRI (kg)	PER (kg)	TCB (kg)	TCE (kg)	DIOX (g)	HAP (kg)
01 Combustión en la producción y transformación de energía									4	168
02 Plantas de combustión no industrial									31	19.719
03 Plantas de combustión industrial									59	50.223
04 Procesos industriales sin combustión		89	512	157		4.073			25	46.952
05 Extracción y distribución de combustibles fósiles y energía geotérmica										
06 Uso de disolventes y otros productos					4.803.224	6.659.958				8
07 Transporte por carretera									5	2.358
08 Otros modos de transporte y maquinaria móvil			0						5	809
09 Tratamiento y eliminación de residuos		26	4						6	21.925
10 Agricultura	9.992		5.629						2	27.497
11 Otras fuentes y sumideros (naturaleza)										11.730
<b>TOTAL SECTORES</b>	<b>9.992</b>	<b>114</b>	<b>6.145</b>	<b>157</b>	<b>4.803.224</b>	<b>6.664.031</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>137</b>	<b>181.389</b>

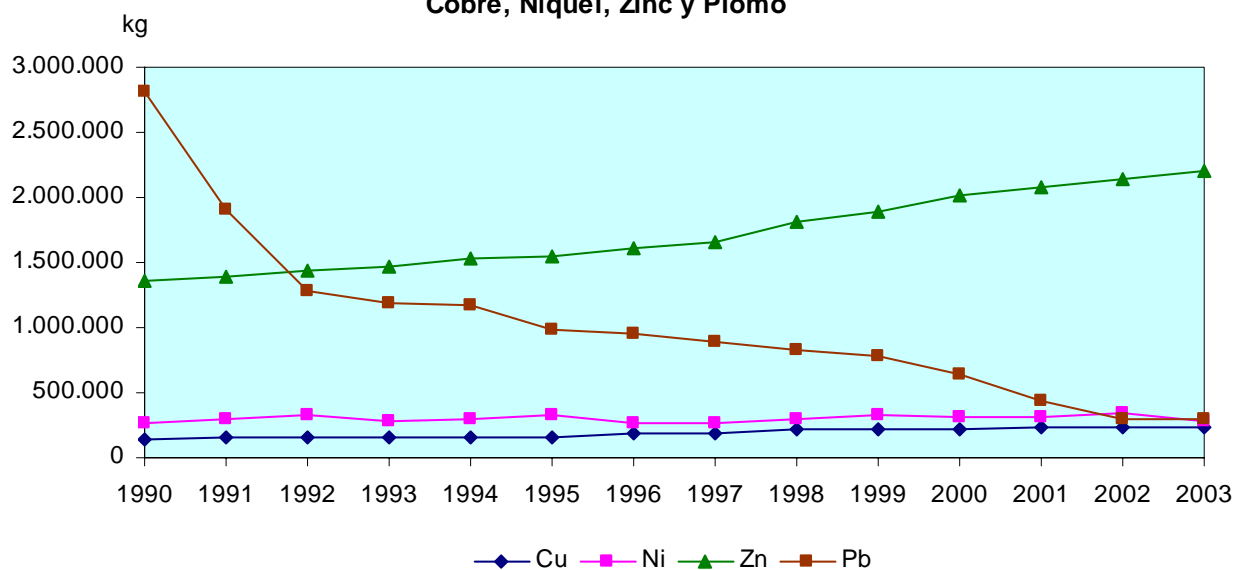
Los gráficos que a continuación se muestran representan, en masa de cada gas y para el periodo 1990-2003, la evolución de las emisiones de los contaminantes inventariados

**Gráfico Amoníaco, Óxidos de Nitrógeno, Óxidos de Azufre, Compuestos Orgánicos Volátiles no Metánicos, Monóxido de Carbono y Amoníaco**  
t

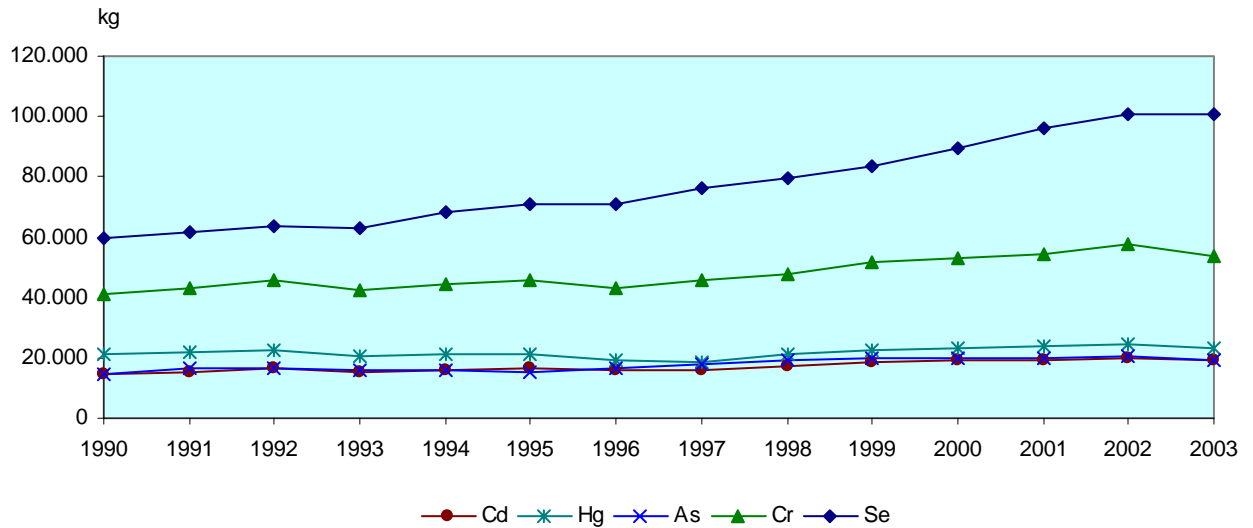


	1990	1995	1999	2000	2001	2002	2003
Unidades: toneladas							
SO2	2.168.230	1.797.397	1.608.694	1.491.701	1.447.745	1.551.974	1.342.562
NOx	1.291.921	1.395.690	1.486.100	1.524.058	1.500.008	1.564.002	1.561.993
COVNM	2.706.495	2.654.263	2.670.614	2.616.833	2.622.773	2.544.893	2.735.346
CO	3.805.959	3.376.498	2.898.570	2.961.720	2.717.880	2.670.152	2.594.202
NH3	332.777	309.859	373.203	393.321	387.367	389.213	403.134

**Cobre, Níquel, Zinc y Plomo**

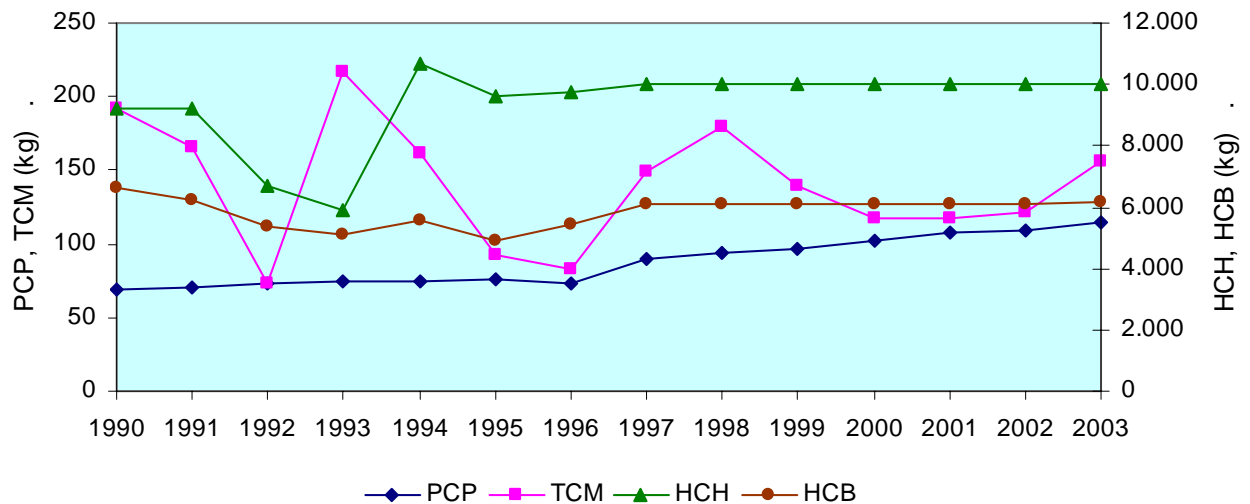


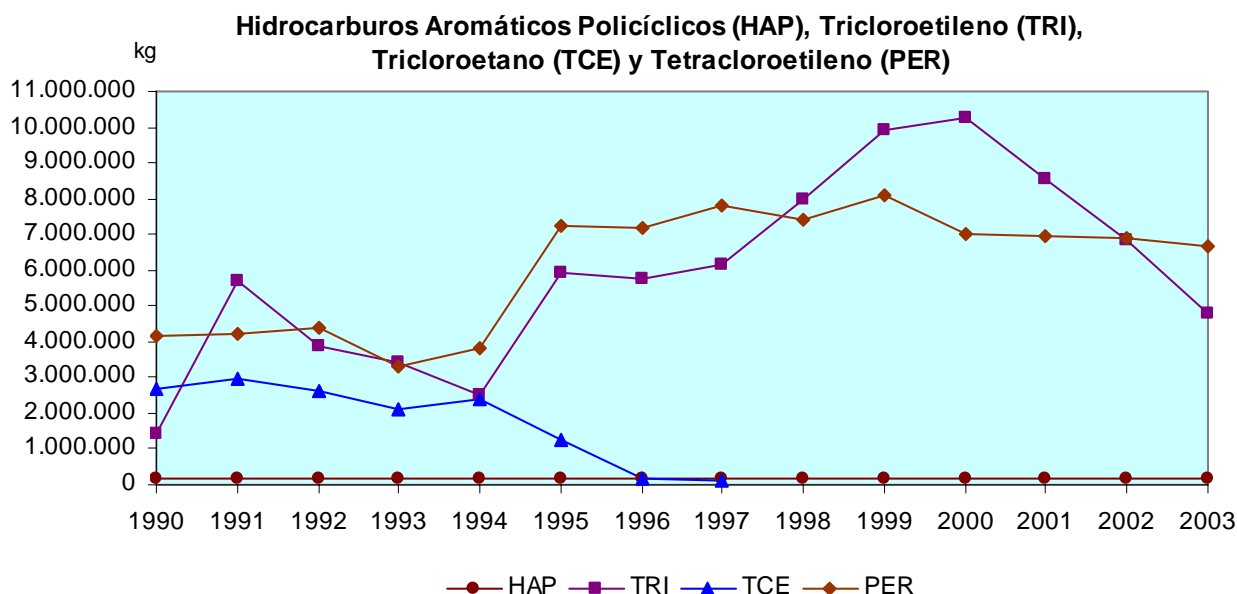
**Grafico Cadmio, Mercurio, Arsénico, Cromo y Selenio**



	1990	1995	1999	2000	2001	2002	2003
Unidades: kilogramos							
<b>Cu</b>	144.397	157.441	217.289	224.838	231.086	237.148	241.204
<b>Ni</b>	269.447	325.423	329.037	313.692	316.488	337.758	286.375
<b>Zn</b>	1.353.049	1.547.928	1.897.582	2.021.451	2.079.007	2.138.537	2.195.552
<b>Pb</b>	2.810.874	981.875	775.150	646.802	432.878	296.702	294.403
<b>Cd</b>	14.580	16.400	18.578	18.939	19.352	20.127	18.903
<b>Hg</b>	21.468	21.046	22.756	23.292	24.112	24.624	23.395
<b>As</b>	14.641	15.301	19.761	19.976	19.693	20.728	19.495
<b>Cr</b>	40.834	45.925	51.525	53.074	54.405	57.394	53.912
<b>Se</b>	59.802	70.620	83.425	89.674	95.833	100.777	100.568

**Pentaclorofenol (PCP), Tetraclorometano (TCM),  
Hexaclorociclohexano (HCH) y Hexaclorobenceno (HCB)**





	1990	1995	1999	2000	2001	2002	2003
Unidades: kilogramos							
PCP	70	76	97	103	108	109	114
TCM	191	92	139	118	117	121	157
HCH	9.204	9.598	9.992	9.992	9.992	9.992	9.992
HCB	6.647	4.894	6.072	6.100	6.098	6.106	6.145
HAP	190.968	182.205	175.380	188.063	177.227	181.238	181.389
TRI	1.416.208	5.952.002	9.940.352	10.268.024	8.569.272	6.826.622	4.803.224
TCE	2.679.998	1.254.997					
PER	4.161.357	7.227.194	8.103.705	7.024.698	6.936.862	6.904.063	6.664.031

A continuación se comentan las cifras del último año disponible así como la evolución a lo largo del período 1990-2003 de los contaminantes más relevantes.

### Acidificadores y precursores de ozono

Las emisiones de óxidos de azufre se cifraron en 2003 en 1.343 kilotoneladas. Las grandes instalaciones de combustión, y especialmente las centrales térmicas de carbón, contribuyeron de manera significativa a estas emisiones. A lo largo del periodo 1990-2003, las emisiones de SO<sub>2</sub> han descendido en un 38%. Todos los sectores han contribuido a esta reducción, siendo de destacar por su nivel absoluto la bajada experimentada por el grupo de transformación de la energía, especialmente las centrales térmicas debido al abandono relativo de los combustibles con alto nivel de azufre, y en términos de cambio relativo el transporte por carretera, por la reducción sostenida en los niveles de azufre de los combustibles a lo largo de los años. Los dos sectores principales responsables de las emisiones de este contaminante son el de la producción de la energía que contribuye con un 73% y el de la combustión industrial con el 16%.

Las emisiones de óxidos de nitrógeno representaron, en el año 2003, 1.562 kilotoneladas, destacando el grupo de las fuentes móviles, el transporte en general contribuye con un 53%, y entre las fuentes estacionarias el sector de transformación de la energía y el de la combustión industrial les siguen en importancia con un 21% y un 16% respectivamente. En el caso de los óxidos de nitrógeno, la evolución en el periodo 1990-2003 se ha plasmado en un crecimiento del 21%, registrándose las mayores tasas de aumento en la combustión estacionaria a causa del aumento del consumo de combustibles propiciado por el aumento de la actividad socioeconómica. Una mención especial merecen los avances logrados en los últimos años en las nuevas tecnologías de reducción de emisiones consecuencia de la importante renovación del parque de vehículos de carretera lo que ha llevado a que las emisiones de este modo de transporte hayan crecido sólo ligeramente e incluso en este último año se hayan estabilizado, a pesar del fuerte aumento experimentado por este tráfico a lo largo del periodo.

Las emisiones de amoníaco en 2003 se cifraron en 403 kilotoneladas, con una contribución dominante, 87%, de la agricultura, y aportaciones muy inferiores del tratamiento de residuos (6%) y de los procesos industriales sin combustión (4%). La evolución de las emisiones de este gas a lo largo del periodo analizado refleja un crecimiento del 21%, debido a un crecimiento similar de la agricultura.

Las emisiones de los compuestos orgánicos volátiles no metánicos se situaron en el año 2003 en 2.735 kilotoneladas, estas emisiones son totales (origen antropogénico y no antropogénico); si descontamos el grupo SNAP 11 (naturaleza) y los COV biogénicos procedentes de la agricultura estaríamos alrededor de las 1.100 kilotoneladas de origen antropogénico. A lo largo del periodo 1990-2003 las emisiones de COVNM se han mantenido prácticamente estables, el aumento registrado en el último año se debe fundamentalmente a los compuestos de origen natural de los grupos 10 y 11 y al sector de uso de disolventes. El sector de transporte por carretera ha seguido reduciendo pero en menor cuantía que en años anteriores.

Las emisiones de monóxido de carbono se cifraron en 2003 en 2.594 kilotoneladas. Los sectores con mayor contribución a estas emisiones siguen siendo: el transporte por carretera con el 44%, la combustión residencial, comercial e institucional (19%) y los procesos industriales sin combustión (13%). Las emisiones de CO han descendido entre 1990 y 2003 en un 32%, resultado que ha sido en gran medida reflejo del importante descenso conseguido en las emisiones del transporte por carretera por los avances tecnológicos de los nuevos vehículos en lo que se refiere al control de estas emisiones. Adicionalmente, se han conseguido reducciones en otros sectores tales como: el tratamiento y eliminación de residuos, y en los procesos industriales tanto sin combustión como con ella. En conjunto, estos logros han contrarrestado los incrementos de producción y consumo asociado de combustibles experimentados en los sectores de transformación de la energía y en el de otros modos de transporte y maquinaria móvil.

### **Gases de efecto invernadero**

La cifra de la emisión de dióxido de carbono para el año 2003 es de 331.927 kilotoneladas; el incremento experimentado en el periodo considerado es de algo más del 45%. El 40% de la emisión de este contaminante se debe a las actividades de combustión en la producción y transformación de la energía (industrial y no industrial),



en segundo lugar se encuentran las emisiones procedentes del transporte por carretera, que representan un 26% del total, alcanzando el 32% con los otros modos de transporte; el resto del total de las emisiones corresponden al sector industrial (con y sin combustión) que aportan un 27%.

La emisión de metano en el año 2003 ha sido de 1.814 kilotoneladas. Los principales sectores emisores son la agricultura, con el 63%, y el tratamiento y eliminación de los residuos responsable de un 27% de la emisión. A lo largo del periodo 1990-2003 ha aumentado alrededor de un 30%.

La emisión de óxido nitroso ha sido en el año 2003 de 90.497 toneladas. El mayor porcentaje de emisiones corresponde a la agricultura con un 59%, con porcentajes cercanos al 10% están la industria y el transporte y el grupo de naturaleza presenta una emisión del 14%. El aumento de este contaminante en el período considerado ha sido de un 15%.

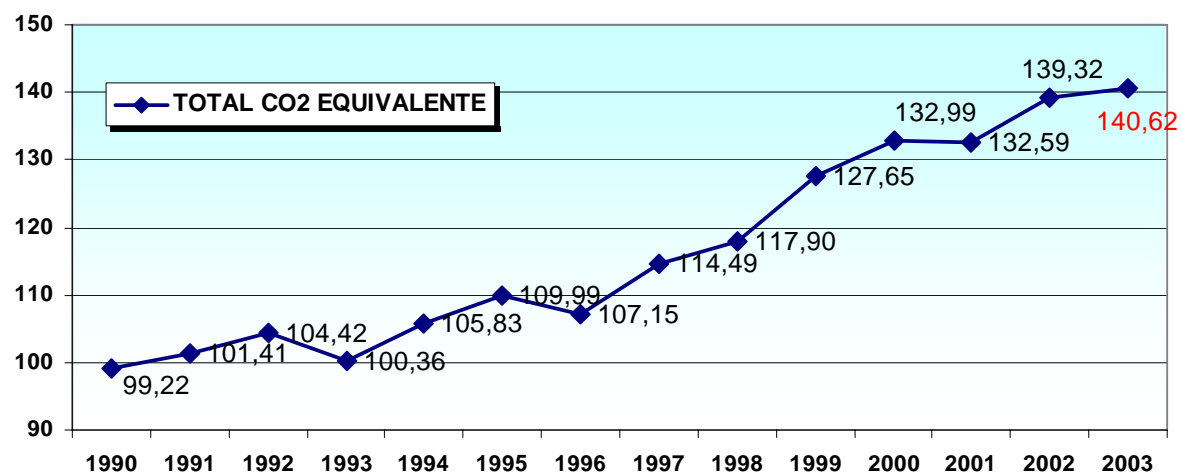
En el cuadro siguiente se muestra la evolución de las emisiones de los gases de efecto invernadero en unidades equivalentes de CO<sub>2</sub>, obteniéndose estas unidades al considerarse el potencial de calentamiento atmosférico de cada contaminante. El dióxido de carbono representa el 82'5% del total de las emisiones, el siguiente gas en orden de importancia es el metano con un 9'2% seguido del óxido nitroso con un 7% el resto, el 1'3%, es emitido por los gases fluorados.

En el *Grafico* que aparece a continuación se muestra el índice anual del total de las emisiones de los gases de efecto invernadero en unidades equivalentes de CO<sub>2</sub> a lo largo de todo inventariado situándose las emisiones, en el año 2003, un 40.62% por encima del año base.

Gases de Efecto Invernadero	Año Base <sup>(1)</sup>	1990	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003
CO <sub>2</sub> equivalente (Gg)											
CO <sub>2</sub>	228.404,80	228.404,80	255.452,76	242.717,67	262.554,61	270.830,95	295.897,70	308.245,83	310.461,31	331.081,69	331.926,97
CH <sub>4</sub>	27.846,76	27.846,76	30.568,54	32.049,12	32.922,46	34.071,14	34.411,94	35.416,38	36.296,63	36.714,99	37.061,99
N <sub>2</sub> O	24.251,88	24.251,88	23.074,50	25.669,66	24.980,95	25.657,11	26.811,93	28.007,46	26.802,59	26.379,99	27.936,49
HFCs	4.645,44	2.403,18	4.645,44	5.196,84	6.125,88	5.809,01	7.163,91	8.170,02	5.284,19	3.892,39	4.963,25
PFCs	832,51	882,92	832,51	797,02	820,09	769,48	704,21	411,71	239,77	264,02	267,31
SF <sub>6</sub>	106,01	67,11	106,01	113,94	134,52	153,45	198,48	224,58	226,73	254,82	295,94
<b>Total emisiones</b>	<b>286.087,41</b>	<b>283.856,65</b>	<b>314.679,75</b>	<b>306.544,25</b>	<b>327.538,52</b>	<b>337.291,14</b>	<b>365.188,17</b>	<b>380.475,98</b>	<b>379.311,22</b>	<b>398.587,89</b>	<b>402.451,95</b>

(1) Año Base = 1990 para CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> y N<sub>2</sub>O; y = 1995 para los gases fluorados.

**GRAFICO. ÍNDICE DE EVOLUCIÓN DE LAS EMISIONES DE LOS GASES DE EFECTO INVERNADERO**



## Análisis por Sectores de los gases de efecto invernadero

En el cuadro siguiente se recogen las estimaciones de las emisiones por sector de actividad, distinguiendo los siguientes grupos de la nomenclatura IPCC: procesado de la energía, procesos industriales, uso de disolventes y otros productos, agricultura, y tratamiento y eliminación de residuos. En la parte superior de la tabla se muestran las emisiones en términos absolutos (Gg CO<sub>2</sub>-e) y en la parte inferior las contribuciones porcentuales a las emisiones brutas totales de CO<sub>2</sub>-e.

**CUADRO EVOLUCIÓN DE LAS EMISIONES POR SECTORES**  
**Valores absolutos (Gg CO<sub>2</sub> equivalente)**

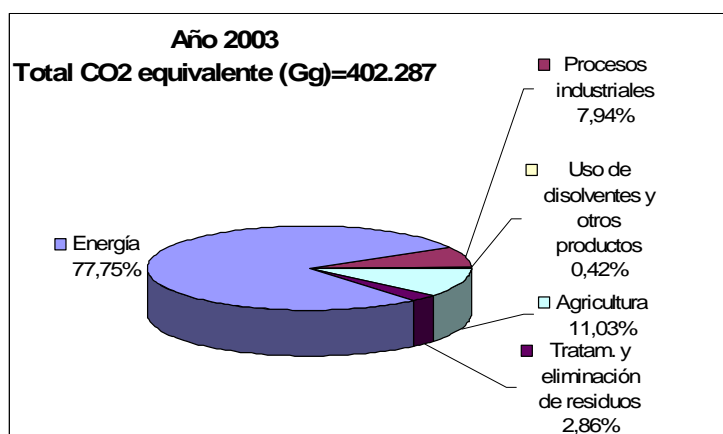
SECTOR	Año base	1990	1999	2000	2001	2002	2003
1. Procesado de la energía	212.597,20	212.597,20	278.653,21	290.474,70	292.442,06	312.517,89	312.791,04
2. Procesos industriales	27.656,86	25.426,11	32.475,82	33.958,40	31.071,62	30.388,42	31.955,37
3. Uso de disolventes y otros prod.	1.328,93	1.328,93	1.675,28	1.707,31	1.642,21	1.716,50	1.672,29
4. Agricultura	37.361,34	37.361,34	42.064,84	43.728,95	43.126,08	42.663,57	44.371,20
6. Tratam. y eliminación residuos	7.143,08	7.143,08	10.319,02	10.606,62	11.029,25	11.301,53	11.496,92

**Contribución al total de CO<sub>2</sub> equivalente**

SECTOR	Año base	1990	1999	2000	2001	2002	2003
1. Procesado de la energía	74,31	74,90	76,30	76,35	77,10	78,41	77,75
2. Procesos industriales	9,67	8,96	8,89	8,93	8,19	7,62	7,94
3. Uso de disolventes y otros prod.	0,46	0,47	0,46	0,45	0,43	0,43	0,42
4. Agricultura	13,06	13,16	11,52	11,49	11,37	10,70	11,03
6. Tratam. y eliminación residuos	2,50	2,52	2,83	2,79	2,91	2,84	2,86
<b>TOTAL SECTORES</b>	<b>100,00</b>	<b>100,00</b>	<b>100,00</b>	<b>100,00</b>	<b>100,00</b>	<b>100,00</b>	<b>100,00</b>

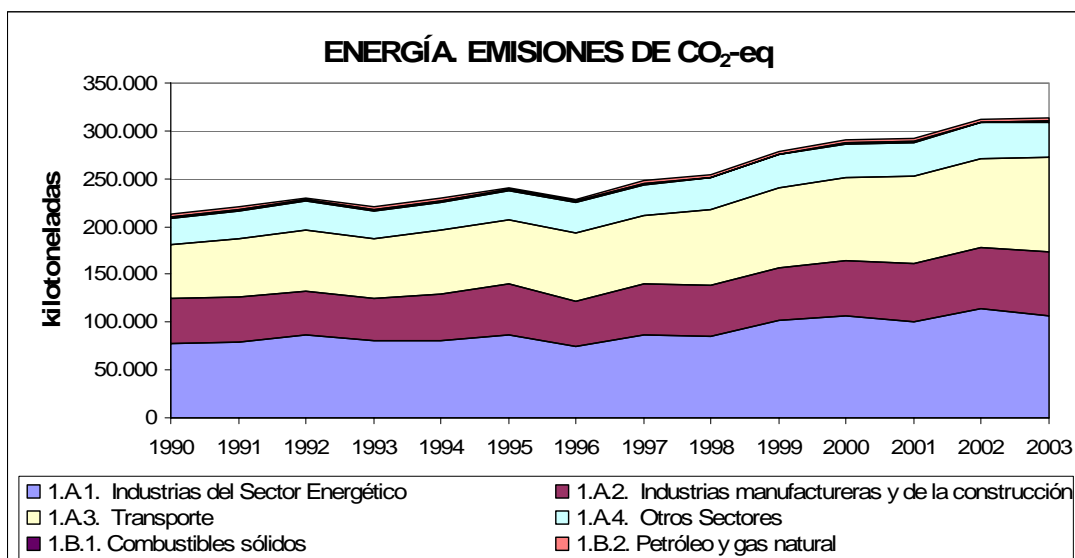
En el *gráfico* siguiente se representan la contribución al total de CO<sub>2</sub> de los distintos sectores para el año 2003.

**GRÁFICO. CONTRIBUCIÓN POR SECTORES A LAS EMISIONES**

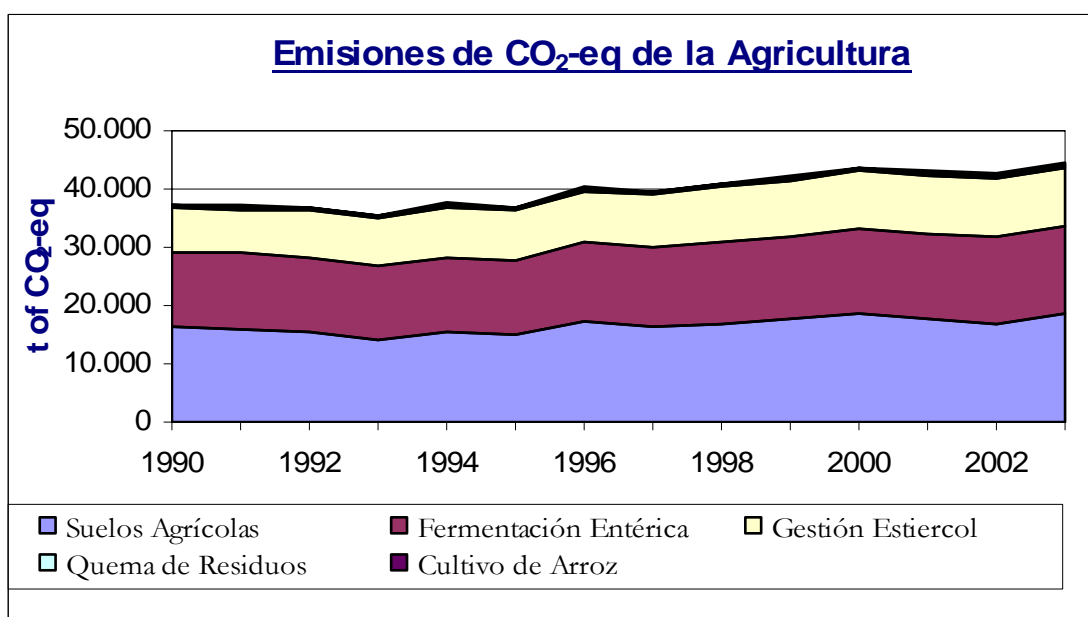


A continuación se hace referencia a la contribución de cada sector en el total de las emisiones adjuntando unos gráficos más detallados para los tres sectores responsables del 98% del total de las emisiones como son: energía, agricultura y procesos industriales.

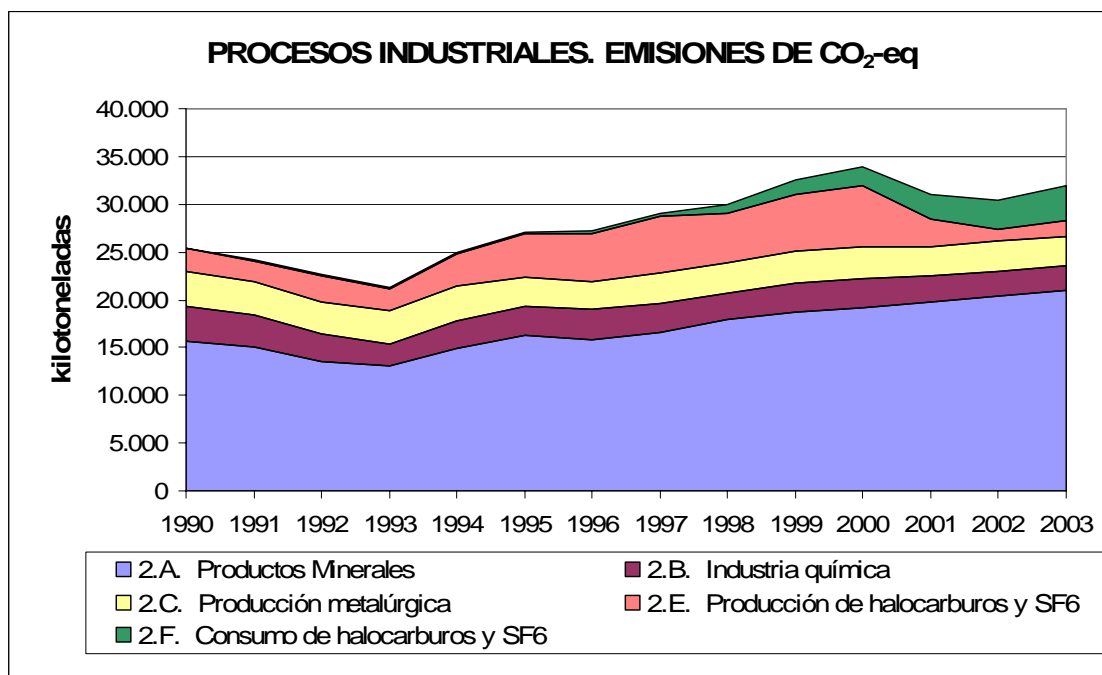
Al efectuar el examen por sector de actividad destaca en primer lugar la contribución dominante del grupo de la energía con un peso que del 77,8% en el año 2003. Debe tenerse en cuenta que este grupo de IPCC recoge, las emisiones de la combustión de fuentes fijas y móviles, las emisiones evaporativas procedentes de las actividades de extracción, las emisiones procedentes del transporte y las procedentes de la distribución de los combustibles. En el *gráfico* siguiente se muestra la evolución en el periodo 1990-2003.



En segundo lugar, aunque a gran distancia del grupo anterior, se sitúa la contribución de la agricultura, con cuotas que oscilan en torno al 13,1% en el año base, 11,2% para el quinquenio 1999-2003 y 11,0% para el año 2003. En el *grafico* de abajo se especifica la evolución de de las diferentes categorías de este sector.



El tercer grupo en importancia lo constituyen los procesos industriales (con exclusión de las actividades de combustión que se recogen en el grupo energía), y cuya contribución disminuye de 9,7% en el año base a 7,9% en el año 2003, pasando por el 8,3% como valor promedio para el quinquenio 1999-2003. En el siguiente *gráfico* se puede observar la evolución de esos procesos individualmente destacando el drástico descenso de la producción de halocarburos y SF<sub>6</sub> a partir del año 2000 y el aumento del consumo de los productos antes mencionados desde el año 1998.

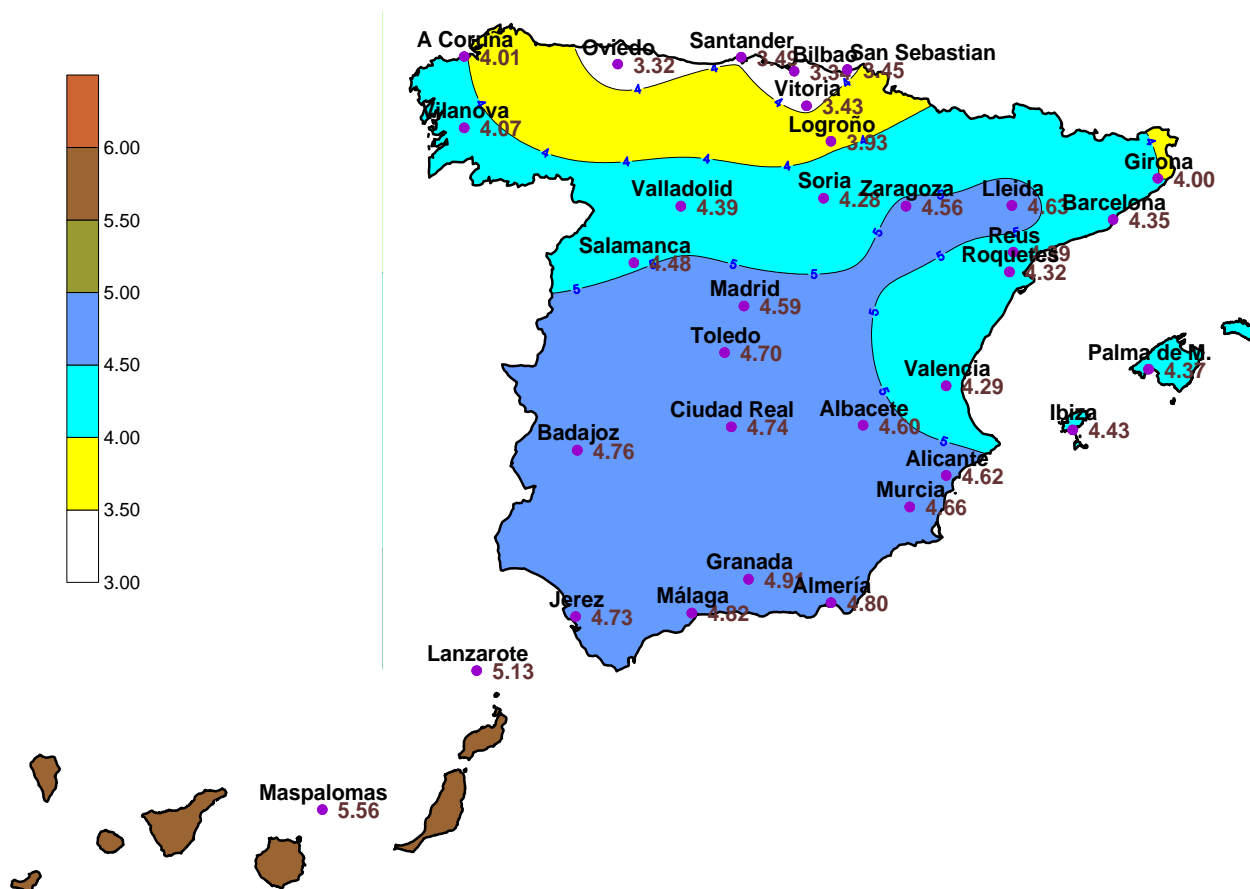


## 2.3 RADIACIÓN SOLAR

El año 2004 puede considerarse, en su conjunto, como un año normal en lo relativo a la irradiación solar global. No obstante en su distribución mensual y estacional hubo algunas anomalías destacables. Así fueron de destacar los valores bajos registrados en general en los meses de primavera, frente a los meses de verano y otoño en los que superaron los valores normales. En la media anual en general se superaron ligeramente los valores normales, excepto en la zona norte de la depresión del Ebro, Levante, parte de Andalucía, sur de Galicia y los dos archipiélagos, donde se dieron valores ligeramente por debajo de los normales.

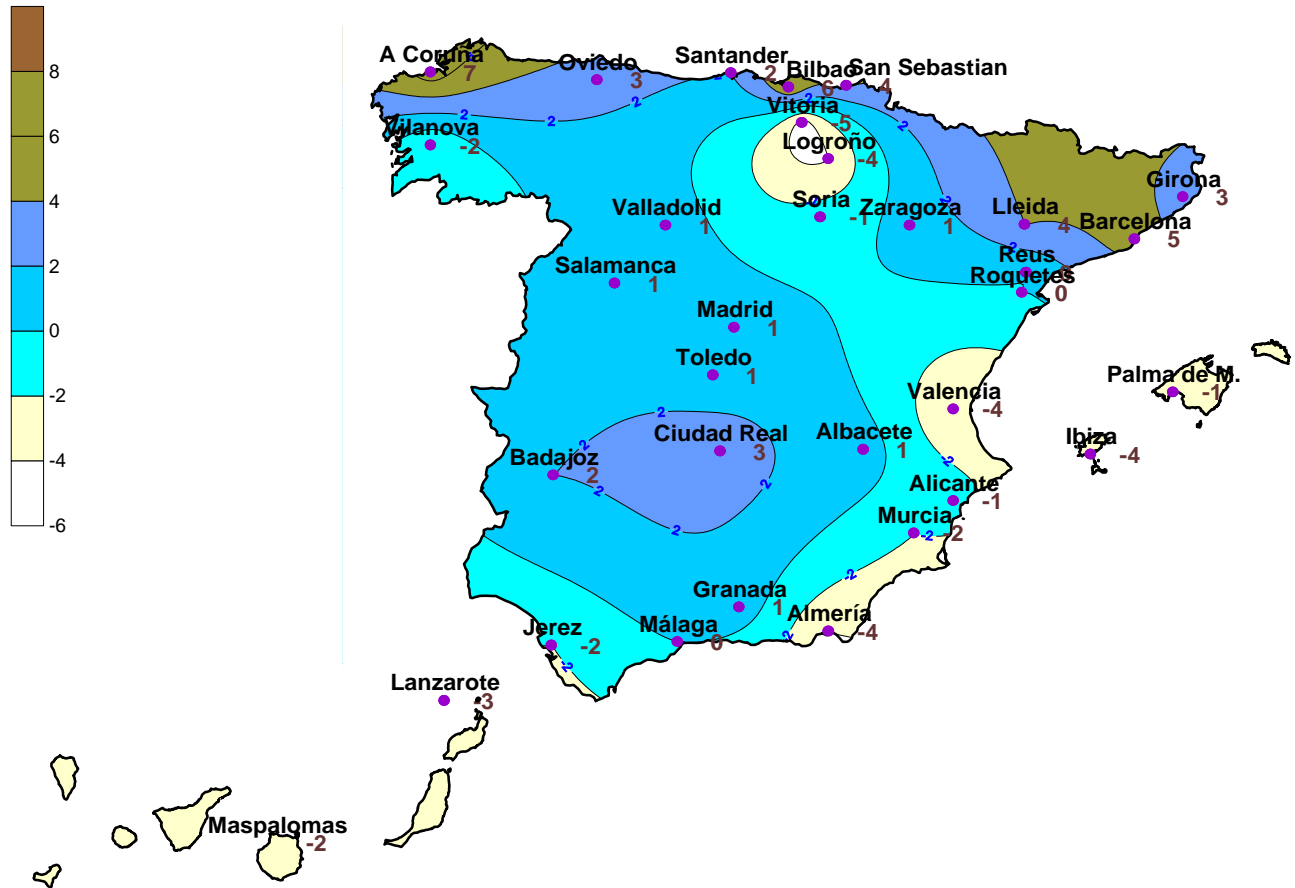
En el mapa que aparece a continuación se ofrece la distribución de la irradiación solar global diaria media, durante todo el año, y ésta osciló en la península entre los 3,32 kWh/m<sup>2</sup> de Oviedo y los 4,91 kWh/m<sup>2</sup> de Granada. En Baleares, se dieron valores sobre los 4,4 kWh/m<sup>2</sup> y en las Canarias superaron los 5,5 kWh/m<sup>2</sup>.

**Irradiación Solar Global Media en España en el año 2004  
(10 kJ/m<sup>2</sup>)**



FUENTE:  
Instituto Nacional de Meteorología  
Ministerio de Medio Ambiente

**Porcentaje de la Radiación Global media del año 2004  
(respecto a la media disponible)**

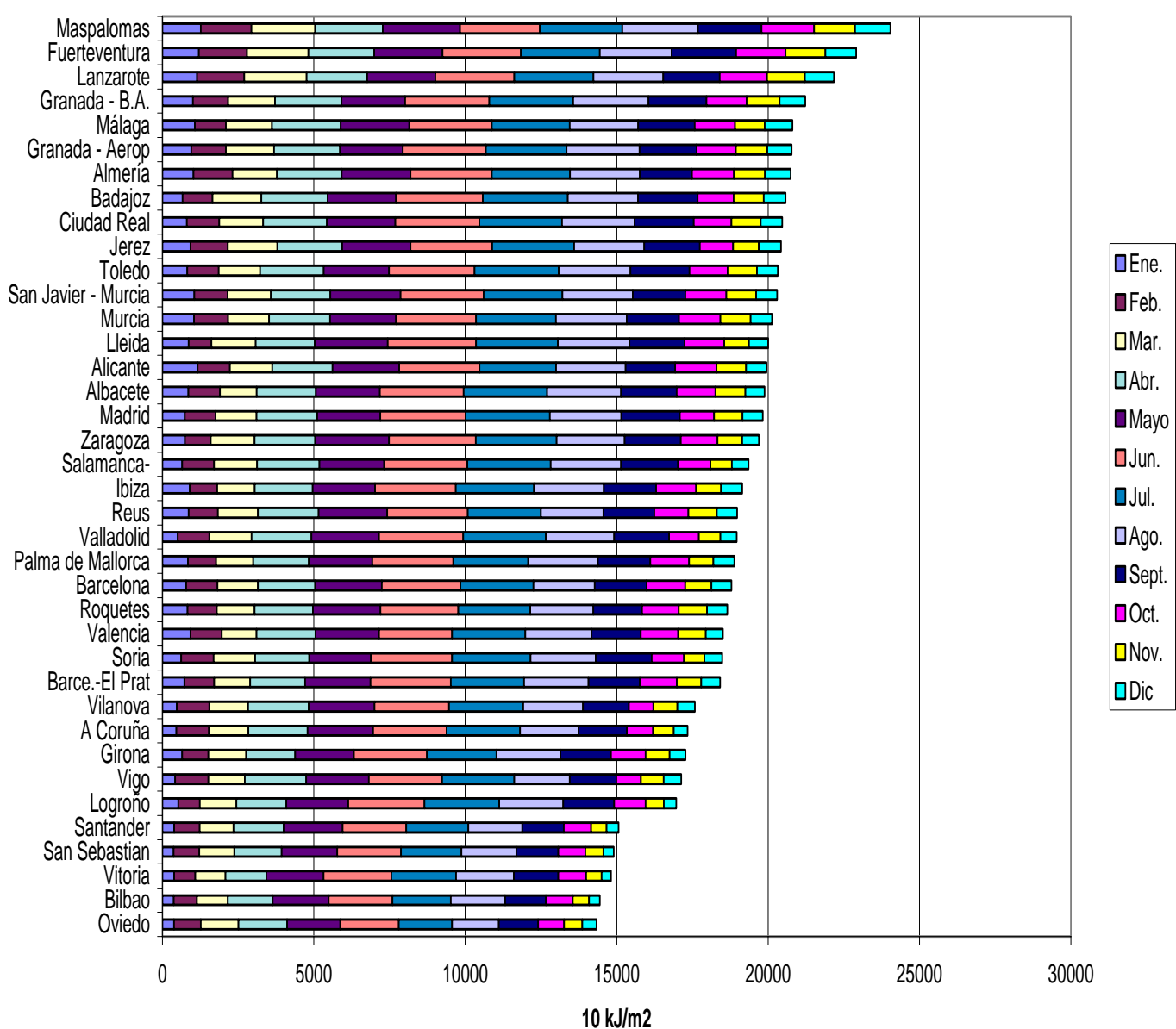


FUENTE:  
Instituto Nacional de Meteorología  
Ministerio de Medio Ambiente

En el gráfico siguiente, se representa la irradiación global acumulada a lo largo del año para los distintos observatorios principales de la Red Radiométrica Nacional, con los valores mes a mes en diferentes colores y siguiendo un criterio de ordenación de las estaciones descendente en función de la energía total recibida.

## IRRADIACIÓN SOLAR GLOBAL ACUMULADA – AÑO 2004 (MJ/m<sup>2</sup>)

### Irradiación Global media diaria - AÑO 2004



FUENTE: Instituto Nacional de Meteorología. Ministerio de Medio Ambiente.

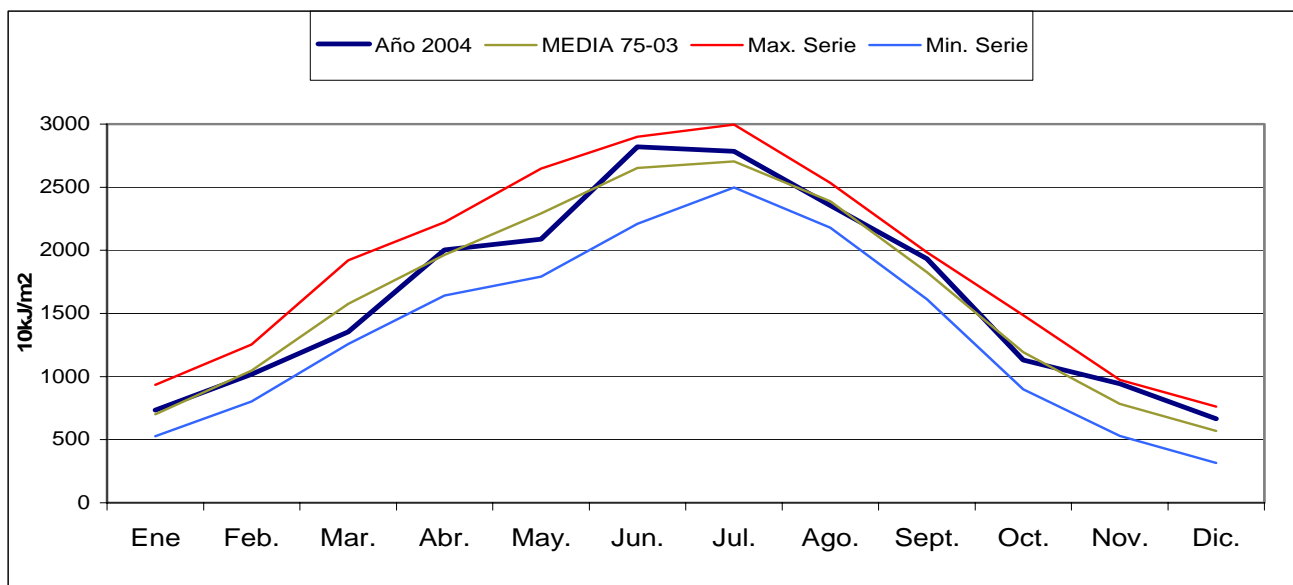


En el gráfico anterior, se observa como se mantiene casi con regularidad el efecto latitudinal, correspondiendo los menores valores a la cornisa cantábrica y los mayores al área mediterránea del sudeste, Extremadura, Meseta Sur, Andalucía y Canarias.

Para aclarar más la evolución de la radiación global en este año, se ofrece la observada en Madrid, comparándola con los valores máximos, medios y mínimos, de la serie 1975-2003 del CRN.

### Evolución de la Media de Irradiación Solar Global Diaria en el C.R.N. de Madrid frente a la serie 1975-2003 (10kJ/m<sup>2</sup>)

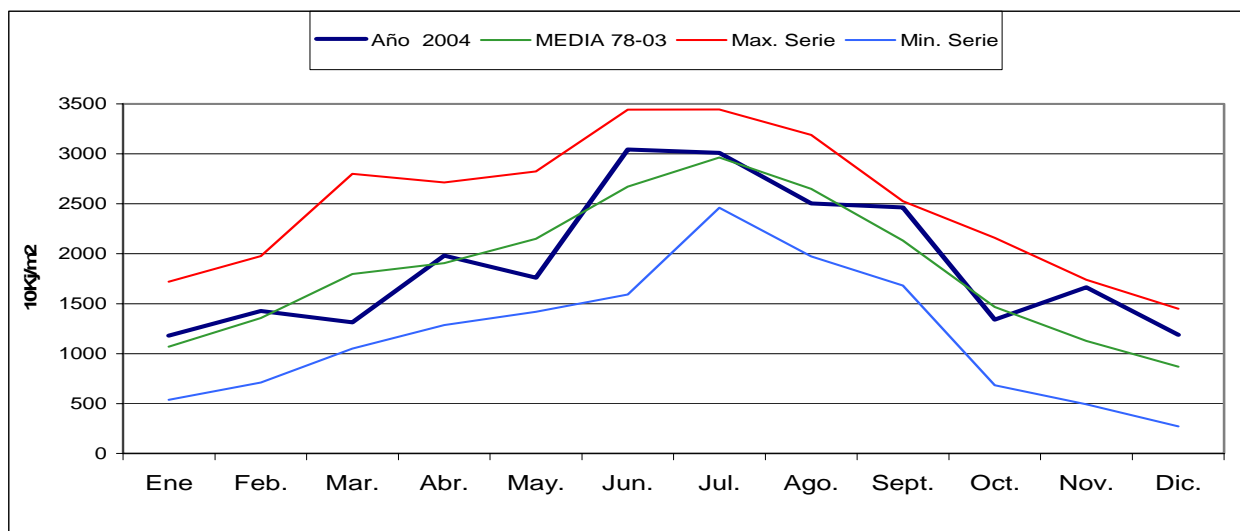
	Ene	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sept.	Oct.	Nov.	Dic.
<b>Año 2004</b>	733	1018	1354	2003	2087	2818	2784	2355	1933	1130	942	665
<b>MEDIA 75-03</b>	701	1047	1576	1963	2293	2652	2704	2389	1827	1191	783	568
<b>Max. Serie</b>	933	1254	1922	2221	2648	2899	2995	2535	1985	1487	973	761
<b>Min. Serie</b>	527	801	1258	1641	1791	2209	2497	2180	1612	899	528	314



FUENTE:  
Instituto Nacional de Meteorología  
Ministerio de Medio Ambiente

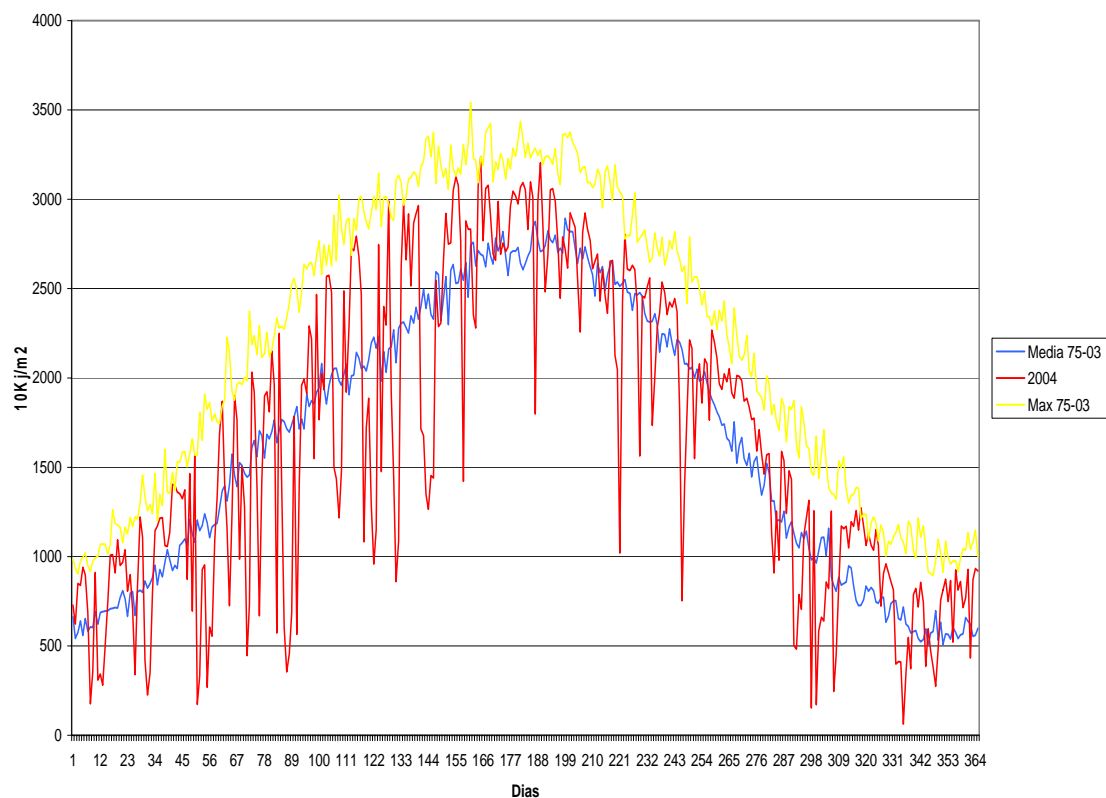
### Media de Irradiación Solar Directa diaria en el C.R.N. de Madrid, frente a la serie 1975-03

	Ene	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sept.	Oct.	Nov.	Dic.
<b>Año 2004</b>	1180	1425	1312	1981	1760	3044	3010	2502	2462	1342	1664	1187
<b>MEDIA 78-03</b>	1068	1357	1798	1905	2149	2672	2962	2650	2133	1467	1127	868
<b>Max. Serie</b>	1721	1977	2800	2713	2824	3441	3444	3189	2527	2160	1739	1448
<b>Min. Serie</b>	537	710	1049	1286	1419	1593	2461	1974	1681	683	493	272



FUENTE: Instituto Nacional de Meteorología. Ministerio de Medio Ambiente.

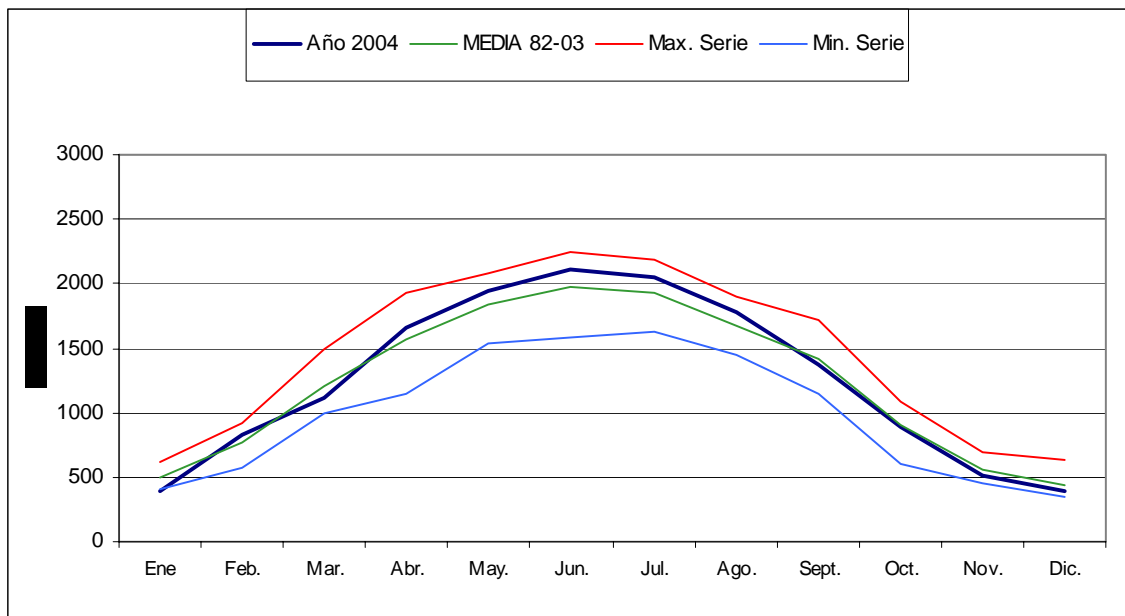
### Irradiación Global diaria - Año 2004 - Comparación con media diaria y máxima diaria



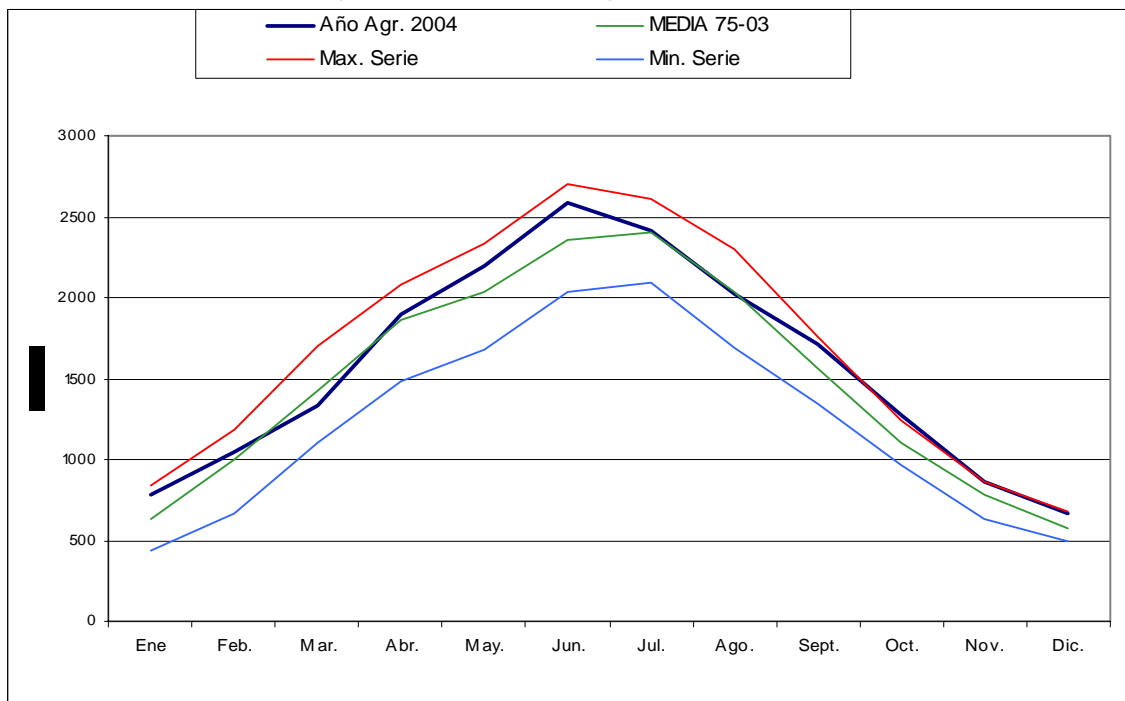
En el gráfico anterior, con los valores diarios registrados en Madrid, comparados con la media histórica, se observan mejor estas anomalías estacionales.

En los siguientes gráficos se puede ver la evolución de la radiación global en este año 2004, en cuatro estaciones más, comparándola con los valores máximos, medios y mínimos, de la serie disponible en cada caso.

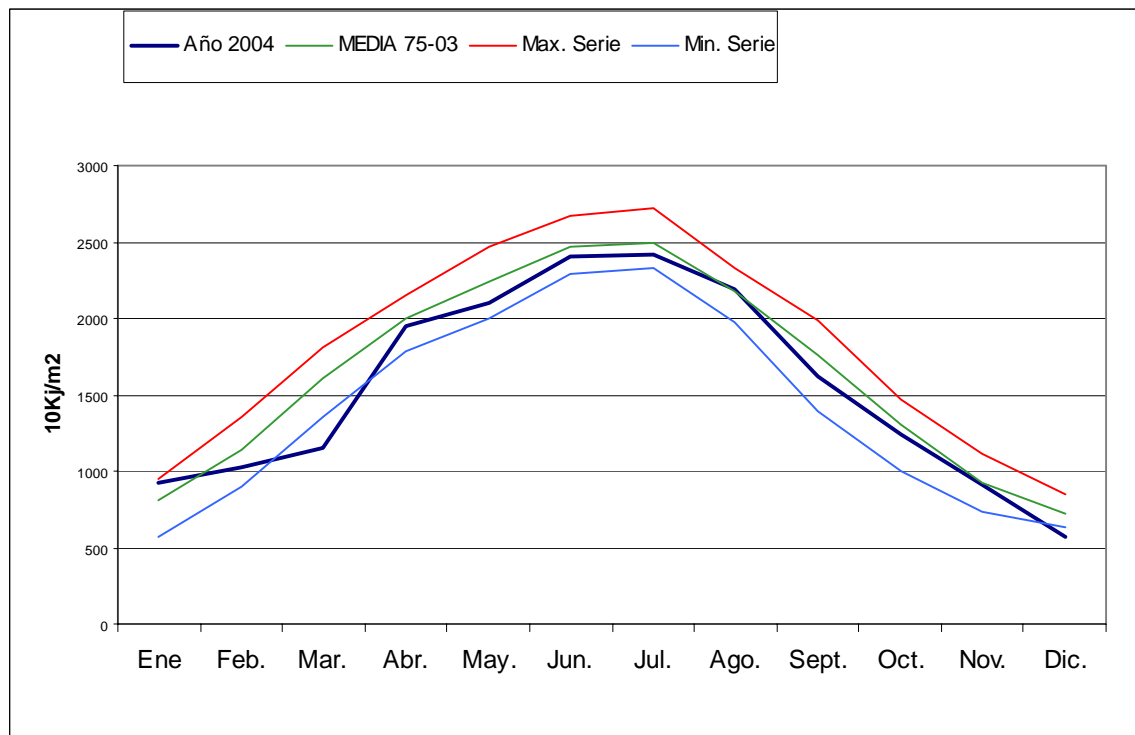
#### Estación: SANTANDER (unidades: 10 kJ/m<sup>2</sup>)



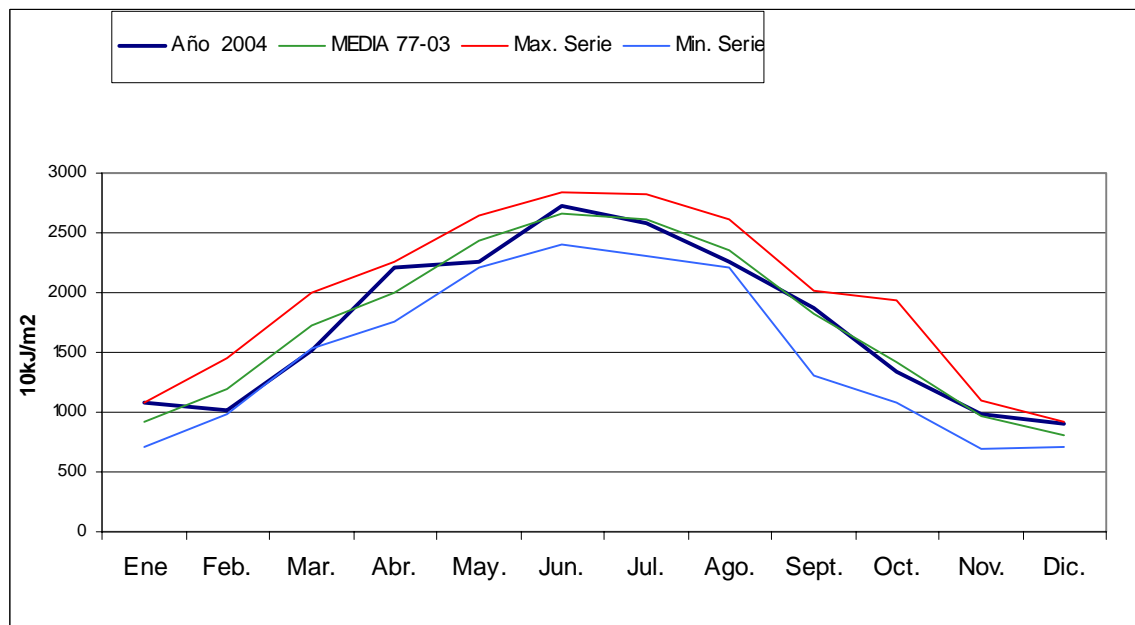
#### Estación: BARCELONA (unidades: 10 kJ/m<sup>2</sup>)



**Estación: VALENCIA (unidades: 10 kJ/m<sup>2</sup>)**



**Estación: MÁLAGA (unidades: 10 kJ/m<sup>2</sup>)**



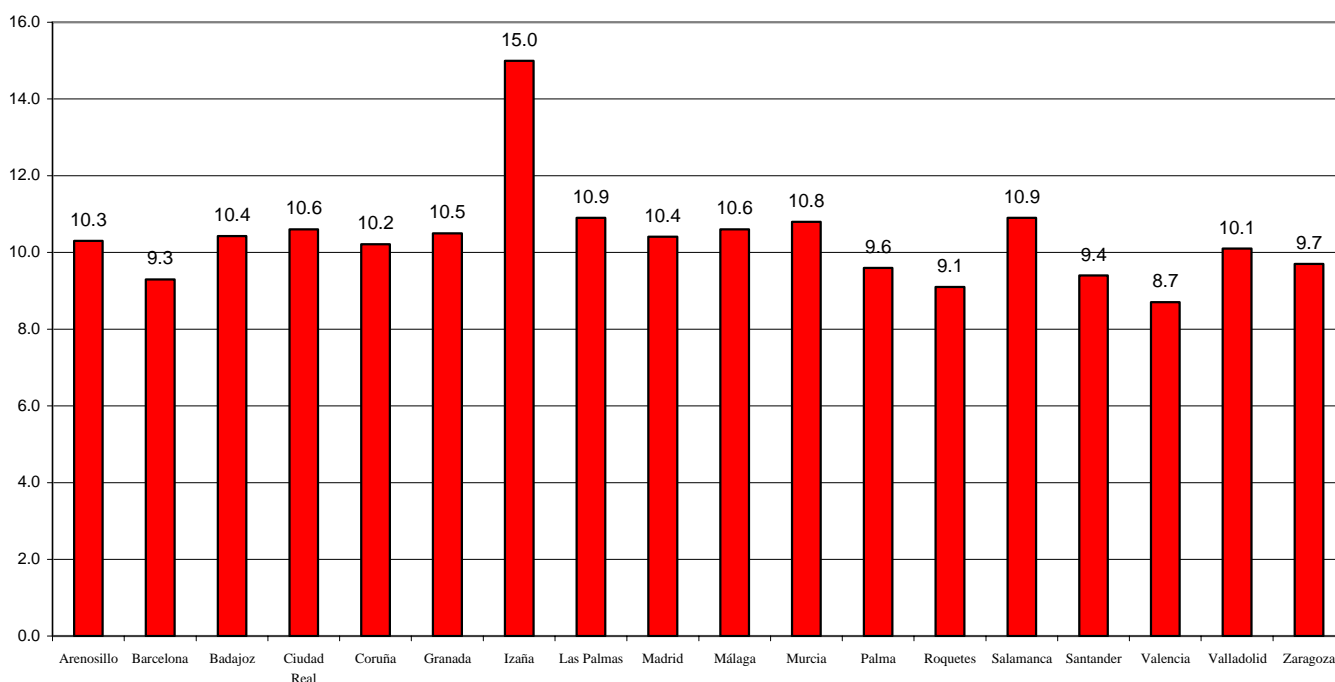
FUENTE: Instituto Nacional de Meteorología. Ministerio de Medio Ambiente.

## 2.4 RADIACIÓN SOLAR ULTRAVIOLETA

Cada vez tiene más importancia la distribución de la radiación solar ultravioleta B, dada la sensibilización que existe en el mundo y en particular en Europa, respecto a los problemas eritemáticos asociados a grandes exposiciones al sol.

En el gráfico siguiente se ofrece el Índice de Radiación Ultravioleta B en cada una de las estaciones de la Red del INM. Queda claro que la distribución de la radiación ultravioleta no sigue totalmente el mismo modelo que el de la radiación solar global, ya que tienen mayor influencia la altitud y la continentalidad que la latitud, por ello puede verse que los valores más altos se han dado a parte de en Canarias, en Granada y meseta Sur. Los valores más bajos se dieron en la zona norte del Mediterráneo, Cantábrico y el noroeste.

**VALORES MÁXIMOS DEL ÍNDICE UVB (UVI)**

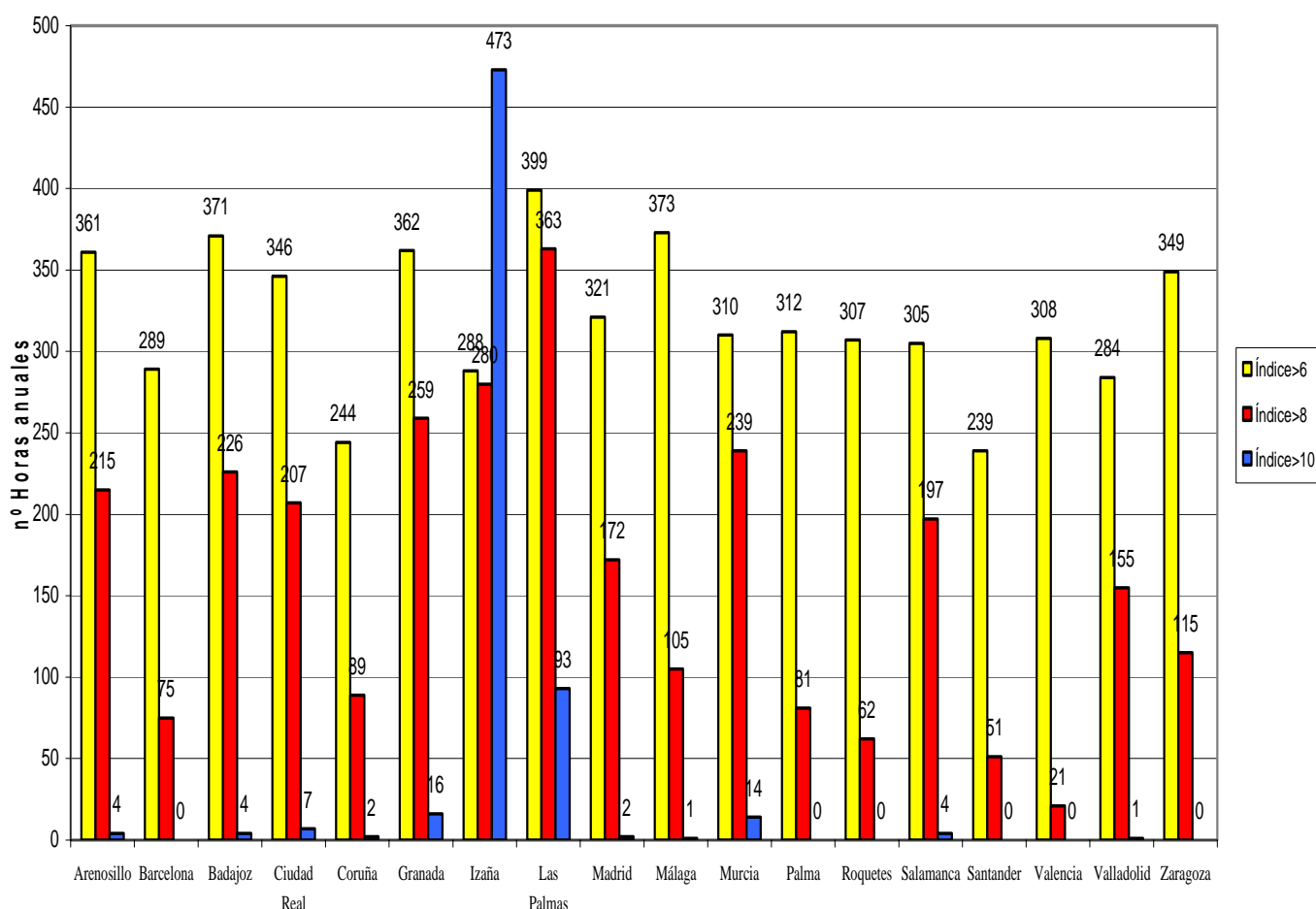


FUENTE:  
Instituto Nacional de Meteorología  
Ministerio de Medio Ambiente

En el gráfico siguiente se muestra los tiempos acumulados (horas) en que se superaron distintos valores del UVI en las estaciones de la red del INM. Se han tomado los valores que marcan el origen de un rango y estos son: 6 (riesgo alto de quemadura), 8 (riesgo muy alto de quemadura) y 10 (riesgo extremo de quemadura), y que marcan en cada lugar el tiempo de exposición al sol, en función del tipo de piel y de su tiempo de quemadura específico, de acuerdo con la norma DIN 5050, prevista por la Acción COST 713, "Predicción del índice UV en Europa", en la que participa nuestro país.

**Número de horas acumuladas con valor del índice UVI superior a 6, 8 y 10, en distintas estaciones de la red del INM**

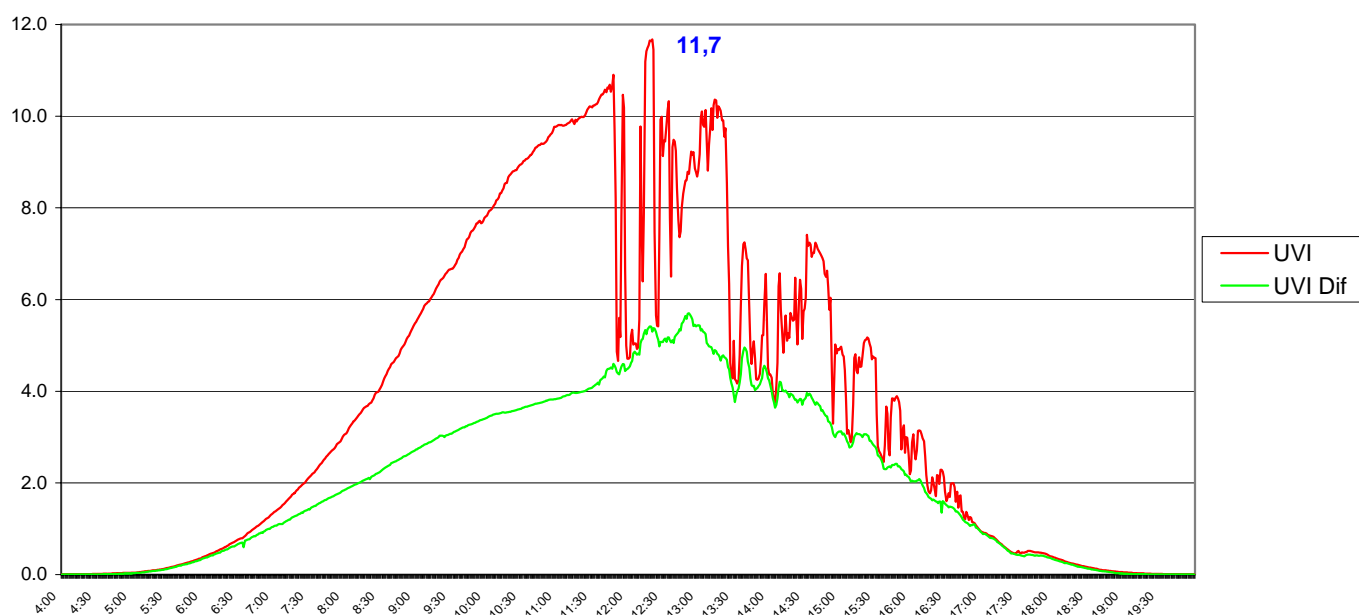
**Nº de horas anuales con índice Ultravioleta B entre 6 y 8, 8 y 10 y mayor que 10 (Alto, Muy Alto y Extremo)  
AÑO 2004**



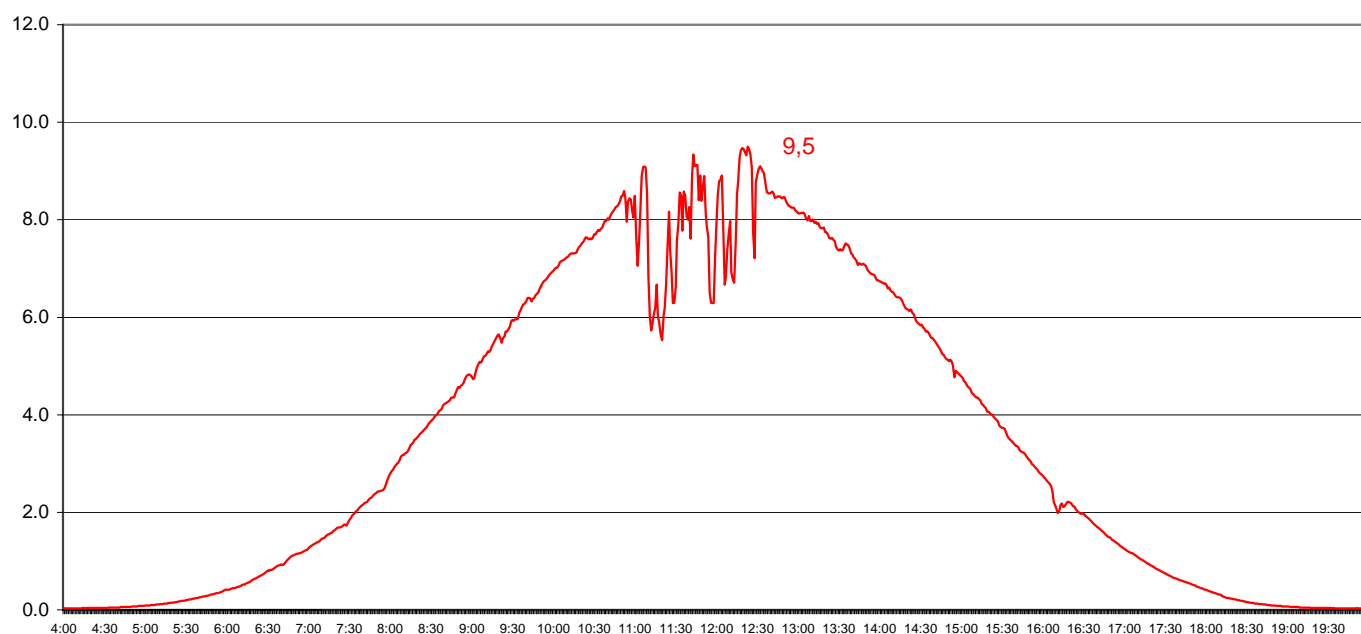
FUENTE:  
Instituto Nacional de Meteorología  
Ministerio de Medio Ambiente

El día 24 de junio de 2004, se produjeron en bastantes estaciones los máximos anuales, y en algunas los máximos históricos del Índice de radiación Ultravioleta B. En los siguientes gráficos se puede ver la evolución del UVI durante ese día en Madrid y Barcelona.

**INDICE UVB del día 24 de junio 2004 [ Máximo histórico registrado (1996-2004) ] - Estación: CRN-Madrid**



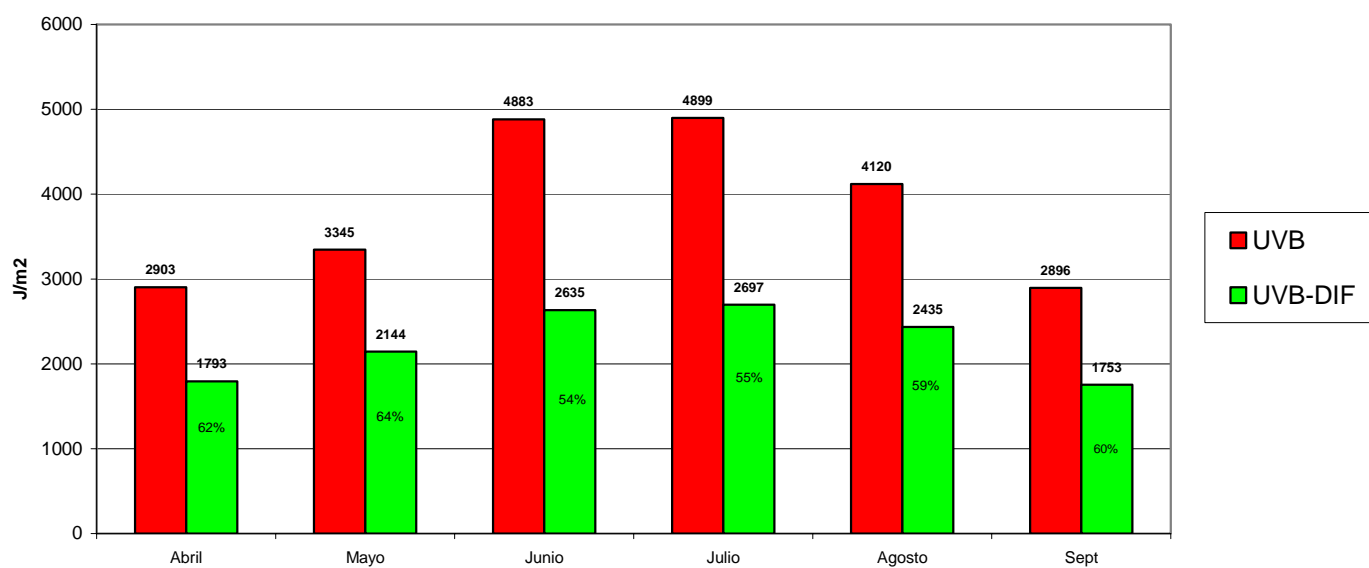
**Indice UVB del día 24 de junio de 2004 (Día del máximo anual) - BARCELONA**



FUENTE:  
 Instituto Nacional de Meteorología  
 Ministerio de Medio Ambiente

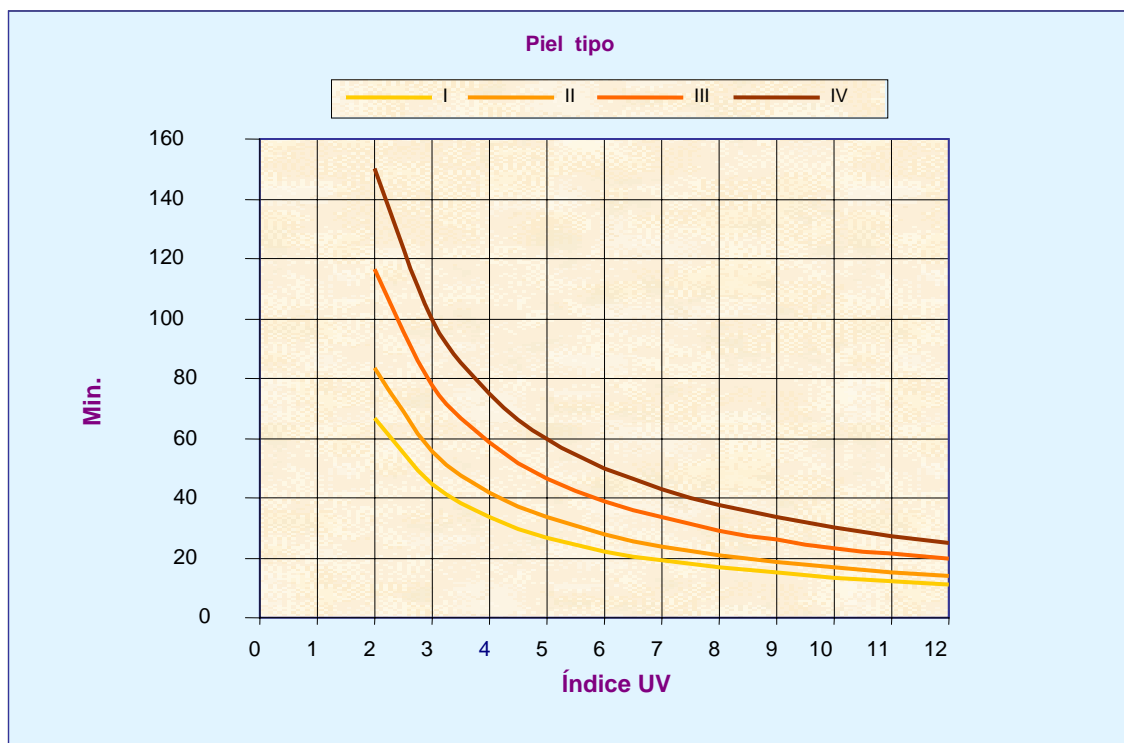
En el siguiente gráfico se puede ver las medias diarias mensuales de los meses de primavera y verano de radiación ultravioleta B y radiación ultravioleta B Difusa (con el sensor en la sombra).

## RADIACIÓN ULTRAVIOLETA B - Media diaria mensual - UVB y UVB Difusa - AÑO 2004 MADRID



Y en la figura siguiente se indican los tiempos de quemadura previstos para la población europea, de acuerdo con la Acción COST 713

**Tiempo de quemadura en minutos para las pieles de tipo I, II, III y IV, y 1 MED de acuerdo con la norma DIN-5050 calculada para días despejados**

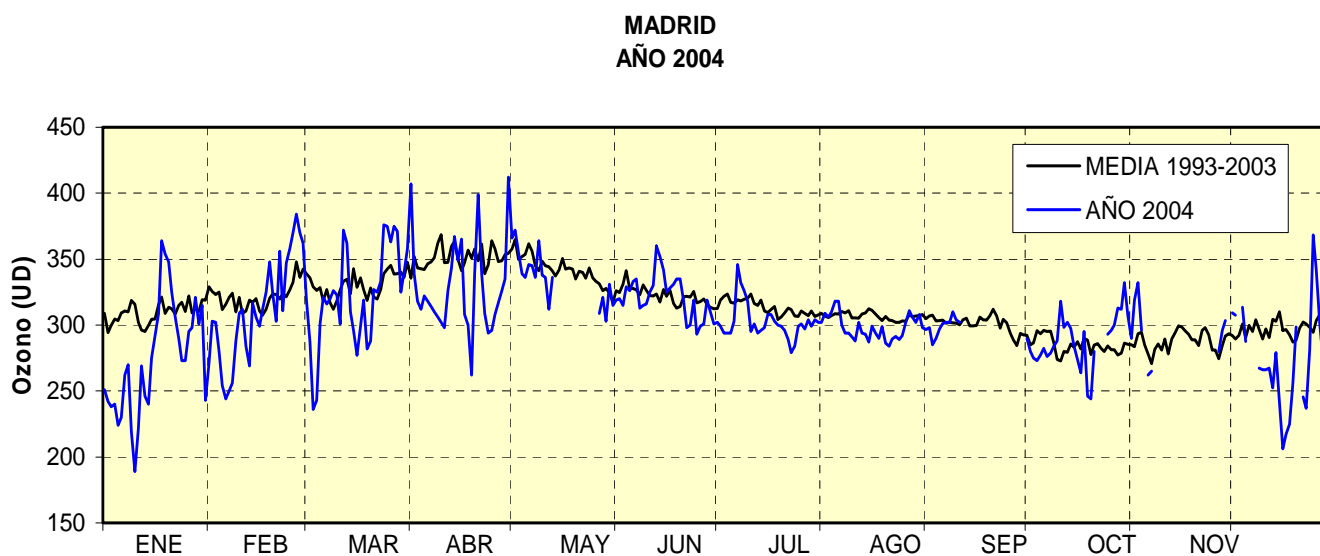


FUENTE: Instituto Nacional de Meteorología. Ministerio de Medio Ambiente



## 2.5 OZONO

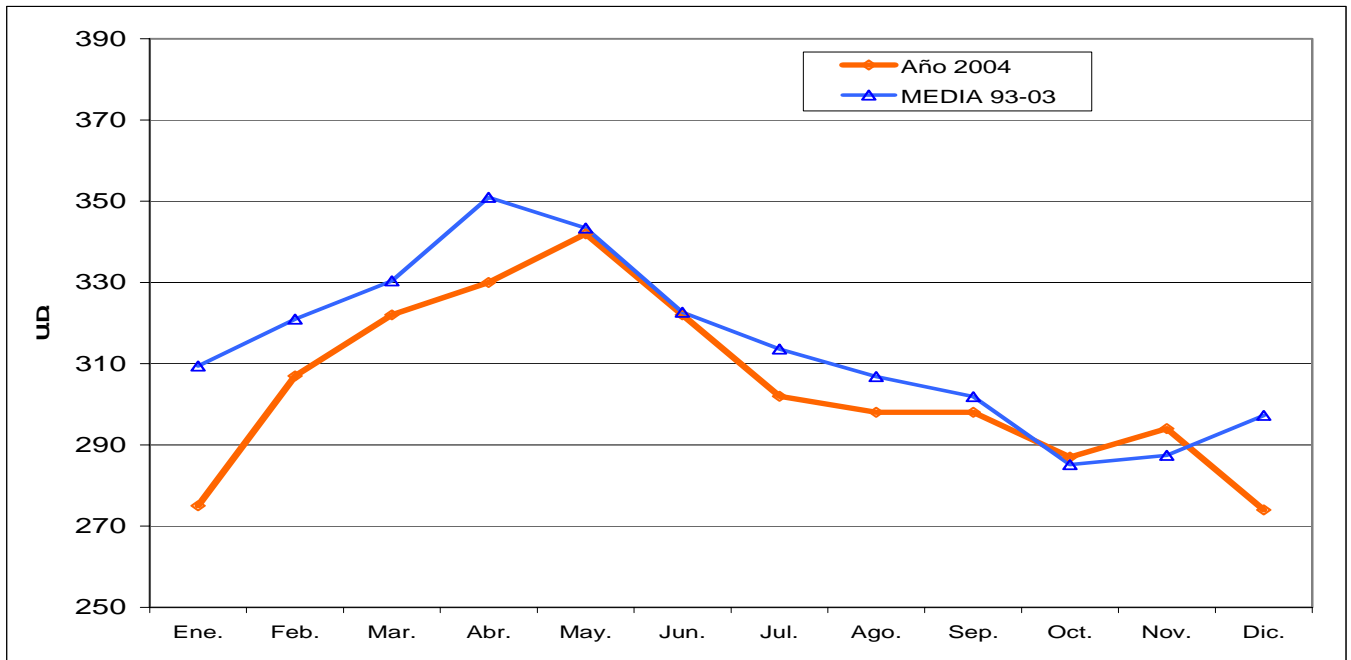
En el siguiente gráfico se puede observar la evolución del espesor medio diario de la capa de Ozono, medido en la estación del Centro Radiométrico Nacional con un espectrofotómetro Brewer, durante todo el año 2004.



En el gráfico siguiente, se puede observar la evolución de la media mensual del espesor medio de la capa de Ozono y su comparación con los valores medios, medido en la estación del Centro Radiométrico Nacional con un espectrofotómetro Brewer, durante todo el año 2004.

**MEDIA DIARIA MENSUAL DE OZONO**  
**ESTACION : MADRID (INM-CRN- Ciudad universitaria)**  
**UNIDADES: U. Dowson**

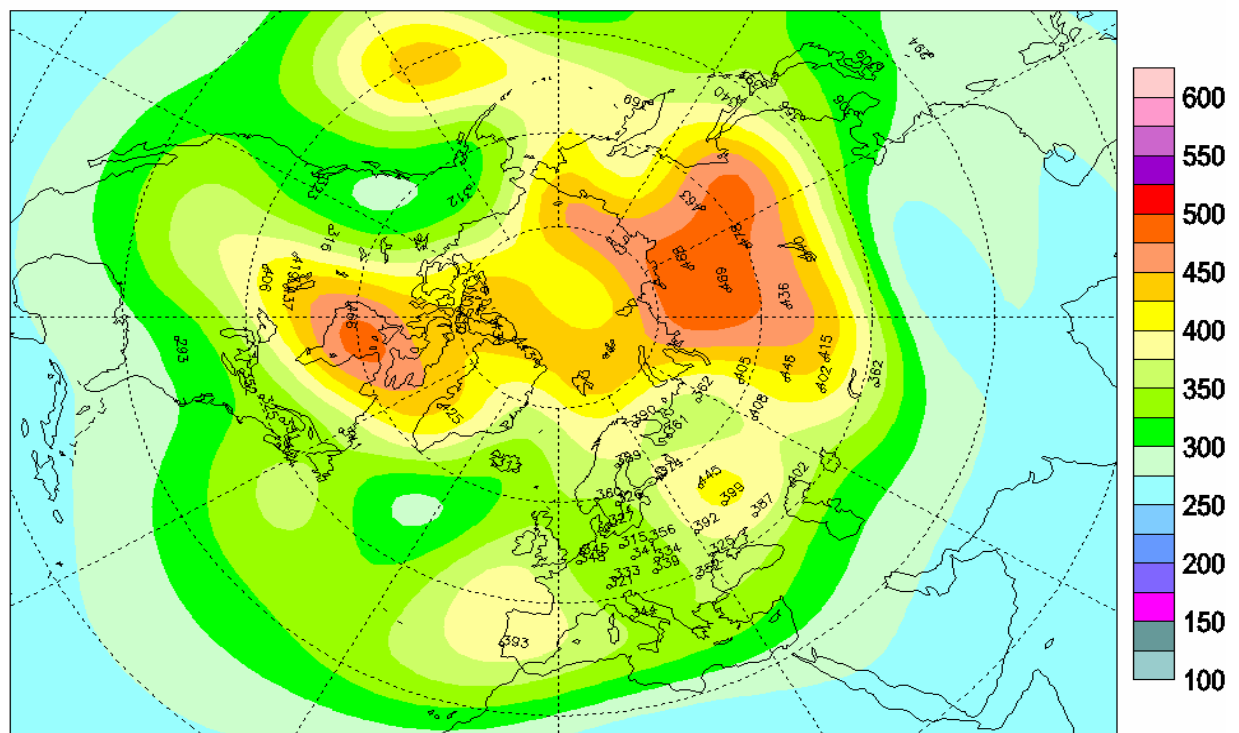
	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.
<b>Año 2004</b>	275	307	322	330	342	322	302	298	298	287	294	274
<b>MEDIA 93-03</b>	309	321	330	351	343	323	314	307	302	285	287	297



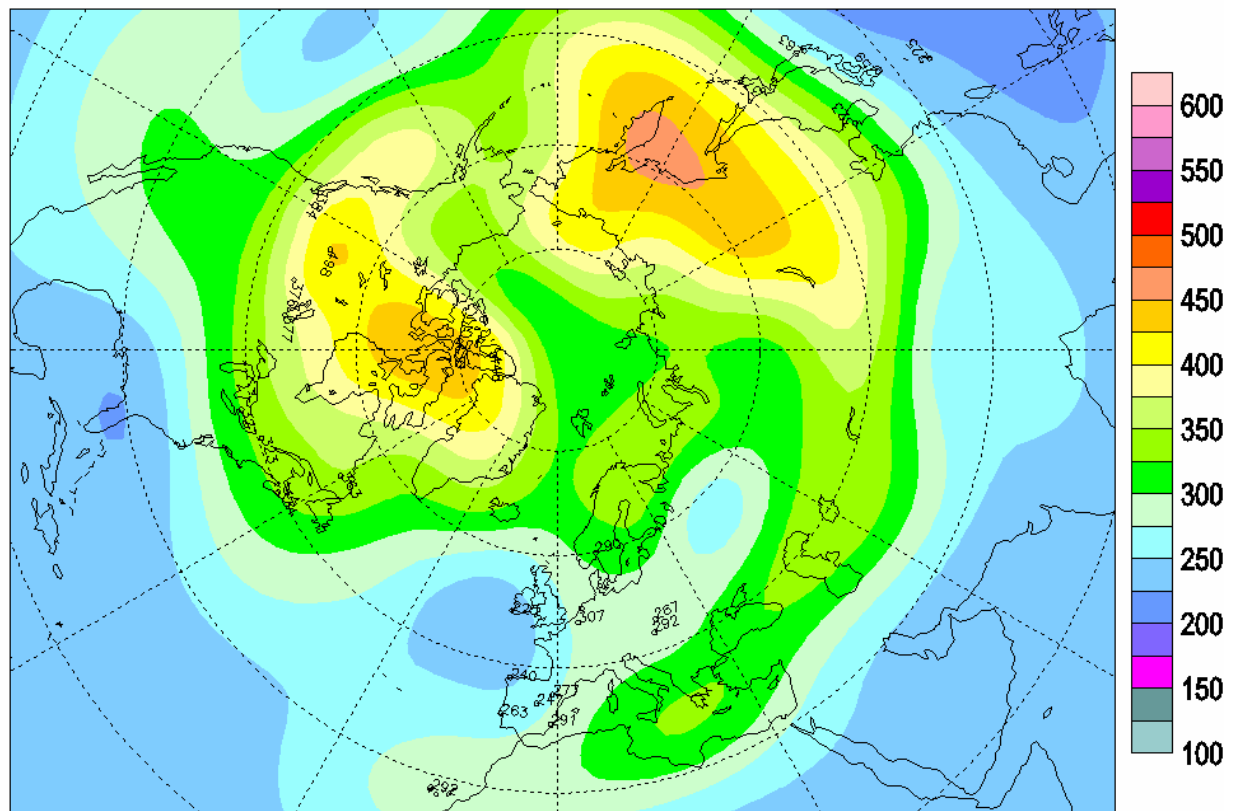
FUENTE:  
 Instituto Nacional de Meteorología.  
 Ministerio de Medio Ambiente.

En los mapas siguientes se puede ver la distribución de la capa de Ozono en los días en que se dio el máximo de ozono sobre Madrid (412 U.D. el día 30 de abril) y el del mínimo (189 U.D. el día 10 de enero) en el Hemisferio Norte.

Total ozone (DU) / Ozone total (UD), 2004/04/30



Total ozone (DU) / Ozone total (UD), 2003/12/31



Fuente: World Ozone Data Centre.Meteorological Service of Canada.