

Capítulo 12

EVOLUCIÓN DE GASES DE EFECTO INVERNADERO



El Protocolo de Kyoto tiene como objetivo reducir las emisiones de los gases de efecto invernadero durante el periodo 2008-2012 en un 5% respecto de las emisiones de 1990. Se trata de un porcentaje a nivel global, donde cada país tiene un porcentaje propio de reducción. En el caso de España, se permite un aumento de emisiones de hasta el 15% para el año 2012, mientras que para la Unión Europea en su conjunto, se pide una disminución del 8%.

Los 6 gases o grupos de gases que contribuyen al efecto invernadero según el protocolo de Kyoto son dióxido de carbono (CO_2), metano (CH_4) y óxido nitroso (N_2O), además de tres grupos de gases industriales fluorados: hidrofluorocarbonos (HFC), perfluorocarbonos (PFC) y hexafluoruro de azufre (SF_6). Hay que tener en cuenta que los gases de efecto invernadero no contribuyen de igual forma al calentamiento de la atmósfera. Para tener en cuenta la contribución de cada gas, existe un parámetro denominado Potencial de Calentamiento Global (GWP, Global Warming Potential) que compara el poder del calentamiento de una masa de un gas de efecto invernadero con el poder de calentamiento de la misma masa de CO_2 . Los potenciales se han tomado del "Inventario de emisiones de gases de efecto invernadero de España años 1990-2005".

Tabla 12.1- Potencial de Calentamiento Global

Contaminante	GWP
CO_2	1
CH_4	21
N_2O	310
HFC	1300
PFC	7000
SF_6	23900

Con este GWP podemos calcular el CO_2 equivalente, ponderando cada gas con el coeficiente asignado. En las tablas 12.2 y 12.3 podemos ver este valor para Aragón y

España durante los años inventariados. A lo largo de todo este capítulo se van a exponer una serie de resultados siguiendo la metodología IPCC a similitud de los resultados presentados en el Inventario de Gases de Efecto Invernadero en el año 2006 en Aragón realizado por la Comunidad Autónoma de Aragón.

Hay que indicar que en la metodología IPCC no se incluyen una serie de códigos SNAP que se detallan a continuación:

- 07.07 : Desgaste de neumáticos y frenos
- 04.04.13 : Producción de cloro
- 11.01 : Bosques de frondosas no gestionadas (11.01.04-11.01.11 y 11.01.15-11.01.17)
- 11.02 : Bosques de coníferas no gestionados (11.02.04-11.02.12 y 11.02.15-11.02.16)
- 11.03: Incendios forestales y de otra vegetación (11.03.01-11.03.02)
- 11.04 : Herbazales y otra vegetación (11.04.01-11.04.05)
- 11.05 : Zonas húmedas (pantanales – marismas) (11.05.01-11.05.06)
- 11.06 : Espacios acuáticos (11.06.01-11.06.07)
- 11.07: Animales (11.07.01-11.07.03)
- 11.08: Volcanes
- 11.09 : Emanaciones de gas natural
- 11.10 : Relámpagos

En particular en la metodología IPCC no se incluye el código SNAP 11.03 correspondiente a incendios forestales y de otra vegetación que si se ha tenido en cuenta en el cálculo de las emisiones de metano y oxido nitroso presentado en los resultados de los capítulos anteriores de este inventario.

A continuación se presentan los distintos resultados obtenidos siguiendo la metodología IPCC.

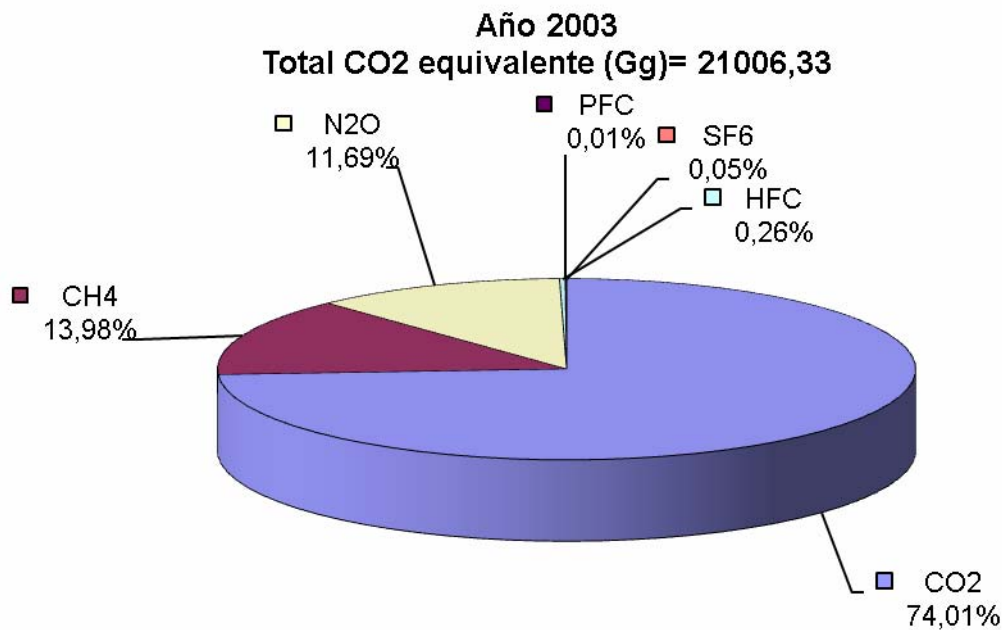
Tabla 12.2-Total CO2 equivalente (Gg) en Aragón

Contaminante	2003	2006
CO2	15546,53	17109,66
CH4	2936,65	3531,402
N2O	2454,675	2030,384
HFC	55,4257	81,82538
PFC	2,205	3,163096
SF6	10,84295	12,42203
GWP(Gg EQ CO2)	21006,33	22768,86

Tabla 12.3-Total de CO₂ equivalente (Gg) en España

Contaminante	2003	2006
CO ₂	334533,6	356277,1
CH ₄	37073,75	37184,32
N ₂ O	32372,96	29782,35
HFC	5032,78	4973,63
PFC	267,31	252,47
SF ₆	207,66	283,5
GWP(Gg EQ CO₂)	409488,1	428753,4

Se puede observar cómo ha habido un aumento de las emisiones de CO₂ en Aragón en 2006, al igual que en el conjunto de España, lo que hace que Aragón pase de contribuir un 5.1% de las emisiones de gases de efecto invernadero en 2003 en España al 5.3% en 2006.

Gráfico 12.1-Repártición del CO₂ equivalente en Aragón para 2003

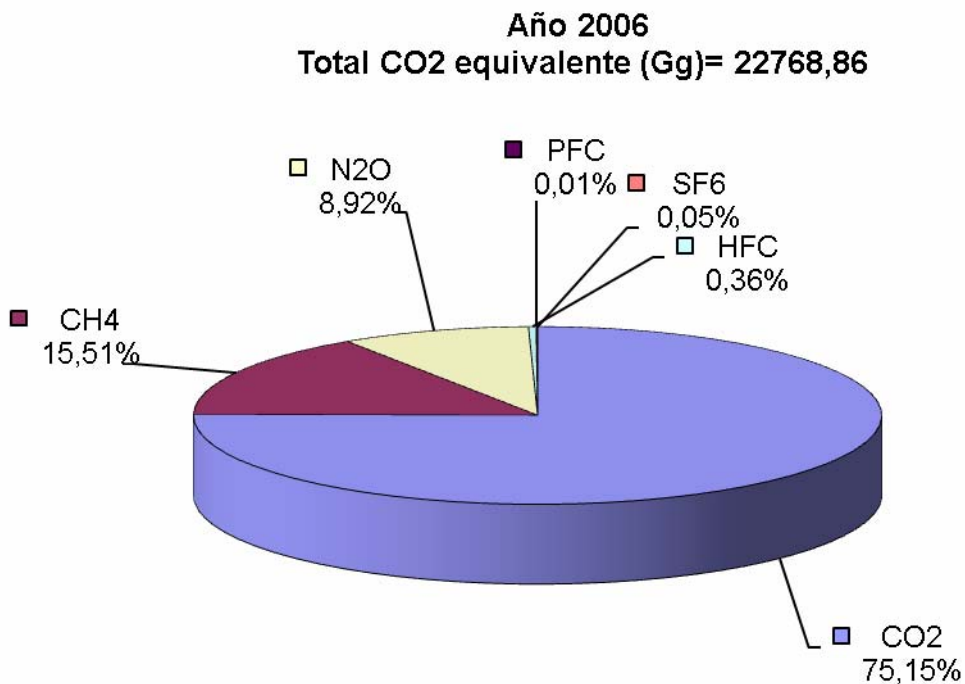


Gráfico 12.2-Repertición del CO₂ equivalente en Aragón para 2006

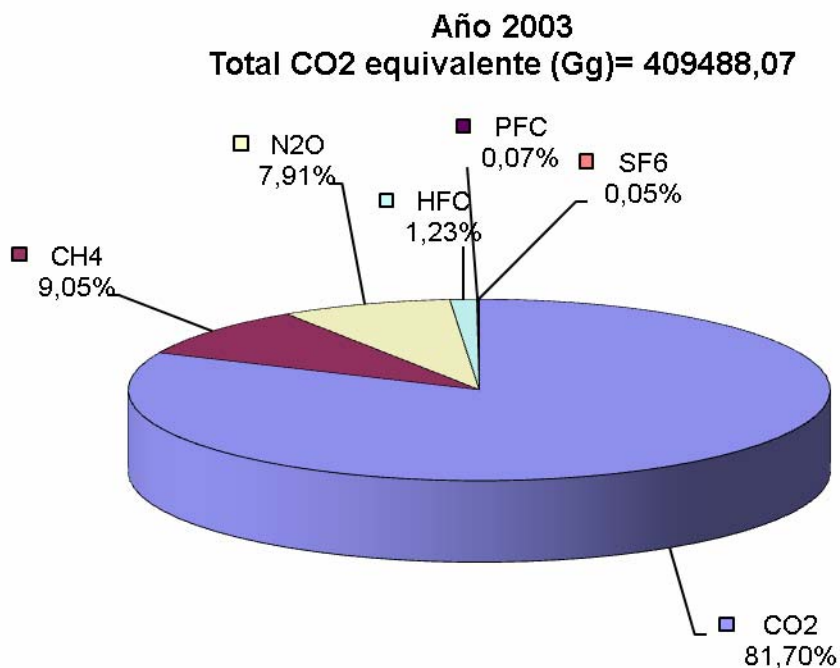


Gráfico 12.3-Repertición del CO₂ equivalente en España para 2003

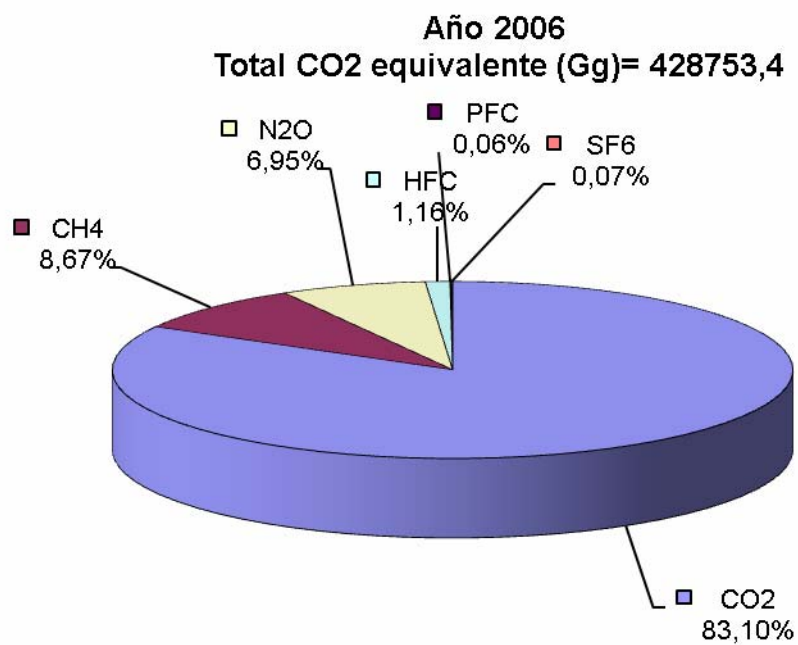


Gráfico 12.4-Repertición del CO₂ equivalente en España para 2006¹

¹ Datos obtenidos del Seminario sobre la metodología de estimación de emisiones

12.1. TENDENCIAS DE LAS EMISIONES POR SECTOR Y GAS

12.1.1. Emisiones por sector

Conocer las emisiones por cada sector nos permite conocer qué tipo de actividades contribuyen más al calentamiento global. La siguiente gráfica recoge el CO₂ equivalente para cada sector inventariado, tanto en los años 2003 como 2006:

Tabla 12.4-CO₂ equivalente según sector (Gg)

Gg de CO ₂ equivalente		
Contaminante	2003	2006
PLANTAS INDUSTRIALES	10733,604	11687,348
Producción de energía eléctrica	7615,938	8109,172
Cemento, cal y yeso	827,106	908,316
Industria química	491,518	479,435
Industria de material de construcción, cerámica y vidrio	414,709	291,386
Industria de la madera y papel	875,251	1204,690
Industria alimentaria	142,805	119,375
Industria del metal	96,584	347,689
Fabricación de material eléctrico y electrónico	16,317	10,010
Fabricación y mantenimiento de vehículos a motor	252,397	210,489
Otras actividades	0,980	6,786
PLANTAS NO INDUSTRIALES	726,794	686,928
Hospitales	24,112	28,413
Vertederos (RSU)	676,074	639,268
Depuradoras (EDAR)	26,607	19,247
FUENTES DE ÁREA MÓVILES	4486,817	4841,533
Tráfico rodado	3280,579	3484,447
Tráfico ferroviario	24,982	24,355
Tráfico aéreo	13,720	13,760
Maquinaria agrícola	1167,535	1318,972
FUENTES DE ÁREA ESTACIONARIAS	5059,112	5553,049
Sector doméstico	619,835	817,868
Extracción de minerales	11,614	181,859
Asfaltado de carreteras	0,000	0,000
Distribución al por mayor de combustibles	3,592	4,766
Estaciones de servicio	0,000	0,000
Limpieza en seco	0,000	0,000
Uso de disolventes	0,000	0,000
Uso de refrigerantes y propelentes	68,474	97,411
Agricultura	1681,403	1561,618
Ganadería	2674,172	2889,527
Fuentes biogénicas	0,022	0,000
Incendios forestales	0,000	0,000
TOTAL	21006,326	22768,858

Podemos observar según la actividad cuales son las más contaminantes. Tanto en 2003 como 2006 las actividades que más CO₂ aportan coinciden, siendo estas la producción de

energía eléctrica, el tráfico rodado y la ganadería. En las siguientes gráficas podemos ver cómo es esta distribución:

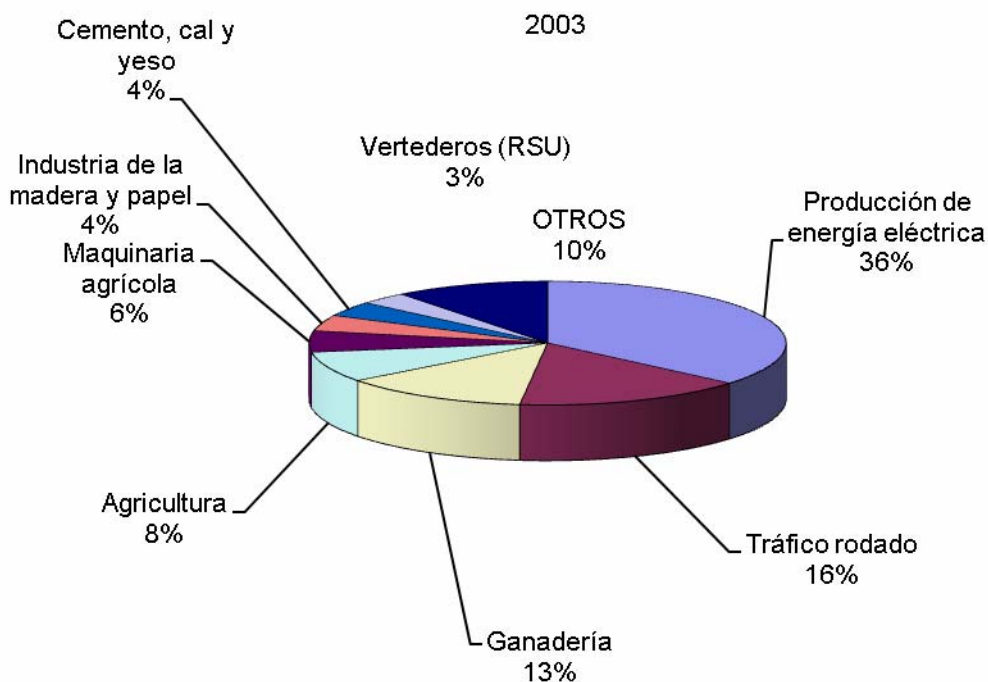


Gráfico 12.5-Repación del CO₂ equivalente según actividad en Aragón en 2003

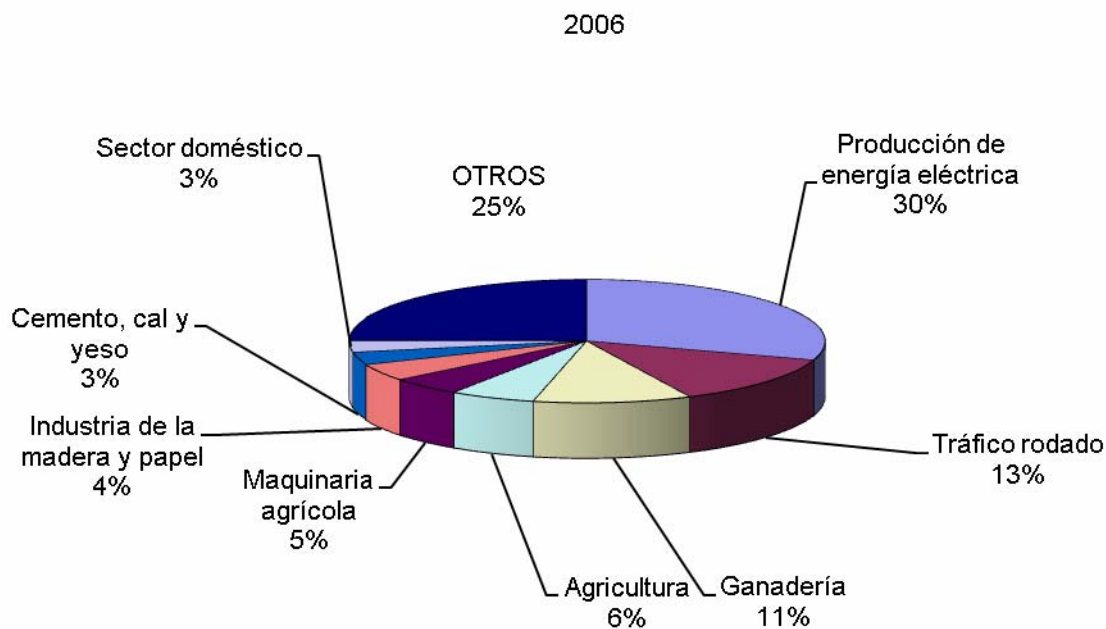


Gráfico 12.6-Repación del CO₂ equivalente según actividad en Aragón en 2006

Se puede observar que las emisiones provenientes de la producción de energía eléctrica han aumentado entre 2003 y 2006. Esto es debido al aumento de la producción, sobre

todo por plantas de cogeneración. Como podemos observar en la siguiente gráfica este es el sector más contaminante, muy por encima del resto.

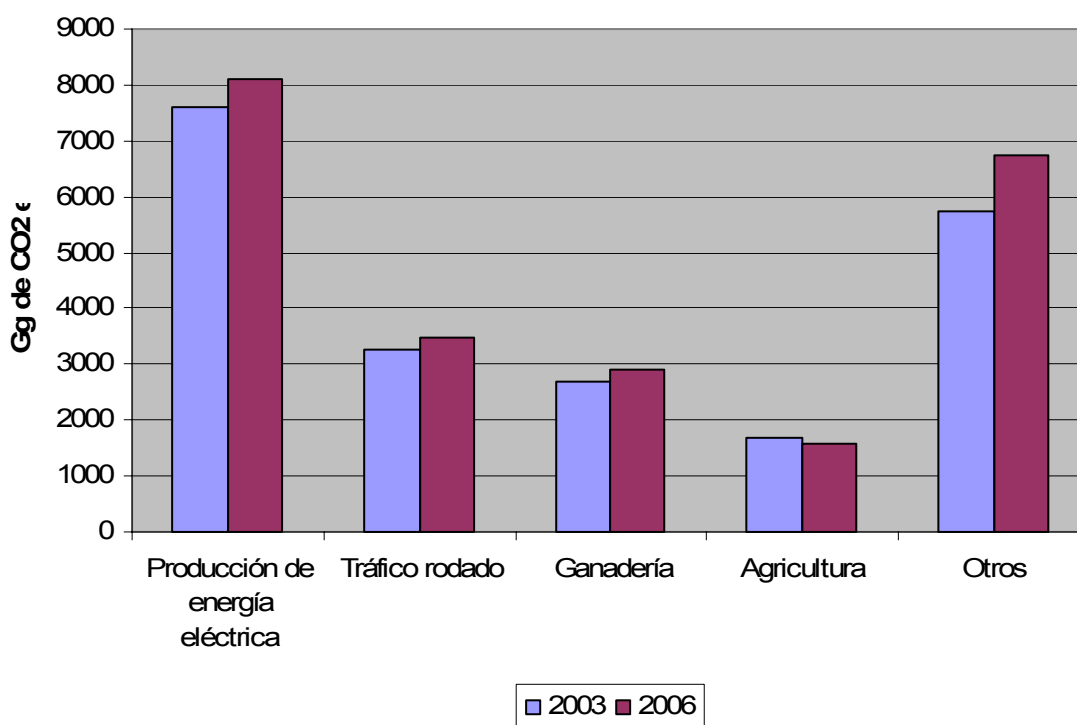


Gráfico 12.7-Comparativa entre los sectores más contaminantes de CO2 equivalente

12.1.2. Emisiones por gas

Como hemos comentado anteriormente, el CO₂ equivalente proviene de la ponderación de cada gas con el factor GWP correspondiente. La contribución individualizada de cada gas (o grupo de gases) se muestra a continuación.

12.1.2.1. Emisiones de CO₂

El CO₂ es el principal contaminante de los gases de efecto invernadero. De hecho, su efecto es el más notorio en la contaminación, suponiendo más de un 80% del CO₂ equivalente.

Sector	2003	2006
Plantas industriales	10.665,64	11.620,97
Plantas no industriales	22,70	26,59
Fuentes de área móviles	4.265,11	4.642,80
Fuentes de área estacionaria	593,07	819,30
TOTAL Gg eq CO2	15.546,53	17.109,66

Como podemos observar el sector más contaminante es el sector industrial, donde ha habido una ligera reducción de las emisiones de CO₂.

En la siguiente gráfica podemos ver las actividades que más producen CO₂ y su comparativa entre 2003 y 2006.

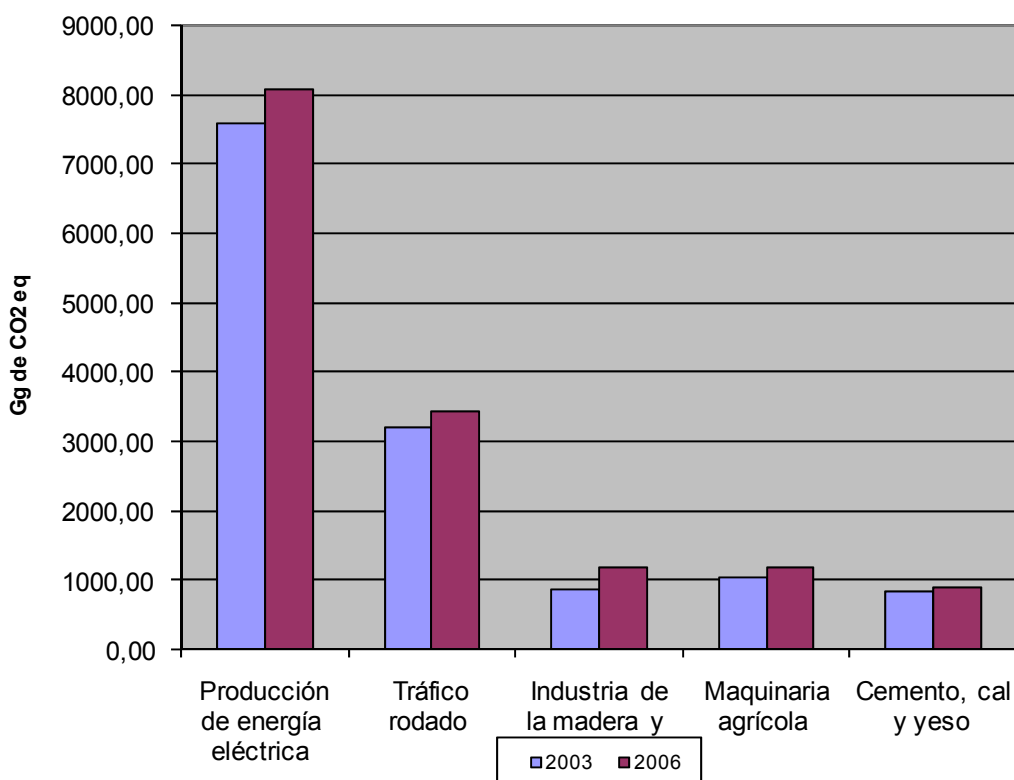


Gráfico 12.8-Comparativa entre 2003 y 2006 de actividades más contaminantes de CO₂.

Las emisiones de CO₂ debidas a todas las actividades han aumentado.

12.1.2.2. Emisiones de metano (CH₄)

El metano es el segundo de los contaminantes que más CO₂ equivalente produce, aunque muy por debajo del CO₂, aportando menos de un 10% a las emisiones totales.

Sector	2003	2006
Plantas industriales	5,59	3,67
Plantas no industriales	688,95	648,68
Fuentes de área móviles	10,19	8,76
Fuentes de área estacionaria	2.231,92	2.870,29
TOTAL Gg eq CO₂	2.936,65	3.531,40

El sector donde más CH₄ genera es el de las fuentes de área estacionaria y debido en gran medida a la ganadería.

Tras la ganadería, los sectores que más metano produjeron a lo largo de 2006 son vertederos, industria del papel y cartón, agricultura y fuentes biogénicas.

En la siguiente gráfica podemos ver las actividades que más producen CH₄ y su comparativa entre 2003 y 2006

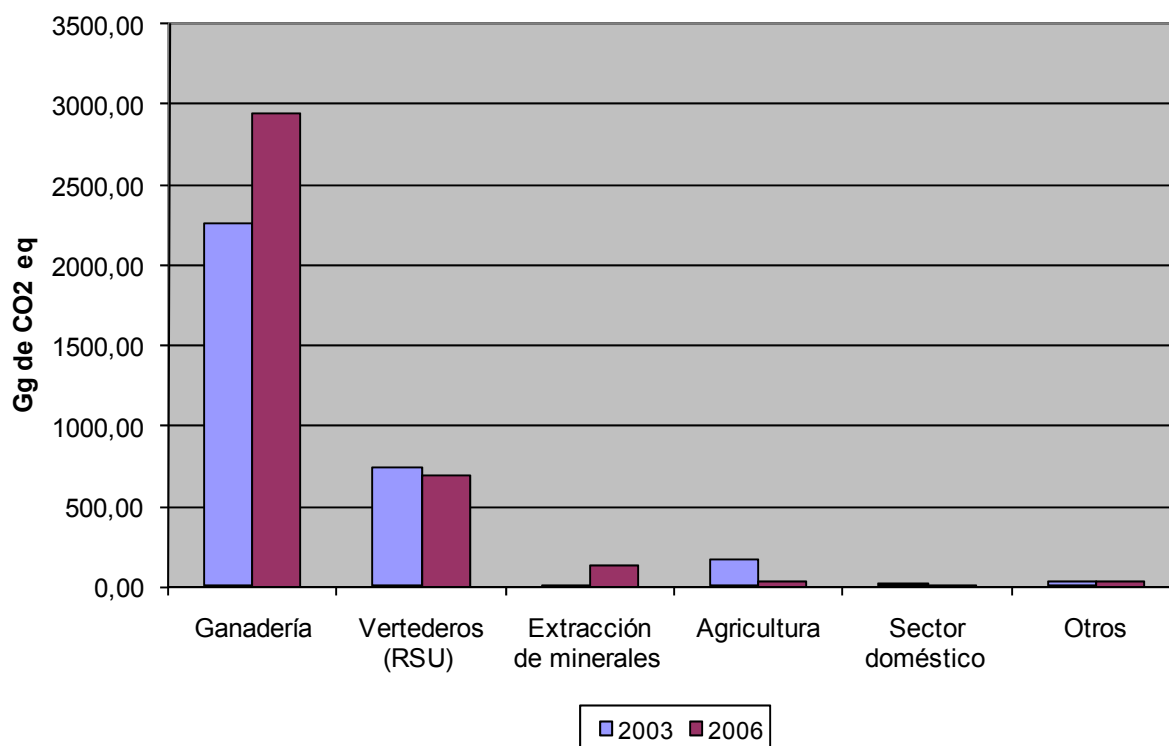


Gráfico 12.9-Comparativa entre 2003 y 2006 de actividades más contaminantes de CH₄

12.1.2.3. Emisiones de óxido nitroso (N₂O)

El N₂O es el tercero de los gases contaminantes suponiendo alrededor de un 7% del total.

Sector	2003	2006
Plantas industriales	62,37	62,71
Plantas no industriales	15,14	11,65
Fuentes de área móviles	211,51	189,98
Fuentes de área estacionaria	2.165,65	1.766,05
TOTAL Gg eq CO₂	2.454,68	2.030,38

Las actividades que más N₂O producen son la ganadería y agricultura, procedentes de las fuentes de área estacionaria y también la producción de energía eléctrica y maquinaria agrícola.

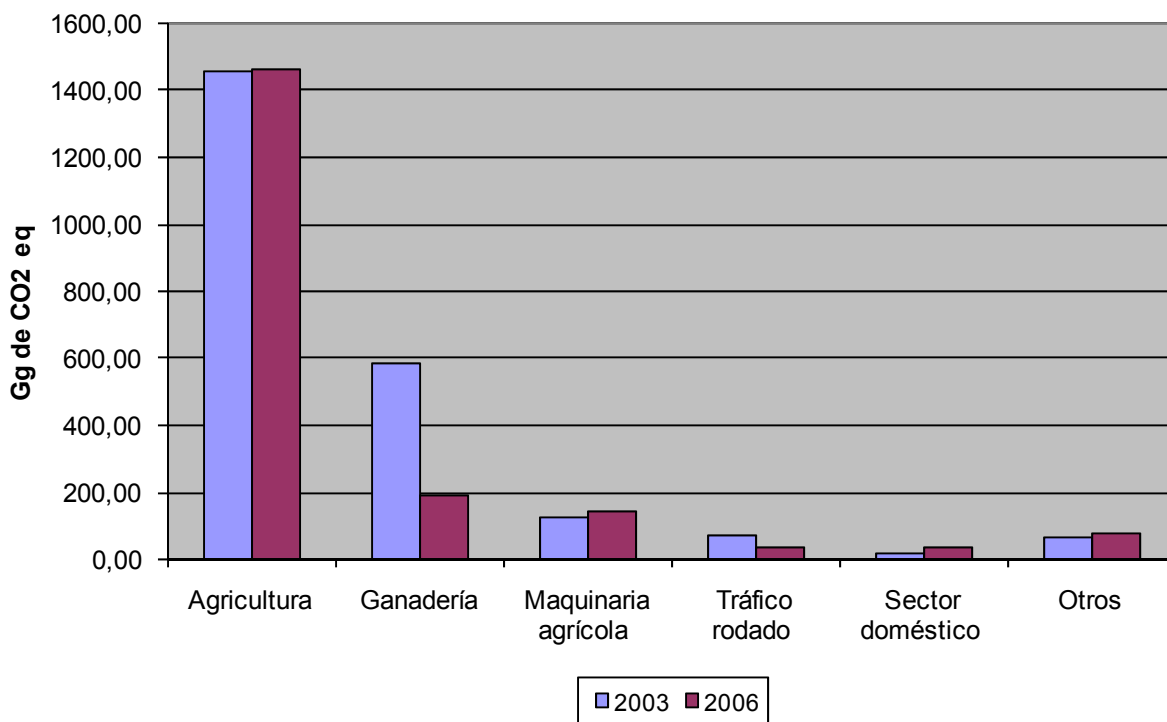


Gráfico 12.10-Comparativa entre 2003 y 2006 de actividades más contaminantes de N₂O

Como se puede observar hay una disminución de las emisiones en 2006 en los sectores más contaminantes debido al descenso del ganado bovino en Zaragoza y al descenso de consumo de pesticidas y fertilizantes por parte del sector leñoso.

12.1.2.4. Emisiones de contaminantes fluorados

Se trata de los hidrofluorocarbonos (HFC), polifluorocarbonos (PFC) y fluoruro de azufre (SF₆). Estas emisiones suponen menos de un 1% del total.

Sector	2003	2006
Plantas industriales	0,00	0,00
Plantas no industriales	0,00	0,00
Fuentes de área móviles	0,00	0,00
Fuentes de área estacionaria	68,47	97,41
TOTAL Gg eq CO₂	68,47	97,41

Las emisiones de los contaminantes fluorados provienen únicamente de las fuentes de área estacionaria, más concretamente del uso de refrigerantes y propelentes. Este uso ha aumentado entre los años inventariados.

12.2. TENDENCIAS DE OTROS GASES DE EFECTO INVERNADERO INDIRECTO Y MATERIA PARTICULADA

Los gases de efecto indirecto son aquellos que tienen capacidad para influir en la concentración atmosférica de otros gases de efecto invernadero. A ellos hay que añadir el efecto de las partículas en suspensión, que al reflejar ciertas longitudes de onda, contribuyen a disminuir el efecto invernadero, aunque su efecto puede ser muy negativo sobre la salud humana.

Se consideran en esta sección:

- Óxidos de nitrógeno (NO_x)
- Compuestos orgánicos volátiles no metánicos
- Monóxido de carbono (CO)
- Óxidos de azufre (SO_x)
- Materia Particulada

Estos contaminantes también están presentes en otras formas de contaminación, como lluvia ácida, precursores de ozono troposférico, smog fotoquímico, etc.

12.2.1. Óxidos de nitrógeno (NO_x)

Las emisiones de NO_x provienen principalmente de los procesos de combustión, de fuentes de área estacionaria y móvil.

Sector	2003	2006
Plantas industriales	42.357.759,66	44.481.938,77
Plantas no industriales	18.251,10	61.682,45
Fuentes de área móviles	35.357.562,58	42.360.211,51
Fuentes de área estacionaria	2.567.003,93	2.629.216,90
TOTAL Kg Nox	80.300.577,28	89.533.049,63

Podemos observar como las emisiones han aumentado sobre todo debido al aumento de las emisiones en las fuentes de área móviles, ya que el tráfico rodado es una de las mayores fuentes de NO_x.

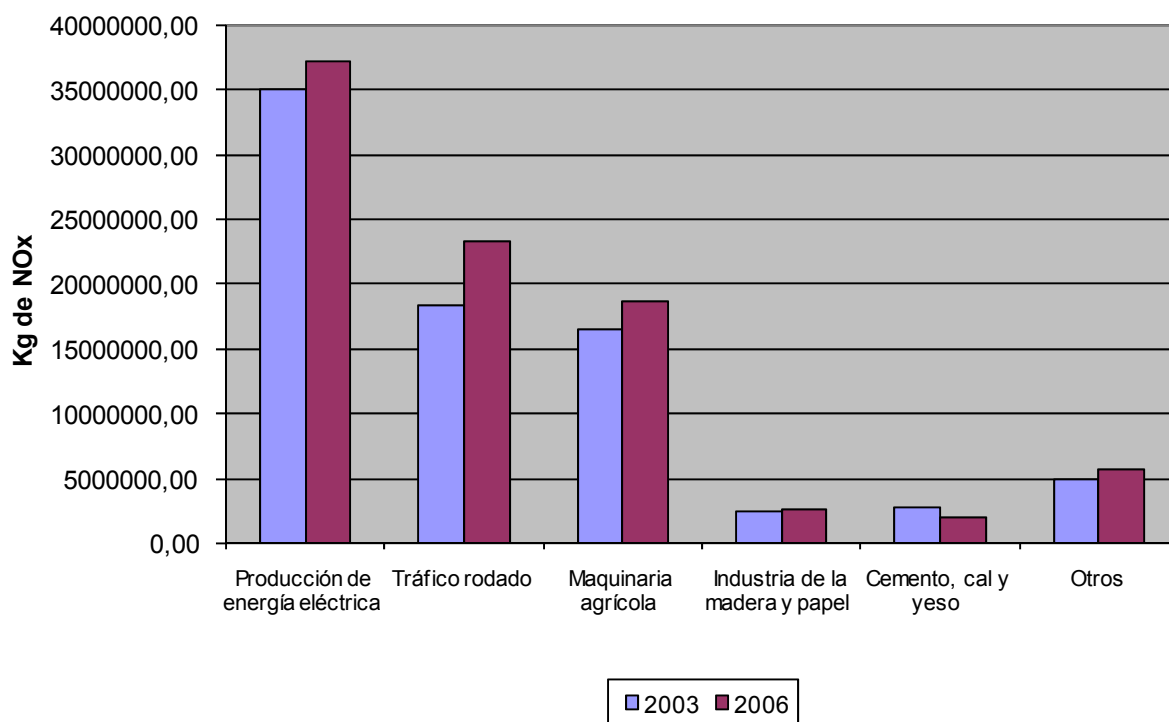


Gráfico 12.11-Comparativa entre 2003 y 2006 de actividades más contaminantes de NO_x

Se puede observar como el sector más contaminante tanto en 2003 como en 2006 es la producción de energía eléctrica.

12.2.2. Compuestos orgánicos volátiles no metánicos (COVNM)

Las emisiones de COVNM provienen principalmente de las fuentes de área estacionarias.

Sector	2003	2006
Plantas industriales	2.814.232,11	6.438.037,14
Plantas no industriales	1.583,86	15.692,92
Fuentes de área móviles	10.113.820,96	4.982.513,07
Fuentes de área estacionaria	148.049.269,84	144.672.911,31
TOTAL Kg COVNM	160.978.906,77	156.109.154,43

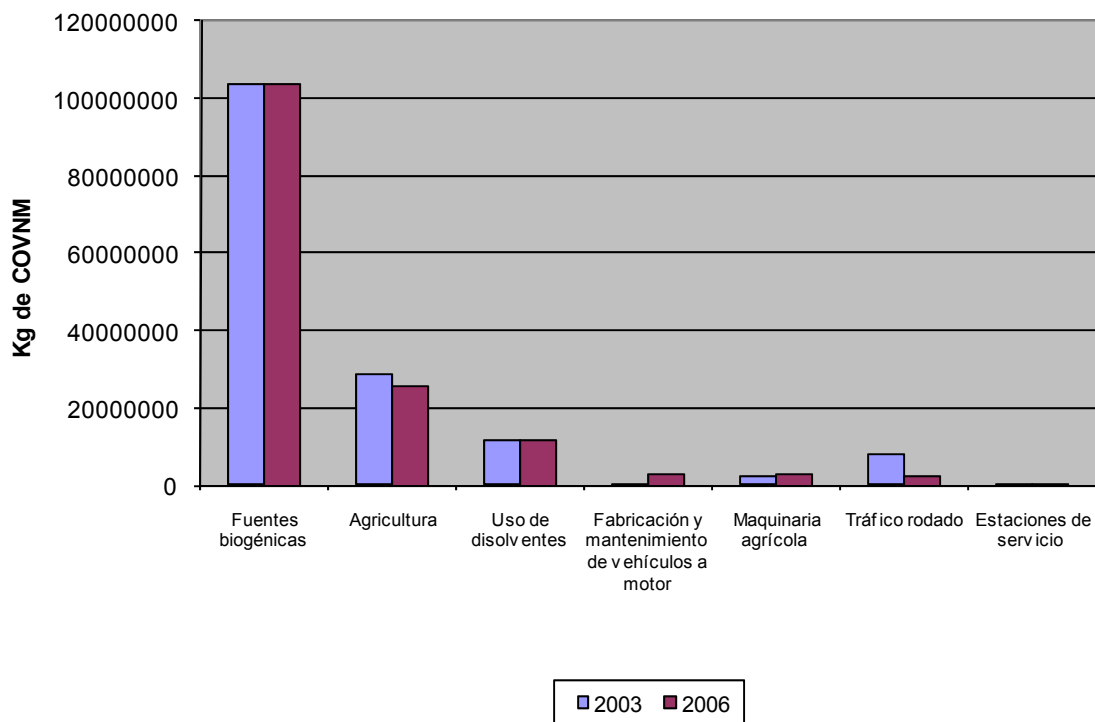


Gráfico 12.12-Comparativa entre 2003 y 2006 de actividades más contaminantes de CO2NM

Se observa que el de las fuentes biogénicas es el principal sector contaminante de CO2NM.

12.2.3. Monóxido de carbono (CO)

El CO se origina por la combustión incompleta de los combustibles en procesos de combustión, por ello todos los sectores con este tipo de proceso contribuyen a la generación de este contaminante.

El sector más contaminante es el de las fuentes de área móviles, donde gracias al uso de nuevas tecnologías, como catalizadores y el aumento relativo de vehículos diésel se ha producido una disminución de emisiones.

Sector	2003	2006
Plantas industriales	3.773.964,05	37.162.446,74
Plantas no industriales	39.234,69	282.889,26
Fuentes de área móviles	50.734.786,64	48.858.282,56
Fuentes de área estacionaria	12.630.061,76	11.598.839,62
TOTAL Kg CO	67.178.047,15	97.902.458,18

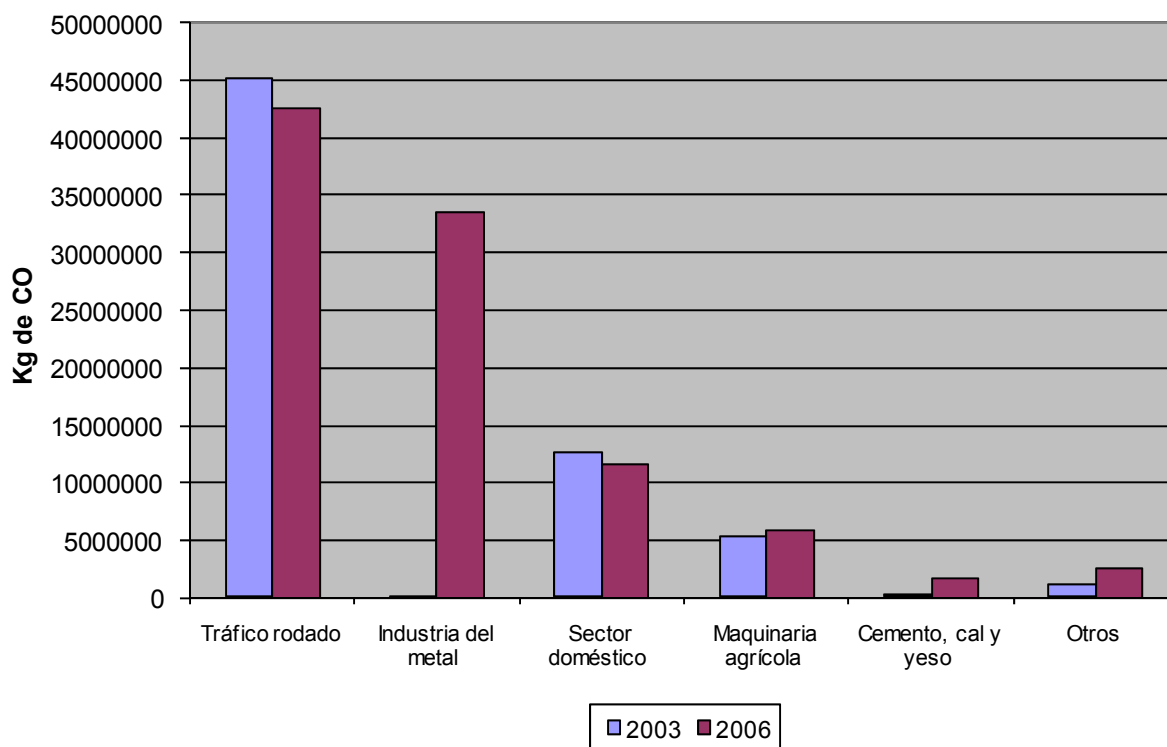


Gráfico 12.13-Comparativa entre 2003 y 2006 de actividades más contaminantes de CO

Como se acaba de comentar, las fuentes de área móviles son las más contaminantes y, dentro de estas, el tráfico rodado. Les sigue el sector doméstico la maquinaria agrícola.

12.2.4. Óxidos de azufre (SO_x)

El sector energético es el mayor productor de este contaminante, por ello las plantas industriales presentan el valor más alto, aunque hay una reducción respecto al 2003. Esto es debido a las mejoras tecnológicas para la eliminación de este compuesto en las centrales y a la mejora de los combustibles, donde ha habido un cambio hacia combustibles con mínimo contenido en azufre.

Sector	2003	2006
Plantas industriales	196.715.290,47	183.871.817,45
Plantas no industriales	16.960,65	51.025,61
Fuentes de área móviles	852.038,59	169.057,88
Fuentes de área estacionaria	170.532,83	176.905,09
TOTAL Kg SO_x	197.754.822,54	184.268.806,03

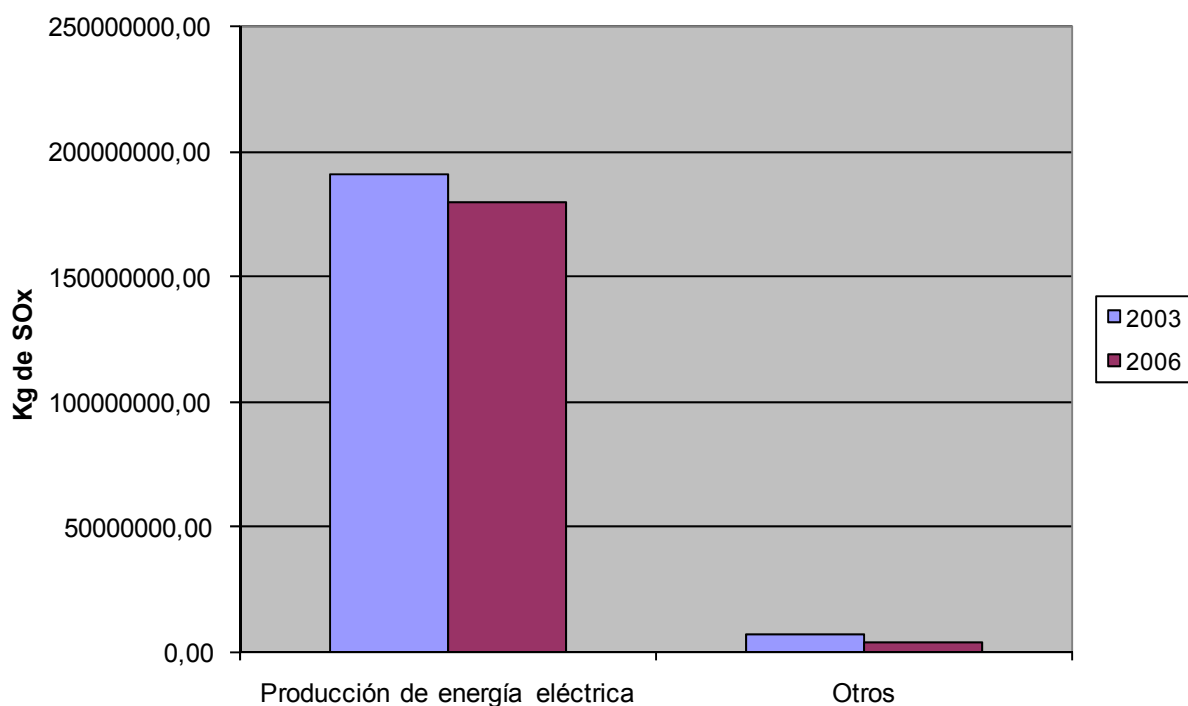


Gráfico 12.14-Comparativa entre 2003 y 2006 de actividades más contaminantes de SO_x

Como podemos observar el sector más contaminante es el de la producción de energía eléctrica, seguido, pero con valores mucho menores, de la industria de la madera, papel y producción de cemento, cal y yeso entre otros.

12.2.5. Materia particulada

La materia particulada engloba a todas aquellas partículas suspendidas en la atmósfera y cuyo tamaño se comprende entre 0.002 μm a más de 100 μm . Se sabe que determinadas materia particulada tiene una alta absorbanza de la luz, lo que ayuda a mitigar los efectos del calentamiento global, sin dejar de tener en cuenta los efectos perjudiciales para la salud de este tipo de compuestos.

Sector	2003	2006
Plantas industriales	1.732.761,00	3.075.615,75
Plantas no industriales	1.456,62	90,18
Fuentes de área móviles	3.328.185,42	6.710.780,57
Fuentes de área estacionaria	113.604.556,93	69.865.901,86
TOTAL Kg Partículas totales	118.666.959,98	79.652.388,35

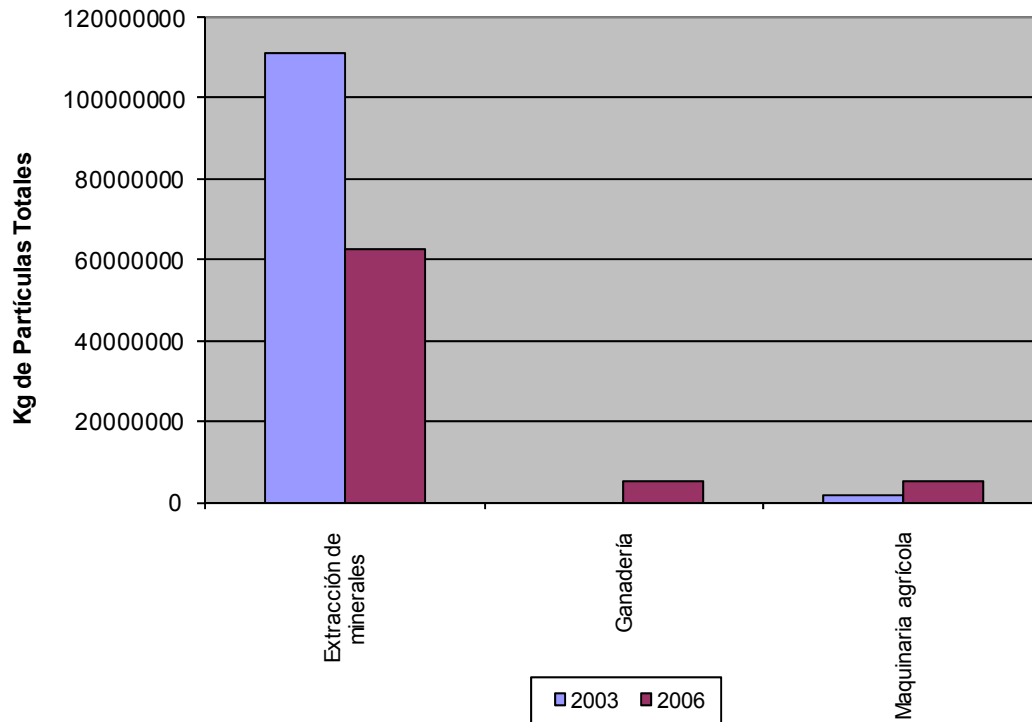


Gráfico 12.15-Comparativa entre 2003 y 2006 de actividades más contaminantes de materia particulada.

El sector que mas materia particulada produce es el de fuentes de área estacionaria, debido en gran parte a la extracción de minerales. Al disminuir la producción de minerales, hay una menor emisión de materia particulada.

