
CAPÍTULO 4:

PROCESOS INDUSTRIALES

En este capítulo se examina el conjunto de actividades relacionadas con los procesos (o partes de los procesos) industriales no relacionados con la combustión. Estos procesos pueden presentar unos requerimientos energéticos que se satisfacen a través de transferencia de calor desde los procesos de combustión analizados en el capítulo 3. Así, por tanto, las emisiones que aquí se analizan excluyen la contribución de las emisiones procedentes del uso, en sentido propio, de combustibles.

La nomenclatura SNAP-97 de actividades del Inventario distingue los subgrupos de actividades siguientes:

- 04.01 Procesos en la industria del refino de petróleo
- 04.02 Procesos en la industria del hierro y el acero y en las coquerías
- 04.03 Procesos en la industria no férrea
- 04.04 Procesos en la industria química inorgánica
- 04.05 Procesos en la industria química orgánica
- 04.06 Procesos en los sectores de pasta de papel, madera, alimentación y varios
- 04.08 Producción de hidrocarburos halogenados y hexafluoruro de azufre

El capítulo se estructura en siete epígrafes: uno para cada uno de los subgrupos mencionados. Obsérvese que la numeración de los subgrupos no siempre es correlativa. Así en concreto, no existe el subgrupo 04.07. Este salto en la numeración y la propia secuencia de actividades (desglose a tercer nivel) dentro de los subgrupos ha venido motivada por el deseo de mantener la compatibilidad con versiones anteriores de la nomenclatura SNAP.

Dentro de cada subgrupo se describen, para cada una de las actividades elementales, los siguientes contenidos de información:

- Descripción general del proceso que da origen a las emisiones.
- Datos de la variable de actividad socioeconómica que representa la “dimensión” de la actividad.
- Factores de emisión o algoritmos de cálculo de las emisiones.
- Emisiones observadas o estimadas.

Una observación sobre una de las fuentes de información principales respecto a las variables de actividad de este capítulo parece oportuno indicarla en este momento, para evitar cualquier posible confusión sobre la procedencia de la información primaria. Se trata del cambio de la organización ministerial que ha integrado en el actual Ministerio de Industria, Energía y Turismo (MINETUR), Direcciones o Subdirecciones Generales de los antiguos Ministerio de Industria, Turismo y Comercio (MITYC), Ministerio de Ciencia y Tecnología (MCYT) y Ministerio de Economía (MINECO), y que a su vez integraban, como resultado de una reorganización ministerial anterior, Direcciones o Subdirecciones Generales del, en su momento, Ministerio de Industria y Energía (MINER). Para referir estas fuentes se utilizará esencialmente la referencia de la nueva ubicación (MINETUR), pero no se excluye que en algún caso se mantenga la referencia a MITYC, MCYT, MINECO o MINER dado que ciertas publicaciones han sido editadas con el logotipo de estos antiguos Ministerios. Asimismo, la publicación “Anuario de Estadística Agroalimentaria” que se cita en este informe, y que en su momento editaba el Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación (MAPA), ha pasado a denominarse “Anuario de Estadística” según la edición actual que edita el Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente (MAGRAMA) (véase referencias bibliográficas).

4.1.- PROCESOS EN LA INDUSTRIA DE REFINO DE PETRÓLEO

La industria del refino de petróleo transforma el crudo en más de 2.500 productos, entre los que se incluyen los principales combustibles líquidos, otros subproductos combustibles e insumos intermedios no combustibles (asfalto, lubricantes, nafta, coque de petróleo, etc.) y los productos petroquímicos de base (etileno, propileno, butadieno, tolueno, xileno, etc.).

Los productos resultantes del refinado pueden agruparse en las tres categorías siguientes:

- Combustibles/carburantes líquidos:
 - Gasolina para automóviles.
 - Gasolina de aviación.
 - Queroseno de aviación.
 - Queroseno de iluminación.
 - Gasóleo para automóviles.
 - Gasóleo de calefacción.
 - Fuelóleos.

- Subproductos combustibles e inputs intermedios no combustibles:
 - Nafta.
 - Lubricantes.
 - Asfaltos.
 - Gases licuados del petróleo.

- Coque de petróleo.
 - Azufre obtenido en instalaciones auxiliares.
 - Aceites blancos.
- Productos petroquímicos de base:
 - Etileno.
 - Propileno.
 - Butadieno.
 - Benceno.
 - Tolueno.
 - Xileno.

La producción del último grupo (productos petroquímicos de base) no se encuadra en la nomenclatura SNAP-97 dentro de los procesos de refinación, aunque tales procesos se realicen en instalaciones ubicadas dentro de las plantas de refino. La producción petroquímica se recoge, de forma diferenciada, en el subgrupo 04.05 de la nomenclatura SNAP-97.

En este subgrupo 04.01 se consideran una serie de actividades de la industria del refino de petróleo no relacionadas con procesos de combustión pero que son, en todo caso, emisoras de contaminantes a la atmósfera. Algunas de estas actividades son de tipo genérico y engloban distintas subactividades o procesos. En concreto se contemplan, con relación a los códigos de la nomenclatura SNAP-97, las siguientes:

- 04.01.01: Procesamiento de productos petrolíferos (procesos de separación, conversión, tratamiento y mezcla).
- 04.01.02: Craqueo catalítico fluido.
- 04.01.03: Plantas de recuperación de azufre.
- 04.01.04: Almacenamiento y manipulación de productos petrolíferos en la refinación.

A continuación se detalla cada una de estas actividades.

4.1.1.- Procesamiento de productos petrolíferos

CORRESPONDENCIA ENTRE NOMENCLATURAS	
NOMENCLATURA	CÓDIGO
CORINAIR/SNAP 97	04.01.01
CMCC/CRF	1.B.2.a.iv
CLRTAP-EMEP/NFR	1.B.2.a.iv

En la industria de refino de petróleo se emplea una gran variedad de procesos. Los procesos que se realizan en cada refinación dependen de una serie de consideraciones económicas y logísticas tales como la calidad del crudo tratado, la accesibilidad y coste del

crudo, la disponibilidad y coste de las instalaciones, así como de la demanda existente de los productos refinados.

Los procesos que constituyen el núcleo central de la actividad de refino pueden agruparse en las cuatro categorías siguientes:

Procesos de separación

El crudo de petróleo consiste en una mezcla de hidrocarburos parafínicos, nafténicos y aromáticos, acompañada con pequeñas cantidades de impurezas de azufre, nitrógeno, oxígeno y metales. La primera fase del refino del crudo tiene por objeto la separación de las distintas fracciones con puntos de ebullición homogéneos, utilizando para ello tres tipos de técnicas: destilación atmosférica, destilación al vacío y concentración de gases y estabilización de naftas (conocida también como unidad de ligeros).

Procesos de conversión

Los procesos de conversión ocasionan una modificación esencial en la estructura de las moléculas de los hidrocarburos, originando, por tanto, un cambio sustancial en todas sus características y propiedades, desde su peso molecular hasta, por ejemplo, su número de octano.

Estos procesos pueden clasificarse en tres grandes grupos según el objetivo principal que se persigue en cada caso. Un primer grupo lo constituyen los procesos de “cracking” o craqueo, coquización y reducción de viscosidad (“visbreaking”), en los que se busca una disminución del tamaño molecular. En el segundo se pretende aumentar el tamaño de las moléculas mediante reacciones de síntesis, alquilación, polimerización, etc. Y en el tercero los procesos de isomerización y reformado reordenan la estructura de las moléculas de petróleo para producir otras de tamaño similar pero de mayor valor.

Procesos de tratamiento

Los procesos de tratamiento tienen por finalidad estabilizar y mejorar la calidad de los productos petrolíferos. La desalinización se utiliza para separar la sal, los minerales, las arenas y el agua de los insumos de proceso antes de someterlos a refino. Los elementos no deseables como azufre, nitrógeno y oxígeno se separan de los inputs intermedios por medio de la hidrodeshulfuración, el hidrotreatmento, el endulzado, y la eliminación de gas ácido. El desasfaltado separa el asfalto de otros productos.

Procesos de mezcla

Los flujos de las distintas unidades de proceso se combinan para producir gasolina, queroseno, gasóleo, fuelóleo y productos especiales.

Aparte de las emisiones directas producidas en la realización de estos procesos existen emisiones fugitivas. Las fuentes de estas emisiones se definen como focos no asociados a ningún proceso específico, sino distribuidos por todo el recinto de la refinería. Estas fuentes incluyen válvulas de todo tipo, pestañas y bridas, juntas de bombas y compresores, conectores para toma de muestras y bocas para el drenaje de procesos.

Al igual que en el resto de actividades realizadas en refinerías, el tratamiento de la información se realiza al nivel de foco puntual, por ser consideradas todas las refinerías como grandes focos puntuales en el Inventario, y por ello la recogida de la información correspondiente a las actividades de este subgrupo se ha llevado a cabo mediante cuestionario al efecto remitido a y cumplimentado por las refinerías.

En la tabla 4.1.1.1 se presentan las variables socioeconómicas de los subprocesos que han sido considerados para la estimación efectiva de las emisiones. Otros subprocesos existentes en las refinerías y generadores de emisiones tales como la destilación atmosférica y el endulzamiento de destilados, no se han considerado porque no se ha podido cuantificar con precisión los valores correspondientes de los factores de emisión, si bien en algún caso estos valores pueden ser relativamente poco significativos.

Tabla 4.1.1.1.- Procesamiento de productos petrolíferos (Cifras en toneladas de alimentación)

Año	Destilación al vacío	Craqueo térmico. Coquización retardada	Calcinación de coque	Plantas de hidrógeno
1990	19.320.896	3.038.876	148.580	65.808
1991	19.908.231	3.452.359	118.282	57.410
1992	20.574.241	3.419.729	104.451	75.101
1993	20.909.809	3.288.369	131.117	79.128
1994	21.020.798	3.230.144	143.222	86.769
1995	20.670.672	3.172.232	145.387	73.501
1996	20.212.429	2.864.937	149.951	71.707
1997	21.384.482	3.225.410	131.811	117.284
1998	23.044.721	3.553.200	142.885	115.262
1999	22.393.227	3.490.553	130.815	141.904
2000	22.962.777	3.830.697	127.092	174.435
2001	21.156.162	3.796.240	103.333	163.919
2002	20.526.470	3.377.244	142.886	200.279
2003	19.684.145	3.369.922	126.891	196.740
2004	22.802.090	4.132.734	133.529	255.545
2005	21.200.083	3.134.633	128.633	250.594
2006	22.609.964	1.296.457	129.303	252.546
2007	24.152.735	1.280.604	127.302	218.927
2008	22.846.165	1.475.586	130.866	212.844
2009	23.603.820	2.282.784	95.721	165.180
2010	23.737.226	2.434.099	119.370	239.597
2011	23.992.545	2.987.819	117.447	502.747
2012	28.211.558	7.762.601	96.387	780.419

La variable de actividad (alimentación) del proceso de destilación al vacío correspondiente a una de las refinerías ha sido estimado por el Equipo de Trabajo de los Inventarios al no haberse podido recabar la información al respecto de la misma. Adicionalmente, para las plantas de hidrógeno no se dispone del dato de una de las refinerías que poseen esta instalación para los años 2000-2004.

En la tabla 4.1.1.2 se presentan los factores de emisión utilizados para realizar la estimación de las emisiones.

Tabla 4.1.1.2.- Procesamiento de productos petrolíferos. Factores de emisión

PRODUCTO	ACIDIFICADORES, PRECURSORES DEL OZONO Y GASES DE EFECTO INVERNADERO										
	SO ₂ (g/t)	NO _x (g/t)	COVNM (g/t)	CH ₄ (g/t)	CO (g/t)	CO ₂ (kg/t)	N ₂ O (g/t)	NH ₃ (g/t)	SF ₆ (mg/t)	HFC (mg/t)	PFC (mg/t)
Destilación al vacío											
Sin técnicas de control			161,1	1,6							
Con técnicas de control			-	-							
Craqueo térmico											
Coquización retardada											
Sin técnicas de control			nd	nd							
Con técnicas de control			-	-							
Calcinación de coque	7.740 100-4.126					242,2 - 315,3					
Plantas de hidrógeno						416 - 3.035					

nd: no disponible

- Cantidad no significativa

Fuente: Libro Guía EMEP/CORINAIR Parte B. Capítulo 411, tabla 8.1.

Para la calcinación de coque se presenta el factor de emisión de SO₂ por defecto, así como el rango de variación del factor implícito deducido a partir de las emisiones calculadas por balance de masas facilitadas por las propias plantas de refino. En el caso del CO₂, se presenta el rango de variación de los factores de emisión a lo largo del periodo inventariado.

Para las plantas de hidrógeno los factores de emisión han sido deducidos de la información facilitada por las propias plantas de refino.

Como precisión adicional sobre la metodología utilizada para la obtención de los factores de emisión presentados en la tabla 4.1.1.2, en aquellos casos en que estos no sean directamente extraídos de la referencia indicada, se realizan los siguientes comentarios:

- **Destilación al vacío:** Dado que los factores indicados en la fuente original venían expresados en términos de kg de contaminante por m³ de alimentación, se ha utilizado una densidad media para ésta de 0,885 kg/l para expresar los factores en términos de masa de contaminante por masa de alimentación. Por otro lado, la fuente indica factores para el total de compuestos orgánicos volátiles, habiendo asumido el Equipo de Trabajo de los Inventarios una proporción del 99% para COVNM y 1% para CH₄.
- **Calcinación de coque:** Se ha obtenido información directa a partir del año 2008 de la única planta que realiza este proceso referente al contenido de carbono de los volátiles que se generan en el proceso de calcinación del coque¹. Así pues la estimación de las emisiones de CO₂ se realiza multiplicando dicho contenido de carbono por el coeficiente de elevación a masa molecular de CO₂ (44/12). Para realizar la estimación de las emisiones de la serie temporal 1990-2007 se ha aplicado el factor implícito que se obtiene en 2008 por tonelada de alimentación (coque verde) a la unidad de calcinación

El factor de emisión por defecto para el SO₂ se ha derivado de acuerdo con el siguiente algoritmo:

$$FE_{SO_2} = 0,0129 \times 0,3 \times 2 = 7,74 \text{ kg /t de alimentación} \quad [4.1.1]$$

donde:

¹ Para los años 2009-2012, la información sobre el contenido de carbono se ha tomado de los datos facilitados por la propia refinería para las emisiones certificadas de CO₂.

0,0129 es el % S del coque verde. "Refino de petróleo, gas natural y petroquímica". Pág. 263

0,3 es la pérdida de peso del coque verde al coque calcinado (30%), tal y como se indica en "Refino de petróleo, gas natural y petroquímica". Pág. 265.

Cabe mencionar sin embargo que el factor de emisión por defecto de SO₂ para esta actividad no ha sido efectivamente aplicado dado que se ha dispuesto de emisiones calculadas por balance de masas facilitadas por las propias refinerías.

En la tabla 4.1.1.3 siguiente se muestran las emisiones finalmente estimadas utilizando las variables socioeconómicas y los factores de emisión anteriormente reseñados.

Tabla 4.1.1.3.- Procesamiento de productos petrolíferos. Emisiones

AÑO	ACIDIFICADORES, PRECURSORES DEL OZONO Y GASES DE EFECTO INVERNADERO										
	SO ₂ (t)	NO _x (t)	COVNM (t)	CH ₄ (t)	CO (t)	CO ₂ (kt)	N ₂ O (t)	NH ₃ (t)	SF ₆ (kg)	HFC (kg)	PFC (kg)
1990	613		1.979	20		123					
1991	488		1.935	19		115					
1992	431		1.509	15		121					
1993	541		1.635	16		138					
1994	591		1.696	17		122					
1995	504		1.618	16		104					
1996	314		1.643	16		131					
1997	13		1.885	19		200					
1998	14		1.945	19		215					
1999	13		1.943	19		246					
2000	25		1.975	20		340					
2001	21		1.777	18		314					
2002	29		1.725	17		375					
2003	25		1.601	16		348					
2004	134		1.811	18		348					
2005	129		1.809	18		330					
2006	129		1.922	19		378					
2007	127		2.058	20		352					
2008	131		1.828	18		355					
2009	96		1.941	19		312					
2010	119		1.933	19		419					
2011	117		1.367	14		825					
2012	96		2.193	22		1.620					

4.1.2.- Craqueo catalítico fluido

CORRESPONDENCIA ENTRE NOMENCLATURAS	
NOMENCLATURA	CÓDIGO
CORINAIR/SNAP 97	04.01.02
CMCC/CRF	1.B.2.a.iv
CLRTAP-EMEP/NFR	1.B.2.a.iv

Las unidades de craqueo catalítico utilizan calor, presión y catalizadores para convertir los aceites pesados en productos más ligeros con una distribución favorable a las gasolinas y otras mezclas destiladas.

Los procesos de craqueo catalítico en lecho fluido (FCC) utilizan catalizadores finamente divididos que se encuentran suspendidos en una emulsión con vapores calientes del insumo intermedio introducido en el proceso. Los productos de la reacción de los vapores de hidrocarburos se separan de las partículas del catalizador en los ciclones, y se envían al fraccionador. La parte consumida del catalizador se envía a la unidad de regeneración, en la que los sedimentos se queman antes de proceder a su reciclado.

En los procesos de cracking catalítico en lecho móvil (TCC) se mezclan los vapores calientes del insumo intermedio con las partículas del catalizador al tiempo que fluyen hacia la sección de separación y fraccionado de la unidad TCC.

Aparte de los productos de combustión de los hornos de calentamiento, las emisiones de los procesos de craqueo catalítico se originan en el regenerador del catalizador. De estas emisiones las principales corresponden a COVNM, NO_x, SO_x, CO, NH₃, partículas, aldehídos y cianuros.

Las emisiones de partículas de las unidades FCC se controlan mediante ciclones y/o precipitadores electrostáticos. Las calderas de calentamiento que utilizan como combustible el CO residual pueden emplearse para reducir las emisiones de este gas y las de otros hidrocarburos a niveles insignificantes.

Las unidades de regeneración catalítica TCC registran emisiones mucho menores que sus homólogas del tipo FCC. Las emisiones de partículas pueden controlarse con alto grado de eficiencia mediante el uso de ciclones. Las emisiones de COVNM y CO de las unidades TCC pueden reducirse hasta lograr niveles insignificantes canalizando los gases emitidos para su utilización como combustible en hornos de calentamiento o en quemadores.

Las emisiones de SO_x del proceso de regeneración del catalizador pueden reducirse haciendo pasar los gases residuales a través de un lavador de agua o de sosa cáustica.

Como dato socioeconómico básico se ha utilizado las toneladas de alimentación que se procesan en las unidades de craqueo catalítico fluido y que se muestran en la tabla 4.1.2.1.

Tabla 4.1.2.1.- Craqueo catalítico fluido (Cifras en toneladas)

1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001
7.165.910	7.434.128	8.110.109	8.397.102	9.133.718	8.769.377	8.835.827	8.875.011	9.475.598	9.551.740	9.500.964	9.381.302
2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	
9.126.433	8.474.133	9.457.408	9.121.227	9.612.848	9.372.430	9.161.700	9.226.355	8.841.013	8.471.477	7.626.994	

Los factores de emisión utilizados en el cálculo de las emisiones, salvo en los casos particulares que se indican a continuación, han sido tomados del Libro Guía EMEP/CORINAIR, y vienen expresados en g/m³ de alimentación. Para convertirlos a g/t se ha tomado una densidad media para el alimento de 0,93 kg/l.

Para el CO, el factor de emisión por defecto ha sido deducido en función de la información suministrada por algunas refinerías. Para el caso del CO₂ no se dispone de factores de emisión específicos, por lo que ante la ausencia de una información mejor los

factores utilizados han sido deducidos en función del dato del coque retenido en el catalizador de las unidades. Para el CO₂ se ha utilizado la siguiente fórmula:

$$FE_{CO_2} = \frac{\text{masa de coque retenido en el catalizador} \times 0,918 \times \frac{44}{12}}{\text{masa alimentación al FCC}} \quad [4.1.3]$$

donde 0,918 es la fracción de carbono en el coque (se asume que la parte de carbono que va como CO es prácticamente despreciable)². Para determinar la composición media del coque se ha consultado la tabla 7.3 de la publicación "Refino de petróleo, gas natural y petroquímica" (véase referencias bibliográficas). Obviamente, para el CO₂ los factores de emisión han sido convertidos para expresarlos en las unidades adecuadas a la variable socioeconómica utilizada (toneladas de alimentación) en función de los datos suministrados por cada refinería en cada año inventariado.

En cuanto a las partículas, se ha tomado el factor de PST indicado en el Libro Guía EMEP/CORINAIR, y se ha realizado una estimación del factor de emisión por defecto de PM_{2,5} y PM₁₀ aplicando a dicho factor de emisión de PST las ratios derivadas de la información sobre factores de emisión propuestos por CITEPA, pág. 174 (véase referencias bibliográficas), de relación entre emisiones de PM_{2,5} y PM₁₀ con respecto a PST. En aquellos casos en los que se disponía de emisiones medidas de PST se han aplicado estas mismas ratios a las emisiones para obtener las emisiones correspondientes de PM_{2,5} y PM₁₀.

En la tabla 4.1.2.2 se presentan los factores utilizados en la estimación de las emisiones de esta actividad.

Tabla 4.1.2.2.- Craqueo catalítico fluido. Factores de emisión

SO ₂ (g/t alim.)	NO _x (g/t alim.)	COVNM (g/t alim.)	CH ₄ (g/t alim.)	CO (g/t alim.)	CO ₂ (kg/t coque)	N ₂ O (g/t alim.)	NH ₃ (g/t alim.)
1.519,4/B	219,4/B	666,7 ⁽¹⁾ /B	10,8 ⁽¹⁾ /B	20 ⁽²⁾ /B	Ver fórmula [4.1.3]		166,7 ⁽¹⁾ /B

(1) Sin técnicas de control. Si existen precipitadores electrostáticos las emisiones de estos contaminantes se consideran no significativas.

(2) Factor de emisión estimado en función de las emisiones facilitadas por algunas refinerías.

	PM _{2,5} (g/t alim.)	PM ₁₀ (g/t alim.)	PST (g/t alim.)
Sin técnicas de control	365,2/C	747,3/C	747,3/C
Con precipitador electrostático	67,3/C	137,6/C	137,6/C

Según información facilitada por las refinerías, las unidades de FCC disponen de técnicas de control de las emisiones, por lo que, tal como se indica en la nota (1) al pie de la tabla 4.1.2.2, las emisiones de COVNM, CH₄ y NH₃ pueden considerarse no significativas. Asimismo, las propias refinerías han facilitado datos sobre emisiones medidas y/o estimadas de algunos contaminantes, en particular de SO₂, NO_x, CO y PST, situación en la cual se ha dado prioridad a esta información sobre la que se derivaría de aplicar un factor

² Este contenido de carbono se ha utilizado cuando no se ha dispuesto de información específica facilitada por las propias plantas referente al contenido de carbono del coque retenido en el catalizador de las unidades de FCC.

de emisión genérico sobre la variable de actividad. En la tabla 4.1.2.3 se presentan los factores de emisión implícitos anuales para estos contaminantes.

Tabla 4.1.2.3.- Craqueo catalítico fluido. Factores de emisión implícitos

Año	SO ₂ (g/t)	NO _x (g/t)	CO (g/t)	CO ₂ (kg/t)	PM _{2,5} (g/t)	PM ₁₀ (g/t)	PST (g/t)
1990	2.189,5	355,3	35,3	188,6			
1991	2.239,9	318,9	20,5	177,9			
1992	2.135,9	274,7	19,7	174,9			
1993	2.386,4	269,6	43,6	170,1			
1994	2.354,5	239,4	18,1	187,4			
1995	2.528,8	198,4	21,0	170,8			
1996	2.318,2	225,0	20,8	159,3			
1997	1.816,0	208,7	19,3	155,7			
1998	1.577,2	210,8	18,0	155,6			
1999	1.460,2	194,7	17,1	158,1			
2000	1.328,7	217,1	17,9	163,7	47,3	96,7	96,7
2001	1.072,2	214,6	18,9	154,1	44,0	89,9	89,9
2002	1.104,3	215,1	17,9	156,5	44,8	91,5	91,5
2003	1.057,4	207,0	20,5	149,9	43,3	88,6	88,6
2004	1.063,6	196,5	26,8	158,2	45,3	92,5	92,5
2005	920,3	196,0	25,2	156,1	44,1	90,2	90,2
2006	776,3	190,2	18,0	158,0	44,0	89,9	89,9
2007	703,7	207,2	18,7	159,0	44,8	91,6	91,6
2008	651,9	215,5	17,9	155,1	43,4	88,7	88,7
2009	696,4	187,0	19,8	160,8	44,6	91,1	91,1
2010	698,0	178,3	19,6	162,5	45,9	93,9	93,9
2011	855,2	193,9	19,3	165,5	53,2	101,8	104,1
2012	670,2	180,7	20,2	163,9	39,4	80,7	80,7

En la tabla 4.1.2.4 se presentan las emisiones estimadas para esta actividad.

Tabla 4.1.2.4.- Craqueo catalítico fluido. Emisiones

AÑO	ACIDIFICADORES, PRECURSORES DEL OZONO Y GASES DE EFECTO INVERNADERO										
	SO ₂ (t)	NO _x (t)	COVNM (t)	CH ₄ (t)	CO (t)	CO ₂ (kt)	N ₂ O (t)	NH ₃ (t)	SF ₆ (kg)	HFC (kg)	PFC (kg)
1990	15.690	2.546			253	1.352					
1991	16.652	2.371			152	1.322					
1992	17.322	2.228			160	1.419					
1993	20.039	2.264			366	1.428					
1994	21.506	2.186			165	1.712					
1995	22.176	1.740			184	1.498					
1996	20.484	1.988			183	1.408					
1997	16.117	1.853			171	1.382					
1998	14.945	1.997			171	1.474					
1999	13.947	1.860			163	1.510					
2000	12.624	2.062			170	1.555					
2001	10.058	2.014			177	1.446					
2002	10.078	1.963			164	1.428					
2003	8.961	1.754			173	1.270					
2004	10.059	1.859			254	1.497					
2005	8.394	1.788			230	1.424					
2006	7.463	1.828			173	1.518					
2007	6.595	1.942			175	1.490					
2008	5.973	1.974			164	1.421					
2009	6.426	1.725			183	1.483					
2010	6.171	1.577			174	1.436					
2011	7.245	1.643			163	1.402					
2012	5.111	1.378			154	1.250					

Tabla 4.1.2.4.- Craqueo catalítico fluido. Emisiones (Continuación)

AÑO	METALES PESADOS									PARTÍCULAS		
	As (kg)	Cd (kg)	Cr (kg)	Cu (kg)	Hg (kg)	Ni (kg)	Pb (kg)	Se (kg)	Zn (kg)	PM _{2,5} (t)	PM ₁₀ (t)	PST (t)
1990												
1991												
1992												
1993												
1994												
1995												
1996												
1997												
1998												
1999												
2000										449	918	918
2001										412	843	843
2002										409	835	835
2003										367	751	751
2004										428	875	875
2005										403	823	823
2006										423	864	864
2007										420	858	858
2008										398	813	813
2009										411	840	840
2010										406	830	830
2011										451	862	882
2012										301	615	615

4.1.3.- Plantas recuperadoras de azufre

CORRESPONDENCIA ENTRE NOMENCLATURAS	
NOMENCLATURA	CÓDIGO
CORINAIR/SNAP 97	04.01.03
CMCC/CRF	1.B.2.a.iv
CLRTAP-EMEP/NFR	1.B.2.a.iv

El ácido sulfhídrico (H₂S) es un subproducto del procesamiento del gas natural y del refinado de crudos de petróleo con alto contenido en azufre. La recuperación del azufre se realiza mediante conversión del H₂S a azufre elemental. El proceso Claus es la técnica comúnmente utilizada a tal fin. Las plantas de recuperación de azufre pueden localizarse dentro o fuera del recinto de la refinería.

Cuando la recuperación de azufre se realiza en las plantas de procesamiento de gas natural, la actividad se recoge bajo el código 05.03.01 de la nomenclatura SNAP y, obviamente, no en el subgrupo 04.01 destinado al núcleo central de procesos implementados en las refinerías.

Durante las fases iniciales del procesado de crudos con alto contenido en azufre, los gases de proceso que contienen cantidades significativas de H₂S se tratan en una solución de amina pobre para absorber los componentes de azufre. El H₂S es posteriormente separado para proporcionar un gas de entrada a la planta de recuperación de azufre o incinerado en antorchas sin que en este caso exista recuperación de azufre.

En el proceso Claus multietápico, que se encuentra muy difundido, una porción del H₂S presente en el gas de entrada se oxida a dióxido de azufre (SO₂) y a agua en un horno de reacción con aire enriquecido en oxígeno. Después de utilizar el calor de los gases salientes para la generación de vapor los gases, ya enfriados, se pasan a través de un condensador para recuperar el azufre líquido, recalentando a continuación nuevamente los gases. La fracción no quemada del H₂S reacciona con el SO₂ en convertidores catalíticos (utilizando aluminio o bauxita como catalizadores) dando lugar a azufre elemental, agua y calor. Dado que en cada etapa Claus sólo se recupera una fracción del azufre entrante, se utilizan normalmente dos o más etapas para alcanzar eficiencias entre el 94% y el 96% en unidades de dos etapas y entre el 97 y el 98,5% en plantas de cuatro lechos catalíticos.

Los gases de cola de la unidad Claus contienen contaminantes procedentes de los procesos de oxidación entre los que se incluyen el SO₂, la fracción no oxidada de H₂S, y otros productos tales como compuestos reducidos de azufre y mercaptanos (COS, CS₂), así como pequeñas cantidades de CO y de COV. La cantidad de estos compuestos en el gas de cola está relacionada con el grado de eficiencia de la recuperación de azufre.

En cuanto a las técnicas de control de las emisiones, los métodos más habituales son los tres siguientes:

- Extensión de la reacción Claus a la fase líquida a más baja temperatura.
- Lavado del gas de cola.
- Incineración del gas de cola.

El dato socioeconómico utilizado para el cálculo de las emisiones es la producción de azufre, cuyas cifras se muestran en la tabla 4.1.3.1.

Tabla 4.1.3.1.- Plantas recuperadoras de azufre. Producción (Cifras en toneladas)

1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001
93.745 (*)	90.480 (*)	90.917 (*)	105.545 (*)	151.419	177.845	167.546	219.488	279.722	237.700	262.898	249.370
2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	
254.987	241.780	300.187	328.739	371.372	389.967	385.468	363.893	375.926	428.501	605.763	

(*) Se desconoce la producción de algunas refinerías

Para estimar las emisiones de SO₂ el Libro Guía EMEP/CORINAIR (capítulo B413) y el Libro Guía EMEP/EEA 2013 (capítulo 1.B.2.a.iv, apartado 3.4.2) proponen la utilización de la siguiente ecuación:

$$Emisión\ SO_2\ (kg/t) = \frac{100 - \% \text{ recuperación}}{\% \text{ recuperación}} \times 2.000 \quad [4.1.4]$$

De la información recibida en los cuestionarios se evidencia que el “% de recuperación” oscila en la mayoría de los casos entre el 94% y el 98%, con valor inferior extremo situado en el 90% y valor superior extremo en el 99%.

En la tabla 4.1.3.2 se presentan las emisiones estimadas para esta actividad, y que han sido facilitadas por las propias refinerías. En el caso del NO_x, la cobertura de las emisiones no es completa para el conjunto del sector, ya que los datos de estas emisiones han sido facilitados ocasionalmente por algunas refinerías. No obstante, de acuerdo con la nomenclatura SNAP-97, las emisiones de NO_x son prácticamente no significativas. Un caso similar sucede con las emisiones de CO₂, ya que los datos que figuran en la tabla 4.1.3.2 han sido facilitados por una refinería en el periodo 1990-2000, por dos refinerías para el periodo 2000-2006 y por una refinería en 2007 y 2010. Asimismo en la base de datos figuran emisiones de PST correspondientes a los valores facilitados por una sola refinería en los años 2002-2006 y por otra refinería en 2007, por lo que la información sobre emisiones de partículas es obviamente parcial y no puede considerarse representativa del conjunto del sector, además de no incluir la especiación PM_{2,5} y PM₁₀, motivo por el cual se obvia aquí su presentación.

Tabla 4.1.3.2.- Plantas recuperadoras de azufre. Emisiones

AÑO	ACIDIFICADORES, PRECURSORES DEL OZONO Y GASES DE EFECTO INVERNADERO										
	SO ₂ (t)	NO _x (t)	COVNM (t)	CH ₄ (t)	CO (t)	CO ₂ (kt)	N ₂ O (t)	NH ₃ (t)	SF ₆ (kg)	HFC (kg)	PFC (kg)
1990	23.964					1					
1991	26.224					1					
1992	28.612					1					
1993	39.128					4					
1994	25.936	579				6					
1995	29.487	420				7					
1996	23.574	209				7					
1997	28.996					8					
1998	35.899					8					
1999	25.543					10					
2000	20.651					8					
2001	19.460					27					
2002	19.557	65				21					
2003	19.403	43				23					
2004	16.841	59				26					
2005	17.622	110				81					
2006	17.768	116				22					
2007	14.848	41				7					
2008	14.338										
2009	14.111	43									
2010	13.469					5					
2011	15.520										
2012	15.476										

4.1.4.- Almacenamiento y manipulación de productos petrolíferos en la refinería

CORRESPONDENCIA ENTRE NOMENCLATURAS	
NOMENCLATURA	CÓDIGO
CORINAIR/SNAP 97	04.01.04
CMCC/CRF	1.B.2.a.iv
CLRTAP-EMEP/NFR	1.B.2.a.iv

Se consideran aquí únicamente las emisiones de COVNM procedentes del almacenamiento y manipulación de productos intermedios y finales realizadas en las refinerías.

Las emisiones procedentes del almacenamiento y manipulación del crudo en su llegada a la refinería se encuadran dentro del subgrupo 05.04 de la nomenclatura SNAP. Por otra parte, las emisiones procedentes del almacenamiento y manipulación de los productos petrolíferos fuera del recinto de la refinería se encuadran en el subgrupo 05.05 de la nomenclatura SNAP.

El almacenamiento y la manipulación en la refinería de insumos intermedios y productos finales se considera que forma parte de las actividades centrales del proceso de refino.

En cuanto al almacenamiento, se utilizan una gran variedad de tanques, cuyas tipologías principales son las siguientes:

- Tanques con techos fijos.
- Tanques con techo externo flotante.
- Tanques con techo interno flotante.
- Otros tipos de tanques tales como los de espacio de vapor variable.
- Tanques de presión (se consideran fuentes menores de emisión).

Para todos los tanques las emisiones de COVNM son el resultado de dos tipos de pérdidas. La primera es la de *respiración* (breathing or standing loss) que se compone de las emisiones de los vapores del tanque debidas a cambios en las condiciones meteorológicas tales como temperatura y presión sin que se haya dado ningún cambio apreciable en el nivel del líquido. La segunda es la de *operación* (working or withdrawal loss) que resulta del desplazamiento de los vapores del tanque durante las operaciones de llenado o vaciado.

En general, todos los productos intermedios y finales deberían ser almacenados en contenedores apropiados: tanques de presión para los gases, tanques de techo flotante para los líquidos volátiles, tanques de techo fijo para los fuelóleos pesados y los líquidos no volátiles.

Dada la gran variabilidad de los productos almacenados en una refinería, y basándose en la información suministrada, se ha realizado una agrupación de los productos lo más homogénea posible con el fin de poder aplicar factores de emisión diferenciados para cada uno de los productos de acuerdo con sus características. Por tanto la variable de actividad socioeconómica utilizada ha sido el flujo anual trasvasado, expresado en toneladas, de productos almacenados, cuyos datos se presentan en la tabla 4.1.4.1.

Tabla 4.1.4.1.- Almacenamiento y manipulación de productos petrolíferos en la refinería (Cifras en toneladas)

	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997
Crudo	58.715.148	61.834.592	62.650.989	60.305.423	62.174.123	62.510.045	61.700.335	62.226.065
Gasolina	10.072.690	10.178.513	10.429.852	10.197.005	14.779.600	13.446.130	13.420.199	12.411.295
Queroseno	5.626.710	5.258.429	5.077.710	4.815.128	6.208.116	6.458.142	7.332.767	5.887.100
Gasóleo	16.593.928	19.195.665	19.028.931	18.384.002	24.300.987	26.544.095	34.652.533	32.669.097
Fuelóleo	18.318.831	19.688.844	20.178.078	19.762.167	25.318.766	26.822.134	26.168.216	27.638.923
Nafta	3.084.088	3.374.084	3.430.571	3.614.069	7.986.693	7.538.840	6.925.916	7.721.575
G.L.P.	1.359.526	1.245.400	1.236.300	961.793	1.736.197	1.845.646	1.865.191	1.489.273
Asfaltos	1.248.875	1.343.328	1.350.286	1.554.666	1.657.974	1.483.602	1.355.144	1.779.057
Aromáticos	633.723	565.589	183.435	176.609	154.705	507.832	499.978	479.070
Destilados medios	13.332	13.063	14.375	13.840	12.722	9.348	15.564	194.085
Destilados pesados	7.708	7.552	8.311	8.001	10.231	7.762	3.765	1.191.300
Destilados	371.901	387.444	344.860	434.460	290.930	396.275	472.567	

	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005
Crudo	60.106.788	65.345.171	76.382.806	82.946.197	75.551.118	81.960.292	79.547.508	91.535.406
Gasolina	12.468.545	12.575.373	16.119.264	17.415.890	16.268.214	15.420.071	18.366.077	17.773.831
Queroseno	6.336.019	7.260.547	7.097.370	6.915.901	6.162.978	6.645.270	7.299.856	7.500.612
Gasóleo	34.725.446	36.244.090	40.196.966	38.154.451	40.524.250	43.089.637	47.113.712	48.375.865
Fuelóleo	26.491.783	25.952.388	27.055.387	27.319.455	26.775.799	27.627.975	27.054.323	27.618.250
Nafta	8.117.769	5.150.554	9.963.347	15.644.789	10.871.396	10.591.795	11.819.709	14.519.487
G.L.P.	1.503.502	4.579.290	1.241.791	1.402.239	1.307.652	1.476.356	1.608.641	1.582.825
Asfaltos	1.839.152	1.792.459	1.799.029	1.755.210	2.061.234	2.152.861	2.157.903	2.189.813
Aromáticos	528.860	712.384	576.406	1.399.488	990.395	2.494.902	1.299.662	1.526.559
Destilados medios	153.045	135.945	122.265	168.435	161.595	413.223	470.422	623.210
Destilados pesados	1.223.600	831.250	1.292.950	1.064.000	603.264	509.675	2.467.910	492.924
Destilados								

	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
Crudo	88.084.907	83.620.628	79.535.570	68.958.520	68.919.926	65.290.403	77.329.204
Gasolina	11.527.515	10.664.361	10.860.720	10.345.434	10.221.830	9.048.389	8.879.034
Queroseno	6.723.835	6.521.255	7.599.481	5.560.984	5.441.847	5.784.491	6.065.221
Gasóleo	31.780.814	31.661.537	31.996.574	26.721.351	28.921.452	30.337.369	34.422.479
Fuelóleo	21.107.960	22.075.607	23.566.278	20.682.143	20.423.794	21.610.054	20.698.750
Nafta	10.715.375	11.823.885	9.188.196	7.740.479	9.825.621	10.317.363	10.887.193
G.L.P.	914.654	765.954	1.070.379	820.273	764.300	792.628	1.111.433
Asfaltos	2.419.342	2.766.384	2.334.827	2.630.830	2.124.325	2.292.500	1.975.202
Aromáticos	1.592.478	1.645.383	1.012.730	1.180.631	978.340	1.071.644	925.834
Destilados medios	184.167	223.968	355.938	291.555	345.484	311.767	428.603
Destilados pesados	684.285	511.685	491.625	283.290	602.038	765.198	881.319
Destilados							

La mejor metodología para estimar las emisiones en esta actividad requiere que, para cada refinería, se calculen las emisiones de cada tanque según las técnicas desarrolladas por el Instituto Americano del Petróleo (API). Esta metodología requiere una gran cantidad de información (tipos de tanques, características de los techos de los tanques, volatilidad de los productos almacenados, flujos trasvasados, etc.), de la cual no se dispone en muchos casos, por lo que la estimación de las emisiones debe realizarse utilizando otros métodos.

Por otro lado, los factores de emisión genéricos propuestos tienen un alto grado de incertidumbre, ya que tan sólo se consideran ciertas características de los tanques, no contemplándose variables como el tipo de producto almacenado. Es por ello por lo que el Equipo de Trabajo de los Inventarios ha obtenido unos factores de emisión por defecto basándose en la información facilitada por las refinerías y en los datos que se indican en el Libro Guía EMEP/CORINAIR. Como punto de partida se ha tomado la información sobre factores de emisión para el almacenamiento de gasolina que figura en la tabla 8.3, capítulo

4.2.- PROCESOS EN LAS INDUSTRIAS DEL HIERRO Y EL ACERO Y EN COQUERÍAS

En este subgrupo se contemplan los procesos de producción no combustivos de las industrias del hierro y el acero, incluidos los que tienen lugar en las coquerías. En la clasificación SNAP-97 se incluye en este bloque la producción de semicoque sólido (solid smokeless fuel) que, si bien es relevante para algunos países de la Unión Europea, no lo es en el caso español.

Las actividades consideradas son principalmente las coladas de arrabio, producción de acero a partir del arrabio salido de los hornos altos y la laminación del acero para la obtención de los productos derivados. Asimismo se incluyen dos actividades que sin ser específicas de combustión, sí tienen una relación directa con los hornos en donde se realizan, como son la apertura de los hornos de coque, con el consiguiente apagado y extinción de los mismos, y la carga de hornos altos, procesos en los cuales se producen emisiones fugitivas siempre difíciles de controlar.

En los siguientes apartados se detallan cada una de estas actividades.

4.2.1.- Apertura y extinción de los hornos de coque

CORRESPONDENCIA ENTRE NOMENCLATURAS	
NOMENCLATURA	CÓDIGO
CORINAIR/SNAP 97	04.02.01
CMCC/CRF	1.B.1.b
CLRTAP-EMEP/NFR	1.B.1.b

Una vez acabado el proceso de coquización en los hornos (véase epígrafe 1.4.6 en el capítulo 1 de este volumen), se abren las puertas que forman las paredes anterior y posterior del horno, y el coque al rojo se vierte sobre un vagón que es enfriado mediante el transporte bajo una intensa lluvia de agua. En instalaciones modernas se apaga en seco mediante corrientes de un gas inerte recuperándose luego el calor de estos gases.

Como ya se reseñó en la actividad correspondiente a la combustión en hornos de coque, la mayor parte de su producción se realiza dentro de plantas siderúrgicas integrales. La información referente a estas plantas se ha obtenido mediante cuestionarios, y ha sido tratada al nivel de foco puntual. Para la producción de coque en otros sectores, que ha sido estudiada al nivel de fuente superficial, habiéndose dispuesto de información individualizada vía cuestionario a partir del año 2008, mientras que para el periodo 1990-2007 la información ha sido deducida de las publicaciones "Energy Balance Sheets" que edita Eurostat y "Energy Statistics of OECD Countries" de la Agencia Internacional de la Energía, complementada para los años 2000 y 2003-2007 con la Estadística de Fabricación de Pasta

Coquizable, de Coquerías y de Gas de Horno Alto (véase referencias bibliográficas)³, descontando de las cifras totales la parte correspondiente a siderurgia integral que se trata, como se ha dicho anteriormente, a nivel de foco puntual.

El dato socioeconómico básico, que se muestra en la tabla 4.2.1.1, es precisamente la producción (toneladas) de coque.

Tabla 4.2.1.1.- Producción de coque (Cifras en toneladas)

AÑO	Total
1990	3.211.000
1991	3.180.000
1992	2.952.000
1993	3.055.000
1994	2.993.000
1995	2.438.000
1996	2.413.000
1997	2.646.000
1998	2.631.000
1999	2.331.000
2000	2.781.786
2001	2.648.000
2002	2.627.000
2003	2.711.292
2004	2.839.141
2005	2.741.695
2006	2.840.124
2007	2.742.194
2008	2.656.853
2009	1.721.127
2010	2.049.978
2011	2.113.829
2012	1.802.846

Para desagregar provincialmente la producción realizada fuera del sector siderúrgico integral, cuando esta desagregación no ha estado disponible, se ha utilizado la información de la “Estadística de Fabricación de Pastas Coquizables, de Coquerías y de Gas de Horno Alto”.

Para los acidificadores, precursores del ozono y gases de efecto invernadero, con la excepción del CO₂ cuyo tratamiento diferenciado se comenta más adelante, se han tomado los factores de emisión de las versiones de 1996 y 1999 del Libro Guía EMEP/CORINAIR según el detalle por tablas de procedencia que para los distintos contaminantes se indica más abajo. Para los metales pesados, en la tabla 2 del capítulo B146 del Libro Guía EMEP/CORINAIR (1996) se muestran factores de emisión procedentes de diversas fuentes, si bien se menciona el hecho de que se desconoce si en dichos factores está incluida la combustión o no, por lo que ante la incertidumbre y la posibilidad de realizar una doble contabilización en la estimación de las emisiones, ya que los procesos de combustión asociados a esta actividad han sido ya contabilizados bajo el código 01.04.06 de la

³ Las cifras de producción de coque que presentan las estadísticas internacionales para los años 2000 y 2003 parecen estar infravaloradas. Por esta circunstancia, a partir de 2003 se ha tomado como fuente de información la Estadística de Fabricación de Pasta Coquizable.

nomenclatura SNAP-97, se ha optado por no aplicar dichos factores en esta actividad. Conviene hacer notar que en la edición del Libro Guía (1999) se ha sintetizado la información de la edición anterior en una única tabla de factores (rangos de valores) habiéndose omitido la referencia a la cobertura de subprocesos considerados (combustión y/o procesos sin combustión). En cuanto a las partículas, se han tomado factores por defecto de CEPMEIP, asumiendo un nivel de emisión medio. Por último, para los HAP se ha tomado la información que aparece en la tabla 25 de la publicación "Atmospheric Emission Inventory Guidelines for Persistent Organic Pollutants (POPs)", tomando la suma de los valores que se indican para el benzo(a)pireno para la apertura de puertas del horno (187 mg/t de coque) y la extinción del coque (267 mg/t de coque), asumiendo que no se aplican técnicas de control de emisiones.

En el caso particular del CO₂ existe una evidencia clara de que la aplicación de los factores de emisión que habitualmente figuran en la literatura, no garantiza el balance de masa de carbono entre las entradas y las salidas a los hornos de coque. Es por ello que se ha abordado la estimación de las emisiones de CO₂ computando el carbono diferencial que quedaría tras descontar de la masa de carbono de las entradas la masa de carbono de los productos inventariados en las salidas (esta masa de carbono diferencial elevada por la ratio 44/12 desemboca en la cifra de emisiones estimadas de CO₂ en esta actividad). Así pues, para aplicar este enfoque, se elaboró una plantilla homogénea para recoger y tratar la información de cada una de estas plantas, estimar el balance de carbono en los procesos de las baterías de coque (entradas menos salidas) y los combustibles utilizados para su calentamiento. Con la información solicitada se realiza tanto el balance de masas (y se estiman las emisiones de CO₂ correspondientes) y un balance de energía que sirve como control de calidad (QC) del balance de carbono y de las emisiones resultantes. En la tabla 4.2.1.2 se presenta la plantilla general utilizada para la recogida de información individualizada por coquería.

Tabla 4.2.1.2.- Apertura y extinción de hornos de coque. Balance de carbono

		Flujo de productos		Contenido de carbono		Balance de carbono	
		Valor	Unidad	Valor	Unidad	Valor	Unidad
ENTRADA	Carbón coquizable		kt		% C		t C
	Hulla, antracita y carbón sub-bituminoso		kt		% C		t C
	Pasta de carbón		kt		% C		t C
	Coque de petróleo		kt		% C		t C
	Coque de carbón		kt		% C		t C
	Polvo de coque		kt		% C		t C
	Alquitrán		kt		% C		t C
	Gasóleo		kt		% C		t C
	Total entradas						t C
SALIDA	Coque		kt		% C		t C
	Gas de coquería		TJ (PCI)		t C/TJ(PCI)		t C
	Polvo de coque		kt		% C		t C
	Benzol		kt		% C		t C
	Alquitrán		kt		% C		t C
	Brea		kt		% C		t C
	Emisiones difusas de partículas al agua		kt		% C		t C
	Emisiones difusas de partículas al aire		kt		% C		t C
	Total salidas						t C
Diferencia en masa de carbono							t C
Emisión CO₂							kt CO₂
Factor de emisión CO₂ implícito							kg/t coque

Esta información individualizada sobre el balance de carbono ha estado disponible para los años 2000-2004⁴ y 2008-2012 en las plantas siderúrgicas integrales actualmente en funcionamiento, y para los años 2008-2012 en las coquerías emplazadas en otros sectores.

Para las coquerías emplazadas en plantas siderúrgicas integrales, se ha aplicado el factor de emisión obtenido en dichas plantas como promedio del periodo 2000-2002 a todo el periodo 1990-2002. Para los años 2005-2007 no se ha podido disponer de información desglosada por planta y proceso, sino del balance de flujos (cantidades de materias-entradas/salidas y sus contenidos de carbono) tan sólo para el agregado del conjunto de plantas siderúrgicas integrales existentes y procesos realizados. Ante tal situación el procedimiento seguido para la imputación de las emisiones de CO₂ por planta y proceso ha sido el siguiente:

- a) Se ha partido de los datos de emisiones de los procesos sin combustión correspondientes al año 2004 (por planta y proceso).

⁴ Para el año 2004 el balance de carbono para las plantas siderúrgicas integrales presenta saldos negativos, por lo que se ha optado por utilizar en dicho año los factores de emisión implícitos por tonelada de coque producido que se obtiene en cada una de las plantas en el año 2003.

- b) Se proyectan dichos datos a 2005-2007 multiplicándolos por la ratio de (producción 2005/producción 2004, producción 2006/producción 2004 y producción 2007/producción 2004) de cada partida desglosada según planta y proceso.
- c) Se calcula a partir de los datos de b) la ponderación (porcentaje) que las emisiones de cada partida según planta y proceso representan al total suma de las emisiones de plantas y procesos sin combustión.
- d) Se estiman las emisiones de los años 2005-2007 para cada planta y proceso sin combustión multiplicando el dato agregado de emisiones de cada uno de esos años de procesos sin combustión⁵ por el correspondiente coeficiente de ponderación calculado en c) para cada proceso en cada planta.

Por último, para las coquerías emplazadas en otros sectores, se ha optado sin embargo por mantener el factor de emisión obtenido en las coquerías ubicadas en las plantas siderúrgicas integrales como promedio del periodo 2000-2002 para el periodo 1990-2007.

En la tabla 4.2.1.3 se presentan los factores efectivamente utilizados para realizar la estimación de las emisiones.

Tabla 4.2.1.3.- Apertura y extinción de hornos de coque. Factores de emisión

ACIDIFICADORES, PRECURSORES DEL OZONO Y GASES DE EFECTO INVERNADERO										
SO ₂ (g/t)	NO _x (g/t)	COVNM (g/t)	CH ₄ (g/t)	CO (g/t)	CO ₂ (kg/t)	N ₂ O (g/t)	NH ₃ (g/t)	SF ₆ (mg/t)	HFC (mg/t)	PFC (mg/t)
12,5/E	25/E	155/D	345/D	794/E	4,17-112,85/B		112,5/E			

Para el CO₂ se presentan los rangos de variación de los factores de emisión de acuerdo con los balances de carbono facilitados por las propias plantas.

METALES PESADOS									PARTÍCULAS		
As (mg/t)	Cd (mg/t)	Cr (mg/t)	Cu (mg/t)	Hg (mg/t)	Ni (mg/t)	Pb (mg/t)	Se (mg/t)	Zn (mg/t)	PM _{2,5} (g/t)	PM ₁₀ (g/t)	PST (g/t)
									100/D	200/D	500/D

CONTAMINANTES ORGÁNICOS PERSISTENTES										
HCH (mg/t)	PCP (mg/t)	HCB (mg/t)	TCM (g/t)	TRI (g/t)	PER (g/t)	TCB (mg/t)	TCE (g/t)	DIOX (ng/t)	HAP (mg/t)	PCB (mg/t)
									454/C	

Como precisión sobre las fuentes de procedencia de los factores de emisión del primer bloque de contaminantes, se especifica lo siguiente:

- Para los contaminantes SO₂, NO_x, CO y NH₃, los valores corresponden a la suma de las operaciones "Wet coal charging with sequential charging", "Doorleak" y "Coke pushing" que figuran en la tabla 8.3 del capítulo B146 del Libro Guía EMEP/CORINAIR

⁵ El dato agregado de emisiones imputables a procesos sin combustión se obtiene a partir de la emisión global de CO₂ facilitada por las plantas tras descontarse las emisiones de CO₂ imputables a las distintas actividades de combustión realizadas en las plantas.

(1999), asumiendo para estas partidas que no se aplican técnicas de control. Dichos factores están expresados en función de la carga de carbón, por lo que para expresarlos en función del coque producido se ha asumido que la producción de coque es un 80% de la carga de carbón (porcentaje deducido de la información facilitada en el periodo 2000-2004 en las coquerías ubicadas en plantas siderúrgicas integrales).

- Para los COVNM y el CH₄, se han tomado los valores correspondientes a la referencia [6] de la tabla 4, capítulo B146, del Libro Guía EMEP/CORINAIR (1996)
- Para las partículas, se han tomado factores de emisión de CEPMEIP, asumiendo un nivel de emisión medio.
- Para los HAP se ha tomado el factor de benzo(a)pireno de “Atmospheric Emission Inventory Guidelines for Persistent Organic Pollutants (POPs)”, donde se indica un factor de 187 mg/t de coque para la apertura de puertas y un factor de 267 mg/t de coque para la extinción.

Las emisiones estimadas de acuerdo con estos factores y las variables de actividad más arriba reseñadas se muestran en la tabla 4.2.1.4.

Tabla 4.2.1.4.- Apertura y extinción de hornos de coque. Emisiones

AÑO	ACIDIFICADORES, PRECURSORES DEL OZONO Y GASES DE EFECTO INVERNADERO										
	SO ₂ (t)	NO _x (t)	COVNM (t)	CH ₄ (t)	CO (t)	CO ₂ (kt)	N ₂ O (t)	NH ₃ (t)	SF ₆ (kg)	HFC (kg)	PFC (kg)
1990	40	80	498	1.108	2.550	18		361			
1991	40	80	493	1.097	2.525	17		358			
1992	37	74	458	1.018	2.344	16		332			
1993	38	76	474	1.054	2.426	17		344			
1994	37	75	464	1.033	2.376	16		337			
1995	30	61	378	841	1.936	13		274			
1996	30	60	374	832	1.916	13		271			
1997	33	66	410	913	2.101	15		298			
1998	33	66	408	908	2.089	14		296			
1999	29	58	361	804	1.851	13		262			
2000	35	70	431	960	2.209	15		313			
2001	33	66	410	914	2.103	15		298			
2002	33	66	407	906	2.086	14		296			
2003	34	68	420	935	2.153	72		305			
2004	35	71	440	980	2.254	73		319			
2005	34	69	425	946	2.177	90		308			
2006	36	71	440	980	2.255	125		320			
2007	34	69	425	946	2.177	94		308			
2008	33	66	412	917	2.110	43		299			
2009	22	43	267	594	1.367	14		194			
2010	26	51	318	707	1.628	37		231			
2011	26	53	328	729	1.678	44		238			
2012	23	45	279	622	1.431	23		203			

4.2.2.- Carga de hornos altos

CORRESPONDENCIA ENTRE NOMENCLATURAS	
NOMENCLATURA	CÓDIGO
CORINAIR/SNAP 97	04.02.02
CMCC/CRF	2.C.1
CLRTAP-EMEP/NFR	2.C.1

El horno alto en sí mismo no es considerado como una fuente de emisión de contaminantes durante su fase normal de operación. Sin embargo, durante la carga de los hornos altos, se producen emisiones en las operaciones de apertura y cerrado del tragante, pese a la existencia de un sistema de campanas cuya función es evitar que los gases del horno alto, cuyo contenido en monóxido de carbono es muy elevado, escapen a la atmósfera.

El tratamiento de la información se realiza al nivel de foco puntual, por estar los hornos altos dentro de las plantas siderúrgicas integrales, y ser consideradas éstas como tales en el presente Inventario.

El dato socioeconómico básico, que se muestra en la tabla 4.2.2.1, es la producción de arrabio (toneladas), cuya información se ha obtenido a través de los cuestionarios remitidos a las empresas siderúrgicas integrales.

Tabla 4.2.2.1.- Producción de arrabio (Cifras en toneladas)

1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001
5.588.228	5.606.193	5.066.773	5.389.775	5.460.892	4.158.830	3.791.768	4.273.451	4.484.284	4.267.290	4.267.399	4.321.598
2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	
4.145.548	3.837.132	4.095.004	4.187.000	3.578.000	4.142.000	3.845.000	2.936.356	3.740.521	3.598.421	3.220.446	

Los factores de emisión, que se muestran en la tabla 4.2.2.3, se han tomado de la parte 1, epígrafe 6.2.3, del Manual CORINAIR, donde se propone para el total de Compuestos Orgánicos Volátiles la cifra de 0,2 kg/t de arrabio con un porcentaje de CH₄ del 90% y un 10% de COVNM, y del Manual de Referencia IPCC donde se indica en el epígrafe 2.13.3.3 un factor de emisión para el CO de 1.330 g/t de producto, con un rango que varía entre 1.180 y 20.000 g/t de producto. Para los metales pesados, contaminantes potencialmente emitidos en esta actividad, existen factores de emisión en PARCOM-ATMOS (1992). Sin embargo, el Libro Guía EMEP/CORINAIR (1996) indica que dichos factores están relacionados con la actividad SNAP 04.02.03 (coladas de arrabio), por lo que no han sido utilizados en esta actividad. En la edición de EMEP/CORINAIR de 1999 sí figuran sin embargo factores, para países del Este de Europa, para los cuatro metales siguientes: Cd, Ni, Pb y Zn, dependientes del tipo de tecnología de control aplicada. No obstante se ha limitado la estimación de las emisiones a la aplicación de los factores derivados de mediciones realizadas en el año 2003 en la única planta en la que actualmente se realiza este proceso. En cuanto a las partículas, se ha dispuesto asimismo de emisiones medidas facilitadas por la propia planta para el año 2003 de PM₁₀ y PST habiéndose estimado en dicho año las emisiones de PM_{2,5} aplicando sobre las cifras medidas de PM₁₀ las ratios derivadas de la información sobre factores de emisión propuestos por CEPMEIP

de relación entre emisiones de $PM_{2.5}$ con respecto a PM_{10} ; mientras que para los demás años se han aplicado los factores de emisión implícitos que se obtienen por tonelada de arrabio en el año 2003. Por último, cabe indicar que la SNAP-97 señala la posibilidad de emisiones de HAP en esta actividad, pero no se han podido estimar éstas al no disponer de información sobre factores de emisión para este contaminante.

Para el caso particular del CO_2 se han estimado las emisiones utilizando el balance de masa de carbono entre las entradas y salidas a los hornos altos, computando el carbono diferencial que quedaría tras descontar de la masa de carbono de las entradas la masa de carbono de los productos inventariados en las salidas (esta masa de carbono diferencial elevada por la ratio 44/12 desemboca en la cifra de emisiones estimadas de CO_2 en esta actividad).

La información relativa al balance de carbono, que se presenta en la tabla 4.2.2.2, ha podido realizarse para el periodo 2000-2004 con la información facilitada por la única planta que realiza este proceso en estos años. Para el periodo 1990-1999, al no disponer de esta información, se han obtenido las emisiones totales de CO_2 en el proceso para cada planta aplicando a las toneladas de arrabio producidas el factor de emisión medio resultante del periodo 2000-2002. Para los años 2005-2012 no se ha podido disponer de información desglosada por planta y proceso, sino del balance de flujos (cantidades de materias-entradas/salidas y sus contenidos de carbono) tan sólo para el agregado del conjunto de centros existentes y procesos realizados, por lo que el procedimiento de estimación de las emisiones de CO_2 que se ha aplicado ha sido análogo al ya descrito (para el periodo 2005-2007) en la actividad de apertura y extinción de los hornos de coque en las plantas siderúrgicas integrales (véase epígrafe 4.2.1)⁶.

⁶ Para los años 2008-2012, al dato agregado de emisiones de CO_2 de procesos sin combustión (véase nota 5 en el epígrafe 4.2.1) se le descuenta en cada planta la emisión obtenida por balance de masas para la actividad de apertura y extinción de hornos de coque (actividad SNAP 04.02.01) antes de aplicar el correspondiente coeficiente de ponderación para este proceso en cada planta (véase el procedimiento de estimación de las emisiones de CO_2 en el epígrafe 4.2.1).

Tabla 4.2.2.2.- Carga de hornos altos. Balance de carbono

		Flujo de productos					
		UNIDAD	2000	2001	2002	2003	2004
ENTRADA	Carga mineral	t	6.817.937	6.887.024	6.630.355	6.150.588	6.535.082
	Fundentes						
	Carbonato cálcico	t	4.998	763	663	726	972
	Silicato de magnesio	t	44.268	40.092	41.783	45.229	72.506
	Agentes reductores						
	Carbón de inyección	t	610.155	598.486	565.919	475.437	600.039
	Coque	t	1.478.735	1.504.089	1.452.893	1.421.574	1.423.847
SALIDA	Polvo de botellón	t	45.177	49.028	41.795	36.516	25.465
	Lodos	t	37.705	42.496	34.786	33.190	20.499
	Polvo captación tolvas	t	3.023	4.406	3.827		
	Polvo nave colada	t	6.046	7.486	9.274	10.454	9.498
	Arrabio	t	4.267.399	4.321.598	4.145.548	3.837.132	4.095.004
	Gas de horno alto	kNm ³	6.464.474	6.573.154	6.243.424	5.909.254	6.004.289
	Emisiones difusas de partículas al agua	t				Pendiente de evaluar	
	Emisiones difusas de partículas al aire	T				Pendiente de evaluar	

		Contenido de carbono					
		UNIDAD	2000	2001	2002	2003	2004
ENTRADA	Carga mineral	% C	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04
	Fundentes						
	Carbonato cálcico	% C	11,78	11,79	11,78	11,78	11,78
	Silicato de magnesio	% C	2,26	2,26	2,26	2,26	2,26
	Agentes reductores						
	Carbón de inyección	% C	82,50	83,20	83,25	83,04	80,94
	Coque	% C	89,60	89,35	89,01	89,12	88,86
SALIDA	Polvo de botellón	% C	33,66	33,66	33,66	33,66	33,66
	Lodos	% C	28,94	28,94	28,94	28,94	28,94
	Polvo captación tolvas	% C	63,71	63,71	63,71	23,60	23,60
	Polvo nave colada	% C	7,05	7,05	7,05		
	Arrabio	% C	4,74	4,74	4,74	4,76	4,71
	Gas de horno alto	g C/Nm ³	238,46	239,96	237,39	236,26	241,61
	Emisiones difusas de partículas al agua	% C				Pendiente de evaluar	
	Emisiones difusas de partículas al aire	% C				Pendiente de evaluar	

		Balance de carbono					
		UNIDAD	2000	2001	2002	2003	2004
ENTRADA	Carga mineral	t C	2.427	2.438	2.354	2.190	2.326
	Fundentes						
	Carbonato cálcico	t C	589	90	78	86	115
	Silicato de magnesio	t C	1.001	908	946	1.024	1.641
	Agentes reductores						
	Carbón de inyección	t C	503.378	497.940	471.128	394.803	485.682
	Coque	t C	1.324.947	1.343.904	1.293.220	1.266.907	1.265.159
	TOTAL ENTRADA	t C	1.832.341	1.845.279	1.767.725	1.665.008	1.754.923
SALIDA	Polvo de botellón	t C	15.207	16.502	14.068	12.291	8.572
	Lodos	t C	10.911	12.298	10.067	9.606	5.933
	Polvo captación tolvas	t C	1.926	2.807	2.438	(1)	
	Polvo nave colada	t C	426	528	654	2.467	2.242
	Arrabio	t C	202.445	204.628	196.623	182.686	192.808
	Gas de horno alto	t C	1.541.518	1.577.287	1.482.121	1.396.149	1.450.695
	Emisiones difusas de partículas al agua	t C					
	Emisiones difusas de partículas al aire	t C					
		TOTAL SALIDA	t C	1.772.433	1.814.050	1.705.972	1.603.199

Diferencia en masa de carbono	t C	-59.908	-31.229	-61.753	-61.809	-94.674
--------------------------------------	-----	---------	---------	---------	---------	---------

Emisión CO₂	kt CO ₂	219,663	114,508	226,429	226,634	347,137
-------------------------------	--------------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------

Factor de emisión CO₂ implícito	(kg/t arrabio)	51,47	26,50	54,62	59,06	84,77
---------------------------------------------------	----------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------

(1) A partir de 2003 no se dispone de datos desagregados del polvo de nave de colada y de captación de tolvas.

Tabla 4.2.2.3.- Carga de hornos altos. Factores de emisión

ACIDIFICADORES, PRECURSORES DEL OZONO Y GASES DE EFECTO INVERNADERO										
SO ₂ (g/t)	NO _x (g/t)	COVNM (g/t)	CH ₄ (g/t)	CO (g/t)	CO ₂ (kg/t)	N ₂ O (g/t)	NH ₃ (g/t)	SF ₆ (mg/t)	HFC (mg/t)	PFC (mg/t)
		20	180	1.330	44,022 ⁽¹⁾					

(1) Aplicado al periodo 1990-1999 obtenido como promedio de los años 2000-2002.

METALES PESADOS									PARTÍCULAS		
As (mg/t)	Cd (mg/t)	Cr (mg/t)	Cu (mg/t)	Hg (mg/t)	Ni (mg/t)	Pb (mg/t)	Se (mg/t)	Zn (mg/t)	PM _{2,5} (g/t)	PM ₁₀ (g/t)	PST (g/t)
		0,61						1,23	0,41	0,82	3,58

En la tabla 4.2.2.4 se muestran las emisiones estimadas de acuerdo con estos factores y las variables de actividad más arriba reseñadas.

Tabla 4.2.2.4.- Carga de hornos altos. Emisiones

AÑO	ACIDIFICADORES, PRECURSORES DEL OZONO Y GASES DE EFECTO INVERNADERO										
	SO ₂ (t)	NO _x (t)	COVNM (t)	CH ₄ (t)	CO (t)	CO ₂ (kt)	N ₂ O (t)	NH ₃ (t)	SF ₆ (kg)	HFC (kg)	PFC (kg)
1990			112	1.006	7.432	246					
1991			112	1.009	7.456	247					
1992			101	912	6.739	223					
1993			108	970	7.168	237					
1994			109	983	7.263	240					
1995			83	749	5.531	183					
1996			76	683	5.043	167					
1997			85	769	5.684	188					
1998			90	807	5.964	197					
1999			85	768	5.675	188					
2000			85	768	5.676	220					
2001			86	778	5.748	115					
2002			83	746	5.514	226					
2003			77	691	5.103	227					
2004			82	737	5.446	347					
2005			84	754	5.569	453					
2006			72	644	4.759	533					
2007			83	746	5.509	458					
2008			77	692	5.114	438					
2009			59	529	3.905	432					
2010			75	673	4.975	462					
2011			72	648	4.786	372					
2012			64	580	4.283	232					

Tabla 4.2.2.4.- Carga de hornos altos. Emisiones (Continuación)

AÑO	METALES PESADOS									PARTÍCULAS		
	As (kg)	Cd (kg)	Cr (kg)	Cu (kg)	Hg (kg)	Ni (kg)	Pb (kg)	Se (kg)	Zn (kg)	PM _{2,5} (t)	PM ₁₀ (t)	PST (t)
1990			3						7			
1991			3						7			
1992			3						6			
1993			3						7			
1994			3						7			
1995			3						5			
1996			2						5			
1997			3						5			
1998			3						6			
1999			3						5			
2000			3						5	2	3	15
2001			3						5	2	4	15
2002			3						5	2	3	15
2003			2						5	2	3	14
2004			2						5	2	3	15
2005			3						5	2	3	15
2006			2						4	1	3	13
2007			3						5	2	3	15
2008			2						5	2	3	14
2009			2						4	1	2	11
2010			2						5	2	3	13
2011			2						4	1	3	13
2012			2						4	1	3	12

4.2.3.- Colada de arrabio

CORRESPONDENCIA ENTRE NOMENCLATURAS	
NOMENCLATURA	CÓDIGO
CORINAIR/SNAP 97	04.02.03
CMCC/CRF	2.C.1
CLRTAP-EMEP/NFR	2.C.1

El arrabio está compuesto, en su mayor parte, por hierro (del 90% al 95%), carbono procedente del coque de la carga (del 3% al 4,5%), silicio (hasta un 2,5%) procedente de la ganga que acompaña al mineral, y otros elementos químicos que, estando presentes en los minerales, no son retenidos por las escorias o arrastrados por los gases.

En el horno alto sólo se puede controlar la composición del arrabio en lo que se refiere al silicio, manganeso y azufre, siendo los demás elementos dependientes de su contenido en las cargas.

Tabla 4.2.3.1.- Producción de arrabio (Cifras en toneladas)

1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001
5.588.228	5.606.193	5.066.773	5.389.775	5.460.892	4.158.830	3.791.768	4.273.451	4.484.284	4.267.290	4.267.399	4.321.598
2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	
4.145.548	3.837.132	4.095.004	4.187.000	3.578.000	4.142.000	3.845.000	2.936.356	3.740.521	3.598.421	3.220.446	

Los factores de emisión, que se muestran en la tabla 4.2.3.2, se han tomado de diversas fuentes. Para el SO₂, NO_x, COVNM y CO se han utilizado los factores propuestos en el epígrafe 2.13.3.3 del Manual de Referencia IPCC, mientras que para los metales pesados y los hidrocarburos aromáticos policíclicos (HAP) se han utilizado los factores de emisión propuestos en el capítulo B423, tablas 8.1a y 8.2, del Libro Guía EMEP/CORINAIR, tomando los valores indicados bajo la opción “*fabric filter*”. Por último, para las partículas se han tomado factores de emisión de CEPMEIP, asumiendo un nivel de emisión bajo.

Cabe mencionar para el año 2003 se ha podido disponer de emisiones medidas de SO₂, metales, PM₁₀ y PST en la única planta que realiza actualmente este proceso. Para el SO₂ y los metales pesados las emisiones de los años 2004-2012 se han estimado utilizando los factores de emisión implícitos por tonelada de arrabio producido derivados de las emisiones medidas del año 2003, siendo esta la causa de la diferencia que se observa en las emisiones de estos contaminantes entre el periodo 1990-2002 y las estimadas a partir del año 2003. Este mismo procedimiento se ha utilizado en la estimación de las emisiones de PM₁₀ y PST (en estos casos para los años 2000-2002 y 2004 y siguientes). Adicionalmente, las emisiones de PM_{2,5} se han estimado aplicando sobre las cifras medidas de PM₁₀ las ratios derivadas de la información sobre factores de emisión propuestos por CEPMEIP de relación entre emisiones de PM_{2,5} con respecto a PM₁₀.

Tabla 4.2.3.2.- Coladas de arrabio. Factores de emisión

ACIDIFICADORES, PRECURSORES DEL OZONO Y GASES DE EFECTO INVERNADERO										
SO ₂ (g/t)	NO _x (g/t)	COVNM (g/t)	CH ₄ (g/t)	CO (g/t)	CO ₂ (kg/t)	N ₂ O (g/t)	NH ₃ (g/t)	SF ₆ (mg/t)	HFC (mg/t)	PFC (mg/t)
30	76	20		112						

METALES PESADOS									PARTÍCULAS		
As (mg/t)	Cd (mg/t)	Cr (mg/t)	Cu (mg/t)	Hg (mg/t)	Ni (mg/t)	Pb (mg/t)	Se (mg/t)	Zn (mg/t)	PM _{2,5} (g/t)	PM ₁₀ (g/t)	PST (g/t)
0,3	0,1	6	6	0,1		6		9	36	38	40

CONTAMINANTES ORGÁNICOS PERSISTENTES										
HCH (mg/t)	PCP (mg/t)	HCB (mg/t)	TCM (g/t)	TRI (g/t)	PER (g/t)	TCB (mg/t)	TCE (g/t)	DIOX (ng/t)	HAP (mg/t)	PCB (mg/t)
									950	

En la tabla 4.2.3.3 se muestran las emisiones estimadas de acuerdo con estos factores y las variables de actividad más arriba reseñadas.

Tabla 4.2.3.3.- Coladas de arrabio. Emisiones

AÑO	ACIDIFICADORES, PRECURSORES DEL OZONO Y GASES DE EFECTO INVERNADERO										
	SO ₂ (t)	NO _x (t)	COVNM (t)	CH ₄ (t)	CO (t)	CO ₂ (kt)	N ₂ O (t)	NH ₃ (t)	SF ₆ (kg)	HFC (kg)	PFC (kg)
1990	168	425	112		626						
1991	168	426	112		628						
1992	152	385	101		567						
1993	162	410	108		604						
1994	164	415	109		612						
1995	125	316	83		466						
1996	114	288	76		425						
1997	128	325	85		479						
1998	135	341	90		502						
1999	128	324	85		478						
2000	128	324	85		478						
2001	130	328	86		484						
2002	124	315	83		464						
2003	52	292	77		430						
2004	56	311	82		459						
2005	57	318	84		469						
2006	49	272	72		401						
2007	57	315	83		464						
2008	53	292	77		431						
2009	40	223	59		329						
2010	51	284	75		419						
2011	49	273	72		403						
2012	44	245	64		361						

AÑO	METALES PESADOS									PARTÍCULAS		
	As (kg)	Cd (kg)	Cr (kg)	Cu (kg)	Hg (kg)	Ni (kg)	Pb (kg)	Se (kg)	Zn (kg)	PM _{2,5} (t)	PM ₁₀ (t)	PST (t)
1990	1,7	0,6	34	34	0,6		34		50			
1991	1,7	0,6	34	34	0,6		34		50			
1992	1,5	0,5	30	30	0,5		30		46			
1993	1,6	0,5	32	32	0,5		32		49			
1994	1,6	0,5	33	33	0,5		33		49			
1995	1,2	0,4	25	25	0,4		25		37			
1996	1,1	0,4	23	23	0,4		23		34			
1997	1,3	0,4	26	26	0,4		26		38			
1998	1,3	0,4	27	27	0,4		27		40			
1999	1,3	0,4	26	26	0,4		26		38			
2000	1,3	0,4	26	26	0,4		26		38	6	6	29
2001	1,3	0,4	26	26	0,4		26		39	6	7	30
2002	1,2	0,4	25	25	0,4		25		37	6	6	28
2003	0,3		18	0,4	0,1	7	0,5		32	6	6	26
2004	0,3		19	0,5	0,1	7	0,6		35	6	6	28
2005	0,3		20	1	0,1	7	0,6		35	6	6	29
2006	0,3		17	0,4	0,1	6	0,5		30	5	5	25
2007	0,3		19	0,5	0,1	7	0,6		35	6	6	28
2008	0,3		18	0,5	0,1	7	0,5		33	6	6	26
2009	0,2		14	0,4	0,1	5	0,4		25	4	4	20
2010	0,3		18	0,4	0,1	7	0,5		32	5	6	26
2011	0,3		17	0,4	0,1	6	0,5		30	5	5	25
2012	0,2		15	0,4	0,1	6	0,5		27	5	5	22

Tabla 4.2.3.3.- Coladas de arrabio. Emisiones (Continuación)

AÑO	CONTAMINANTES ORGÁNICOS PERSISTENTES										
	HCH (kg)	PCP (kg)	HCB (kg)	TCM (kg)	TRI (kg)	PER (kg)	TCB (kg)	TCE (kg)	DIOX (g)	HAP (kg)	PCB (kg)
1990										5.309	
1991										5.326	
1992										4.813	
1993										5.120	
1994										5.188	
1995										3.951	
1996										3.602	
1997										4.060	
1998										4.260	
1999										4.054	
2000										4.054	
2001										4.106	
2002										3.938	
2003										3.645	
2004										3.890	
2005										3.978	
2006										3.399	
2007										3.935	
2008										3.653	
2009										2.790	
2010										3.553	
2011										3.419	
2012										3.059	

4.2.4.- Producción de semicoque sólido

CORRESPONDENCIA ENTRE NOMENCLATURAS	
NOMENCLATURA	CÓDIGO
CORINAIR/SNAP 97	04.02.04
CMCC/CRF	1.B.1.b
CLRTAP-EMEP/NFR	1.B.1.b

Esta actividad recoge la información sobre las emisiones a la atmósfera que se producen durante la carbonización de carbón para obtener semicoque sólido, combustible que se utiliza principalmente en la calefacción de distritos. Sin embargo, este proceso no se realiza en España, y se encuentra incluido en el Inventario debido a su existencia y especial significatividad en otros países.

4.2.5.- Horno de solera de las acerías

CORRESPONDENCIA ENTRE NOMENCLATURAS	
NOMENCLATURA	CÓDIGO
CORINAIR/SNAP 97	04.02.05
CMCC/CRF	2.C.1
CLRTAP-EMEP/NFR	2.C.1

En este tipo de hornos la energía necesaria para elevar la temperatura del arrabio líquido y fundir la carga sólida (chatarra) se aportaba quemando un combustible, líquido o gaseoso, mediante unos quemadores situados en las paredes del horno. Este tipo de hornos ya no se utiliza en España.

4.2.6.- Hornos de oxígeno básico de las acerías

CORRESPONDENCIA ENTRE NOMENCLATURAS	
NOMENCLATURA	CÓDIGO
CORINAIR/SNAP 97	04.02.06
CMCC/CRF	2.C.1
CLRTAP-EMEP/NFR	2.C.1

El arrabio producido en el horno alto, tras un tratamiento de desulfuración y en su caso de desiliciación y defosforación externas, contiene impurezas y elementos que deben ser eliminados para obtener un acero concreto. Los objetivos del proceso de afino son la descarburación del arrabio (reducción de su contenido en carbono), la oxidación de los elementos perjudiciales que pasarán a la escoria (reducción del contenido en silicio, manganeso y fósforo) y la desoxidación (reducción del contenido de oxígeno por efecto del ferrosilicio y/o aluminio), y el ajuste de composición y temperatura a los niveles requeridos.

El afino del arrabio se realiza utilizando la técnica de fabricación de acero con oxígeno puro, que consiste en inyectar en el baño metálico –arrabio y chatarra- oxígeno a presión mediante una lanza refrigerada, por la parte superior del convertidor, hasta conseguir la transformación completa en acero (procesos LD y similares). En algunas variantes también se inyecta cal, propano, argón, polvo de carbón, etc., además de oxígeno. El calor generado por las reacciones químicas de oxidación de los elementos de arrabio aporta la energía necesaria para el afino del baño.

En la tabla 4.2.6.1 se presentan la producción de acero en este tipo de hornos que se ha tomado como variable socioeconómica para estimar las emisiones de esta actividad. La información está tratada al nivel de foco puntual dado que este proceso se realiza en plantas siderúrgicas integrales, y que éstas son consideradas como tales en el Inventario.

Tabla 4.2.6.1.- Producción de acero en hornos de oxígeno básico (Cifras en toneladas)

1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001
5.819.644	5.833.477	5.165.047	5.654.502	5.683.317	4.174.019	3.793.893	4.177.388	4.437.352	4.319.743	4.342.555	4.307.696
2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	
4.226.935	3.916.286	4.335.591	4.270.000	3.620.000	4.190.000	4.068.000	3.088.163	3.825.310	3.843.718	3.426.027	

En cuanto a los factores de emisión por defecto, las fuentes de información de los valores que figuran en la tabla 4.2.6.2 han sido las siguientes:

- Manual CORINAIR para los contaminantes NO_x (parte 1, epígrafe 6, tabla 6.3); COVNM (parte 6, epígrafe 4.2), y CO (parte 8, epígrafe 3.2.d). En esta referencia, junto a COVNM se indica un factor de emisión para CH₄ que no obstante no ha sido

incluido en la tabla 4.2.6.2 por no aparecer identificado este contaminante en el Manual de Referencia de IPCC para esta actividad.

- Comunicación personal del CITEPA, asimilando los valores del inventario de Francia, para el SO₂, ante la ausencia de factores explícitos en la bibliografía.
- Libro Guía EMEP/CORINAIR (capítulo B426, tabla 8.1) para los metales pesados.
- CEPMEIP, asumiendo un nivel de emisión bajo, para las partículas.

El Libro Guía EMEP/CORINAIR asimismo indica que el contenido de HAP en las emisiones es prácticamente despreciable.

En cuanto a los PCB, el Libro Guía EMEP/EEA 2013 (capítulo 2.C.1, tabla 3.14) propone un factor de emisión de 2,5 mg/t acero. Según se indica, la fuente original de este factor de emisión es el documento de mejores técnicas disponibles “*Best Available Techniques (BAT) Reference Document for Iron and Steel Production. March 2012*”, y que puede consultarse en <http://eippcb.jrc.ec.europa.eu/> o en la página web de PRTR-España <http://www.prtr-es.es/>. Sin embargo, en dicho documento no figuran factores de emisión de PCB para las acerías al oxígeno, siendo el factor de emisión indicado en el Libro Guía EMEP/EEA 2013 el correspondiente a las acerías eléctricas. Es por ello por lo que no se ha aplicado dicho factor de emisión en la estimación de las emisiones.

Tabla 4.2.6.2.- Producción de acero en hornos de oxígeno básico. Factores de emisión

ACIDIFICADORES, PRECURSORES DEL OZONO Y GASES DE EFECTO INVERNADERO										
SO ₂ (g/t)	NO _x (g/t)	COVNM (g/t)	CH ₄ (g/t)	CO (g/t)	CO ₂ (kg/t)	N ₂ O (g/t)	NH ₃ (g/t)	SF ₆ (mg/t)	HFC (mg/t)	PFC (mg/t)
13	50	9		20.000	(1)	-	-	-	-	-

(1) Véase más adelante los factores de emisión de CO₂ por balance de carbono

METALES PESADOS									PARTÍCULAS		
As (mg/t)	Cd (mg/t)	Cr (mg/t)	Cu (mg/t)	Hg (mg/t)	Ni (mg/t)	Pb (mg/t)	Se (mg/t)	Zn (mg/t)	PM _{2,5} (g/t)	PM ₁₀ (g/t)	PST (g/t)
15	25	100	100	3	50 ⁽¹⁾	1.500	3	4.000	120	120	120

(1) Teniendo en cuenta el aumento del uso de aceros aleados

Para el año 2003 se ha dispuesto de emisiones medidas de una gran variedad de contaminantes en las dos plantas actualmente existentes que utilizan este método de producción de acero (factorías de Avilés y Gijón de ArcelorMittal). Para estas plantas, se han aplicado en los restantes años los factores de emisión resultantes de las emisiones medidas en 2003, complementándose con factores de emisión por defecto para estimar las emisiones de aquellos contaminantes para los cuales no se disponía de mediciones, con la salvedad de las emisiones PM_{2,5}, las cuales se han calculado aplicando sobre las cifras medidas de PM₁₀ la ratio derivada de la información sobre factores de emisión propuestos por CEPMEIP de relación entre emisiones de PM_{2,5} con respecto a PM₁₀. En la tabla 4.2.6.3 se presentan los factores de emisión implícitos para los contaminantes medidos en cada uno de estos centros.

Tabla 4.2.6.3.- Producción de acero en hornos de oxígeno básico. Factores de emisión implícitos**ArcelorMittal. FACTORÍA DE AVILÉS**

ACIDIFICADORES, PRECURSORES DEL OZONO Y GASES DE EFECTO INVERNADERO										
SO ₂ (g/t)	NO _x (g/t)	COVNM (g/t)	CH ₄ (g/t)	CO (g/t)	CO ₂ (kg/t)	N ₂ O (g/t)	NH ₃ (g/t)	SF ₆ (mg/t)	HFC (mg/t)	PFC (mg/t)
					61,94 ⁽¹⁾					

(1) Aplicado al periodo 1990-1999 obtenido como promedio de los años 2000-2002 (véase más adelante factores de emisión de CO₂ por balance de carbono)

METALES PESADOS									PARTÍCULAS		
As (mg/t)	Cd (mg/t)	Cr (mg/t)	Cu (mg/t)	Hg (mg/t)	Ni (mg/t)	Pb (mg/t)	Se (mg/t)	Zn (mg/t)	PM _{2,5} (g/t)	PM ₁₀ (g/t)	PST (g/t)
0,534	0	14,336	2,131	0,266	6,481	1,024		9,328	4,467	4,467	14,533

ArcelorMittal. FACTORÍA DE GIJÓN

ACIDIFICADORES, PRECURSORES DEL OZONO Y GASES DE EFECTO INVERNADERO										
SO ₂ (g/t)	NO _x (g/t)	COVNM (g/t)	CH ₄ (g/t)	CO (g/t)	CO ₂ (kg/t)	N ₂ O (g/t)	NH ₃ (g/t)	SF ₆ (mg/t)	HFC (mg/t)	PFC (mg/t)
112	7,209	4,251		16,588	157,69 ⁽¹⁾					

(1) Aplicado al periodo 1990-1999 obtenido como promedio de los años 2000-2002 (véase más adelante factores de emisión de CO₂ por balance de carbono)

METALES PESADOS									PARTÍCULAS		
As (mg/t)	Cd (mg/t)	Cr (mg/t)	Cu (mg/t)	Hg (mg/t)	Ni (mg/t)	Pb (mg/t)	Se (mg/t)	Zn (mg/t)	PM _{2,5} (g/t)	PM ₁₀ (g/t)	PST (g/t)
0,776	4,541	19,848	4,785	4,05	12,996	10,527		42,019	16,819	16,819	40,027

CONTAMINANTES ORGÁNICOS PERSISTENTES										
HCH (mg/t)	PCP (mg/t)	HCB (mg/t)	TCM (g/t)	TRI (g/t)	PER (g/t)	TCB (mg/t)	TCE (g/t)	DIOX (ng/t)	HAP (mg/t)	PCB (mg/t)
									1,324	

En el caso particular del CO₂, las emisiones han sido estimadas utilizando el balance de masa de carbono entre las entradas y salidas a la acería, computando el carbono diferencial que quedaría tras descontar de la masa de carbono de las entradas la masa de carbono de los productos inventariados en las salidas (esta masa de carbono diferencial por la ratio 44/12 desemboca en la cifra de emisiones estimadas de CO₂ en esta actividad para cada centro). La información relativa al balance de carbono, que se presenta en la tabla 4.2.6.4, ha podido realizarse para el periodo 2000-2004 con la información facilitada por las dos plantas de ArcelorMittal. Para el periodo 1990-1999, al no disponer de esta información, se han obtenido las emisiones totales de CO₂ en el proceso para cada planta aplicando a las toneladas de acero producidas el factor de emisión medio resultante del periodo 2000-2002. Para los años 2005-2012 no se ha podido disponer de información desglosada por planta y proceso, sino del balance de flujos (cantidades de materias-entradas/salidas y sus contenidos de carbono) tan sólo para el agregado del conjunto de centros existentes y procesos realizados, por lo que el procedimiento de estimación de las emisiones de CO₂ que se ha aplicado para esta actividad ha sido análogo al ya descrito (para el periodo

2005-2007) en la actividad de apertura y extinción de los hornos de coque en las plantas siderúrgicas integrales (véase epígrafe 4.2.1)⁷.

Por último, para la planta existente en el periodo 1990-1994 (Altos Hornos de Vizcaya), se han estimado las emisiones mediante la aplicación de factores de emisión por defecto, con la excepción del CO₂, para el que se ha aplicado el factor de emisión implícito resultante del balance de carbono en el periodo 2000-2002 de la factoría de Gijón de ArcelorMittal (dado que en la factoría de Avilés existen procedimientos de recuperación del gas de acería producido, procedimiento que no existía en la planta de Altos Hornos de Vizcaya).

⁷ Para los años 2008-2012, al dato agregado de emisiones de CO₂ de procesos sin combustión (véase nota 5 en el epígrafe 4.2.1) se le descuenta en cada planta la emisión obtenida por balance de masas para la actividad de apertura y extinción de hornos de coque (actividad SNAP 04.02.01) antes de aplicar el correspondiente coeficiente de ponderación para este proceso en cada planta (véase el procedimiento de estimación de las emisiones de CO₂ en el epígrafe 4.2.1).

Tabla 4.2.6.4.- Producción de acero en hornos de oxígeno básico. Balance de carbono (Arcelormittal - Factoría de Avilés)

		Flujo de productos						
		UNIDAD	2000	2001	2002	2003	2004	
ENTRADA	Carga metálica							
	Chatarra de acero	t	566.818	538.815	537.689	487.749	525.961	
	Arrabio sólido	t	68.602	85.711	85.576	97.185	86.030	
	Fundentes							
	Cal gruesa	t	130.198	133.386	126.635	121.946	144.547	
	Dolomía cruda	t	10.214	11.338	5.689	2.404	0	
	Arrabio	t	2.916.652	3.023.844	2.917.592	2.700.570	3.131.693	
SALIDA	Chatarra + cascarilla	t	179.812	227.663	174.885	172.280		
	Acero	t	3.275.697	3.385.321	3.282.632	3.055.245	151.397	
	Gas de acería recuperado	kNm ³	100.563	66.887	108.404	113.628	3.532.918	
	Gas de acería antorcha	kNm ³	83.091	122.592	77.076	85.000	90.159	
	Emisiones difusas de partículas al agua	t	Pendiente de evaluar					
	Emisiones difusas de partículas al aire	t	Pendiente de evaluar					

		Contenido de carbono						
		UNIDAD	2000	2001	2002	2003	2004	
ENTRADA	Carga metálica							
	Chatarra de acero	% C	0,049	0,047	0,043	0,040	0,043	
	Arrabio sólido	% C	4,57	4,58	4,63	4,64	4,61	
	Fundentes							
	Cal gruesa	% C	0,415	0,415	0,415	0,415	0,415	
	Dolomía cruda	% C	13,02	13,02	13,02	13,02	13,02	
	Arrabio	% C	4,57	4,58	4,63	4,64	4,61	
SALIDA	Chatarra + cascarilla	% C	0,049	0,047	0,043	0,040	0,043	
	Acero	% C	0,049	0,047	0,043	0,040	0,043	
	Gas de acería recuperado	% C/Nm ³	451,6	447,3	440,0	442,7	449,62	
	Gas de acería antorcha	% C/Nm ³	451,6	447,3	440,0	442,7	449,62	
	Emisiones difusas de partículas al agua	% C	Pendiente de evaluar					
	Emisiones difusas de partículas al aire	% C	Pendiente de evaluar					

		Balance de carbono						
		UNIDAD	2000	2001	2002	2003	2004	
ENTRADA	Carga metálica							
	Chatarra de acero	t C	278	253	231	195	226	
	Arrabio sólido	t C	3.135	3.926	3.962	4.509	3.967	
	Fundentes							
	Cal gruesa	t C	42	47	24	506	599	
	Dolomía cruda	t C	1.329	1.476	740	313		
	Arrabio	t C	133.291	138.492	135.085	125.306	144.423	
	TOTAL ENTRADA	t C	138.076	144.193	140.042	130.829	149.216	
SALIDA	Chatarra + cascarilla	t C	88	107	75	69	65	
	Acero	t C	1.605	1.591	1.412	1.222	1.519	
	Gas de acería recuperado	t C	45.414	29.916	47.701	50.298	40.537	
	Gas de acería antorcha	t C	37.570	54.899	33.958	37.626	62.148	
	Emisiones difusas de partículas al agua	t C	Pendiente de evaluar					
	Emisiones difusas de partículas al aire	t C	Pendiente de evaluar					
	TOTAL SALIDA	t C	84.677	86.513	83.146	89.215	104.269	

Diferencia en masa de carbono	t C	-53.398	-57.681	-56.896	-41.615	-44.947
--------------------------------------	-----	---------	---------	---------	---------	---------

Emisión CO₂	kt CO ₂	195,793	211,497	208,618	152,587	164,805
-------------------------------	--------------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------

Factor de emisión CO₂ implícito	(kg/t acero)	59,77	62,47	63,55	49,94	46,65
---------------------------------------------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------

Tabla 4.2.6.4.- Producción de acero en hornos de oxígeno básico. Balance de carbono
(Continuación)**(Arcelormittal - Factoría de Gijón)**

		Flujo de productos					
		UNIDAD	2000	2001	2002	2003	2004
ENTRADA	Carga metálica						
	Chatarra de acero	t	129.030	97.335	87.384	60.216	79.975
	Arrabio sólido	t	33.712	32.604	36.034	55.910	42.326
	Fundentes						
	Cal gruesa	t	41.596	40.906	41.800	35.656	34.691
	Dolomía cruda	t					
	Arrabio	t	1.040.885	952.521	932.833	797.185	775.838
SALIDA	Chatarra + cascarilla	t	143.682	90.088	87.136	107.225	26.071
	Acero Chapa	t	393.147	296.622	207.927	98.492	136.441
	Acero Alambrón	t	380.447	417.095	497.130	493.888	470.693
	Acero Carril	t	293.264	208.658	239.246	268.661	195.539
	Emisiones difusas de partículas al agua	t	Pendiente de evaluar				
	Emisiones difusas de partículas al aire	t	Pendiente de evaluar				
OTRAS SALIDAS	CO emitido por chimenea (no se resta)	t	21.452	18.547	18.988	14.283	13.314

		Contenido de carbono					
		UNIDAD	2000	2001	2002	2003	2004
ENTRADA	Carga metálica						
	Chatarra de acero	% C	0,434	0,449	0,491	0,536	0,510
	Arrabio sólido	% C	4,57	4,58	4,63	4,640	4,71
	Fundentes						
	Cal gruesa	% C	0,415	0,415	0,415	0,415	0,415
	Dolomía cruda	% C					
	Arrabio	% C	4,57	4,58	4,63	4,64	4,71
SALIDA	Chatarra + cascarilla	% C	0,434	0,449	0,491	0,536	0,510
	Acero Chapa	% C	0,170	0,170	0,170	0,170	0,170
	Acero Alambrón	% C	0,560	0,560	0,560	0,560	0,560
	Acero Carril	% C	0,625	0,625	0,625	0,625	0,625
	Emisiones difusas de partículas al agua	% C	Pendiente de evaluar				
	Emisiones difusas de partículas al aire	% C	Pendiente de evaluar				
OTRAS SALIDAS	CO emitido por chimenea (no se resta)	% C	42,857	42,857	42,857	42,857	42,857

Tabla 4.2.6.4.- Producción de acero en hornos de oxígeno básico. Balance de carbono
(Continuación)**(Arcelormittal - Factoría de Gijón) (Continuación)**

		Balance de carbono					
		UNIDAD	2000	2001	2002	2003	2004
ENTRADA	Carga metálica						
	Chatarra de acero	t C	560	437	429	323	408
	Arrabio sólido	t C	1.541	1.493	1.668	2.594	1.993
	Fundentes						
	Cal gruesa	t C	172	170	173	148	144
	Dolomía cruda	t C					
	Arrabio	t C	47.568	43.625	43.190	36.989	36.529
	TOTAL ENTRADA		49.842	45.726	45.461	40.054	39.074
SALIDA	Chatarra + cascarilla	t C	624	405	427	574	133
	Acero Chapa	t C	668	504	353	167	232
	Acero Alambión	t C	2.131	2.336	2.784	2.766	2.636
	Acero Carril	t C	1.833	1.304	1.495	1.679	1.222
	Emisiones difusas de partículas al agua	t C	Pendiente de evaluar				
	Emisiones difusas de partículas al aire	t C	Pendiente de evaluar				
		TOTAL SALIDA		5.256	4.549	5.060	5.187
OTRAS SALIDAS	CO emitido por chimenea (no se resta)	t C	9.194	7.949	8.138	6.121	5.706
Diferencia en masa de carbono		t C	-44.586	-41.177	-40.400	-34.867	-34.851
Emisión CO₂		kt CO₂	163,483	150,981	148,135	127,847	127,786
Factor de emisión CO₂ implícito		(kg/t acero)	153,24	163,69	156,87	148,48	159,20

En la tabla 4.2.6.5 se muestran las emisiones estimadas de acuerdo con estos factores y las variables de actividad más arriba reseñadas. Dada la variabilidad de los factores de emisión aplicados para cada planta, en particular por lo que a Altos Hornos de Vizcaya se refiere al haberse aplicado factores de emisión por defecto, se detecta en la serie de emisiones una discontinuidad apreciable en algunos contaminantes entre los años 1994 y 1995 (año en que finaliza la producción de Altos Hornos de Vizcaya).

Tabla 4.2.6.5.- Producción de acero en hornos de oxígeno básico. Emisiones

AÑO	ACIDIFICADORES, PRECURSORES DEL OZONO Y GASES DE EFECTO INVERNADERO										
	SO ₂ (t)	NO _x (t)	COVNM (t)	CH ₄ (t)	CO (t)	CO ₂ (kt)	N ₂ O (t)	NH ₃ (t)	SF ₆ (kg)	HFC (kg)	PFC (kg)
1990	249	216	44		110.409	687					
1991	235	223	45		111.172	685					
1992	202	200	40		98.647	604					
1993	215	222	44		108.219	653					
1994	207	227	45		109.093	647					
1995	196	148	31		78.605	395					
1996	161	142	29		72.036	343					
1997	175	157	32		79.379	376					
1998	180	169	34		84.543	393					
1999	170	167	33		82.486	377					
2000	162	171	34		83.211	359					
2001	147	176	34		83.007	362					
2002	148	171	34		81.317	357					
2003	136	159	31		75.388	280					
2004	114	182	35		83.973	293					
2005	86	178	34		82.554	374					
2006	47	151	29		70.035	434					
2007	81	178	34		81.285	363					
2008	74	175	33		79.077	356					
2009	60	131	25		59.936	355					
2010	67	168	32		74.629	350					
2011	74	169	32		75.049	292					
2012	66	147	28		66.618	189					

AÑO	METALES PESADOS									PARTÍCULAS		
	As (kg)	Cd (kg)	Cr (kg)	Cu (kg)	Hg (kg)	Ni (kg)	Pb (kg)	Se (kg)	Zn (kg)	PM _{2.5} (t)	PM ₁₀ (t)	PST (t)
1990	27	49	235	179	13	121	2.501	17	6.710			
1991	29	52	244	190	12	125	2.673	18	7.166			
1992	26	46	219	172	11	112	2.422	15	6.493			
1993	28	50	237	186	12	121	2.618	17	7.018			
1994	29	50	238	186	11	121	2.626	17	7.038			
1995	3	6	68	13	7	36	18	13	86			
1996	2	5	61	11	5	32	15	11	72			
1997	3	6	67	12	6	35	16	13	79			
1998	3	6	70	13	6	37	16	13	82			
1999	3	5	68	12	5	35	15	13	78			
2000	3	5	68	12	5	35	15	13	75	33	33	90
2001	3	4	67	12	5	34	13	13	70	31	31	86
2002	2	4	66	12	5	34	13	13	70	31	31	86
2003	2	4	61	11	4	31	12	12	65	28	28	79
2004	3	4	67	11	4	33	12	13	67	29	29	83
2005	2	4	66	11	4	33	12	13	67	29	29	83
2006	2	3	56	10	4	28	10	11	56	25	25	70
2007	2	3	64	11	4	32	11	13	63	28	28	80
2008	2	3	62	10	4	31	11	12	60	26	26	76
2009	2	2	47	8	3	24	8	9	46	20	20	59
2010	2	2	58	10	3	28	9	11	54	24	24	70
2011	2	2	58	10	3	28	9	12	53	24	24	70
2012	2	3	52	9	3	26	9	10	50	22	22	64

Tabla 4.2.6.5.- Producción de acero en hornos de oxígeno básico. Emisiones
(Continuación)

AÑO	CONTAMINANTES ORGÁNICOS PERSISTENTES										
	HCH (kg)	PCP (kg)	HCB (kg)	TCM (kg)	TRI (kg)	PER (kg)	TCB (kg)	TCE (kg)	DIOX (g)	HAP (kg)	PCB (kg)
1990											2
1991											2
1992											2
1993											2
1994											2
1995											2
1996											1
1997											2
1998											2
1999											2
2000											1
2001											1
2002											1
2003											1
2004											1
2005											1
2006											1
2007											1
2008											1
2009											1
2010											1
2011											1
2012											1

4.2.7.- Hornos eléctricos de las acerías

CORRESPONDENCIA ENTRE NOMENCLATURAS	
NOMENCLATURA	CÓDIGO
CORINAIR/SNAP 97	04.02.07
CMCC/CRF	2.C.1
CLRTAP-EMEP/NFR	2.C.1

La base de fabricación del acero en el horno eléctrico es la fusión de las chatarras por medio de una corriente eléctrica (proveniente del arco eléctrico que se produce o salta entre los electrodos del horno) y el afino posterior del baño fundido.

Existen dos tipos de hornos eléctricos, según el modo en que se utiliza la corriente para producir el calor necesario para la fusión. En los hornos de inducción, la carga se coloca en un crisol rodeado de una bobina por la cual se hace pasar una corriente eléctrica; las corrientes inducidas en el interior de la bobina funden la carga. En los hornos de arco - que son los más ampliamente utilizados con carácter industrial- se hace saltar un potente arco entre los electrodos y la carga y se aprovecha el calor generado por el arco. Las acerías modernas están generalmente equipadas con hornos de arco directo con tres electrodos verticales.

Si bien la producción de acero en hornos de arco eléctrico se aplicaba en sus orígenes principalmente a la fabricación de aceros especiales, la situación ha cambiado debido al aumento del tamaño de las coladas y a las altas cotas de productividad. Así la producción

de acero en España mediante este procedimiento alcanza con la incorporación de las últimas acerías eléctricas cuotas superiores al 75% de la producción total. Las principales ventajas de la fabricación de acero en hornos de arco eléctrico son las siguientes:

- Fabricación de cualquier tipo de acero, con los únicos límites de calidad de la materia prima.
- Utilización de cualquier tipo de carga: chatarra, hierro de reducción directa, lingote de hierro, arrabio, etc.
- Baja inversión en comparación con la fabricación de acero en la siderurgia integral.
- Alta eficiencia del proceso.

La producción de acero en hornos eléctricos se realiza dentro del sector siderúrgico no integral. Los datos socioeconómicos, que se muestran en la tabla 4.2.7.1, se han tomado, para el año 1990, del “Informe sobre la Industria Española”, para los años 1991-1993 de información facilitada por la Subdirección General de Industrias Básicas y de Proceso del Ministerio de Industria y Energía (MINER), y para los años 1994-2012 de información facilitada por la Unión de Empresas Siderúrgicas (UNESID)⁸. La información ha sido tratada al nivel de área, distribuyendo la producción, hasta el año 2005, entre las diferentes provincias mediante estimación propia basada en información facilitada por UNESID (a partir del año 2006 se dispone de la producción en cada una de las acerías existentes, por lo que se dispone de la información con desglose provincial).

Tabla 4.2.7.1.- Producción de acero en hornos eléctricos (Cifras en toneladas)

1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997
7.342.900	7.313.700	7.277.100	7.476.900	7.917.494	8.643.836	7.950.487	9.642.203
1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005
10.537.576	10.690.770	11.656.949	12.282.612	12.303.394	12.664.169	13.643.032	13.572.351
2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	
14.711.755	14.789.255	14.494.830	11.208.120	12.391.920	11.811.360	10.202.158	

En cuanto a los factores de emisión, las fuentes de información de los valores que figuran en la tabla 4.2.7.2 han sido las siguientes:

- Para el primer bloque de contaminantes, con la excepción del CO₂, el Libro Guía EMEP/CORINAIR, tabla 8.1 del capítulo B427, adoptando las opciones “*unknown*” bajo las columnas “*Plant type*” y “*Country or region*”. En esta referencia, se indican asimismo factores de emisión para CH₄ y N₂O que no obstante no han sido incluidos

⁸ Para el año 2012 la información facilitada por UNESID es incompleta (no figuraban datos de todas las acerías) por lo que se ha realizado una estimación de la producción en las plantas para las que no se ha dispuesto de información a partir de la producción del año 2011 y de la variación de las emisiones de CO₂ de 2011 y 2012 verificadas para la Directiva de Comercio de Derechos de Emisión.

en la tabla 4.2.7.2 por no aparecer identificados estos contaminantes en el Manual de Referencia de IPCC para esta actividad.

- En el caso particular del CO₂, el cómputo de las emisiones de proceso se realiza sobre la base de la contribución, en términos de balance de carbono, de: I) consumo auxiliar de combustibles (carbón coquizable, antracita, mezcla de carbones, coque de petróleo, coque siderúrgico); y de II) otras materias auxiliares (electrodos de grafito, dolomía, ...). Otros flujos de materiales se asume que están en equilibrio en términos del balance de carbono, es decir, saldo nulo como diferencia entre las entradas (chatarra, arrabio, ferroaleaciones, carbón de afino) y las salidas (acero producido, escorias y polvos), según información técnica facilitada por UNESID⁹. Debe mencionarse sin embargo, que el grado de incertidumbre de la información es mayor en el periodo 1990-1999, dada la dificultad para recopilar retrospectivamente, con el desglose necesario en el planteamiento expuesto, los datos relativos a estos años. Asimismo, debe tenerse en consideración la variabilidad existente a lo largo del periodo inventariado en cuanto a los tipos y calidades de los aceros producidos, cuyas características repercuten en los materiales utilizados en el proceso de fabricación, por lo que las ratios de emisión de CO₂ por tonelada de acero producido son muy variables entre plantas y años. En la tabla 4.2.7.3 se presentan los factores de emisión de CO₂ implícitos para cada año.
- Para los metales pesados y las partículas, se han tomado factores de emisión del Libro Guía EMEP/EEA 2009, capítulo 2.C.1, tabla 3.21, asumiendo que las acerías disponen de filtros de mangas.
- Para los contaminantes orgánicos persistentes, en el caso del hexaclorobenceno (HCB) se han tomado de Antunes, P et al. (2012)¹⁰; para las dioxinas de la tabla 3.21, capítulo 2.C.1, del Libro Guía EMEP/EEA 2009, asumiendo que las acerías disponen de filtros de mangas; para los HAP (referidos exclusivamente al Benzo(a)pireno) de la tabla 8.4, capítulo B427, del Libro Guía EMEP/CORINAIR; y para los PCB del Libro Guía EMEP/EEA 2013, capítulo 2.C.1, tabla 3.19.

⁹ Para el año 2012 la información facilitada por UNESID relativa a los balances de carbono de las acerías eléctricas es incompleta. Es por ello por lo que para realizar la estimación de las emisiones de CO₂ correspondientes a 2012 se ha utilizado el factor de emisión medio nacional del año 2011.

¹⁰ Cabe mencionar que parece existir un error en la unidad en la que está expresado el factor de emisión en esta fuente, ya que aunque se indica un factor de emisión de 3,2 mg HCB/t acero, parece tratarse en realidad de 3,2 µg HCB/t acero, según se deduce del dato de producción de acero y de la emisión anual de HCB que se indica en esta referencia.

Tabla 4.2.7.2.- Producción de acero en hornos eléctricos. Factores de emisión

ACIDIFICADORES, PRECURSORES DEL OZONO Y GASES DE EFECTO INVERNADERO										
SO ₂ (g/t)	NO _x (g/t)	COVNM (g/t)	CH ₄ (g/t)	CO (g/t)	CO ₂ (kg/t)	N ₂ O (g/t)	NH ₃ (g/t)	SF ₆ (mg/t)	HFC (mg/t)	PFC (mg/t)
130	200	90		10.000	(1)					

(1) Véase tabla 4.2.7.3

METALES PESADOS									PARTÍCULAS		
As (mg/t)	Cd (mg/t)	Cr (mg/t)	Cu (mg/t)	Hg (mg/t)	Ni (mg/t)	Pb (mg/t)	Se (mg/t)	Zn (mg/t)	PM _{2,5} (g/t)	PM ₁₀ (g/t)	PST (g/t)
8,1	122	105	20	76	405	1.500		3.600	21	24	30

CONTAMINANTES ORGÁNICOS PERSISTENTES										
HCH (mg/t)	PCP (mg/t)	HCB (mg/t)	TCM (g/t)	TRI (g/t)	PER (g/t)	TCB (mg/t)	TCE (g/t)	DIOX (ng/t)	HAP (mg/t)	PCB (mg/t)
		0,0032						800	17	2,5

Tabla 4.2.7.3.- Producción de acero en hornos eléctricos. Factores de emisión implícitos de CO₂ (kg/t de acero)

1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001
39,804	40,087	40,635	37,498	36,734	38,376	38,305	40,988	41,609	50,754	55,241	51,558

2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
53,840	50,643	52,234	55,691	57,093	51,185	48,932	46,871	48,550	42,704	42,704

En la tabla 4.2.7.4 se muestran las emisiones estimadas de acuerdo con estos factores de emisión y las variables de actividad más arriba reseñadas.

Tabla 4.2.7.4.- Producción de acero en hornos eléctricos. Emisiones

AÑO	ACIDIFICADORES, PRECURSORES DEL OZONO Y GASES DE EFECTO INVERNADERO										
	SO ₂ (t)	NO _x (t)	COVNM (t)	CH ₄ (t)	CO (t)	CO ₂ (kt)	N ₂ O (t)	NH ₃ (t)	SF ₆ (kg)	HFC (kg)	PFC (kg)
1990	955	1.469	661		73.429	292					
1991	951	1.463	658		73.137	293					
1992	946	1.455	655		72.771	296					
1993	972	1.495	673		74.769	280					
1994	1.029	1.583	713		79.175	291					
1995	1.124	1.729	778		86.438	332					
1996	1.034	1.590	716		79.505	305					
1997	1.253	1.928	868		96.422	395					
1998	1.370	2.108	948		105.376	438					
1999	1.390	2.138	962		106.908	543					
2000	1.515	2.331	1.049		116.569	644					
2001	1.597	2.457	1.105		122.826	633					
2002	1.599	2.461	1.107		123.034	662					
2003	1.646	2.533	1.140		126.642	641					
2004	1.774	2.729	1.228		136.430	713					
2005	1.764	2.714	1.222		135.724	756					
2006	1.913	2.942	1.324		147.118	840					
2007	1.923	2.958	1.331		147.893	757					
2008	1.884	2.899	1.305		144.948	709					
2009	1.457	2.242	1.009		112.081	525					
2010	1.611	2.478	1.115		123.919	602					
2011	1.535	2.362	1.063		118.114	504					
2012	1.326	2.040	918		102.022	436					

Tabla 4.2.7.4.- Producción de acero en hornos eléctricos. Emisiones (Continuación)

AÑO	METALES PESADOS									PARTÍCULAS		
	As (kg)	Cd (kg)	Cr (kg)	Cu (kg)	Hg (kg)	Ni (kg)	Pb (kg)	Se (kg)	Zn (kg)	PM _{2,5} (t)	PM ₁₀ (t)	PST (t)
1990	59	896	771	147	558	2.974	11.014		26.434			
1991	59	892	768	146	556	2.962	10.971		26.329			
1992	59	888	764	146	553	2.947	10.916		26.198			
1993	61	912	785	150	568	3.028	11.215		26.917			
1994	64	966	831	158	602	3.207	11.876		28.503			
1995	70	1.055	908	173	657	3.501	12.966		31.118			
1996	64	970	835	159	604	3.220	11.926		28.622			
1997	78	1.176	1.012	193	733	3.905	14.463		34.712			
1998	85	1.286	1.106	211	801	4.268	15.806		37.935			
1999	87	1.304	1.123	214	812	4.330	16.036		38.487			
2000	94	1.422	1.224	233	886	4.721	17.485		41.965	245	280	350
2001	99	1.498	1.290	246	933	4.974	18.424		44.217	258	295	368
2002	100	1.501	1.292	246	935	4.983	18.455		44.292	258	295	369
2003	103	1.545	1.330	253	962	5.129	18.996		45.591	266	304	380
2004	111	1.664	1.433	273	1.037	5.525	20.465		49.115	287	327	409
2005	110	1.656	1.425	271	1.031	5.497	20.359		48.860	285	326	407
2006	119	1.795	1.545	294	1.118	5.958	22.068		52.962	309	353	441
2007	120	1.804	1.553	296	1.124	5.990	22.184		53.241	311	355	444
2008	117	1.768	1.522	290	1.102	5.870	21.742		52.181	304	348	435
2009	91	1.367	1.177	224	852	4.539	16.812		40.349	235	269	336
2010	100	1.512	1.301	248	942	5.019	18.588		44.611	260	297	372
2011	96	1.441	1.240	236	898	4.784	17.717		42.521	248	283	354
2012	83	1.245	1.071	204	775	4.132	15.303		36.728	214	245	306

AÑO	CONTAMINANTES ORGÁNICOS PERSISTENTES										
	HCH (kg)	PCP (kg)	HCB (kg)	TCM (kg)	TRI (kg)	PER (kg)	TCB (kg)	TCE (kg)	DIOX (g)	HAP (kg)	PCB (kg)
1990			0,02						6	125	18
1991			0,02						6	124	18
1992			0,02						6	124	18
1993			0,02						6	127	19
1994			0,03						6	135	20
1995			0,03						7	147	22
1996			0,03						6	135	20
1997			0,03						8	164	24
1998			0,03						8	179	26
1999			0,03						9	182	27
2000			0,04						9	198	29
2001			0,04						10	209	31
2002			0,04						10	209	31
2003			0,04						10	215	32
2004			0,04						11	232	34
2005			0,04						11	231	34
2006			0,05						12	250	37
2007			0,05						12	251	37
2008			0,05						12	246	36
2009			0,04						9	191	28
2010			0,04						10	211	31
2011			0,04						9	201	30
2012			0,03						8	173	26

4.2.8.- Laminación

CORRESPONDENCIA ENTRE NOMENCLATURAS	
NOMENCLATURA	CÓDIGO
CORINAIR/SNAP 97	04.02.08
CMCC/CRF	2.C.1
CLRTAP-EMEP/NFR	2.C.1

Esquemáticamente, la laminación consiste en hacer pasar un material (lingote o semiproducto) entre dos rodillos o cilindros, que giran a la misma velocidad y en sentidos contrarios, y reducir la sección transversal mediante la presión ejercida por estos. En la laminación se aprovecha la ductilidad del acero, es decir, su capacidad de deformación, que es mayor cuanto más elevada es la temperatura del material a laminar, distinguiéndose en consecuencia la laminación en caliente -a temperaturas entre 1.250 °C y 800 °C- y la laminación en frío, a temperatura ambiente.

En la laminación en caliente es necesario que los productos de entrada se recalienten hasta la temperatura de laminación, lo que se realiza en los hornos de recalentar (véase actividad SNAP 03.03.02). En la laminación en frío se parte de bobinas de bandas laminadas en caliente.

Los procesos de laminación se realizan tanto en plantas siderúrgicas integrales como no integrales. Las primeras están contempladas dentro del Inventario como Grandes Focos Puntuales, mientras que las segundas reciben un tratamiento al nivel de área.

Como dato socioeconómico se utilizan las cantidades de acero sometidas respectivamente a los procesos de laminación en caliente y laminación en frío, y que se muestran en la tabla 4.2.8.1. De estas variables, las cifras concernientes a las plantas de siderurgia integral se han tomado directamente de los cuestionarios remitidos por tales plantas. Para el resto de plantas siderúrgicas, la información ha sido tomada, para el año 1990, del "Informe sobre la Industria Española"; para los años 1991-1993 de información facilitada por la Subdirección General de Industrias Básicas y de Proceso del Ministerio de Industria y Energía (MINER); y para los años 1994-2012 de información suministrada por UNESID.

Tabla 4.2.8.1.- Productos acabados laminados (Cifras en toneladas)

AÑO	PROCESO	
	CALIENTE	FRÍO
1990	11.068.000	2.684.000
1991	11.216.928	2.649.000
1992	10.981.480	2.618.000
1993	11.625.085	2.628.000
1994	12.167.034	2.892.896
1995	11.110.068	3.073.111
1996	10.198.047	3.093.280
1997	12.404.348	3.254.427
1998	13.302.307	3.406.282
1999	14.094.093	3.281.875
2000	14.716.690	3.778.038
2001	14.921.816	3.635.462
2002	15.876.310	3.668.030
2003	15.800.767	3.432.124
2004	17.677.055	3.860.632
2005	16.866.882	3.685.268
2006	18.187.267	3.296.286
2007	19.231.427	3.187.019
2008	18.457.694	3.131.707
2009	14.349.925	2.157.444
2010	15.373.443	2.764.416
2011	15.414.860	2.536.181
2012	13.476.958	2.712.353

Como ya se ha mencionado la información de las plantas siderúrgicas integrales se ha recabado por medio de cuestionario, por lo que se conoce su localización provincial. Para el subsector no integral el desglose provincial se ha realizado utilizando la información suministrada por UNESID.

Para calcular las emisiones se han utilizado los factores propuestos en el Manual CORINAIR, parte 6 epígrafe 4.2, dado que no queda claro si los propuestos en el Libro Guía EMEP/CORINAIR se corresponden exclusivamente a las emisiones no procedentes de los procesos sin combustión o si éstas están asimismo incluidas en dichos factores. En esta referencia, junto a COVNM se indica un factor de emisión para CH₄ que no obstante no ha sido incluido en la tabla 4.2.6.2 por no aparecer identificado este contaminante en el Manual de Referencia de IPCC para esta actividad. Tampoco queda clara la distinción entre los dos tipos de proceso de laminación (en frío o en caliente). Por esta última razón tampoco se ha considerado el factor de emisión de HAP que figura en el epígrafe 8, capítulo B428. En la tabla 4.2.8.2 se presentan los factores de emisión utilizados.

Tabla 4.2.8.2.- Productos acabados laminados. Factores de emisión

PROCESO	ACIDIFICADORES, PRECURSORES DEL OZONO Y GASES DE EFECTO INVERNADERO										
	SO ₂ (g/t)	NO _x (g/t)	COVNM (g/t)	CH ₄ (g/t)	CO (g/t)	CO ₂ (kg/t)	N ₂ O (g/t)	NH ₃ (g/t)	SF ₆ (mg/t)	HFC (mg/t)	PFC (mg/t)
CALIENTE			18/E								
FRÍO			135/E								

En la tabla 4.2.8.3 se muestran las emisiones estimadas originadas en el total de ambos procesos.

Tabla 4.2.8.3.- Productos acabados laminados. Emisiones

AÑO	ACIDIFICADORES, PRECURSORES DEL OZONO Y GASES DE EFECTO INVERNADERO										
	SO ₂ (t)	NO _x (t)	COVNM (t)	CH ₄ (t)	CO (t)	CO ₂ (kt)	N ₂ O (t)	NH ₃ (t)	SF ₆ (kg)	HFC (kg)	PFC (kg)
1990			562								
1991			560								
1992			551								
1993			564								
1994			610								
1995			615								
1996			601								
1997			663								
1998			699								
1999			697								
2000			775								
2001			759								
2002			781								
2003			748								
2004			839								
2005			801								
2006			772								
2007			776								
2008			755								
2009			550								
2010			650								
2011			620								
2012			609								

4.2.9.- Plantas de sinterización y peletización (excepto combustión en 03.03.03)

CORRESPONDENCIA ENTRE NOMENCLATURAS	
NOMENCLATURA	CÓDIGO
CORINAIR/SNAP 97	04.02.09
CMCC/CRF	2.C.1
CLRTAP-EMEP/NFR	2.C.1

En esta actividad se recogen las emisiones de CO₂ y PCB en las plantas de sinterización de la siderurgia integral no imputables al consumo de combustibles (combustión, las cuales se incluyen en la actividad SNAP 03.03.01).

Para estimar las emisiones totales de CO₂ se ha utilizado el balance de masa de carbono entre las entradas y salidas al proceso de sinterización, computando el carbono diferencial que quedaría tras descontar de la masa de carbono de las materias entrantes la masa de carbono de los productos inventariados en las salidas, obteniéndose una emisión de CO₂ como la masa de este carbono diferencial elevada por la ratio 44/12. De estas emisiones totales, se descuentan las imputables al consumo de combustibles (combustión) en los hornos de sinterización (que se incluyen en la actividad SNAP 03.03.01), imputándose a esta actividad 04.02.09 las emisiones restantes.

Este balance de carbono se ha podido realizar para el periodo 2000-2004, con información facilitada por la única planta que realiza este proceso en estos años. Para el

periodo 1990-1999, al no disponer de esta información, se han obtenido las emisiones totales de CO₂ en el proceso para cada planta aplicando a las toneladas de sinter producidas el factor de emisión medio resultante del periodo 2000-2002, y descontando las emisiones correspondientes a los consumos de combustibles (combustión). Para los años 2005-2012 no se ha podido disponer de información desglosada por planta y proceso, sino del balance de flujos (cantidades de materias-entradas/salidas y sus contenidos de carbono) tan sólo para el agregado del conjunto de centros existentes y procesos realizados, por lo que el procedimiento de estimación de las emisiones de CO₂ que se ha aplicado ha sido análogo al ya descrito (para el periodo 2005-2007) en la actividad de apertura y extinción de los hornos de coque en las plantas siderúrgicas integrales (véase epígrafe 4.2.1)¹¹.

En la tabla 4.2.9.1 se presenta la producción de sinter (toneladas), y en la tabla 4.2.9.2 se presenta el balance de carbono para el periodo 2000-2004.

Tabla 4.2.9.1.- Plantas de sinterización. Producción de sinter (Cifras en toneladas)

1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001
7.126.067	7.319.943	6.617.753	6.782.828	6.778.004	4.747.019	4.313.829	3.032.935	2.543.261	4.158.386	5.468.860	5.450.332
2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	
5.382.829	4.999.365	5.466.542	5.507.000	5.272.000	5.559.000	5.371.000	4.080.989	5.035.889	4.929.067	4.146.159	

Tabla 4.2.9.2.- Plantas de sinterización. Balance de carbono

		Flujo de productos					
		UNIDAD	2000	2001	2002	2003	2004
ENTRADA	Mineral de hierro	t	3.985.245	4.182.742	4.170.288	3.942.582	4.373.454
	Fundentes	t					
	Caliza	t	497.780	495.609	525.905	502.103	572.241
	Recuperaciones	t					
	Polvo botellón	t	53.521	51.304	44.077	40.845	26.833
	Antracita	t	20.216	19.998	37.832	36.153	71.454
	Finos de coque	t	190.693	195.028	185.696	173.782	168.797
	Gas de coquería	kNm ³	21.718	25.391	24.420	22.252	23.567
SALIDA	Sínter	t	5.468.860	5.450.332	5.382.829	4.999.365	
	Emisiones difusas de partículas al aire	t					Pendiente de evaluar
OTRAS SALIDAS	CO chimenea (no se resta)	t	95.943	95.618	94.434	85.667	

¹¹ Para los años 2008-2012, al dato agregado de emisiones de CO₂ de procesos sin combustión (véase nota 5 en el epígrafe 4.2.1) se le descuenta en cada planta la emisión obtenida por balance de masas para la actividad de apertura y extinción de hornos de coque (actividad SNAP 04.02.01) antes de aplicar el correspondiente coeficiente de ponderación para este proceso en cada planta (véase el procedimiento de estimación de las emisiones de CO₂ en el epígrafe 4.2.1).

Tabla 4.2.9.2.- Plantas de sinterización. Balance de carbono (Continuación)

		Contenido de carbono					
		UNIDAD	2000	2001	2002	2003	2004
ENTRADA	Mineral de hierro	% C					
	Fundentes	% C					
	Caliza	% C	11,79	11,79	11,79	11,79	11,79
	Recuperaciones	% C					
	Polvo botellón	% C	33,66	33,66	33,66	33,66	33,66
	Antracita	% C	89,78	85,63	82,89	86,10	85,19
	Finos de coque	% C	84,11	83,15	83,23	83,91	83,88
	Gas de coquería	g C/Nm ³	230,42	224,68	226,64	221,08	226,14
SALIDA	Sínter	% C					
	Emisiones difusas de partículas al aire	% C	Pendiente de evaluar				
OTRAS SALIDAS	CO chimenea (no se resta)	% C	42,9	42,9	42,9	42,9	

		Balance de carbono					
		UNIDAD	2000	2001	2002	2003	2004
ENTRADA	TOTAL ENTRADA	t C	260.240	260.696	268.280	254.810	284.290
	Mineral de hierro	t C					
	Fundentes	t C					
	Caliza	t C	58.688	58.432	62.004	59.198	67.467
	Recuperaciones	t C					
	Polvo botellón	t C	18.015	17.269	14.836	13.748	9.032
	Antracita	t C	18.150	17.124	31.359	31.128	60.873
	Finos de coque	t C	160.382	162.166	154.545	145.816	141.588
Gas de coquería	t C	5.004	5.705	5.535	4.919	5.330	
SALIDA	TOTAL SALIDA	t C					
	Sínter	t C					
	Emisiones difusas de partículas al aire	t C					
OTRAS SALIDAS	CO chimenea (no se resta)	t C	41.118	40.979	40.472	36.714	

Diferencia en masa de carbono	t C	-260.240	-260.696	-268.280	-254.810	-284.290
--------------------------------------	-----	----------	----------	----------	----------	----------

Emisión CO₂	kt CO ₂	954,213	955,886	983,692	934,302	1.042,396
-------------------------------	--------------------	----------------	----------------	----------------	----------------	------------------

Factor de emisión CO₂ implícito	(kg/t sinter)	174,5	175,4	182,7	186,9	190,69
---------------------------------------------------	---------------	--------------	--------------	--------------	--------------	---------------

En cuanto a los PCB, se ha partido del factor de emisión propuesto en el Libro Guía EMEP/EEA 2013 (capítulo 2.C.1, tabla 3.2) de 0,9 mg/t sinter, con un rango entre 0,025 y 0,18 mg/t sinter. Según se indica, la fuente original de este rango es el documento de mejores técnicas disponibles “*Best Available Techniques (BAT) Reference Document for Iron and Steel Production. March 2012*”, y que puede consultarse en <http://eippcb.jrc.ec.europa.eu/> o en la página web de PRTR-España <http://www.prtr-es.es/>. En este documento, puede observarse en la tabla 3.4 (página 96) que el rango de los factores de emisión es de 24,5-178,0 ng TEQ/t sinter, de lo que se deduce que la unidad indicada para el factor de emisión de PCB en el Libro Guía EMEP/EEA 2013 es incorrecta, y que se trata en realidad de **0,09 µg/t sinter** (i.e., 0,00009 mg/t sinter), que ha sido el factor aplicado en la estimación de las emisiones para esta actividad.

Las emisiones estimadas de acuerdo con la metodología reseñada se muestran en la tabla 4.2.9.3.

4.3.- PROCESOS EN LAS INDUSTRIAS DE METALES NO FÉRREOS

En este subgrupo se contemplan los procesos sin combustión en la industria de metales no férreos. La nomenclatura SNAP considera las siguientes actividades:

- 04.03.01: Producción de aluminio (electrólisis)
- 04.03.02: Ferroaleaciones
- 04.03.03: Producción de silicio
- 04.03.04: Producción de magnesio
- 04.03.05: Producción de níquel
- 04.03.06: Fabricación de metales aleados
- 04.03.07: Galvanización
- 04.03.08: Electrorrecubrimiento

De las actividades anteriores se han contabilizado emisiones efectivas en el Inventario para las tres primeras. No se han contabilizado emisiones para las restantes por los motivos que se indican a continuación:

04.03.04 y 04.03.05: por no haber producción efectiva en España en estas actividades.

04.03.06-04.03.08: por las dificultades encontradas en la identificación de la propia actividad así como de las variables de actividad correspondientes, añadido a la circunstancia de que tampoco se dispone de factores de emisión para el cálculo de las emisiones en las referencias habituales.

A continuación se describen las tres primeras actividades indicadas en la lista anterior.

4.3.1.- Producción de aluminio (electrólisis)

CORRESPONDENCIA ENTRE NOMENCLATURAS	
NOMENCLATURA	CÓDIGO
CORINAIR/SNAP 97	04.03.01
CMCC/CRF	2.C.3 2.C.4 (emisiones de SF ₆)
CLRTAP-EMEP/NFR	2.C.3

El aluminio es uno de los metales más abundantes en la corteza terrestre, pero los procesos para obtenerlo son limitados. La producción de aluminio primario se realiza en dos etapas principales. En la primera, la mena de bauxita se tritura, purifica y calcina para producir alúmina (proceso este recogido en la actividad SNAP 03.03.22). En la segunda

etapa, la alúmina se somete a un proceso de reducción electrolítica en grandes cubas dispuestas al efecto.

Los contaminantes de mayor relevancia emitidos en esta actividad son:

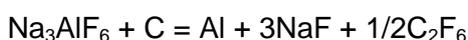
- a) por un lado, los perfluorocarburos (PFC), entre los que se distinguen el perfluorometano (CF_4) y el perfluoroetano (C_2F_6), ambos con un potencial elevado de calentamiento atmosférico por lo que se constituyen como gases de especial interés en los inventarios de gases de efecto invernadero; y
- b) por otro, SO_2 , CO , CO_2 , Cd , Ni , Zn e hidrocarburos aromáticos policíclicos (HAP).

Por conveniencia de la exposición se va a describir el proceso productivo con una especial referencia a la generación de los gases del apartado a) anterior, y posteriormente se indicará ya simplemente los factores de emisión para los restantes gases contabilizados en el Inventario.

4.3.1.1.- Descripción general del proceso y mecanismo de generación de PFC

En el proceso de reducción la cuba de fundición del aluminio actúa como un sistema electrolítico. La cuba misma, que consiste en un contenedor poco profundo de acero, constituye el cátodo, mientras el ánodo lo forman uno o más bloques de carbono que se sumergen en la cuba. Dentro de ella, la alúmina (Al_2O_3) se disuelve en un baño de fluoruros constituido principalmente por criolita (Na_3AlF_6). Los PFC se forman durante el curso de un fenómeno conocido como *efecto ánodo*, cuando los niveles de alúmina son bajos. Cuando las sales fundidas de los fluoruros que se encuentran a elevada temperatura se combinan con el carbono del ánodo tiene lugar una reacción forzada que favorece la formación de CF_4 y C_2F_6 . Este fenómeno tiene lugar debido a que durante el efecto ánodo la tensión eléctrica se eleva por encima del nivel requerido por la Ley de Gibbs para la formación de estos gases.

Cuando la fundición queda desprovista de alúmina, a niveles del 1,5% a 2% en masa, tiene lugar el efecto ánodo, y la tensión eléctrica en la cuba se eleva desde su valor normal, en torno a 4-5 voltios, hasta los 20-50 voltios. El proceso ocurre muy rápidamente y, en teoría, se debe a un rápido incremento en la resistencia eléctrica a través de la interfaz ánodo-baño. Como resultado, la tensión eléctrica se eleva permitiendo el paso de la corriente a pesar de la alta resistencia eléctrica. En ese momento empiezan una serie de reacciones que compiten entre sí y que producen entre otros compuestos, además del CF_4 y del C_2F_6 , CO_2 , CO y fluoruros. Parece ser que durante el efecto ánodo los gases cubren completamente los ánodos de carbono. Las dos reacciones de interés en este proceso son las siguientes:



El efecto ánodo suele ocurrir entre 0,3 y 3 veces por día en una cuba determinada y suele durar de 2 a 20 minutos.

La composición de la mezcla de gases generados durante el efecto ánodo puede aproximarse de la forma siguiente (% en masa):

$$\text{CF}_4 = 15\%; \text{C}_2\text{F}_6 = 1\%; \text{CO}_2 = 20 \%; \text{CO} = 64\%$$

De acuerdo con la Sección 2.13.6 del Manual de Referencia IPCC, las principales tecnologías utilizadas en las cubas electrolíticas son las de:

- Sistema de ánodos precocidos (PB), clase dentro de la cual se puede distinguir entre lateral (picado lateral) y central (picado central)
- Sistema de ánodos Söderberg con agujas horizontales (HSS)
- Sistema de ánodos Söderberg con agujas verticales (VSS)

4.3.1.2.- Variables de actividad

La variable socioeconómica de actividad utilizada para realizar la estimación de las emisiones ha sido la producción de aluminio. De los tipos de proceso mencionados en el epígrafe anterior, en España se utilizan el de ánodos precocidos y el de ánodos Söderberg con agujas verticales. Debido a restricciones de confidencialidad sobre las variables de actividad (producciones, consumo de combustibles y determinados parámetros de proceso) que son específicos de planta/empresa, y al ser el número de éstas inferior a tres para esta actividad, se ha limitado la presentación de la información de esta actividad a la estimación de las emisiones, ya que de la presentación incluso de los factores de emisión podría inferirse el cálculo de las propias variables de actividad que las empresas/plantas del sector consideran confidencial, aunque se mantiene, por no ser confidencial, la presentación general del algoritmo.

Debido a que la estimación de las emisiones depende del tipo de proceso utilizado, y también a la importancia que esta actividad tiene dentro del conjunto del Inventario con respecto a las emisiones de PFC, el tratamiento que se ha realizado ha sido al nivel de foco puntual, habiéndose recabado la información necesaria para la estimación de las emisiones mediante cuestionario diseñado al efecto a las propias plantas productoras (en España existen tres plantas dedicadas a la producción de aluminio electrolítico).

4.3.1.3.- Factores de emisión

Para realizar el cálculo de las emisiones se han utilizado diversos procedimientos. En primer lugar han prevalecido los datos sobre emisiones medidas facilitados en los cuestionarios en aquellos casos en los que se informaba sobre las mismas; y en segundo lugar se han aplicado a las variables de actividad reseñadas anteriormente factores de emisión por defecto. En el caso de los PFC, el factor aplicado se obtiene como resultado de la utilización del algoritmo propuesto en la Guía de Buenas Prácticas de IPCC en el epígrafe 3.3.1 (Tier 2), y que se describe a continuación:

$$\text{kg CF}_4/\text{tonelada Al} = 1,698 * (\text{p/CE}) * \text{AEF} * \text{AED} \quad [4.3.1]$$

donde

p	=	Fracción media de generación de CF ₄ o C ₂ F ₆ durante el efecto ánodo respecto al total de gases
CE	=	Eficiencia actual expresada como fracción en vez de como porcentaje
AEF	=	Número de efectos ánodo por cuba y día
AED	=	Duración en minutos del efecto ánodo

Para la aplicación de esta fórmula [4.3.1] se han utilizado los valores por defecto de la variable “*pendiente*” (slope = 1,698 * (p/CE)) de la Guía de Buenas Prácticas de IPCC (epígrafe 3.3.1, tabla 3.9), y la información sobre las variables “*AEF*” y “*AED*” facilitada por las plantas productoras. Los coeficientes por defecto de la variable *pendiente*, expresados en (kg_{PFC}/t aluminio) / (minutos de efecto ánodo/cuba-día) son los siguientes:

Tecnología	CF ₄	C ₂ F ₆
Ánodos precocidos. Picado central	0,14	0,018
Ánodos precocidos. Picado lateral	0,29	0,029
Söderberg. Agujas verticales	0,068	0,003
Söderberg. Agujas horizontales	0,18	0,018

Para realizar el cálculo de las emisiones de CO₂ se ha utilizado la metodología propuesta por el Instituto Internacional del Aluminio (IAI) en el documento “Greenhouse Gas Emissions Monitoring and Reporting by the Aluminium Industry” (véase referencias bibliográficas) conforme a la metodología propuesta en “The Greenhouse Gas Protocol: a corporate accounting and reporting standard” (Octubre 2001), desarrollado por el *World Business Council for Sustainable Development* (WBCSD) y el *World Resource Institute* (WRI). Esta metodología utiliza procedimientos de estimación basados en balance de materias en aquellas fuentes emisoras de CO₂ durante el proceso de fabricación de aluminio. En concreto, y por lo que a la situación en las fábricas de España se refiere, se han aplicado los procedimientos que se detallan a continuación.

a) Ánodos precocidos

a.1.- Emisión de CO₂ del ánodo en electrolisis

$$\text{Emisión CO}_2 \text{ (t)} = \text{NCC} * \text{MP} * (100 - S_a - \text{Ash}_a - \text{Imp}_a) / 100 * 44 / 12 \quad [4.3.2]$$

donde

NCC	=	Consumo neto de ánodo (t ánodo / t aluminio)
MP	=	Producción de aluminio (toneladas)
S _a	=	Contenido de azufre en el ánodo cocido (%)
Ash _a	=	Contenido de cenizas en el ánodo cocido (%)
Imp _a	=	Flúor y otras impurezas en el ánodo cocido (%)

a.2.- Emisión de CO₂ del ánodo en horno (de materias volátiles)

$$\text{Emisión CO}_2 \text{ (t)} = (\text{GAW} - \text{BAP} - \text{HW} - \text{RT}) * 44/12 \quad [4.3.3]$$

con

$$\text{HW (t)} = \text{H}_2/100 * \text{PC}/100 * \text{GAW}$$

donde

GAW	=	Ánodos crudos (toneladas)
BAP	=	Producción de ánodos cocidos (toneladas)
HW	=	Peso del hidrógeno en la brea (toneladas)
H ₂	=	Contenido de hidrógeno en la brea (% en peso)
PC	=	Contenido medio de brea en los ánodos crudos (% en peso)
RT	=	Alquitrán recuperado (toneladas)

a.3.- Emisión de CO₂ del ánodo en horno (del coque de empaquetamiento)

$$\text{Emisión CO}_2 \text{ (t)} = \text{PCC} * \text{BAP} * (100 - \text{Ash}_{\text{PC}} - \text{S}_{\text{PC}})/100 * 44/12 \quad [4.3.4]$$

donde

PCC	=	Consumo de coque de empaquetamiento por tonelada de ánodo cocido (t coque / t ánodos)
BAP	=	Producción de ánodos cocidos (toneladas)
S _{PC}	=	Contenido de azufre en el coque (% en peso)
Ash _{PC}	=	Contenido de cenizas en el coque (% en peso)

b) Pasta Söderberg

Metodología: IAI para pasta Söderberg

$$\text{Emisión CO}_2 \text{ (t)} = [(\text{PC} * \text{MP}) - (\text{BSM} * \text{MP}/1000) - [\text{BC}/100 * \text{PC} * \text{MP} * (\text{S}_p + \text{Ash}_p + \text{H}_2)/100] - [(100 - \text{BC})/100 * \text{PC} * \text{MP} * (\text{S}_c + \text{Ash}_c)/100]] * 44/12 \quad [4.3.5]$$

donde

PC	=	Consumo de pasta neto (t pasta / t aluminio)
MP	=	Producción de aluminio (toneladas)
BSM	=	Emisiones de materia soluble en benceno (kg / t aluminio)
BC	=	Contenido de brea en la pasta (% en peso)
S _p	=	Contenido de azufre en la brea (%)

Ash _p	=	Contenido de cenizas en la brea (%)
H ₂	=	Contenido de hidrógeno en la brea (%)
S _c	=	Contenido de azufre en el coque calcinado (%)
Ash _c	=	Contenido de cenizas en el coque calcinado (%)

Los valores de los parámetros incluidos en las fórmulas anteriores han sido suministrados mediante cuestionario por las propias plantas productoras. Cabe mencionar sin embargo que para el proceso de ánodos precocidos solamente se ha podido disponer de los valores de los parámetros correspondientes a partir del año 2003 (salvo alguna excepción), habiéndose tomado los valores del año 2003 para el periodo 1990-2002.

En cuanto a las partículas las plantas facilitan información medida de emisiones de PST por proceso, asumiéndose en el Inventario los valores de estas emisiones medidas, y se estiman las emisiones de PM_{2,5} y PM₁₀ aplicando sobre las cifras medidas de PST las ratios derivadas de la información sobre factores de emisión propuestos por CEPMEIP (asumiendo el nivel de emisión más próximo en cada centro) de relación entre emisiones de PM_{2,5} y PM₁₀ con respecto a PST.

En la tabla 4.3.1.4 se muestran las emisiones estimadas para esta actividad.

Tabla 4.3.1.4.- Producción de aluminio (electrólisis). Emisiones

AÑO	ACIDIFICADORES, PRECURSORES DEL OZONO Y GASES DE EFECTO INVERNADERO										
	SO ₂ (t)	NO _x (t)	COVNM (t)	CH ₄ (t)	CO (t)	CO ₂ (kt)	N ₂ O (t)	NH ₃ (t)	SF ₆ (kg)	HFC (kg)	PFC (kg)
1990	2.749	355	90		42.636	610					131.825
1991	2.728	355	91		42.557	608					123.491
1992	3.240	358	91		42.953	611					117.806
1993	3.526	356	89		42.662	603					123.799
1994	2.972	338	81		40.526	570					121.933
1995	2.786	361	92		43.379	610					123.911
1996	3.285	361	92		43.375	608					117.930
1997	4.016	360	92		43.162	612					120.421
1998	4.047	360	92		43.228	605					111.575
1999	4.164	364	93		43.663	610					100.418
2000	4.117	366	94		43.868	615					55.227
2001	4.014	376	95		45.166	626					27.971
2002	3.642	380	96		45.632	638					29.697
2003	3.609	389	97		46.734	641					28.401
2004	3.745	395	98		47.384	649					27.331
2005	3.824	397	99		47.664	662					21.483
2006	3.647	400	100		48.042	682					20.143
2007	3.615	405	101		48.607	672					18.609
2008	3.739	408	102		48.983	686					17.848
2009	3.315	363	84		43.581	596					12.299
2010	3.364	367	82		44.052	618					10.587
2011	3.500	406	101		48.736	684					9.347
2012	3.686	352	73		42.250	582					5.786

4.3.2.- Ferroaleaciones

CORRESPONDENCIA ENTRE NOMENCLATURAS	
NOMENCLATURA	CÓDIGO
CORINAIR/SNAP 97	04.03.02
CMCC/CRF	2.C.2 2.B.4 (Prod. de carburo de silicio)
CLRTAP-EMEP/NFR	2.C.2 2.B.4 (Prod. de carburo de silicio)

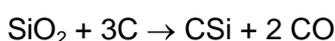
Ferroaleación es un término genérico para aleaciones concentradas de hierro con uno o más de otros metales. Se usan en la producción de acero como elemento desoxidante y para alterar las propiedades materiales del mismo.

Existen tres tipos básicos de ferroaleaciones:

- a) Aleaciones de silicio, que incluye el ferrosilicio y el calciosilicio.
- b) Aleaciones de manganeso, que incluye el ferromanganeso y el silico-manganeso.
- c) Aleaciones de cromo.

La mayor parte de las ferroaleaciones son producidas en hornos de fundición eléctricos, donde se producen las aleaciones por reducción de óxidos apropiados. El principal problema de contaminación atmosférica se origina en los propios hornos de ferroaleaciones, y consiste fundamentalmente en emisiones de CO.

Por otro lado, en Fontelle, J.P. y J.P. Chang (1993), se propone la inclusión dentro de esta actividad de la fabricación de *carburo de silicio* (CSi), que, dadas sus propiedades de estabilidad y termorresistencia, se utiliza para fabricar productos abrasivos o refractarios. La reacción considerada es:



Como variable socioeconómica general se utiliza la producción (toneladas) de las distintas clases de ferroaleaciones consideradas. Los datos que se reflejan en la tabla 4.3.2.1 proceden de información suministrada por las propias plantas productoras, por lo que se dispone del desglose provincial de las producciones.

Debido a restricciones de confidencialidad sobre la variable de actividad para el carburo de silicio, y al ser el número de plantas inferior a tres en esta actividad, no se presentan los correspondientes datos de producción dado que las empresas/plantas del sector los consideran confidenciales.

Tabla 4.3.2.1.- Ferroaleaciones – Producción (Cifras en toneladas)

Año	Ferrosilicio	Ferromanganeso	Silico-manganeso	Carburo de silicio
1990	37.589	49.512	55.091	DC
1991	43.807	12.976	54.129	DC
1992	20.162	14.728	40.427	DC
1993	31.641	28.123	59.158	DC
1994	35.692	44.415	76.376	DC
1995	38.131	57.368	88.607	DC
1996	38.768	45.918	114.517	DC
1997	42.400	64.612	133.588	DC
1998	43.469	102.667	124.693	DC
1999	44.065	94.378	106.230	DC
2000	49.961	90.396	141.226	DC
2001	53.700	106.411	128.334	DC
2002	58.743	121.890	125.461	DC
2003	66.485	125.638	125.651	DC
2004	67.340	158.749	114.826	DC
2005	64.166	154.771	142.903	DC
2006	62.348	142.625	151.347	DC
2007	66.561	152.201	162.194	DC
2008	69.105	170.935	151.884	DC
2009	32.011	26.931	82.179	DC
2010	67.794	117.120	154.207	DC
2011	68.880	103.154	173.606	DC
2012	65.899	93.295	179.594	DC

DC = Dato Confidencial.

En cuanto a los factores de emisión, y por lo que respecta al CO₂, el Manual de Referencia de IPCC (apartado 2.13.4.2) indica que la metodología más segura de estimación de las emisiones para este contaminante es cálculo a partir de las cantidades de agentes reductores utilizadas, si bien en la tabla 2.15 propone unos factores de emisión por defecto para diferentes tipos de ferroaleaciones. Sin embargo, se ha dispuesto, para el periodo 2005-2012, de balances de masa de carbono entre las entradas y salidas a cada uno de los procesos, computando el carbono diferencial que quedaría tras descontar de la masa de carbono de las entradas la masa de carbono de los productos inventariados en la salida (esta masa de carbono diferencial por la ratio 44/12 desemboca en la cifra de emisiones estimadas de CO₂ en esta actividad), pudiéndose distinguir en dichos balances entre las emisiones de CO₂ de origen fósil y las de origen biogénico. La información relativa a estos balances ha sido facilitada vía cuestionario por las propias plantas para cada uno de los procesos de fabricación de ferroaleaciones realizados, dada la variabilidad de las materias primas utilizadas y de los productos obtenidos. Para el periodo 1990-2005, en el que no se ha podido disponer de dichos balances, se han obtenido factores de emisión específicos para cada planta y producto mediante procedimientos de extrapolación a partir de la información de los balances de carbono del año 2005. En la tabla 4.3.2 se presentan para el CO₂ tanto los factores de emisión por defecto propuestos por IPCC (Manual de Referencia de IPCC, apartado 2.13.4.2, Tabla 2.15) como los factores de emisión implícitos anuales.

Debido a restricciones de confidencialidad no se presentan los factores de emisión para el carburo de silicio, ya que de la presentación de dichos factores de emisión podrían inferirse las propias variables de actividad que las empresas/plantas del sector consideran confidenciales.

Para el CO se ha utilizado un factor acorde con el empleado por Noruega para sus Inventarios, y que fue facilitado en una comunicación técnica del grupo CORINAIR. Para el carburo de silicio se aplica el mismo comentario indicado en el párrafo anterior con respecto al CO₂.

Para los metales pesados sólo se dispone de información para la fabricación de ferromanganeso. Los factores de emisión aplicados son los que se indican en “Experiences With The Heavy Metals Inventory in Slovakia” (véase epígrafe de referencias).

En cuanto a los contaminantes orgánicos persistentes, el factor de emisión utilizado para los HAP es el indicado en Holoubek I. et al. (1993), habiéndose aplicado el factor indicado por igual a todos los tipos de ferroaleación, excepto el carburo de silicio, dado que no se explicita en la fuente diferenciación por tipo de producto.

La tabla 4.3.2.2 sintetiza la información sobre factores de emisión aplicados en el cálculo de las emisiones de este inventario.

Tabla 4.3.2.2.- Ferroaleaciones. Factores de emisión

PRODUCTO	ACIDIFICADORES, PRECURSORES DEL OZONO Y GASES DE EFECTO INVERNADERO										
	SO ₂ (g/t)	NO _x (g/t)	COVNM (g/t)	CH ₄ (g/t)	CO (g/t)	CO ₂ (kg/t)	N ₂ O (g/t)	NH ₃ (g/t)	SF ₆ (mg/t)	HFC (mg/t)	PFC (mg/t)
Ferrosilicio					350.000/E	2.000-2.700/B (1) 3.900/B (2) 4.800-6.500/B (3)					
Ferromanganeso					350.000/E	1.600/B					
Silico-manganeso					350.000/E	1.700/B					
Carburo de silicio				DC	DC	DC					

(1) Ferrosilicio. 50% Si.

(2) Ferrosilicio. 75% Si.

(3) Ferrosilicio. 90% Si.

DC = Dato confidencial

Tabla 4.3.2.2.- Ferroaleaciones. Factores de emisión (Continuación)

AÑO	FACTORES DE EMISIÓN IMPLÍCITOS DE CO ₂ (kg/t)			
	Ferrosilicio	Ferromanganeso	Silico-manganeso	Carburo de silicio
1990	3.448	1.186	1.761	DC
1991	3.474	47	1.800	DC
1992	3.421	1.100	1.798	DC
1993	3.473	1.248	1.663	DC
1994	3.473	1.118	1.702	DC
1995	3.471	1.237	1.707	DC
1996	3.466	1.086	1.659	DC
1997	3.461	892	1.652	DC
1998	3.462	1.107	1.673	DC
1999	3.478	1.208	1.671	DC
2000	3.460	973	1.694	DC
2001	3.463	1.057	1.680	DC
2002	3.475	1.006	1.679	DC
2003	3.476	951	1.722	DC
2004	3.476	1.011	1.719	DC
2005	3.620	1.087	1.644	DC
2006	3.658	998	1.680	DC
2007	3.613	964	1.654	DC
2008	3.607	1.078	1.632	DC
2009	3.600	340	1.772	DC
2010	3.722	842	1.749	DC
2011	3.624	867	1.825	DC
2012	3.573	824	1.829	DC

DC = Dato confidencial

PRODUCTO	METALES PESADOS								
	As (mg/t)	Cd (mg/t)	Cr (mg/t)	Cu (mg/t)	Hg (mg/t)	Ni (mg/t)	Pb (mg/t)	Se (mg/t)	Zn (mg/t)
Ferrosilicio									
Ferromanganeso	91/E	39/E	25/E	49/E		12/E	1.284/E		6.210/E
Silico-manganeso									
Carburo de silicio									

PRODUCTO	CONTAMINANTES ORGÁNICOS PERSISTENTES										
	HCH (mg/t)	PCP (mg/t)	HCB (mg/t)	TCM (g/t)	TRI (g/t)	PER (g/t)	TCB (mg/t)	TCE (g/t)	DIOX (ng/t)	HAP (mg/t)	PCB (mg/t)
Ferrosilicio										10.000/E	
Ferromanganeso										10.000/E	
Silico-manganeso										10.000/E	
Carburo de silicio											

Las emisiones estimadas para esta actividad se muestran en la tabla 4.3.2.3.

Tabla 4.3.2.3.- Ferroaleaciones. Emisiones

AÑO	ACIDIFICADORES, PRECURSORES DEL OZONO Y GASES DE EFECTO INVERNADERO										
	SO ₂ (t)	NO _x (t)	COVNM (t)	CH ₄ (t)	CO (t)	CO ₂ (kt)	N ₂ O (t)	NH ₃ (t)	SF ₆ (kg)	HFC (kg)	PFC (kg)
1990				183	57.580	326					
1991				149	45.192	284					
1992				123	31.605	185					
1993				123	46.867	271					
1994				170	62.017	342					
1995				181	72.172	395					
1996				173	77.110	413					
1997				162	91.103	461					
1998				150	101.211	506					
1999				159	92.407	480					
2000				154	105.147	535					
2001				168	108.111	552					
2002				164	114.123	574					
2003				155	117.852	602					
2004				164	126.315	629					
2005				165	133.681	672					
2006				167	131.856	662					
2007				165	140.393	693					
2008				201	145.740	726					
2009				181	57.128	311					
2010				119	124.195	647					
2011				187	129.712	698					
2012				186	126.960	684					

AÑO	METALES PESADOS									PARTÍCULAS		
	As (kg)	Cd (kg)	Cr (kg)	Cu (kg)	Hg (kg)	Ni (kg)	Pb (kg)	Se (kg)	Zn (kg)	PM _{2,5} (t)	PM ₁₀ (t)	PST (t)
1990	5	2	1,2	2		0,6	64		307			
1991	1	1	0,3	1		0,2	17		81			
1992	1	1	0,4	1		0,2	19		91			
1993	3	1	0,7	1		0,3	36		175			
1994	4	2	1,1	2		0,5	57		276			
1995	5	2	1,4	3		0,7	74		356			
1996	4	2	1,1	2		0,6	59		285			
1997	6	3	1,6	3		0,8	83		401			
1998	9	4	2,6	5		1,2	132		638			
1999	9	4	2,4	5		1,1	121		586			
2000	8	4	2,3	4		1,1	116		561			
2001	10	4	2,7	5		1,3	137		661			
2002	11	5	3,0	6		1,5	157		757			
2003	11	5	3,1	6		1,5	161		780			
2004	14	6	4,0	8		1,9	204		986			
2005	14	6	3,9	8		1,9	199		961			
2006	13	6	3,6	7		1,7	183		886			
2007	14	6	3,8	7		1,8	195		945			
2008	16	7	4,3	8		2,1	219		1.062			
2009	2	1	0,7	1		0,3	35		167			
2010	11	5	2,9	6		1,4	150		727			
2011	9	4	2,6	5		1,2	132		641			
2012	8	4	2,3	5		1,1	120		579			

Tabla 4.3.2.3.- Ferroaleaciones. Emisiones (Continuación)

AÑO	CONTAMINANTES ORGÁNICOS PERSISTENTES											
	HCH (kg)	PCP (kg)	HCB (kg)	TCM (kg)	TRI (kg)	PER (kg)	TCB (kg)	TCE (kg)	DIOX (g)	HAP (kg)	PCB (kg)	
1990											1.422	
1991											1.109	
1992											753	
1993											1.189	
1994											1.565	
1995											1.841	
1996											1.992	
1997											2.406	
1998											2.708	
1999											2.447	
2000											2.816	
2001											2.884	
2002											3.061	
2003											3.178	
2004											3.409	
2005											3.618	
2006											3.563	
2007											3.810	
2008											3.919	
2009											1.411	
2010											3.391	
2011											3.456	
2012											3.388	

4.3.3.- Producción de silicio

CORRESPONDENCIA ENTRE NOMENCLATURAS	
NOMENCLATURA	CÓDIGO
CORINAIR/SNAP 97	04.03.03
CMCC/CRF	2.C.5
CLRTAP-EMEP/NFR	2.C.5

El silicio se obtiene por reducción del cuarzo con carbón en horno eléctrico. Se utiliza, entre otras aplicaciones, en la fabricación de ferrosilicio y otras aleaciones y en la fabricación de carburo de silicio.

Las cifras de producción de silicio en España que se muestran en la tabla 4.3.3.1 han sido facilitadas por la única planta fabricante de este producto.

Tabla 4.3.3.1.- Producción de silicio (Cifras en toneladas)

1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001
12.060	8.743	6.109	11.020	13.610	18.820	20.506	19.850	20.849	31.388	29.092	29.114
2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	
29.052	29.203	33.315	37.043	33.620	35.843	37.579	13.178	31.624	37.872	32.478	

De acuerdo con la nomenclatura SNAP-97 de EMEP/CORINAIR (EMEP/EEA en su versión actual), los contaminantes emitidos en la producción de silicio son el CO y los HAP.

Para realizar la estimación de las emisiones de CO₂ se ha utilizado el balance de masa de carbono entre las entradas y salidas al proceso, computando el carbono diferencial que quedaría tras descontar de la masa de carbono de las entradas la masa de carbono de los productos inventariados en la salida (esta masa de carbono diferencial por la ratio 44/12 desemboca en la cifra de emisiones estimadas de CO₂ en esta actividad). La información necesaria para realizar el balance de carbono, cuya estructura se presenta en la tabla 4.6.10, ha sido facilitada vía cuestionario para el periodo 2005-2012 por la única planta fabricante de silicio, habiéndose realizado una extrapolación de dicho balance para los restantes años del periodo inventariado en los que no se disponía de esta información.

Tabla 4.6.10.- Producción de silicio metal. Balance de carbono

	Toneladas (base húmeda)	% Humedad	% Carbono (base seca)	Toneladas de Carbono	Toneladas de CO ₂
ENTRADAS					
Minerales (especificar)					
Escorias					
Agentes reductores					
Hulla					
Antracita					
Coque metalúrgico					
Coque de petróleo					
Madera					
Otros agentes reductores (especificar)					
Fundentes					
Piedra caliza					
Dolomía					
Otros fundentes (especificar)					
Pasta electrodos					
Electrodos de grafito					
Otras materias primas (especificar)					
SALIDAS					
Producto					
Silicio					
Humo de sílice					
Silicio de baja ley					
Corriente de salida no producto					
Residuo					
Lavado de humo					
Inquemados separados por los ciclones / radiclones previos					
Otros (especificar)					

Diferencia en masa de carbono (t C) (Entradas - Salidas)	
----------------------------------------------------------	--

Emisiones de CO ₂ (toneladas)	
De origen fósil	
De origen biogénico	

Como puede observarse, a partir de esta información se tiene acceso al uso no energético de combustibles fósiles como agentes reductores, lo que permite descontar dicho consumo del realizado en el sector energético, evitando así la doble contabilización de las emisiones asociados al uso de dichos combustibles.

En la tabla 4.3.3.2 se presenta la información sobre los factores de emisión implícitos en la estimación de las emisiones de CO₂ de esta actividad. Como puede observarse, dichos factores son superiores al factor por defecto propuesto por IPCC de 4.300 kg CO₂/tonelada de silicio metal (Sección 2.13.4.2, Tabla 2.15, del Manual de Referencia 1996 de IPCC).

Tabla 4.3.3.2.- Producción de silicio. Factores de emisión

ACIDIFICADORES, PRECURSORES DEL OZONO Y GASES DE EFECTO INVERNADERO											
AÑO	SO ₂ (g/t)	NO _x (g/t)	COVNM (g/t)	CH ₄ (g/t)	CO (g/t)	CO ₂ (kg/t)	N ₂ O (g/t)	NH ₃ (g/t)	SF ₆ (mg/t)	HFC (mg/t)	PFC (mg/t)
1990-2003						4.972					
2004						4.847					
2005						4.762					
2006						4.888					
2007						4.846					
2008						4.842					
2009						4.682					
2010						4.934					
2011						4.777					
2012						4.687					

Las emisiones estimadas para esta actividad se muestran en la tabla 4.3.3.3

Tabla 4.3.3.3.- Producción de silicio. Emisiones

AÑO	ACIDIFICADORES, PRECURSORES DEL OZONO Y GASES DE EFECTO INVERNADERO										
	SO ₂ (t)	NO _x (t)	COVNM (t)	CH ₄ (t)	CO (t)	CO ₂ (kt)	N ₂ O (t)	NH ₃ (t)	SF ₆ (kg)	HFC (kg)	PFC (kg)
1990						60					
1991						43					
1992						30					
1993						55					
1994						68					
1995						94					
1996						102					
1997						99					
1998						104					
1999						156					
2000						145					
2001						145					
2002						144					
2003						145					
2004						161					
2005						176					
2006						164					
2007						174					
2008						182					
2009						62					
2010						156					
2011						181					
2012						152					

4.4.- PROCESOS EN LA INDUSTRIA QUÍMICA INORGÁNICA

En este subgrupo se integran los procesos de la industria química inorgánica.

Entre los procesos de fabricación aquí tratados, se encuentran el del ácido sulfúrico, por sus emisiones de SO₂; el ácido nítrico, el amoníaco, y diversos tipos de fertilizantes amónicos, por sus emisiones de NH₃.

A continuación se detallan las características de cada proceso en particular.

4.4.1.- Fabricación de ácido sulfúrico

CORRESPONDENCIA ENTRE NOMENCLATURAS	
NOMENCLATURA	CÓDIGO
CORINAIR/SNAP 97	04.04.01
CMCC/CRF	2.B.5
CLRTAP-EMEP/NFR	2.B.5.a

Dentro de la industria química inorgánica los procesos de fabricación del ácido sulfúrico tienen una especial importancia por su contribución a la contaminación atmosférica, especialmente en lo que se refiere a los óxidos de azufre.

Aunque existe una variedad de procedimientos de obtención, los más utilizados industrialmente se basan en la combustión de azufre o piritas para dar dióxido de azufre, seguida de oxidación a trióxido de azufre e hidratación de éste a ácido sulfúrico. La forma de llevar a cabo las dos últimas operaciones ha dado lugar a dos métodos:

- a) El de cámaras de plomo (vapores nitrosos como catalizadores).
- b) El de contacto (catalizador de lecho fijo con utilización de platino o pentóxidos de vanadio). Existen dos variantes: absorción simple y doble absorción.

En España el método de las cámaras de plomo dejó de utilizarse en el año 1991 y desde 1992 se utiliza el método de contacto, creciendo a lo largo de los últimos años el peso del de doble absorción frente al de simple absorción. Las materias primas utilizadas son las piritas y otros sulfuros.

Todas las plantas de fabricación de ácido sulfúrico son consideradas en el Inventario como focos puntuales, independientemente de su capacidad de producción. El directorio inventariable se ha obtenido mediante contacto con asociaciones del sector y con las propias plantas productoras.

El dato socioeconómico básico es la producción (toneladas) de ácido sulfúrico, como se recoge en la tabla 4.4.1.1. Los datos sobre esta variable proceden, para el año 1990, de información suministrada por las propias plantas; para los años 1991-2000 de información suministrada por la Subdirección General de Industrias Básicas y de Proceso (SGIBP) del

Ministerio de Industria y Energía (MINER) complementada con información facilitada por la Federación Empresarial de la Industria Química en España (FEIQUE) y por información directa de dos de las plantas productoras con referencia al año 2000; y para los años 2001-2012 de información facilitada por FEIQUE así como de cuestionarios remitidos por las plantas metalúrgicas que realizan esta actividad como parte de su proceso productivo, complementada con la publicación "La Industria Química en España"¹², y con la particularidad de que para los años 2006-2010 al no disponer de información de producción en una de las plantas en particular se ha optado por utilizar la información de PRTR¹³.

Tabla 4.4.1.1.- Producción de ácido sulfúrico (Cifras en toneladas)

AÑO	PRODUCCIÓN
1990	2.996.459
1991	2.623.204
1992	2.499.346
1993	2.250.498
1994	2.422.869
1995	2.337.917
1996	2.866.062
1997	2.958.867
1998	2.985.890
1999	2.827.323
2000	2.372.106
2001	2.629.207
2002	2.825.598
2003	2.562.844
2004	2.529.525
2005	2.609.820
2006	2.617.568
2007	2.649.735
2008	2.491.097
2009	1.895.881
2010	2.340.733
2011	1.837.933
2012	1.960.541

Los factores de emisión varían para cada tipo de proceso según la planta considerada. En la tabla 4.4.1.2 se muestran para cada año los valores medios del factor de emisión de SO₂ para el conjunto de las plantas según información facilitada por las plantas referida al año 1990, y según las emisiones medidas a partir del año 2001 facilitadas por las plantas productoras ubicadas en el sector de la metalurgia no férrea. Asimismo, en una planta química se han tomado los factores de emisión que figuran en las declaraciones ambientales de dicha planta para el periodo 2002-2009, habiéndose utilizado el factor de emisión de 2009 (último año disponible de estas declaraciones ambientales) para los años posteriores. Por último, en una planta química, se ha tomado la información sobre emisiones medidas declaradas a PRTR para el periodo 2006-2010, habiéndose aplicado en

¹² Esta publicación está disponible hasta el año 2002.

¹³ Al cierre de la presente edición del Inventario, no se había recibido contestación a la consulta realizada a FEIQUE sobre la serie de producción de ácido sulfúrico relativa a esta planta, por lo que dicha serie está pendiente de revisión.

esta planta el factor de emisión implícito de 2010 a la producción de los años 2011 y 2012 al no haberse podido disponer de los datos de mediciones de estos últimos años.

Tabla 4.4.1.2.- Fabricación de ácido sulfúrico. Factores de emisión (Cifras en g/t)

AÑO	TIPO DE PROCESO			
	SIMPLE ABSORCIÓN	DOBLE ABSORCIÓN	PROCESO DE CÁMARAS	PROCESO KASKAROV
1990	5.501,7	2.005,5	4,4	2.500,0
1991	6.193,2	2.006,4	1,01	
1992	7.128,1	2.219,5		
1993	6.809,8	2.313,8		
1994	6.839,8	2.072,2		
1995	7.357,9	2.179,8		
1996	1.451,7	1.899,1		
1997	1.451,7	1.924,8		
1998	1.451,7	1.896,9		
1999	1.451,7	1.954,0		
2000	1.451,7	2.076,0		
2001	1.590,0	1.813,4		
2002		1.698,8		
2003		1.669,0		
2004		1.620,5		
2005		1.695,0		
2006		1.781,9		
2007		1.709,1		
2008		1.635,7		
2009		1.677,9		
2010		1.545,1		
2011		1.529,6		
2012		1.280,8		

Como puede observarse, para los procesos de simple y doble absorción los valores se sitúan en los rangos de factores propuestos en el Libro Guía EMEP/CORINAIR (1.100-17.000 para el de simple absorción y 1.000-7.200 para el de doble absorción), que son los mismos que los propuestos en el Libro Guía EMEP/EEA 2013. Los Libros Guía no especifican factores para los otros dos tipos de procesos, si bien como puede observarse en la tabla 4.4.1.1, estos procesos ya no se utilizan en España.

En la tabla 4.4.1.3 se presentan las emisiones estimadas para esta actividad. Conviene advertir que las emisiones estimadas que figuran en la tabla corresponden a la suma de las emisiones de cada uno de los focos puntuales considerados, que se han tratado individualizadamente aplicando para cada uno de ellos y según tipo de proceso, en los casos en los que no se ha dispuesto de emisiones medidas, bien sea el factor específico de la planta y proceso, o, en su defecto, el valor propuesto en la fuente citada al hablar de los factores de emisión.

Tabla 4.4.1.3.- Fabricación de ácido sulfúrico. Emisiones

AÑO	ACIDIFICADORES, PRECURSORES DEL OZONO Y GASES DE EFECTO INVERNADERO										
	SO ₂ (t)	NO _x (t)	COVNM (t)	CH ₄ (t)	CO (t)	CO ₂ (kt)	N ₂ O (t)	NH ₃ (t)	SF ₆ (kg)	HFC (kg)	PFC (kg)
1990	8.207										
1991	7.040										
1992	7.727										
1993	7.308										
1994	7.336										
1995	7.415										
1996	5.325										
1997	5.569										
1998	5.544										
1999	5.401										
2000	4.791										
2001	4.703										
2002	4.800										
2003	4.277										
2004	4.099										
2005	4.424										
2006	4.664										
2007	4.529										
2008	4.075										
2009	3.181										
2010	3.617										
2011	2.811										
2012	2.511										

4.4.2.- Fabricación de ácido nítrico

CORRESPONDENCIA ENTRE NOMENCLATURAS	
NOMENCLATURA	CÓDIGO
CORINAIR/SNAP 97	04.04.02
CMCC/CRF	2.B.2
CLRTAP-EMEP/NFR	2.B.2

El ácido nítrico es un líquido incoloro que se descompone fácilmente. Genera vapores tóxicos de olor sofocante. Es cáustico y corrosivo.

El método más utilizado de obtención es el de la oxidación catalítica del amoníaco con oxígeno o aire. Se forma óxido nítrico (NO), que es oxidado a dióxido de nitrógeno (NO₂), y éste se combina con agua y oxígeno para dar ácido nítrico con una concentración que oscila entre el 50% y el 70% en peso ("ácido débil"). Para la producción de ácido nítrico altamente concentrado (98% en peso), se produce el NO₂ de la misma forma descrita anteriormente, siendo absorbido en ácido altamente concentrado, destilado, condensado y finalmente convertido en ácido nítrico altamente concentrado a alta presión mediante la adición de una mezcla de agua y oxígeno puro.

Existen tres tipos de proceso en función de la presión de trabajo: baja (< 1,7 bares, media (1,7-6,5 bares) y alta presión (> 8 bares).

Todas las plantas de fabricación de ácido nítrico son consideradas en el Inventario como focos puntuales, independientemente de su capacidad de producción. El directorio

inventariable se ha obtenido mediante contacto con asociaciones del sector y con las propias plantas productoras.

El dato socioeconómico básico es el ácido nítrico producido (toneladas), como se recoge en la tabla 4.4.2.1. Los datos sobre esta variable proceden, para el año 1990, de información suministrada por las propias plantas; para los años 1991-2000 de información suministrada por la SGIBP del MINER y por FEIQUE; para los años 2000-2007 la información ha sido facilitada por FEIQUE; y a partir del año 2008 la información ha sido facilitada por las propias plantas productoras.

Tabla 4.4.2.1.- Producción de ácido nítrico (Cifras en toneladas)

AÑO	PRODUCCIÓN
1990	1.329.107
1991	1.190.893
1992	1.013.132
1993	838.170
1994	998.671
1995	1.098.533
1996	1.124.729
1997	1.087.751
1998	1.002.802
1999	1.097.312
2000	1.074.181
2001	960.885
2002	892.750
2003	905.730
2004	823.792
2005	857.363
2006	716.768
2007	626.333
2008	633.614
2009	656.204
2010	659.331
2011	667.483
2012	675.983

En la tabla 4.4.2.2 se muestran los factores de emisión o los rangos de variación de los mismos utilizados en el cálculo de las emisiones. Asimismo se presentan los factores de emisión implícitos anuales para aquellos contaminantes en los que se aplican diferentes factores de emisión según plantas. La información de la tabla procede de las siguientes fuentes:

- Para el NO_x, se ha utilizado la información propia de las plantas con referencia al año 1990, así como la información sobre mediciones de este contaminante y sobre las técnicas de reducción de las emisiones facilitadas para los años 2008-2012, vía cuestionario individualizado, por las plantas de fabricación de ácido nítrico actualmente en funcionamiento, y se ha complementado, para aquellas plantas y años en los que se carecía de información, con el valor por defecto del factor de emisión que figura en

la tabla 2 del capítulo B442 del Libro Guía EMEP/CORINAIR¹⁴. Para los procesos de baja y media presión la tabla muestra el rango de variación, mientras que para alta presión el valor se ha tomado de la fuente antes citada.

- Para el N₂O se ha tomado la información sobre mediciones de este contaminante y sobre las técnicas de reducción de las emisiones facilitadas para los años 2008-2012, vía cuestionario individualizado, por las plantas de fabricación de ácido nítrico actualmente en funcionamiento. A partir de la información correspondiente al año 2008, se ha obtenido para cada una de estas plantas un factor de emisión, el cual ha sido aplicado a la producción de ácido nítrico de cada planta en el periodo 1990-2007. Por lo que respecta a las plantas ya desaparecidas, para las que no se ha dispuesto de una información similar, se ha realizado la estimación de las emisiones de N₂O tomando el factor de emisión de 7 kg N₂O / t de ácido nítrico indicado inicialmente en la comunicación de FEIQUE facilitada al MITYC (abril 1998), y que en su momento fue corroborado por la principal empresa fabricante de este producto.
- Para el NH₃, el valor que figura en la tabla 4.4.2.2 (10 g/t ácido nítrico) se ha tomado de la tabla 2, capítulo B442, del Libro Guía EMEP/CORINAIR, y es de aplicación a todas las plantas y años con las siguientes excepciones:
 - una planta con proceso de media presión, para la cual se ha tomado el valor por ella facilitado para el año de referencia 1990 (32,5 g/t ácido nítrico), excepto en los años 2010-2012 para los que se ha dispuesto de emisiones medidas;
 - una planta con proceso de baja presión y otra con proceso de media presión, para las cuales se ha dispuesto de emisiones medidas a partir de 2010;
 - una planta con proceso de baja presión, para la que se ha dispuesto de información sobre emisiones medidas de este contaminante y sobre las técnicas de reducción de las emisiones (y año de implantación de las mismas) para los años 2008-2012, habiéndose aplicado el factor de emisión implícito del año 2008 a todos los años precedentes en que en dicha planta se disponía de las mismas técnicas de control.
- Para los COVNM, aunque de acuerdo con la clasificación SNAP-97 existe potencial de emisión, no se ha podido disponer de factor de emisión, razón por la cual no se muestra en la tabla.

¹⁴ Los factores de emisión del Libro Guía EMEP/CORINAIR están referidos igualmente el Libro Guía EMEP/EEA 2013, capítulo 2.B, tablas 3-9 a 3-15.

Tabla 4.4.2.2.- Fabricación de ácido nítrico. Factores de emisión

TIPO DE PROCESO	ACIDIFICADORES, PRECURSORES DEL OZONO Y GASES DE EFECTO INVERNADERO										
	SO ₂ (g/t)	NO _x (g/t)	COVNM (g/t)	CH ₄ (g/t)	CO (g/t)	CO ₂ (kg/t)	N ₂ O (g/t)	NH ₃ (g/t)	SF ₆ (mg/t)	HFC (mg/t)	PFC (mg/t)
Baja presión		435 - 12.000					3.600 - 7.000	2,5 - 10			
Media presión		237 - 12.000					4.336 - 7.000	10 - 32,5			
Alta presión		3.000					7.000	10			

TIPO DE PROCESO	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001
NO _x												
Baja presión	8.442	8.559	7.770	5.605	5.946	5.644	6.084	4.130	2.528	2.523	1.958	1.823
Media presión	5.070	1.577	2.013	1.831	1.844	1.793	1.808	1.894	1.924	1.881	1.788	1.958
Alta presión	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000
N ₂ O												
Baja presión	6.525	6.549	6.426	6.354	6.258	6.265	6.542	6.304	6.321	6.120	5.971	5.934
Media presión	6.813	6.098	6.262	6.178	6.192	6.166	6.175	6.180	6.182	6.202	6.177	6.270
Alta presión	7.000	7.000	7.000	7.000	7.000	7.000	7.000	7.000	7.000	7.000	7.000	7.000
NH ₃												
Baja presión	8,9	9,0	8,7	8,6	8,4	8,4	9,0	8,6	8,7	8,2	7,9	7,9
Media presión	12,7	13,5	12,0	13,4	13,5	12,8	13,3	13,2	13,7	13,2	13,5	13,8
Alta presión	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10

TIPO DE PROCESO	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
NO _x											
Baja presión	1.916	1.915	2.198	1.922	1.445	727	783	665	986	1.084	870
Media presión	1.747	1.527	708	692	496	355	414	478	413	328	243
Alta presión	3.000										
N ₂ O											
Baja presión	5.665	5.909	5.751	5.807	5.532	5.016	4.725	4.581	4.281	4.044	3.823
Media presión	6.149	5.590	5.449	5.405	5.214	5.133	5.051	4.389	2.332	1.037	558
Alta presión	7.000										
NH ₃											
Baja presión	7,2	7,8	7,3	7,5	7,0	6,0	5,2	5,9	5,3	1,4	1,7
Media presión	13,4	13,6	14,1	13,8	14,7	15,4	15,0	14,0	45,9	36,0	28,3
Alta presión	10										

En la tabla 4.4.2.3 se presentan las emisiones estimadas para esta actividad. Conviene advertir que las emisiones estimadas que figuran en la tabla corresponden a la suma de las emisiones de cada uno de los focos puntuales considerados, que se han tratado individualizadamente aplicando para cada uno de ellos y según tipo de proceso, bien sea el factor específico de la planta y proceso, o, en su defecto, el valor propuesto en la fuente citada al hablar de los factores de emisión.

Tabla 4.4.2.3.- Fabricación de ácido nítrico. Emisiones

AÑO	ACIDIFICADORES, PRECURSORES DEL OZONO Y GASES DE EFECTO INVERNADERO										
	SO ₂ (t)	NO _x (t)	COVNM (t)	CH ₄ (t)	CO (t)	CO ₂ (kt)	N ₂ O (t)	NH ₃ (t)	SF ₆ (kg)	HFC (kg)	PFC (kg)
1990		7.032					9.032	15			
1991		3.769					7.515	14			
1992		3.262					6.472	11			
1993		2.039					5.269	10			
1994		2.457					6.318	12			
1995		2.610					6.917	13			
1996		2.677					7.119	14			
1997		2.443					6.824	13			
1998		2.143					6.335	13			
1999		2.284					6.912	14			
2000		2.059					6.698	14			
2001		1.958					6.058	12			
2002		1.583					5.452	11			
2003		1.422					5.094	12			
2004		708					4.515	11			
2005		710					4.673	11			
2006		425					3.761	10			
2007		243					3.208	9			
2008		279					3.186	9			
2009		322					2.888	9			
2010		299					1.627	28			
2011		254					833	22			
2012		192					519	18			

4.4.3.- Fabricación de amoníaco

CORRESPONDENCIA ENTRE NOMENCLATURAS	
NOMENCLATURA	CÓDIGO
CORINAIR/SNAP 97	04.04.03
CMCC/CRF	2.B.1
CLRTAP-EMEP/NFR	2.B.1

La mayor parte del amoníaco obtenido actualmente en el mundo se produce mediante la síntesis de Haber-Bosch. El nitrógeno necesario se extrae del aire, mientras que el hidrógeno suele obtenerse por reformado o combustión parcial del gas natural o de las naftas de petróleo o por gasificación del carbón, convirtiendo estas materias en gas de síntesis (CO + H₂). Algunas instalaciones obtienen el hidrógeno por electrólisis del agua.

El tratamiento de esta actividad se realiza en el presente Inventario al nivel de área. El dato socioeconómico es la producción de amoníaco expresada en toneladas (véase tabla 4.4.3.1). Para esta variable se ha podido disponer de la producción de amoníaco en cada una de las plantas existentes a través de información directa de la principal empresa del sector, complementándose con los datos facilitados por la SGIBP-MINER.

Tabla 4.4.3.1.- Producción de amoníaco (Cifras en toneladas)

1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001
572.985	682.503	590.409	437.713	550.051	550.597	565.485	595.963	558.339	531.445	534.028	529.210
2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	
513.506	524.619	490.763	541.812	488.131	525.835	421.995	408.754	526.394	559.846	546.650	

Según el Manual CORINAIR (parte 1.5), la disponibilidad de datos es insuficiente para poder dar un conjunto de factores de emisión suficientemente precisos. Los factores propuestos por la EPA americana son los que se muestran a continuación:

Tabla 4.4.3.2.- Fabricación de amoníaco. Factores de emisión propuestos por la EPA (Cifras en kg/t NH₃)

		NO _x	COVNM	NH ₃
Desulfuración		-	3,6	-
Reformado primario	Gas natural	2,7	-	-
	Gasóleo	2,7	0,22	-
Regenerador de CO ₂		-	0,52	1
Condensador stripper		-	0,6	1,1
TOTAL		2,7	4,7-4,9	2,1

El factor de NO_x está de acuerdo con un requerimiento energético de 13 GJ/t de NH₃, teniendo en cuenta el uso de turbinas de gas. Este es, sin embargo, inferior a los datos medidos en Europa; de estos se puede deducir un factor entre 5 y 7 kg/t. Si además se produce un lavado de los gases, las emisiones pueden reducirse hasta un factor de 2 kg/t, o incluso llegar a ser prácticamente insignificantes. Las emisiones de NO_x sin ningún tipo de control se estiman en 6 kg/t de NH₃.

Para el CO₂, en una de las plantas, existente entre los años 1990 y 1996, el proceso de fabricación era por síntesis directa del amoníaco, realizándose dicha síntesis en circuito cerrado sin reformado, con hidrógeno puro y nitrógeno puro por destilación fraccionada del aire. Es por ello por lo que en dicha planta no se producían emisiones de CO₂.

Para las restantes plantas no se ha podido disponer sin embargo de los consumos de gas natural, nafta o gas de refinería utilizados como materia prima en el proceso de fabricación hasta el año 2004, por lo que la elección del método de estimación está determinada por esta circunstancia. Por ello, para los años 1990-2003 se ha aplicado a las toneladas de amoníaco producidas en cada planta los factores de emisión facilitados por las propias plantas en cada año de dicho periodo, mientras que a partir del año 2004, la emisión de CO₂ se ha estimado a partir del gas natural utilizado como materia prima en el proceso de fabricación de amoníaco. Los factores de emisión se sitúan en el rango 1.154-1.308 kg CO₂/tonelada de amoníaco si se utiliza gas natural y en el rango 1.420-1.430 kg CO₂/tonelada de amoníaco si se utiliza nafta/gas de refinería.

Para los restantes contaminantes se ha optado por estimar las emisiones de acuerdo con factores de emisión medios a partir de los datos facilitados por algunas de las plantas con referencia al año 1990. Estos factores, que son los finalmente seleccionados para el cálculo de las emisiones del Inventario, se muestran en la tabla 4.4.3.3, y como puede observarse, son sensiblemente inferiores a los indicados en la tabla anterior propuestos por la EPA.

Tabla 4.4.3.3.- Fabricación de amoníaco. Factores de emisión seleccionados para el inventario

ACIDIFICADORES, PRECURSORES DEL OZONO Y GASES DE EFECTO INVERNADERO											
AÑO	SO ₂ (g/t)	NO _x (g/t)	COVNM (g/t)	CH ₄ (g/t)	CO (g/t)	CO ₂ (kg/t)	N ₂ O (g/t)	NH ₃ (g/t)	SF ₆ (mg/t)	HFC (mg/t)	PFC (mg/t)
1990	998	1.928	90			1.237		608			
1991	939	1.932	90			1.255		680			
1992	808	1.932	90			1.203		726			
1993	1.024	1.932	90			1.193		532			
1994	981	1.906	90			1.202		537			
1995	720	1.919	90			1.219		602			
1996	1.066	1.902	90			1.238		517			
1997	918	1.912	90			1.242		565			
1998	1.031	1.905	90			1.247		536			
1999	888	1.913	90			1.214		573			
2000	1.013	1.906	90			1.188		540			
2001	1.005	1.907	90			1.205		542			
2002	796	1.918	90			1.210		597			
2003	974	1.909	90			1.218		551			
2004	890	1.913	90			1.229		573			
2005	907	1.912	90			1.202		568			
2006	1.064	1.904	90			1.212		527			
2007	943	1.910	90			1.195		559			
2008	1.063	1.904	90			1.197		527			
2009	889	1.913	90			1.247		573			
2010	953	1.910	90			1.256		556			
2011	984	1.908	90			1.244		548			
2012	1.050	1.904	90			1.283		531			

Las emisiones estimadas de acuerdo con los factores de emisión específicos aplicados a cada planta y las variables de actividad anteriormente reseñadas son las que se muestran en la tabla 4.4.3.4.

Tabla 4.4.3.4.- Fabricación de amoníaco. Emisiones

AÑO	ACIDIFICADORES, PRECURSORES DEL OZONO Y GASES DE EFECTO INVERNADERO										
	SO ₂ (t)	NO _x (t)	COVNM (t)	CH ₄ (t)	CO (t)	CO ₂ (kt)	N ₂ O (t)	NH ₃ (t)	SF ₆ (kg)	HFC (kg)	PFC (kg)
1990	572	1.105	52			709		348			
1991	641	1.318	61			856		464			
1992	477	1.140	53			710		429			
1993	448	845	39			522		233			
1994	539	1.048	50			661		295			
1995	396	1.057	50			671		332			
1996	603	1.075	51			700		292			
1997	547	1.139	54			740		337			
1998	576	1.064	50			696		299			
1999	472	1.017	48			645		305			
2000	541	1.018	48			634		289			
2001	532	1.009	48			638		287			
2002	409	985	46			622		307			
2003	511	1.001	47			639		289			
2004	437	939	44			603		281			
2005	492	1.036	49			651		308			
2006	520	929	44			592		257			
2007	496	1.004	47			629		294			
2008	449	803	38			505		223			
2009	363	782	37			510		234			
2010	502	1.005	47			661		293			
2011	551	1.068	50			697		307			
2012	574	1.041	49			701		290			

4.4.4.- Fabricación de sulfato amónico

CORRESPONDENCIA ENTRE NOMENCLATURAS	
NOMENCLATURA	CÓDIGO
CORINAIR/SNAP 97	04.04.04
CMCC/CRF	2.B.5
CLRTAP-EMEP/NFR	2.B.5.a

El sulfato amónico ($\text{SO}_4(\text{NH}_4)_2$) se usa generalmente como fertilizante, aunque también tiene otros usos como la preparación de composiciones incombustibles, en el tratamiento de aguas, como auxiliar en la industria de curtidos y como aditivo para alimentos.

Existen diversos procedimientos para obtenerlo:

- Reacción entre el ácido sulfúrico y el amoníaco (síntesis directa).
- Como subproducto en la producción de caprolactama, metacrilato de metilo y metionina.
- Como subproducto de destilación de hulla (en coquerías).
- Reacción entre el yeso, el amoníaco y el dióxido carbónico.

El dato socioeconómico básico es la producción (toneladas) de sulfato amónico. La información sobre dicha variable, que se muestra en la tabla 4.4.4.1, se ha tomado de la publicación "La Industria Química en España" para los años 1990-2002; de información facilitada por la Dirección General de Industria del MITYC para los años 2003-2007; y para los años 2008-2012, para los que no se disponía del dato de producción, se han estimado las mismas aplicando al dato de 2007 las tasas de variación 2008/2007, 2009/2007, 2010/2007, 2011/2007 y 2012/2007 que se obtienen de los datos que para el sulfato de amonio figuran en el sector 38 (Abonos, pesticidas y otros productos agroquímicos) para el año 2007, y en el sector 37 para los años 2008-2012, de la Encuesta Industrial de Productos del INE.

Tabla 4.4.4.1.- Producción de sulfato amónico (Cifras en toneladas)

1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001
439.844	415.305	428.868	373.390	397.295	435.296	434.015	459.312	447.214	487.267	469.656	433.959
2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	
480.881	493.300	501.400	513.200	524.900	551.800	459.757	544.318	525.602	387.441	560.647	

El tratamiento de la información en esta actividad se hace al nivel de área. La desagregación provincial de los datos se ha basado esencialmente en la información facilitada por la SGI BP-MINER para los años 1990-1993 y 1997-1999; en la capacidad de producción de los centros que se reseña en la publicación "Anuario de Ingeniería Química" para los años 1994-1996; y para los años 2000-2012 se ha utilizado como variable subrogada las producciones provinciales del año 1999.

En la estimación de las emisiones se ha utilizado para el NH₃ el factor propuesto en el epígrafe 2.3 de la parte 4 del Manual CORINAIR, y para las partículas los factores propuestos por CEPMEIP para la producción de fertilizantes nitrogenados. Estos factores se presentan en la tabla 4.4.4.2.

Tabla 4.4.4.2.- Fabricación de sulfato amónico. Factores de emisión

ACIDIFICADORES, PRECURSORES DEL OZONO Y GASES DE EFECTO INVERNADERO										
SO ₂ (g/t)	NO _x (g/t)	COVNM (g/t)	CH ₄ (g/t)	CO (g/t)	CO ₂ (kg/t)	N ₂ O (g/t)	NH ₃ (g/t)	SF ₆ (mg/t)	HFC (mg/t)	PFC (mg/t)
							5.000/E			

METALES PESADOS									PARTÍCULAS		
As (mg/t)	Cd (mg/t)	Cr (mg/t)	Cu (mg/t)	Hg (mg/t)	Ni (mg/t)	Pb (mg/t)	Se (mg/t)	Zn (mg/t)	PM _{2,5} (g/t)	PM ₁₀ (g/t)	PST (g/t)
									180/D	240/D	300/D

Las emisiones estimadas utilizando las variables de actividad y los factores de emisión anteriormente indicados son las que se reseñan en la siguiente tabla 4.4.4.3.

Tabla 4.4.4.3.- Fabricación de sulfato amónico. Emisiones

AÑO	ACIDIFICADORES, PRECURSORES DEL OZONO Y GASES DE EFECTO INVERNADERO										
	SO ₂ (t)	NO _x (t)	COVNM (t)	CH ₄ (t)	CO (t)	CO ₂ (kt)	N ₂ O (t)	NH ₃ (t)	SF ₆ (kg)	HFC (kg)	PFC (kg)
1990								2.199			
1991								2.077			
1992								2.144			
1993								1.867			
1994								1.986			
1995								2.176			
1996								2.170			
1997								2.297			
1998								2.236			
1999								2.436			
2000								2.348			
2001								2.170			
2002								2.404			
2003								2.467			
2004								2.507			
2005								2.566			
2006								2.625			
2007								2.759			
2008								2.299			
2009								2.722			
2010								2.628			
2011								1.937			
2012								2.803			

Tabla 4.4.4.3.- Fabricación de sulfato amónico. Emisiones (Continuación)

AÑO	METALES PESADOS									PARTÍCULAS		
	As (kg)	Cd (kg)	Cr (kg)	Cu (kg)	Hg (kg)	Ni (kg)	Pb (kg)	Se (kg)	Zn (kg)	PM _{2,5} (t)	PM ₁₀ (t)	PST (t)
1990												
1991												
1992												
1993												
1994												
1995												
1996												
1997												
1998												
1999												
2000										85	113	141
2001										78	104	130
2002										87	115	144
2003										89	118	148
2004										90	120	150
2005										92	123	154
2006										94	126	157
2007										99	132	166
2008										83	110	138
2009										98	131	163
2010										95	126	158
2011										70	93	116
2012										101	135	168

4.4.5.- Fabricación de nitrato amónico

CORRESPONDENCIA ENTRE NOMENCLATURAS	
NOMENCLATURA	CÓDIGO
CORINAIR/SNAP 97	04.04.05
CMCC/CRF	2.B.5
CLRTAP-EMEP/NFR	2.B.5.a

Dentro de esta actividad se incluye la fabricación tanto de nitrato amónico como de nitrato amónico cálcico, en el cual se mezcla el nitrato amónico con cal o con sales cálcicas.

El nitrato amónico se obtiene por reacción entre el ácido nítrico y el amoníaco. Si, como se ha indicado, se mezcla el nitrato amónico con sustancias cálcicas se obtiene el nitrato amónico cálcico.

El dato socioeconómico básico es el nitrato amónico producido (toneladas). La información sobre dicha variable, que se muestra en la tabla 4.4.5.1, procede, para el año 1990, de información suministrada por algunas plantas y complementada con datos de la publicación "La Industria Química en España"; para los años 1991-1999, de la información facilitada por la SGIBP-MINER; para los años 2000-2002 de la publicación "La Industria Química en España"; de información facilitada por la Dirección General de Industria del

MITYC para los años 2003-2007; y para los años 2008-2012 la información se ha tomado de los Informes Anuales de Fertiberia¹⁵.

Tabla 4.4.5.1.- Producción de nitrato amónico (Cifras en toneladas)

1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001
1.358.853	1.108.718	939.142	792.594	873.637	968.517	971.570	1.267.289	1.115.817	1.248.179	1.021.429	904.774

2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
892.089	1.090.000	989.800	1.033.000	859.700	728.400	784.456	809.273	793.088	783.302	801.000

El tratamiento de la información en esta actividad se hace al nivel de área. La desagregación provincial de los datos se ha basado esencialmente en la información facilitada por la SGI BP del MINER, salvo en los años 2000-2006 para los que se ha utilizado como variable subrogada las producciones provinciales del año 1999, y en los años 2007-2012 para los que se ha realizado la desagregación provincial de los datos en función de la capacidad de producción de los centros existentes basándose en la información disponible en la página web de FERTIBERIA y de la publicación "Anuario de Ingeniería Química".

Para realizar la estimación de las emisiones de NH₃ se ha utilizado el factor de emisión indicado por una de las plantas, mientras que para las partículas se han tomado factores de emisión por defecto propuestos por CEPMEIP para la producción de fertilizantes nitrogenados. En la tabla 4.4.5.2 se muestran los factores de emisión utilizados.

Tabla 4.4.5.2.- Fabricación de nitrato amónico. Factores de emisión

ACIDIFICADORES, PRECURSORES DEL OZONO Y GASES DE EFECTO INVERNADERO										
SO ₂ (g/t)	NO _x (g/t)	COVNM (g/t)	CH ₄ (g/t)	CO (g/t)	CO ₂ (kg/t)	N ₂ O (g/t)	NH ₃ (g/t)	SF ₆ (mg/t)	HFC (mg/t)	PFC (mg/t)
							250/D			

METALES PESADOS									PARTÍCULAS		
As (mg/t)	Cd (mg/t)	Cr (mg/t)	Cu (mg/t)	Hg (mg/t)	Ni (mg/t)	Pb (mg/t)	Se (mg/t)	Zn (mg/t)	PM _{2,5} (g/t)	PM ₁₀ (g/t)	PST (g/t)
									180/D	240/D	300/D

El Manual CORINAIR, epígrafe 2.3 de la parte 4, propone un factor de emisión medio para los N-fertilizantes de 5 kg de NH₃ por tonelada de N-fertilizante producido, con una etiqueta de calidad "E", que serviría para estimar de manera aproximada las emisiones de este contaminante. Como puede observarse, el factor utilizado es sensiblemente inferior al mencionado en dicha referencia.

Haciendo uso de los factores de emisión indicados, las emisiones estimadas son las que se muestran en la tabla 4.4.5.3.

¹⁵ Disponibles en <http://www.grupovillarmir.es/Informes-Anuales/Descargas-PDF>

Tabla 4.4.5.3.- Fabricación de nitrato amónico. Emisiones

AÑO	ACIDIFICADORES, PRECURSORES DEL OZONO Y GASES DE EFECTO INVERNADERO										
	SO ₂ (t)	NO _x (t)	COVNM (t)	CH ₄ (t)	CO (t)	CO ₂ (kt)	N ₂ O (t)	NH ₃ (t)	SF ₆ (kg)	HFC (kg)	PFC (kg)
1990								340			
1991								277			
1992								235			
1993								198			
1994								218			
1995								242			
1996								243			
1997								317			
1998								279			
1999								312			
2000								255			
2001								226			
2002								223			
2003								273			
2004								247			
2005								258			
2006								215			
2007								182			
2008								196			
2009								202			
2010								198			
2011								196			
2012								200			

AÑO	METALES PESADOS									PARTÍCULAS		
	As (kg)	Cd (kg)	Cr (kg)	Cu (kg)	Hg (kg)	Ni (kg)	Pb (kg)	Se (kg)	Zn (kg)	PM _{2.5} (t)	PM ₁₀ (t)	PST (t)
1990												
1991												
1992												
1993												
1994												
1995												
1996												
1997												
1998												
1999												
2000										184	245	306
2001										163	217	271
2002										161	214	268
2003										196	262	327
2004										178	238	297
2005										186	248	310
2006										155	206	258
2007										131	175	219
2008										141	188	235
2009										146	194	243
2010										143	190	238
2011										141	188	235
2012										144	192	240

4.4.6.- Fabricación de fosfato amónico

CORRESPONDENCIA ENTRE NOMENCLATURAS	
NOMENCLATURA	CÓDIGO
CORINAIR/SNAP 97	04.04.06
CMCC/CRF	2.B.5
CLRTAP-EMEP/NFR	2.B.5.a

Existen dos tipos comerciales de fosfatos amónicos: el monoamónico ($\text{PO}_4\text{H}_2\text{NH}_4$) y el diamónico ($\text{PO}_4\text{H}(\text{NH}_4)_2$). Ambos tipos se obtienen por reacción entre el ácido fosfórico y el amoníaco en proporciones adecuadas.

En España tan sólo existe una planta dedicada a la fabricación de fosfatos amónicos. El dato socioeconómico básico, que se muestra en la tabla 4.4.6.1, es la producción (toneladas) de fosfatos amónicos de cada uno de los tipos señalados. Para el año 1990 la información fue facilitada directamente por la propia planta; para los años 1991-2001 se ha obtenido de la publicación “La Industria Química en España”; para el año 2002 la información fue facilitada por FEIQUE; para los años 2003 y 2004 la información ha sido suministrada por la Dirección General de Industria del MITYC; y para los años 2005-2012 la información se ha tomado de los Informes Anuales de FERTIBERIA¹⁶ que es la empresa a la que pertenece la planta fabricante de estos productos.

Tabla 4.4.6.1.- Producción de fosfato amónico (Cifras en toneladas)

	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001
Fosfato monoamónico	154.974	135.700	117.000	110.680	195.445	155.579	177.669	160.043	203.332	165.213	106.500	86.632
Fosfato diamónico	115.331	150.700	111.000	108.554	150.270	219.029	285.956	260.027	257.175	277.000	214.100	262.745

	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
Fosfato monoamónico	89.448	45.700	25.700	14.000	3.581	65.846	50.631	4.139	4.893	10.301	18.763
Fosfato diamónico	270.031	318.800	310.200	288.187	286.249	290.725	179.347	15.907	226.021	155.508	197.339

El factor de emisión para NH_3 utilizado en la estimación de las emisiones se ha tomado del epígrafe 2.3 de la parte 4 del Manual CORINAIR, mientras que para las partículas se han tomado los factores de emisión propuestos en el Libro Guía EMEP/EEA 2013, capítulo 2.B, tabla 3.28. En la tabla 4.4.6.2 se presentan estos factores de emisión.

¹⁶ Disponibles en <http://www.grupovillarmir.es/Informes-Anuales/Descargas-PDF>

Tabla 4.4.6.2.- Fabricación de fosfatos amónicos. Factores de emisión

ACIDIFICADORES, PRECURSORES DEL OZONO Y GASES DE EFECTO INVERNADERO										
SO ₂ (g/t)	NO _x (g/t)	COVNM (g/t)	CH ₄ (g/t)	CO (g/t)	CO ₂ (kg/t)	N ₂ O (g/t)	NH ₃ (g/t)	SF ₆ (mg/t)	HFC (mg/t)	PFC (mg/t)
							5.000/D			

METALES PESADOS								PARTÍCULAS			
As (mg/t)	Cd (mg/t)	Cr (mg/t)	Cu (mg/t)	Hg (mg/t)	Ni (mg/t)	Pb (mg/t)	Se (mg/t)	Zn (mg/t)	PM _{2,5} (g/t)	PM ₁₀ (g/t)	PST (g/t)
									180/D	240/D	300/D

En la tabla 4.4.6.3 se muestran las emisiones estimadas de acuerdo con los factores de emisión y las variables de actividad más arriba reseñadas.

Tabla 4.4.6.3.- Fabricación de fosfatos amónicos. Emisiones

AÑO	ACIDIFICADORES, PRECURSORES DEL OZONO Y GASES DE EFECTO INVERNADERO										
	SO ₂ (t)	NO _x (t)	COVNM (t)	CH ₄ (t)	CO (t)	CO ₂ (kt)	N ₂ O (t)	NH ₃ (t)	SF ₆ (kg)	HFC (kg)	PFC (kg)
1990								1.352			
1991								1.432			
1992								1.140			
1993								1.096			
1994								1.729			
1995								1.873			
1996								2.318			
1997								2.100			
1998								2.303			
1999								2.211			
2000								1.603			
2001								1.747			
2002								1.797			
2003								1.823			
2004								1.680			
2005								1.511			
2006								1.449			
2007								1.783			
2008								1.150			
2009								100			
2010								1.155			
2011								829			
2012								1.081			

Tabla 4.4.6.3.- Fabricación de fosfatos amónicos. Emisiones (Continuación)

AÑO	METALES PESADOS									PARTÍCULAS		
	As (kg)	Cd (kg)	Cr (kg)	Cu (kg)	Hg (kg)	Ni (kg)	Pb (kg)	Se (kg)	Zn (kg)	PM _{2,5} (t)	PM ₁₀ (t)	PST (t)
1990												
1991												
1992												
1993												
1994												
1995												
1996												
1997												
1998												
1999												
2000										58	77	96
2001										63	84	105
2002										65	86	108
2003										66	87	109
2004										60	81	101
2005										54	73	91
2006										52	70	87
2007										64	86	107
2008										41	55	69
2009										4	5	6
2010										42	55	69
2011										30	40	50
2012										39	52	65

4.4.7.- Fabricación de fertilizantes NPK

CORRESPONDENCIA ENTRE NOMENCLATURAS	
NOMENCLATURA	CÓDIGO
CORINAIR/SNAP 97	04.04.07
CMCC/CRF	2.B.5
CLRTAP-EMEP/NFR	2.B.5.a

Los abonos complejos o NPK se obtienen mezclando diversos abonos simples en proporciones adecuadas a la formulación deseada.

El tratamiento de los datos en esta actividad se realiza al nivel de área.

El dato socioeconómico básico, que se muestra en la tabla 4.4.7.1, es la producción de fertilizantes NPK (toneladas), información obtenida hasta el año 2002 de la publicación "La Industria Química en España", salvo en el año 1990 en el que se disponía de información directa de algunas de las plantas productoras; para los años 2003-2007 la información ha sido suministrada por la Dirección General de Industria del MITYC; y para los años 2008-2011, para los que no se disponía del dato de producción, se ha estimado la misma aplicando al dato de 2007 las tasas de variación 2008/2007, 2009/2007, 2010/2007, 2011/2007 y 2012/2007 que se obtienen de los datos que para los abonos con nitrógeno, fósforo y potasio figuran en el sector 38 (Abonos, pesticidas y otros productos agroquímicos) para el año 2007, sector 37 para los años 2008-2012, de la Encuesta Industrial de Productos. La desagregación provincial de los datos se ha basado esencialmente en la información facilitada por la SGI BP-MINER, salvo en los años 2000-

2012 para los que se ha utilizado como variable subrogada las producciones provinciales del año 1999.

Tabla 4.4.7.1.- Producción de fertilizantes NPK (Cifras en toneladas)

1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001
1.782.200	1.628.800	1.333.801	1.110.851	1.594.906	1.575.107	1.780.381	1.881.928	2.044.712	2.084.483	1.743.221	1.631.697

2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
1.593.524	1.596.600	1.539.100	1.454.800	1.350.000	1.486.100	1.251.526	679.397	1.273.197	1.105.980	1.266.301

En la tabla 4.4.7.2 se muestran los factores de emisión utilizados en la estimación de las emisiones. Para el NH₃ se ha utilizado el factor propuesto en el epígrafe 2.3 de la parte 4 del Manual CORINAIR, mientras que para las partículas se han tomado factores de emisión por defecto propuestos por CEPMEIP para la producción de fertilizantes nitrogenados.

Tabla 4.4.7.2.- Fabricación de fertilizantes NPK. Factores de emisión

ACIDIFICADORES, PRECURSORES DEL OZONO Y GASES DE EFECTO INVERNADERO										
SO ₂ (g/t)	NO _x (g/t)	COVNM (g/t)	CH ₄ (g/t)	CO (g/t)	CO ₂ (kg/t)	N ₂ O (g/t)	NH ₃ (g/t)	SF ₆ (mg/t)	HFC (mg/t)	PFC (mg/t)
							5.000/E			

METALES PESADOS									PARTÍCULAS		
As (mg/t)	Cd (mg/t)	Cr (mg/t)	Cu (mg/t)	Hg (mg/t)	Ni (mg/t)	Pb (mg/t)	Se (mg/t)	Zn (mg/t)	PM _{2.5} (g/t)	PM ₁₀ (g/t)	PST (g/t)
									180/D	240/D	300/D

En la tabla 4.4.7.3 se muestran las emisiones estimadas de acuerdo con estos factores y las variables de actividad más arriba reseñadas.

Tabla 4.4.7.3.- Fabricación de fertilizantes NPK. Emisiones

AÑO	ACIDIFICADORES, PRECURSORES DEL OZONO Y GASES DE EFECTO INVERNADERO										
	SO ₂ (t)	NO _x (t)	COVNM (t)	CH ₄ (t)	CO (t)	CO ₂ (kt)	N ₂ O (t)	NH ₃ (t)	SF ₆ (kg)	HFC (kg)	PFC (kg)
1990								8.911			
1991								8.144			
1992								6.669			
1993								5.554			
1994								7.975			
1995								7.876			
1996								8.902			
1997								9.410			
1998								10.224			
1999								10.422			
2000								8.716			
2001								8.158			
2002								7.968			
2003								7.983			
2004								7.696			
2005								7.274			
2006								6.750			
2007								7.431			
2008								6.258			
2009								3.397			
2010								6.366			
2011								5.530			
2012								6.332			

AÑO	METALES PESADOS									PARTÍCULAS		
	As (kg)	Cd (kg)	Cr (kg)	Cu (kg)	Hg (kg)	Ni (kg)	Pb (kg)	Se (kg)	Zn (kg)	PM _{2,5} (t)	PM ₁₀ (t)	PST (t)
1990												
1991												
1992												
1993												
1994												
1995												
1996												
1997												
1998												
1999												
2000										314	418	523
2001										294	392	490
2002										287	382	478
2003										287	383	479
2004										277	369	462
2005										262	349	436
2006										243	324	405
2007										267	357	446
2008										225	300	375
2009										122	163	204
2010										229	306	382
2011										199	265	332
2012										228	304	380

4.4.8.- Fabricación de urea

CORRESPONDENCIA ENTRE NOMENCLATURAS	
NOMENCLATURA	CÓDIGO
CORINAIR/SNAP 97	04.04.08
CMCC/CRF	2.B.5
CLRTAP-EMEP/NFR	2.B.5.a

La urea ($\text{CO}(\text{NH}_2)_2$) se obtiene mediante reacción entre el amoníaco y el anhídrido carbónico líquidos a alta presión. En la reacción resulta carbamato amónico que se descompone al bajar la presión, dando urea y agua.

Además de su uso como fertilizante, se utiliza para fabricar resinas aminoplásticas para colas y moldeo; como aditivo para piensos; estabilizantes de explosivos; como agentes contra incendios y en la separación de hidrocarburos.

El dato socioeconómico básico, que se muestra en la tabla 4.4.8.1, es la producción de urea (toneladas), información facilitada con desglose por planta por la única empresa fabricante.

Tabla 4.4.8.1.- Producción de urea (Cifras en toneladas)

1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001
436.218	545.559	406.504	285.619	344.227	333.913	325.681	443.269	430.946	430.346	363.617	338.503

2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
362.898	366.682	302.052	357.198	342.861	360.603	279.220	323.786	352.927	385.745	389.672

En la tabla 4.4.8.2 se muestran los factores de emisión utilizados en el cálculo de las emisiones. La información de la tabla procede de las siguientes fuentes:

- El Manual CORINAIR, epígrafe 2.3 de la parte 4, para las plantas que no facilitaban datos específicos, y
- Información específica de las plantas obtenida con referencia al año 1990, y que se ha extendido a los años posteriores. En la tabla se refleja el dato medio de las plantas.
- Para las partículas, factores de emisión por defecto propuestos por CEPMEIP para la producción de fertilizantes nitrogenados.

Tabla 4.4.8.2.- Fabricación de urea. Factores de emisión

ACIDIFICADORES, PRECURSORES DEL OZONO Y GASES DE EFECTO INVERNADERO										
SO ₂ (g/t)	NO _x (g/t)	COVNM (g/t)	CH ₄ (g/t)	CO (g/t)	CO ₂ (kg/t)	N ₂ O (g/t)	NH ₃ (g/t)	SF ₆ (mg/t)	HFC (mg/t)	PFC (mg/t)
							5.260,72/E			

METALES PESADOS							PARTÍCULAS				
As (mg/t)	Cd (mg/t)	Cr (mg/t)	Cu (mg/t)	Hg (mg/t)	Ni (mg/t)	Pb (mg/t)	Se (mg/t)	Zn (mg/t)	PM _{2.5} (g/t)	PM ₁₀ (g/t)	PST (g/t)
									180/D	240/D	300/D

En la tabla 4.4.8.3 se muestran las emisiones estimadas utilizando la información de los datos de actividad de la tabla 4.4.8.1 y los factores de emisión aplicables según el caso, diferenciando entre plantas con factor propio y plantas que utilizan factor por defecto tomado del Manual CORINAIR.

Tabla 4.4.8.3.- Fabricación de urea. Emisiones

AÑO	ACIDIFICADORES, PRECURSORES DEL OZONO Y GASES DE EFECTO INVERNADERO										
	SO ₂ (t)	NO _x (t)	COVNM (t)	CH ₄ (t)	CO (t)	CO ₂ (kt)	N ₂ O (t)	NH ₃ (t)	SF ₆ (kg)	HFC (kg)	PFC (kg)
1990								2.295			
1991								2.870			
1992								2.139			
1993								1.503			
1994								1.811			
1995								1.757			
1996								1.713			
1997								2.332			
1998								2.267			
1999								2.264			
2000								1.913			
2001								1.781			
2002								1.909			
2003								1.929			
2004								1.589			
2005								1.879			
2006								1.804			
2007								1.897			
2008								1.469			
2009								1.703			
2010								1.857			
2011								2.029			
2012								2.050			

AÑO	METALES PESADOS									PARTÍCULAS		
	As (kg)	Cd (kg)	Cr (kg)	Cu (kg)	Hg (kg)	Ni (kg)	Pb (kg)	Se (kg)	Zn (kg)	PM _{2,5} (t)	PM ₁₀ (t)	PST (t)
1990												
1991												
1992												
1993												
1994												
1995												
1996												
1997												
1998												
1999												
2000										65	87	109
2001										61	81	102
2002										65	87	109
2003										66	88	110
2004										54	72	91
2005										64	86	107
2006										62	82	103
2007										65	87	108
2008										50	67	84
2009										58	78	97
2010										64	85	106
2011										69	93	116
2012										70	94	117

4.4.9.- Fabricación de negro de humo

CORRESPONDENCIA ENTRE NOMENCLATURAS	
NOMENCLATURA	CÓDIGO
CORINAIR/SNAP 97	04.04.09
CMCC/CRF	2.B.5
CLRTAP-EMEP/NFR	2.B.5.a

Químicamente el negro de humo es una forma de carbón finamente dividido. Se obtiene por combustión incompleta de materias carbonadas, principalmente gas natural, petróleo e hidrocarburos aromáticos. Su empleo es general en todas las ramas de la industria eléctrica, así como en la fabricación de todo tipo de tintas; en la de pinturas, barnices y lacas; en la industria de los plásticos; en la industria del papel y, especialmente, en la fabricación de gomas, siendo las fábricas de cubiertas las que tienen un consumo mayor.

El dato socioeconómico básico es la producción de negro de humo, expresada en toneladas.

Debido a restricciones de confidencialidad sobre la variable de actividad, y al ser el número de plantas inferior a tres en esta actividad, se ha limitado la presentación de la información a la estimación de las emisiones, ya que de la presentación incluso de los factores de emisión podrían inferirse las propias variables de actividad que las empresas/plantas del sector consideran confidenciales.

En la tabla 4.4.9.3 se muestran las emisiones estimadas.

Tabla 4.4.9.3.- Fabricación de negro de humo. Emisiones

AÑO	ACIDIFICADORES, PRECURSORES DEL OZONO Y GASES DE EFECTO INVERNADERO										
	SO ₂ (t)	NO _x (t)	COVNM (t)	CH ₄ (t)	CO (t)	CO ₂ (kt)	N ₂ O (t)	NH ₃ (t)	SF ₆ (kg)	HFC (kg)	PFC (kg)
1990	201	26	2.598	714	649						
1991	223	29	2.876	791	719						
1992	294	38	3.797	1.044	949						
1993	302	39	3.900	1.072	975						
1994	319	41	4.112	1.131	1.028						
1995	279	36	3.602	991	900						
1996	295	38	3.800	1.045	950						
1997	332	43	4.280	1.177	1.070						
1998	335	43	4.320	1.188	1.080						
1999	332	43	4.280	1.177	1.070						
2000	310	40	4.004	1.101	1.001						
2001	321	41	4.148	1.141	1.037						
2002	281	36	3.625	997	906						
2003	281	36	3.625	997	906						
2004	185	24	2.381	655	595						
2005	160	21	2.069	569	517						
2006	167	22	2.160	594	540						
2007	157	20	2.020	555	505						
2008	161	21	2.080	572	520						
2009	148	19	1.904	524	476						
2010	185	24	2.391	657	598						
2011	192	25	2.482	683	620						
2012	166	21	2.145	590	536						

Tabla 4.4.9.3.- Fabricación de negro de humo. Emisiones (Continuación)

AÑO	METALES PESADOS									PARTÍCULAS		
	As (kg)	Cd (kg)	Cr (kg)	Cu (kg)	Hg (kg)	Ni (kg)	Pb (kg)	Se (kg)	Zn (kg)	PM _{2,5} (t)	PM ₁₀ (t)	PST (t)
1990												
1991												
1992												
1993												
1994												
1995												
1996												
1997												
1998												
1999												
2000										45	50	56
2001										47	52	58
2002										41	45	50
2003										41	45	50
2004										27	30	33
2005										23	26	29
2006										24	27	30
2007										23	25	28
2008										23	26	29
2009										21	24	26
2010										27	30	33
2011										28	31	34
2012										24	27	30

4.4.10.- Fabricación de dióxido de titanio

CORRESPONDENCIA ENTRE NOMENCLATURAS	
NOMENCLATURA	CÓDIGO
CORINAIR/SNAP 97	04.04.10
CMCC/CRF	2.B.5
CLRTAP-EMEP/NFR	2.B.5.a

El dióxido de titanio (TiO₂) es un pigmento muy usado en pinturas, plásticos, papel, caucho, vidrio, etc. Industrialmente se obtiene a partir de los minerales ilmenita o rutilo, de la siguiente forma:

- La ilmenita se trata con ácido sulfúrico y el sulfato de titanio obtenido se somete a hidrólisis térmica.
- El rutilo se clora a tetracloruro de titanio y éste se oxida posteriormente en fase vapor.
- Se trata el mineral con fluoruro o bifluoruro amónico, obteniéndose fluoruro de titanio. Este se neutraliza con amoníaco, precipitando el dióxido de titanio.

El dato socioeconómico básico, que se muestra en la tabla 4.4.10.1, es la producción de dióxido de titanio (toneladas), información obtenida de la publicación "La Industria Química en España" hasta el año 2002; para el periodo 2003-2007 la información ha sido facilitada por la Dirección General de Industria del MITYC; y para los años 2008-2012 la información ha sido facilitada por la Federación Empresarial de la Industria Química en España (FEIQUE). La producción se concentra en una sola planta.

Tabla 4.4.10.1.- Producción de dióxido de titanio (Cifras en toneladas)

1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001
53.105	42.842	52.681	59.444	60.210	53.887	64.459	65.736	62.774	67.531	75.948	72.257
2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	
72.341	70.253	70.779	69.770	68.455	74.501	56.342	14.221	47.365	65.739	48.177	

Tal y como se refleja en la tabla 4.4.10.2, en esta actividad tan sólo se han estimado emisiones para el SO₂. El factor de emisión ha sido tomado del Manual de Referencia IPCC (tabla 2.11, apartado 2.12.3)¹⁷.

Tabla 4.4.10.2.- Fabricación de dióxido de titanio. Factores de emisión

ACIDIFICADORES, PRECURSORES DEL OZONO Y GASES DE EFECTO INVERNADERO										
SO ₂ (g/t)	NO _x (g/t)	COVNM (g/t)	CH ₄ (g/t)	CO (g/t)	CO ₂ (kg/t)	N ₂ O (g/t)	NH ₃ (g/t)	SF ₆ (mg/t)	HFC (mg/t)	PFC (mg/t)
14.600/C										

En la tabla 4.4.10.3 se muestran las emisiones estimadas de acuerdo con este factor y las variables de actividad más arriba reseñadas.

Tabla 4.4.10.3.- Fabricación de dióxido de titanio. Emisiones

AÑO	ACIDIFICADORES, PRECURSORES DEL OZONO Y GASES DE EFECTO INVERNADERO										
	SO ₂ (t)	NO _x (t)	COVNM (t)	CH ₄ (t)	CO (t)	CO ₂ (kt)	N ₂ O (t)	NH ₃ (t)	SF ₆ (kg)	HFC (kg)	PFC (kg)
1990	775										
1991	625										
1992	769										
1993	868										
1994	879										
1995	787										
1996	941										
1997	960										
1998	917										
1999	986										
2000	1.109										
2001	1.055										
2002	1.056										
2003	1.026										
2004	1.033										
2005	1.019										
2006	999										
2007	1.088										
2008	823										
2009	208										
2010	692										
2011	960										
2012	703										

¹⁷ El Libro Guía EMEP/EEA 2013 propone factores de emisión de SO_x, NO_x, CO y TSP para esta actividad, diferenciando por tipo de proceso productivo. Sin embargo no se han utilizado en la presente edición del inventario al estar pendiente todavía el diagnóstico de los factores de emisión propuestos esta guía metodológica. Adicionalmente, no se dispone de factores de emisión para las partículas de granulometría inferior (PM₁₀ y PM_{2,5}).

4.4.11.- Fabricación de grafito

CORRESPONDENCIA ENTRE NOMENCLATURAS	
NOMENCLATURA	CÓDIGO
CORINAIR/SNAP 97	04.04.11
CMCC/CRF	2.B.5
CLRTAP-EMEP/NFR	2.B.5.a

Para esta actividad no se ha podido identificar la variable de actividad socioeconómica, y por otra parte, no se dispone de factor para los contaminantes potencialmente emitidos (COVNM y HAP), motivos por los cuales no se han contabilizado emisiones en la presente edición del Inventario.

4.4.12.- Fabricación de carburo de calcio

CORRESPONDENCIA ENTRE NOMENCLATURAS	
NOMENCLATURA	CÓDIGO
CORINAIR/SNAP 97	04.04.12
CMCC/CRF	2.B.4
CLRTAP-EMEP/NFR	2.B.4

El carburo de calcio (C_2Ca) es un sólido blanco cuando está puro. El producto comercial se presenta en terrones de color pardo o negro.

Se obtiene por reacción en horno eléctrico de caliza o cal viva finamente divididas con coque o antracita pulverizadas. Se utiliza en la producción de acetileno y cianamida cálcica, para el endurecimiento del acero, como auxiliar en metalurgia (agente desulfurante), en fuegos para señales y como agente reductor.

El dato socioeconómico básico es la producción de carburo de calcio, expresada en toneladas. En España existen dos plantas de fabricación de este producto a lo largo del periodo inventariado, con la excepción del año 1990 en el que había una tercera planta¹⁸.

Debido a restricciones de confidencialidad sobre la variable de actividad, y al ser el número de plantas inferior a tres en esta actividad, se ha limitado la presentación de la información a la estimación de las emisiones, ya que de la presentación incluso de los factores de emisión podrían inferirse las propias variables de actividad que las empresas/plantas del sector consideran confidenciales.

En la tabla 4.4.12.3 se muestran las emisiones estimadas.

¹⁸ Una de las plantas no tiene producción a partir de 2009.

Tabla 4.4.12.3.- Fabricación de carburo de calcio. Emisiones

AÑO	ACIDIFICADORES, PRECURSORES DEL OZONO Y GASES DE EFECTO INVERNADERO										
	SO ₂ (t)	NO _x (t)	COVNM (t)	CH ₄ (t)	CO (t)	CO ₂ (kt)	N ₂ O (t)	NH ₃ (t)	SF ₆ (kg)	HFC (kg)	PFC (kg)
1990						35					
1991						26					
1992						25					
1993						20					
1994						26					
1995						30					
1996						30					
1997						29					
1998						30					
1999						31					
2000						25					
2001						26					
2002						28					
2003						34					
2004						31					
2005						27					
2006						28					
2007						28					
2008						28					
2009						24					
2010						20					
2011						25					
2012						21					

4.4.13.- Fabricación de cloro

CORRESPONDENCIA ENTRE NOMENCLATURAS	
NOMENCLATURA	CÓDIGO
CORINAIR/SNAP 97	04.04.13
CMCC/CRF	2.B.5
CLRTAP-EMEP/NFR	2.B.5.a

El cloro (Cl₂) se utiliza en la producción de diversos compuestos químicos como el cloruro de vinilo, tricloroetileno, percloroetileno, tetracloruro de carbono, cloruros de metilo y metileno, freones y otros muchos derivados clorados. También se utiliza para fabricar agentes de blanqueo y en el tratamiento de aguas.

Industrialmente el cloro se obtiene principalmente mediante la electrólisis de cloruro de sodio en una disolución acuosa, en el proceso denominado del cloro-álcali. También puede utilizarse como materia prima el cloruro potásico, en cuyo caso se obtiene potasa cáustica como coproducto. Existen tres métodos para la realización de la electrólisis en la obtención del cloro: con celda de amalgama de mercurio, con celda de diafragma y con celda de membrana. En el primero de ellos, que fue el primero en utilizarse en la producción a escala industrial y el que mayor nivel de implantación tiene en España, se producen emisiones de mercurio.

Para realizar la estimación de las emisiones se utiliza como dato socioeconómico la capacidad de producción (toneladas) de cloro utilizando celdas de mercurio en cada una de las plantas que utilizan este proceso de producción. Esta información se ha obtenido para

los años 1990-1997 del “Anuario de Ingeniería Química”; para el periodo 1998-2004 de información suministrada por la Asociación Nacional de Electroquímica (ANE) facilitada originalmente por las propias plantas; y a partir del año 2005, la información se ha obtenido directamente de las propias plantas productoras. En la tabla 4.4.13.1 se presenta la información sobre la capacidad de producción de cloro con celdas de mercurio.

Tabla 4.4.13.1.- Capacidad de producción de cloro con celdas de mercurio (Cifras en toneladas)

1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001
737.000	737.000	737.200	737.200	737.200	737.200	742.200	742.200	763.232	761.500	771.291	771.291

2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
766.353	756.476	756.476	756.925	756.925	756.796	756.796	742.212	643.496	643.496	643.496

El tratamiento de la información en esta actividad se hace a nivel de planta, por lo que se dispone de la desagregación provincial de los datos.

La información original sobre los factores de emisión de Hg viene referida actualmente (a partir de 1998) a la capacidad de producción, pero para el periodo histórico (1990-1997) se ha utilizado la fuente PARCOM-ATMOS (1992), tabla 4.4.13.2 del apartado 2.6.3, en la que el factor de emisión de Hg se expresa sobre producción de cloro. Es por ello que por homogeneidad de la presentación de los factores de emisión, se expresarán éstos en función de la capacidad de producción de cloro, lo que a su vez ha implicado el cálculo de los factores a partir de la producción utilizando la ratio producción/capacidad para los años del periodo 1990-1997.

Los factores de Hg por producción efectiva tomados de PARCOM-ATMOS (1992) son de 3,1 g/tonelada (para los años 1990-1996) y de 2 g/tonelada (para el año 1997). Este descenso del factor de emisión se ha asumido en función de los requerimientos en función de la Decisión 90/3 de PARCOM, donde se indicaba como fecha tope el año 1996 para no superar el nivel de 2 g/tonelada de cloro.

A partir del año 1998, la información sobre los factores de emisión de Hg, ya referidos a capacidad de producción, se han tomado de la publicación “Mercury Losses from the Chlor-Alkali Industry 2004” de la Comisión OSPAR para el periodo 1998-2004, y de los cuestionarios remitidos por las propias plantas productoras a partir del año 2005. Es interesante destacar que la información facilitada por las plantas hasta el año 2011 se ha obtenido para el Inventario como fruto del Acuerdo Voluntario para la protección ambiental y el control de emisiones del sector cloro-álcali español; mientras que para el año 2012 la información homóloga ha sido suministrada por la Asociación Nacional de Electroquímica (ANE).

En la tabla **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** se presentan los factores de emisión de Hg medios en cada año resultantes de las estimaciones realizadas con la metodología indicada. Como puede observarse, estos factores de emisión, aunque expresados en términos de la capacidad de producción, son inferiores al propuesto en el Libro Guía EMEP/EEA 2013 (capítulo 2B, tabla 3.32) de 4.800 mg Hg/t cloro producido.

Tabla 4.4.13.2.- Fabricación de cloro. Factores de emisión de Hg (mg de Hg / tonelada de capacidad de producción)

1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001
2.551	2.473	2.251	2.251	2.363	2.448	2.422	1.587	1.226	1.296	1.009	886
2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	
893	907	885	811	674	638	521	459	442	396	381	

Las emisiones estimadas utilizando las variables de actividad y los factores de emisión anteriormente indicados son las que se presentan en la siguiente tabla 4.4.13.3.

Tabla 4.4.13.3.- Fabricación de cloro. Emisiones

AÑO	METALES PESADOS									PARTÍCULAS		
	As (kg)	Cd (kg)	Cr (kg)	Cu (kg)	Hg (kg)	Ni (kg)	Pb (kg)	Se (kg)	Zn (kg)	PM _{2,5} (t)	PM ₁₀ (t)	PST (t)
1990					1.880							
1991					1.823							
1992					1.659							
1993					1.659							
1994					1.742							
1995					1.805							
1996					1.798							
1997					1.178							
1998					936							
1999					987							
2000					778							
2001					684							
2002					684							
2003					686							
2004					670							
2005					614							
2006					510							
2007					483							
2008					394							
2009					341							
2010					284							
2011					255							
2012					245							

4.4.14.- Fabricación de fertilizantes fosfatados

CORRESPONDENCIA ENTRE NOMENCLATURAS	
NOMENCLATURA	CÓDIGO
CORINAIR/SNAP 97	04.04.14
CMCC/CRF	2.B.5
CLRTAP-EMEP/NFR	2.B.5.a

Dentro de esta actividad se incluye la fabricación de fertilizantes fosfatados, tanto el superfosfato simple (o normal superfosfato) como el superfosfato concentrado.

Para la obtención del superfosfato simple se utiliza la digestión de fosforita en ácido sulfúrico. El superfosfato concentrado se obtiene por reacción entre la fosforita y el ácido fosfórico.

El dato socioeconómico básico es la producción de cada tipo de fertilizante (toneladas). La información sobre esta variable se presenta en la tabla 4.4.14.1, y se ha tomado de las publicaciones “La Industria Química en España” y el “Anuario de Ingeniería Química”, salvo en los años 2006-2012, para los que al no haberse podido disponer de información sobre la producción se ha estimado la misma en función de la variación de la producción de abonos fosfatados - superfosfatos que figura en la Encuesta Industrial de Productos del INE (sector 38 (Abonos, pesticidas y otros productos agroquímicos) para los años 2006 y 2007, y sector 37 para los años 2008-2012) de cada uno de los años de ese periodo con respecto al año 2005.¹⁹

Tabla 4.4.14.1.- Producción de fertilizantes fosfatados (Cifras en toneladas)

	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001
Superfosfato simple	97.130	77.805	65.473	23.880	32.553	22.477	19.165	36.510	41.423	37.546	28.900	29.600
Superfosfato concentrado	27.840	29.288	11.385									

	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
Superfosfato simple	29.900	27.500	31.000	28.600	32.807	28.356	39.286	9.219	52.145	35.093	49.924
Superfosfato concentrado											

El tratamiento de la información en esta actividad se hace al nivel de área. La desagregación provincial de los datos se ha realizado en función de la capacidad de producción de los centros existentes basándose en la información de la publicación “Anuario de Ingeniería Química”.

De acuerdo con la nomenclatura SNAP-97, en la realización de esta actividad se producen emisiones de Cd. Los factores de emisión propuestos para este contaminante dependen del tipo específico de proceso utilizado (proceso húmedo o térmico). Al no disponer de información al respecto se ha optado por aplicar el factor de emisión propuesto en el apartado 2.6.1 de PARCOM-ATMOS (1992) para el proceso húmedo, si bien de acuerdo con información adicional facilitada por el CITEPA se ha realizado una reducción a la baja (de 60 a 30 g/t), ya que se indica que el factor propuesto puede ser alto (como comparación, y según el CITEPA, Francia utiliza un factor de 20 g/t). El factor de emisión finalmente aplicado es el que se presenta en la tabla 4.4.14.2.

Para las partículas se han tomado los factores de emisión propuestos en el Libro Guía EMEP/EEA 2013, capítulo 2.B, tabla 3.35 para la producción de fertilizantes fosfatados. Estos factores se presentan asimismo en la tabla 4.4.14.2 siguiente.

¹⁹ Está pendiente de verificación si el cambio experimentado a partir del año 1993 refleja un cambio real en la producción o es un cambio en las unidades en las que está expresada la misma (tonelada de producto o tonelada de principio activo P₂O₅)

Tabla 4.4.14.2.- Fabricación de fertilizantes fosfatados. Factores de emisión

METALES PESADOS									PARTÍCULAS		
As (mg/t)	Cd (mg/t)	Cr (mg/t)	Cu (mg/t)	Hg (mg/t)	Ni (mg/t)	Pb (mg/t)	Se (mg/t)	Zn (mg/t)	PM _{2,5} (g/t)	PM ₁₀ (g/t)	PST (g/t)
	30/E								180/C	240/C	300/C

Haciendo uso de los factores indicados, las emisiones estimadas para esta actividad son las que se muestran en la tabla 4.4.14.3.

Tabla 4.4.14.3.- Fabricación de fertilizantes fosfatados. Emisiones

AÑO	METALES PESADOS									PARTÍCULAS		
	As (kg)	Cd (kg)	Cr (kg)	Cu (kg)	Hg (kg)	Ni (kg)	Pb (kg)	Se (kg)	Zn (kg)	PM _{2,5} (t)	PM ₁₀ (t)	PST (t)
1990		3,7										
1991		3,2										
1992		2,3										
1993		0,7										
1994		1,0										
1995		0,7										
1996		0,6										
1997		1,1										
1998		1,2										
1999		1,1										
2000		0,9							5	7	9	
2001		0,9							5	7	9	
2002		0,9							5	7	9	
2003		0,8							5	7	8	
2004		0,9							6	7	9	
2005		0,9							5	7	9	
2006		1,0							6	8	10	
2007		0,9							5	7	9	
2008		1,2							7	9	12	
2009		0,3							2	2	3	
2010		1,6							9	13	16	
2011		1,1							6	8	11	
2012		1,5							9	12	15	

4.4.15.- Almacenamiento y manipulación de productos químicos inorgánicos

CORRESPONDENCIA ENTRE NOMENCLATURAS	
NOMENCLATURA	CÓDIGO
CORINAIR/SNAP 97	04.04.15
CMCC/CRF	2.B.5
CLRTAP-EMEP/NFR	2.B.5.b

Para esta actividad no se han podido estimar las emisiones debido a la falta de disponibilidad de información contrastada sobre la variable socioeconómica de actividad.

Según la metodología EMEP/CORINAIR (actualmente EMEP/EEA) en esta actividad se emitirían básicamente COVNM, y en menor medida contaminantes orgánicos persistentes. No obstante, según se indica en el Libro Guía EMEP/EEA 2013 (capítulo 2B,

apartado 3.3.2.7) y en el Libro Guía EMEP/EEA 2009 (capítulo 2B, apartado 3.3.2.6), se asume que las emisiones correspondientes al almacenamiento y manipulación de productos químicos ya están incluidas en las emisiones de cada uno de los procesos considerados.

4.5.- PROCESOS EN LA INDUSTRIA QUÍMICA ORGÁNICA

Las emisiones producidas en las actividades de este subgrupo se circunscriben según la metodología EMEP/EEA (que actualiza la anterior metodología EMEP/CORINAIR) principalmente a los COVNM. Como contaminantes adicionales se consideran el CH₄ (en la fabricación de etileno y estireno), el N₂O (en la fabricación de acrilonitrilo y ácido adípico) y los contaminantes orgánicos persistentes originados en la fabricación de estos mismos compuestos, y las partículas.

Para todas las actividades contenidas en este subgrupo el tratamiento de la información se ha realizado al nivel de área.

A continuación se detallan las características y emisiones de los procesos seleccionados.

4.5.1.- Etileno

CORRESPONDENCIA ENTRE NOMENCLATURAS	
NOMENCLATURA	CÓDIGO
CORINAIR/SNAP 97	04.05.01
CMCC/CRF	2.B.5
CLRTAP-EMEP/NFR	2.B.5.a

El etileno es un gas incoloro, que se obtiene principalmente mediante craqueo térmico en mezcla con vapor de agua de los siguientes productos: etano; propano obteniéndose propileno como coproducto; nafta y gasóleo, obteniéndose propileno y fracciones C₄ como coproductos. También puede obtenerse mediante deshidratación de etanol, aunque este método tiene un empleo muy localizado.

Se utiliza en la fabricación de polietileno de alta y baja densidad, cloruro de vinilo, óxido de etileno, acetaldehído, estireno, copolímeros con propileno, acetato de vinilo y otros monómeros; en la producción de etanol, etilbenceno, tricloroetileno y percloroetileno. También se usa para tratamiento de frutas y como anestésico.

El dato socioeconómico básico es la producción de etileno (toneladas).

Debido a restricciones de confidencialidad sobre la variable de actividad, y al ser el número de plantas inferior a tres en esta actividad, se ha limitado la presentación de la información a la estimación de las emisiones, ya que de la presentación incluso de los factores de emisión podrían inferirse las propias variables de actividad que las empresas/plantas del sector consideran confidenciales.

En la tabla 4.5.1.3 se muestran las emisiones estimadas.

Tabla 4.5.1.3.- Producción de etileno. Emisiones

AÑO	ACIDIFICADORES, PRECURSORES DEL OZONO Y GASES DE EFECTO INVERNADERO										
	SO ₂ (t)	NO _x (t)	COVNM (t)	CH ₄ (t)	CO (t)	CO ₂ (kt)	N ₂ O (t)	NH ₃ (t)	SF ₆ (kg)	HFC (kg)	PFC (kg)
1990			1.447	1.033							
1991			1.384	989							
1992			1.382	987							
1993			1.503	1.074							
1994			1.674	1.196							
1995			1.682	1.201							
1996			1.735	1.240							
1997			1.665	1.189							
1998			1.815	1.296							
1999			1.900	1.357							
2000			1.799	1.285							
2001			1.839	1.313							
2002			1.787	1.277							
2003			1.929	1.378							
2004			1.990	1.422							
2005			1.940	1.386							
2006			1.909	1.364							
2007			2.066	1.475							
2008			1.604	1.146							
2009			1.724	1.232							
2010			1.884	1.346							
2011			1.823	1.302							
2012			1.589	1.135							

4.5.2.- Propileno

CORRESPONDENCIA ENTRE NOMENCLATURAS	
NOMENCLATURA	CÓDIGO
CORINAIR/SNAP 97	04.05.02
CMCC/CRF	2.B.5
CLRTAP-EMEP/NFR	2.B.5.a

El propileno se obtiene como coproducto en la fabricación de etileno, cuando se emplea como materia prima propano, nafta o gasóleo.

Se emplea en la obtención de polipropileno, acrilonitrilo, así como en otra serie de productos de la química orgánica.

El dato socioeconómico básico, que se muestra en la tabla 4.5.2.1, es la producción de propileno (toneladas), información obtenida hasta el año 2002 de "La Industria Química en España" complementada con información facilitada por la Subdirección General de Industrias Básicas y de Proceso del Ministerio de Industria y Energía (MINER) y datos de producciones en refinerías de la Enciclopedia OILGAS; y de información facilitada por FEIQUE, por una de las empresas fabricantes de este producto y por las refinerías, complementada con datos de la Enciclopedia OILGAS a partir del año 2003.

4.5.3.- 1,2 dicloroetano (excepto SNAP 04.05.05)

CORRESPONDENCIA ENTRE NOMENCLATURAS	
NOMENCLATURA	CÓDIGO
CORINAIR/SNAP 97	04.05.03
CMCC/CRF	2.B.5
CLRTAP-EMEP/NFR	2.B.5.a

No hay una disponibilidad de información contrastada sobre la variable socioeconómica de esta actividad, siendo imposible distinguirla de la actividad SNAP 04.05.05, por lo que no se han realizado estimaciones de emisiones.

De acuerdo con la nomenclatura SNAP-97 de EMEP/CORINAIR, el único contaminante emitido son los COVNM. El Manual CORINAIR propone utilizar un factor de emisión de 2,5 kg/t de producto (parte 6, apartado 4.5).

4.5.4.- Cloruro de vinilo (excepto SNAP 04.05.05)

CORRESPONDENCIA ENTRE NOMENCLATURAS	
NOMENCLATURA	CÓDIGO
CORINAIR/SNAP 97	04.05.04
CMCC/CRF	2.B.5
CLRTAP-EMEP/NFR	2.B.5.a

El cloruro de vinilo puede obtenerse de las siguientes formas:

- Por vía carboquímica, haciendo reaccionar acetileno con ácido clorhídrico, aunque este procedimiento está prácticamente abandonado en favor de los petroquímicos.
- Por vía carboquímica, por oxiclорación (u oxihidroclорación) del etileno para dar dicloroetano y posterior deshidroclорación de éste.
- También puede obtenerse a partir del metano.

Se utiliza para la obtención del cloruro de polivinilo, copolímeros con acetato de vinilo y otros copolímeros.

El dato socioeconómico básico, que se muestra en la tabla 4.5.4.1, es la producción de cloruro de vinilo (toneladas), información obtenida de "La Industria Química en España" para los años 1990-2002, y de información facilitada por FEIQUE para los años 2003-2008, y de información facilitada por FEIQUE y por una de las plantas productoras a partir del año 2009.

Tabla 4.5.4.1.- Producción de cloruro de vinilo (Cifras en toneladas)

1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001
365.948	348.141	353.987	349.934	383.865	382.782	406.319	399.013	407.382	425.695	397.905	407.919

2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
429.909	434.020	464.577	442.083	461.091	478.266	395.952	370.398	416.357	419.955	412.944

4.5.5.- 1,2 dicloroetano + cloruro de vinilo (proceso equilibrado)

CORRESPONDENCIA ENTRE NOMENCLATURAS	
NOMENCLATURA	CÓDIGO
CORINAIR/SNAP 97	04.05.05
CMCC/CRF	2.B.5
CLRTAP-EMEP/NFR	2.B.5.a

No hay una disponibilidad de información contrastada sobre la variable socioeconómica de esta actividad, por lo que no se han realizado estimaciones de emisiones.

Para esta actividad el Libro Guía EMEP/CORINAIR (capítulo B455, tabla 8.1) propone un factor de emisión para los COVNM de 0,76 kg/t de producto con una etiqueta de calidad C. Existen asimismo emisiones potenciales de tricloroetano (TCE), si bien no se dispone de ningún factor de emisión para este contaminante.

4.5.6.- Polietileno de baja densidad

CORRESPONDENCIA ENTRE NOMENCLATURAS	
NOMENCLATURA	CÓDIGO
CORINAIR/SNAP 97	04.05.06
CMCC/CRF	2.B.5
CLRTAP-EMEP/NFR	2.B.5.a

El polietileno de baja de densidad se obtiene por polimerización del etileno a alta presión (entre 1.000 y 3.000 kg/m²), a una temperatura entre 100 y 200 °C y en presencia de peróxidos como catalizadores.

La principal aplicación es la fabricación de envases y embalajes; laminados; impregnación y recubrimiento de textiles y papel; fabricación de multitud de artículos moldeados como juguetes, material de cocina, piezas para la industria y la construcción, etc.

El dato socioeconómico básico es la producción de polietileno de baja densidad (toneladas).

Debido a restricciones de confidencialidad sobre la variable de actividad, y al ser el número de plantas inferior a tres en esta actividad, se ha limitado la presentación de la información a la estimación de las emisiones, ya que de la presentación incluso de los factores de emisión podrían inferirse las propias variables de actividad que las empresas/plantas del sector consideran confidenciales.

En la tabla 4.5.6.3 se muestran las emisiones.

Tabla 4.5.6.3.- Producción de polietileno de baja densidad. Emisiones

AÑO	ACIDIFICADORES, PRECURSORES DEL OZONO Y GASES DE EFECTO INVERNADERO										
	SO ₂ (t)	NO _x (t)	COVNM (t)	CH ₄ (t)	CO (t)	CO ₂ (kt)	N ₂ O (t)	NH ₃ (t)	SF ₆ (kg)	HFC (kg)	PFC (kg)
1990			902								
1991			795								
1992			764								
1993			774								
1994			837								
1995			848								
1996			824								
1997			796								
1998			824								
1999			890								
2000			853								
2001			753								
2002			780								
2003			756								
2004			765								
2005			735								
2006			682								
2007			720								
2008			640								
2009			413								
2010			439								
2011			425								
2012			351								

4.5.7.- Polietileno de alta densidad

CORRESPONDENCIA ENTRE NOMENCLATURAS	
NOMENCLATURA	CÓDIGO
CORINAIR/SNAP 97	04.05.07
CMCC/CRF	2.B.5
CLRTAP-EMEP/NFR	2.B.5.a

El polietileno de alta densidad se obtiene por polimerización del etileno a baja temperatura y presión. La polimerización suele efectuarse en el seno de un hidrocarburo que contiene el catalizador. Existen diversos procesos que se diferencian en el catalizador utilizado, pero que básicamente pueden reducirse a dos:

- a) Método Ziegler: catalizadores de coordinación.
- b) Catalizadores a partir de óxidos metálicos.

En líneas generales puede decirse que posee las mismas aplicaciones que el tipo de baja densidad.

El dato socioeconómico básico es la producción de polietileno de alta densidad (toneladas).

Debido a restricciones de confidencialidad sobre la variable de actividad, y al ser el número de plantas inferior a tres en esta actividad, se ha limitado la presentación de la

información a la estimación de las emisiones, ya que de la presentación incluso de los factores de emisión podrían inferirse las propias variables de actividad que las empresas/plantas del sector consideran confidenciales.

En la tabla 4.5.7.3 se muestran las emisiones estimadas.

Tabla 4.5.7.3.- Producción de polietileno de alta densidad. Emisiones

AÑO	ACIDIFICADORES, PRECURSORES DEL OZONO Y GASES DE EFECTO INVERNADERO										
	SO ₂ (t)	NO _x (t)	COVNM (t)	CH ₄ (t)	CO (t)	CO ₂ (kt)	N ₂ O (t)	NH ₃ (t)	SF ₆ (kg)	HFC (kg)	PFC (kg)
1990			1.786								
1991			1.754								
1992			1.945								
1993			1.941								
1994			2.154								
1995			2.311								
1996			2.304								
1997			2.204								
1998			2.177								
1999			2.357								
2000			2.559								
2001			2.287								
2002			2.207								
2003			2.193								
2004			2.158								
2005			2.031								
2006			1.500								
2007			1.501								
2008			1.087								
2009			1.032								
2010			974								
2011			936								
2012			811								

4.5.8.- Cloruro de polivinilo (PVC)

CORRESPONDENCIA ENTRE NOMENCLATURAS	
NOMENCLATURA	CÓDIGO
CORINAIR/SNAP 97	04.05.08
CMCC/CRF	2.B.5
CLRTAP-EMEP/NFR	2.B.5.a

Es un material termoplástico incoloro, resistente a la acción de los ácidos y bases fuertes. Se presenta en dos tipos: flexible y rígido, siendo las resistencias mecánicas mayores en este último.

Se produce por poliadición de cloruro de vinilo por la acción del calor y en presencia de catalizadores. La polimerización puede hacerse en masa, suspensión, emulsión, etc.

Se emplea en la fabricación de tubos, perfiles, filmes y placas, tanto flexibles como rígidos, botellas y envases; discos fonográficos; recubrimiento de tejidos; en revestimiento de suelos y para el aislamiento de cables.

El dato socioeconómico básico, que se muestra en la tabla 4.5.8.1, es la producción de cloruro de polivinilo (toneladas), información suministrada a través de la Federación Empresarial de la Industria Química Española (FEIQUE) por las propias empresas productoras de este producto, por lo que se conoce su distribución provincial.

Tabla 4.5.8.1.- Producción de cloruro de polivinilo (Cifras en toneladas)

1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001
336.002	328.771	340.038	320.208	364.870	354.698	375.798	390.551	390.672	400.009	391.282	396.570
2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	
416.223	442.740	464.862	458.671	479.986	494.245	424.802	372.379	415.526	427.693	409.334	

Los factores de emisión para COVNM han sido tomados de la tabla 5.3.2.1 del capítulo 5 (valores indicados en la columna "Median value") del BREF de IPPC correspondiente a la producción de polímeros (véase referencias bibliográficas) donde se distingue entre los procesos de fabricación (para el proceso de producción en masa se ha asumido el mismo factor de emisión que se indica para el proceso en suspensión). En el caso de las partículas se han tomado factores de emisión propuestos por CEPMEIP, si bien en este caso no existe una distinción por tipo de proceso de fabricación. En la tabla 4.5.8.2 se muestran los factores de emisión utilizados en la estimación de las emisiones.

Tabla 4.5.8.2.- Producción de cloruro de polivinilo. Factores de emisión

PROCESO	ACIDIFICADORES, PRECURSORES DEL OZONO Y GASES DE EFECTO INVERNADERO										
	SO ₂ (g/t)	NO _x (g/t)	COVNM (g/t)	CH ₄ (g/t)	CO (g/t)	CO ₂ (kg/t)	N ₂ O (g/t)	NH ₃ (g/t)	SF ₆ (mg/t)	HFC (mg/t)	PFC (mg/t)
MASA			100/C								
SUSPENSIÓN			100/C								
EMULSIÓN			1.000/C								

METALES PESADOS									PARTÍCULAS		
As (mg/t)	Cd (mg/t)	Cr (mg/t)	Cu (mg/t)	Hg (mg/t)	Ni (mg/t)	Pb (mg/t)	Se (mg/t)	Zn (mg/t)	PM _{2.5} (g/t)	PM ₁₀ (g/t)	PST (g/t)
									10/C	100/C	263/C

En la tabla 4.5.8.3 se muestran las emisiones estimadas de acuerdo con los factores anteriores y las variables de actividad más arriba reseñadas.

Tabla 4.5.8.3.- Producción de cloruro de polivinilo. Emisiones

AÑO	ACIDIFICADORES, PRECURSORES DEL OZONO Y GASES DE EFECTO INVERNADERO										
	SO ₂ (t)	NO _x (t)	COVNM (t)	CH ₄ (t)	CO (t)	CO ₂ (kt)	N ₂ O (t)	NH ₃ (t)	SF ₆ (kg)	HFC (kg)	PFC (kg)
1990			71								
1991			68								
1992			76								
1993			65								
1994			83								
1995			82								
1996			87								
1997			91								
1998			93								
1999			91								
2000			87								
2001			77								
2002			80								
2003			88								
2004			92								
2005			91								
2006			95								
2007			97								
2008			83								
2009			66								
2010			75								
2011			76								
2012			58								

AÑO	METALES PESADOS									PARTÍCULAS		
	As (kg)	Cd (kg)	Cr (kg)	Cu (kg)	Hg (kg)	Ni (kg)	Pb (kg)	Se (kg)	Zn (kg)	PM _{2,5} (t)	PM ₁₀ (t)	PST (t)
1990												
1991												
1992												
1993												
1994												
1995												
1996												
1997												
1998												
1999												
2000										4	39	103
2001										4	40	104
2002										4	42	109
2003										4	44	116
2004										5	46	122
2005										5	46	121
2006										5	48	126
2007										5	49	130
2008										4	42	112
2009										4	37	98
2010										4	42	109
2011										4	43	112
2012										4	41	108

4.5.10.- Estireno

CORRESPONDENCIA ENTRE NOMENCLATURAS	
NOMENCLATURA	CÓDIGO
CORINAIR/SNAP 97	04.05.10
CMCC/CRF	2.B.5
CLRTAP-EMEP/NFR	2.B.5.a

Todos los procesos industriales para la fabricación de estireno pasan por la obtención previa del etilbenceno. La transformación de éste en estireno se realiza según los siguientes procedimientos:

- a) Deshidrogenación catalítica del etilbenceno, utilizando óxido de hierro como catalizador.
- b) Oxidación de etilbenceno a hidroperóxido; reacción de éste con el propileno en presencia de un naftenato como catalizador, obteniéndose alcohol feniletílico y óxido de propileno; deshidratación del alcohol a estireno catalizada por óxido de titanio.
- c) Proceso de la acetofenona: oxidación del etilbenceno a acetofenona, reducción de ésta a alcohol feniletílico y deshidratación del mismo a estireno.

El estireno se utiliza para la obtención de poliestireno, resinas ABS, caucho y látex SBR y otros copolímeros.

El dato socioeconómico básico es la producción de estireno (toneladas).

Debido a restricciones de confidencialidad sobre la variable de actividad, y al ser el número de plantas inferior a tres en esta actividad, se ha limitado la presentación de la información a la estimación de las emisiones, ya que de la presentación incluso de los factores de emisión podrían inferirse las propias variables de actividad que las empresas/plantas del sector consideran confidenciales.

En la tabla 4.5.10.3 se muestran las emisiones estimadas.

Tabla 4.5.10.3.- Producción de estireno. Emisiones

AÑO	ACIDIFICADORES, PRECURSORES DEL OZONO Y GASES DE EFECTO INVERNADERO										
	SO ₂ (t)	NO _x (t)	COVNM (t)	CH ₄ (t)	CO (t)	CO ₂ (kt)	N ₂ O (t)	NH ₃ (t)	SF ₆ (kg)	HFC (kg)	PFC (kg)
1990			26	3							
1991			24	3							
1992			24	3							
1993			12	1							
1994			27	3							
1995			24	3							
1996			32	4							
1997			34	4							
1998			36	4							
1999			34	4							
2000			55	7							
2001			75	9							
2002			100	12							
2003			104	13							
2004			101	12							
2005			97	12							
2006			83	10							
2007			113	14							
2008			116	14							
2009			113	14							
2010			84	10							
2011			92	11							
2012			84	10							

4.5.11.- Poliestireno

CORRESPONDENCIA ENTRE NOMENCLATURAS	
NOMENCLATURA	CÓDIGO
CORINAIR/SNAP 97	04.05.11
CMCC/CRF	2.B.5
CLRTAP-EMEP/NFR	2.B.5.a

El poliestireno es un material termoplástico, transparente y duro. Se prepara por poliadiación de estireno, en presencia de un catalizador. La polimerización se efectúa en diferentes medios según el tipo de poliestireno deseado.

Se utiliza en la fabricación de láminas, tuberías, filmes, envases y embalajes; en la producción de electrodomésticos, principalmente refrigeradores; equipos eléctricos; juguetes; muebles. En forma de espuma se emplea como aislante en la construcción y en refrigeradores.

El dato socioeconómico básico, que se muestra en la tabla 4.5.11.1, es la producción de poliestireno (toneladas), información obtenida de "La Industria Química en España" para los años 1990-2002; de la publicación "Los Plásticos en España" (ANAIP) para el año 2003; de información suministrada por ANAIP para el año 2004; de "El Boletín de ANAIP. N° 1.116" para el año 2005; y a partir del año 2006 la información ha sido facilitada por FEIQUE y por una de las empresas fabricantes del sector.

Tabla 4.5.11.1.- Producción de poliestireno (Cifras en toneladas)

1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001
126.998	129.330	124.146	122.001	147.557	149.624	153.306	174.304	193.145	216.221	200.283	212.666
2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	
240.437	237.696	234.391	241.469	283.484	228.084	203.247	167.218	136.869	145.271	146.897	

La desagregación provincial se ha efectuado, para el año 1990, basándose en las capacidades de producción (véase el “Anuario de Ingeniería Química”); para los años 1991-1999, basándose en la información facilitada por la Subdirección General de Industrias Básicas y de Proceso del Ministerio de Industria y Energía (MINER); para los años 1997-2005 se ha utilizado como variable subrogada las producciones provinciales del año 1999; y a partir del año 2006 se ha dispuesto de la información sobre producciones con desglose por planta.

El factor de emisión para COVNM, único contaminante relevante en esta actividad, se muestra en la tabla 4.5.11.2, y ha sido tomado de la parte 6, apartado 4.5, del Manual CORINAIR. Se ha optado por mantener este valor, que ya fue utilizado en la edición anterior del Inventario, con preferencia a los valores puntuales, 2,6 y 5,4 kg/t, reseñados en el Libro Guía EMEP/CORINAIR (capítulo B4511, tabla 8.1), pues el valor seleccionado sí corresponde a un valor medio de los rangos (0,6-2,5 y 0,2-2,3 kg/t) indicados en esta última fuente.

Tabla 4.5.11.2.- Producción de poliestireno. Factores de emisión

ACIDIFICADORES, PRECURSORES DEL OZONO Y GASES DE EFECTO INVERNADERO										
SO ₂ (g/t)	NO _x (g/t)	COVNM (g/t)	CH ₄ (g/t)	CO (g/t)	CO ₂ (kg/t)	N ₂ O (g/t)	NH ₃ (g/t)	SF ₆ (mg/t)	HFC (mg/t)	PFC (mg/t)
		1.000/D								

En la tabla 4.5.11.3 se muestran las emisiones estimadas de acuerdo con este factor de emisión y las variables de actividad más arriba reseñadas.

Tabla 4.5.11.3.- Producción de poliestireno. Emisiones

AÑO	ACIDIFICADORES, PRECURSORES DEL OZONO Y GASES DE EFECTO INVERNADERO										
	SO ₂ (t)	NO _x (t)	COVNM (t)	CH ₄ (t)	CO (t)	CO ₂ (kt)	N ₂ O (t)	NH ₃ (t)	SF ₆ (kg)	HFC (kg)	PFC (kg)
1990			127								
1991			129								
1992			124								
1993			122								
1994			148								
1995			150								
1996			153								
1997			174								
1998			193								
1999			216								
2000			200								
2001			213								
2002			240								
2003			238								
2004			234								
2005			241								
2006			283								
2007			228								
2008			203								
2009			167								
2010			137								
2011			145								
2012			147								

4.5.12.- Estireno-butadieno

CORRESPONDENCIA ENTRE NOMENCLATURAS	
NOMENCLATURA	CÓDIGO
CORINAIR/SNAP 97	04.05.12
CMCC/CRF	2.B.5
CLRTAP-EMEP/NFR	2.B.5.a

Es un gas incoloro, con un ligero olor aromático. Existen dos métodos de obtención:

- A partir de la fracción C₄, obtenida en las plantas de producción de etileno, cuando se craquea nafta o gasóleo, por extracción con furfural del butadieno y buteno-2, que posteriormente se separan por fraccionamiento.
- Deshidrogenación catalítica de butano o butilenos.

Se utiliza para la obtención de caucho SBR, caucho polibutadieno, resinas ABS, látex estireno-butadieno, látex butadieno-acrilonitrilo, poliamida 12, caucho neopreno, cloropreno y caucho nitrilo.

El dato socioeconómico básico es la producción de estireno-butadieno (toneladas).

Debido a restricciones de confidencialidad sobre la variable de actividad, y al ser el número de plantas inferior a tres en esta actividad, se ha limitado la presentación de la información a la estimación de las emisiones, ya que de la presentación incluso de los

factores de emisión podrían inferirse las propias variables de actividad que las empresas/plantas del sector consideran confidenciales.

En la tabla 4.5.12.3 se muestran las emisiones estimadas.

Tabla 4.5.12.3.- Producción de estireno-butadieno. Emisiones

AÑO	ACIDIFICADORES, PRECURSORES DEL OZONO Y GASES DE EFECTO INVERNADERO										
	SO ₂ (t)	NO _x (t)	COVNM (t)	CH ₄ (t)	CO (t)	CO ₂ (kt)	N ₂ O (t)	NH ₃ (t)	SF ₆ (kg)	HFC (kg)	PFC (kg)
1990			661								
1991			591								
1992			724								
1993			694								
1994			734								
1995			703								
1996			728								
1997			695								
1998			721								
1999			668								
2000			588								
2001			681								
2002			659								
2003			669								
2004			674								
2005			690								
2006			727								
2007			603								
2008			420								
2009			483								
2010			581								
2011			543								
2012			536								

4.5.13.- Látex de estireno-butadieno

CORRESPONDENCIA ENTRE NOMENCLATURAS	
NOMENCLATURA	CÓDIGO
CORINAIR/SNAP 97	04.05.13
CMCC/CRF	2.B.5
CLRTAP-EMEP/NFR	2.B.5.a

Los látex de estireno-butadieno son dispersiones acuosas de diversos tipos de elastómeros. Se utilizan en pinturas de emulsión, adhesivos y artículos de caucho delgados.

El dato socioeconómico básico, que se muestra en la tabla 4.5.13.1, es la producción de látex de estireno-butadieno (toneladas), información obtenida de "La Industria Química en España" hasta el año 2002 y del Anuario de Ingeniería Química para los años 2003-2005, mientras que para los años 2006-2012, al no haberse podido disponer de información sobre la producción, se ha mantenido la cifra del año 2005. La producción se encuentra concentrada en una sola provincia tal y como se indica en el "Anuario de Ingeniería Química".

4.5.14.- Cauchos de estireno-butadieno (SBR y PB)

CORRESPONDENCIA ENTRE NOMENCLATURAS	
NOMENCLATURA	CÓDIGO
CORINAIR/SNAP 97	04.05.14
CMCC/CRF	2.B.5
CLRTAP-EMEP/NFR	2.B.5.a

Son diversos tipos de elastómeros. Los más comunes son el de polibutadieno (PB) y el de polibutadieno-estireno (SBR).

El polibutadieno se produce mediante polimerización del 1,3-butadieno en presencia de un catalizador estereoespecífico, frecuentemente un compuesto organometálico.

El copolímero butadieno-estireno se prepara por polimerización de una mezcla de butadieno y estireno (generalmente en proporción de 3:1). Estos productos se suspenden en agua jabonosa y se añade un peróxido como catalizador y un mercaptano como modificador de cadena.

Se utilizan en la fabricación de neumáticos, calzado, mangueras, tubos y otros artículos, así como en revestimientos y adhesivos.

El dato socioeconómico básico es la producción de cauchos de estireno-butadieno (SBR y PB) (toneladas).

Debido a restricciones de confidencialidad sobre la variable de actividad, y al ser el número de plantas inferior a tres en esta actividad, se ha limitado la presentación de la información a la estimación de las emisiones, ya que de la presentación incluso de los factores de emisión podrían inferirse las propias variables de actividad que las empresas/plantas del sector consideran confidenciales.

En la tabla 4.5.14.3 se muestran las emisiones estimadas.

Tabla 4.5.14.3.- Producción de cauchos de estireno-butadieno (SBR y PB). Emisiones

AÑO	ACIDIFICADORES, PRECURSORES DEL OZONO Y GASES DE EFECTO INVERNADERO										
	SO ₂ (t)	NO _x (t)	COVNM (t)	CH ₄ (t)	CO (t)	CO ₂ (kt)	N ₂ O (t)	NH ₃ (t)	SF ₆ (kg)	HFC (kg)	PFC (kg)
1990			234								
1991			187								
1992			220								
1993			254								
1994			269								
1995			285								
1996			285								
1997			310								
1998			293								
1999			327								
2000			335								
2001			324								
2002			336								
2003			332								
2004			338								
2005			355								
2006			397								
2007			302								
2008			337								
2009			277								
2010			334								
2011			300								
2012			317								

4.5.15.- Resinas de acrilonitrilo-butadieno-estireno (ABS y SAN)

CORRESPONDENCIA ENTRE NOMENCLATURAS	
NOMENCLATURA	CÓDIGO
CORINAIR/SNAP 97	04.05.15
CMCC/CRF	2.B.5
CLRTAP-EMEP/NFR	2.B.5.a

Son copolímeros de acrilonitrilo, butadieno y estireno en diferentes proporciones. Existen dos métodos de obtención:

- a) Polimerización conjunta de los tres monómeros.
- b) Mezclando un copolímero de estireno-acrilonitrilo con caucho acrilonitrilo-butadieno.

Se utilizan en la manufactura de tuberías, piezas de carrocería y accesorios de automóviles, teléfonos, tacones de zapatos, embalajes y equipajes, así como en aplicaciones domésticas.

El dato socioeconómico básico es la producción de resinas de acrilonitrilo-butadieno-estireno (toneladas).

Debido a restricciones de confidencialidad sobre la variable de actividad, y al ser el número de plantas inferior a tres en esta actividad, se ha limitado la presentación de la información a la estimación de las emisiones, ya que de la presentación incluso de los

factores de emisión podrían inferirse las propias variables de actividad que las empresas/plantas del sector consideran confidenciales.

En la tabla 4.5.15.3 se muestran las emisiones estimadas.

Tabla 4.5.15.3.- Producción de resinas de acrilonitrilo-butadieno-estireno (ABS y SAN). Emisiones

AÑO	ACIDIFICADORES, PRECURSORES DEL OZONO Y GASES DE EFECTO INVERNADERO										
	SO ₂ (t)	NO _x (t)	COVNM (t)	CH ₄ (t)	CO (t)	CO ₂ (kt)	N ₂ O (t)	NH ₃ (t)	SF ₆ (kg)	HFC (kg)	PFC (kg)
1990			154								
1991			144								
1992			124								
1993			131								
1994			202								
1995			213								
1996			177								
1997			212								
1998			208								
1999			214								
2000			229								
2001			293								
2002			384								
2003			391								
2004			433								
2005			401								
2006			523								
2007			380								
2008			333								
2009			183								
2010			232								
2011			251								
2012			239								

4.5.16.- Óxido de etileno

CORRESPONDENCIA ENTRE NOMENCLATURAS	
NOMENCLATURA	CÓDIGO
CORINAIR/SNAP 97	04.05.16
CMCC/CRF	2.B.5
CLRTAP-EMEP/NFR	2.B.5.a

El óxido de etileno puede obtenerse de dos maneras:

- a) Por oxidación directa del etileno con aire u oxígeno, utilizando un catalizador de plata sobre un soporte inerte.
- b) Por el método de la clorhidrina: reacción entre el etileno y una solución acuosa de ácido hipocloroso para formar la clorhidrina etilénica. Posteriormente, ésta se trata con una base, usualmente hidróxido cálcico, originándose el óxido de etileno.

Se utiliza para la obtención de etilenglicol, dietilenglicol, trietilenglicol, tensoactivos no iónicos, etanolaminas y polioles.

El dato socioeconómico básico, que se muestra en la tabla 4.5.16.1, es la producción de óxido de etileno (toneladas), información obtenida de “La Industria Química en España” hasta el año 2002, y de información facilitada por FEIQUE a partir del año 2003. Tan sólo existe una planta que fabrique este producto de acuerdo con el “Anuario de Ingeniería Química”, por lo que la producción se concentra en una única provincia.

Tabla 4.5.16.1.- Producción de óxido de etileno (Cifras en toneladas)

1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001
62.923	67.864	61.769	61.192	70.523	87.671	80.735	87.474	99.591	104.991	100.230	101.010
2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	
107.062	112.000	114.000	106.000	118.000	120.000	108.000	62.000	97.000	120.000	121.000	

El factor de emisión para COVNM, único contaminante relevante en esta actividad, se muestra en la tabla 4.5.16.2, y ha sido tomado del Libro Guía EMEP/EEA 2013 (capítulo 2B, tabla 3.52).

Tabla 4.5.16.2.- Producción de óxido de etileno. Factores de emisión

ACIDIFICADORES, PRECURSORES DEL OZONO Y GASES DE EFECTO INVERNADERO										
SO ₂ (g/t)	NO _x (g/t)	COVNM (g/t)	CH ₄ (g/t)	CO (g/t)	CO ₂ (kg/t)	N ₂ O (g/t)	NH ₃ (g/t)	SF ₆ (mg/t)	HFC (mg/t)	PFC (mg/t)
		2.000/C								

En la tabla 4.5.16.3 se muestran las emisiones estimadas de acuerdo con este factor de emisión y las variables de actividad más arriba reseñadas.

Tabla 4.5.16.3.- Producción de óxido de etileno. Emisiones

AÑO	ACIDIFICADORES, PRECURSORES DEL OZONO Y GASES DE EFECTO INVERNADERO										
	SO ₂ (t)	NO _x (t)	COVNM (t)	CH ₄ (t)	CO (t)	CO ₂ (kt)	N ₂ O (t)	NH ₃ (t)	SF ₆ (kg)	HFC (kg)	PFC (kg)
1990			126								
1991			136								
1992			124								
1993			122								
1994			141								
1995			175								
1996			161								
1997			175								
1998			199								
1999			210								
2000			200								
2001			202								
2002			214								
2003			224								
2004			228								
2005			212								
2006			236								
2007			240								
2008			216								
2009			124								
2010			194								
2011			240								
2012			242								

4.5.17.- Formaldehído

CORRESPONDENCIA ENTRE NOMENCLATURAS	
NOMENCLATURA	CÓDIGO
CORINAIR/SNAP 97	04.05.17
CMCC/CRF	2.B.5
CLRTAP-EMEP/NFR	2.B.5.a

El formaldehído es un gas incoloro, de olor picante e irritante, fácilmente licuable. Se obtiene por oxidación de metanol con aire, usando catalizadores de plata.

Se utiliza en la fabricación de resinas fenólicas y aminoplásticas (urea-formaldehído, melamina-formaldehído, fenol-formaldehído); en la obtención de intermedios para colorantes; fabricación de desinfectantes y desodorantes, antisépticos y en la conservación de especies anatómicas.

El dato socioeconómico básico, que se muestra en la tabla 4.5.17.1, es la producción de formaldehído (toneladas), información obtenida de "La Industria Química en España" hasta el año 2002, mientras que a partir del año 2003 la información ha sido facilitada por FEIQUE.

Tabla 4.5.17.1.- Producción de formaldehído (Cifras en toneladas)

1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001
60.187	61.021	67.130	76.555	88.550	125.167	117.788	210.194	237.485	251.100	211.283	229.709
2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	
321.550	212.235	217.931	205.426	192.455	194.083	168.695	135.881	152.151	158.562	154.280	

La desagregación provincial se ha efectuado, para el año 1990, basándose en las capacidades de producción (véase el “Anuario de Ingeniería Química”); para los años 1991-1993, basándose en la información facilitada por la Subdirección General de Industrias Básicas y de Proceso del Ministerio de Industria y Energía (MINER); para los años 1994-2002, al no disponer de mejor información se han mantenido las mismas proporciones que en el año 1993; y a partir del año 2003 la información facilitada por FEIQUE contempla el desglose provincial.

El factor de emisión para COVNM se muestra en la tabla 4.5.17.2, y ha sido tomado de la parte 6, epígrafe 4.5, del Manual CORINAIR, ya que no existe información relativa a esta actividad en el Libro Guía EMEP/CORINAIR. Según la nomenclatura SNAP-97 de EMEP/CORINAIR, también pueden existir emisiones de CO²⁰.

Tabla 4.5.17.2.- Producción de formaldehído. Factores de emisión

ACIDIFICADORES, PRECURSORES DEL OZONO Y GASES DE EFECTO INVERNADERO										
SO ₂ (g/t)	NO _x (g/t)	COVNM (g/t)	CH ₄ (g/t)	CO (g/t)	CO ₂ (kg/t)	N ₂ O (g/t)	NH ₃ (g/t)	SF ₆ (mg/t)	HFC (mg/t)	PFC (mg/t)
		5.000/E								

En la tabla 4.5.17.3 se muestran las emisiones estimadas de acuerdo con este factor de emisión y las variables de actividad más arriba reseñadas.

²⁰ El Libro Guía EMEP/EEA 2013 propone factores de emisión de COVNM y CO para esta actividad, diferenciando por tipo de proceso productivo y técnicas de control de las emisiones implementadas. Sin embargo no se han utilizado en la presente edición del inventario al estar pendiente todavía el diagnóstico de los factores de emisión propuestos esta guía metodológica.

Tabla 4.5.17.3.- Producción de formaldehído. Emisiones

AÑO	ACIDIFICADORES, PRECURSORES DEL OZONO Y GASES DE EFECTO INVERNADERO										
	SO ₂ (t)	NO _x (t)	COVNM (t)	CH ₄ (t)	CO (t)	CO ₂ (kt)	N ₂ O (t)	NH ₃ (t)	SF ₆ (kg)	HFC (kg)	PFC (kg)
1990			301								
1991			305								
1992			336								
1993			383								
1994			443								
1995			626								
1996			589								
1997			1.051								
1998			1.187								
1999			1.256								
2000			1.056								
2001			1.149								
2002			1.608								
2003			1.061								
2004			1.090								
2005			1.027								
2006			962								
2007			970								
2008			843								
2009			679								
2010			761								
2011			793								
2012			771								

4.5.18.- Etilbenceno

CORRESPONDENCIA ENTRE NOMENCLATURAS	
NOMENCLATURA	CÓDIGO
CORINAIR/SNAP 97	04.05.18
CMCC/CRF	2.B.5
CLRTAP-EMEP/NFR	2.B.5.a

El etilbenceno se obtiene por alquilación de benceno con etileno en fase líquida o de vapor, catalizada con tricloruro de aluminio o ácido fosfórico.

Se utiliza en la fabricación de estireno y como disolvente.

Como dato socioeconómico básico se toma la producción expresada en toneladas.

Debido a restricciones de confidencialidad sobre la variable de actividad, y al ser el número de plantas inferior a tres en esta actividad, se ha limitado la presentación de la información a la estimación de las emisiones, ya que de la presentación incluso de los factores de emisión podrían inferirse las propias variables de actividad que las empresas/plantas del sector consideran confidenciales.

En la tabla 4.5.18.3 se muestran las emisiones estimadas.

Tabla 4.5.18.3.- Producción de etilbenceno. Emisiones

AÑO	ACIDIFICADORES, PRECURSORES DEL OZONO Y GASES DE EFECTO INVERNADERO										
	SO ₂ (t)	NO _x (t)	COVNM (t)	CH ₄ (t)	CO (t)	CO ₂ (kt)	N ₂ O (t)	NH ₃ (t)	SF ₆ (kg)	HFC (kg)	PFC (kg)
1990			14								
1991			12								
1992			13								
1993			7								
1994			14								
1995			12								
1996			17								
1997			18								
1998			19								
1999			18								
2000			19								
2001			19								
2002			20								
2003			21								
2004			24								
2005			20								
2006			14								
2007			16								
2008			14								
2009			5								
2010											
2011											
2012											

4.5.19.- Anhídrido ftálico

CORRESPONDENCIA ENTRE NOMENCLATURAS	
NOMENCLATURA	CÓDIGO
CORINAIR/SNAP 97	04.05.19
CMCC/CRF	2.B.5
CLRTAP-EMEP/NFR	2.B.5.a

Existen dos métodos para la obtención de anhídrido ftálico:

- a) Oxidación catalítica de o-xileno.
- b) Oxidación del naftaleno usando catalizador de pentóxido de vanadio.

Se utiliza para la obtención de ftalatos plastificantes, colorantes, resinas alquídicas y poliésteres.

El dato socioeconómico básico es la producción de anhídrido ftálico (toneladas). Según información facilitada por FEIQUE, las plantas productoras utilizan el proceso de oxidación de o-xileno.

Debido a restricciones de confidencialidad sobre la variable de actividad, y al ser el número de plantas inferior a tres en esta actividad, se ha limitado la presentación de la información a la estimación de las emisiones, ya que de la presentación incluso de los

factores de emisión podrían inferirse las propias variables de actividad que las empresas/plantas del sector consideran confidenciales.

En la tabla 4.5.19.3 se muestran las emisiones estimadas.

Tabla 4.5.19.3.- Producción de anhídrido ftálico. Emisiones

AÑO	ACIDIFICADORES, PRECURSORES DEL OZONO Y GASES DE EFECTO INVERNADERO										
	SO ₂ (t)	NO _x (t)	COVNM (t)	CH ₄ (t)	CO (t)	CO ₂ (kt)	N ₂ O (t)	NH ₃ (t)	SF ₆ (kg)	HFC (kg)	PFC (kg)
1990			69								
1991			66								
1992			57								
1993			48								
1994			49								
1995			52								
1996			51								
1997			58								
1998			56								
1999			66								
2000			65								
2001			65								
2002			63								
2003			40								
2004			39								
2005			41								
2006			36								
2007			30								
2008			-								
2009			18								
2010			16								
2011			16								
2012			22								

4.5.20.- Acrilonitrilo

CORRESPONDENCIA ENTRE NOMENCLATURAS	
NOMENCLATURA	CÓDIGO
CORINAIR/SNAP 97	04.05.20
CMCC/CRF	2.B.5
CLRTAP-EMEP/NFR	2.B.5.a

El acrilonitrilo es un líquido tóxico, inflamable y explosivo. Para obtenerlo se pueden utilizar diversos métodos:

- Por reacción entre el propileno y el amoníaco, produciéndose acetonitrilo y ácido cianhídrico como subproductos.
- Deshidratación de la cianhidrina etilénica, obtenida por reacción entre el óxido de etileno y el ácido cianhídrico.
- Reacción entre el acetileno y el ácido cianhídrico.

Se utiliza en la fabricación de fibras acrílicas, adiponitrilo, resinas ABS, resinas acrílicas, caucho nitrilo, látex acrilonitrilobutadieno.

El dato socioeconómico básico es la producción de acrilonitrilo (toneladas).

Debido a restricciones de confidencialidad sobre la variable de actividad, y al ser el número de plantas inferior a tres en esta actividad, se ha limitado la presentación de la información a la estimación de las emisiones, ya que de la presentación incluso de los factores de emisión podrían inferirse las propias variables de actividad que las empresas/plantas del sector consideran confidenciales.

En la tabla 4.5.20.3 se muestran las emisiones estimadas.

Tabla 4.5.20.3.- Producción de acrilonitrilo. Emisiones

AÑO	ACIDIFICADORES, PRECURSORES DEL OZONO Y GASES DE EFECTO INVERNADERO										
	SO ₂ (t)	NO _x (t)	COVNM (t)	CH ₄ (t)	CO (t)	CO ₂ (kt)	N ₂ O (t)	NH ₃ (t)	SF ₆ (kg)	HFC (kg)	PFC (kg)
1990			84								
1991			93								
1992			98								
1993			97								
1994			101								
1995			120								
1996			120								
1997			83								
1998			122								
1999			104								
2000			122								
2001			113								
2002			115								
2003			135								
2004			113								
2005			120								
2006			144								
2007			174								
2008			81								
2009			27								
2010											
2011											
2012											

4.5.21.- Ácido adípico

CORRESPONDENCIA ENTRE NOMENCLATURAS	
NOMENCLATURA	CÓDIGO
CORINAIR/SNAP 97	04.05.21
CMCC/CRF	2.B.3
CLRTAP-EMEP/NFR	2.B.3

El ácido adípico se obtiene por oxidación con ácido nítrico de una mezcla de ciclohexanol y ciclohexanona.

Se utiliza en la fabricación de adipato de hexametilendiamina y otros adipatos, como sustitutivo del ácido tartárico y como intermedio de aditivos para lubricantes.

De acuerdo con la metodología EMEP/CORINAIR (actualmente EMEP/EEA) en esta actividad se emiten NO_x y N₂O. Para estimar las emisiones de este último contaminante se puede utilizar un factor de emisión de 300 kg/t de ácido adípico producido (Libro Guía EMEP/CORINAIR, capítulo B4521, epígrafe 8). No se dispone de factor de emisión para el NO_x.²¹

Este producto sin embargo no se fabrica en España.

4.5.22.- Almacenamiento y manipulación de productos químicos orgánicos

CORRESPONDENCIA ENTRE NOMENCLATURAS	
NOMENCLATURA	CÓDIGO
CORINAIR/SNAP 97	04.05.22
CMCC/CRF	2.B.5
CLRTAP-EMEP/NFR	2.B.5.b

Para esta actividad no se han podido estimar las emisiones debido a la falta de disponibilidad de información contrastada sobre la variable socioeconómica de actividad.

Según la metodología EMEP/CORINAIR en esta actividad se emitirían básicamente COVNM y contaminantes orgánicos persistentes, dependiendo del tipo de producto manipulado o almacenado. No obstante, según se indica en el Libro Guía EMEP/EEA 2013 (capítulo 2B, apartado 3.3.2.7) y en el Libro Guía EMEP/EEA 2009 (capítulo 2B, apartado 3.3.2.6), se asume que las emisiones correspondientes al almacenamiento y manipulación de productos químicos ya están incluidas en las emisiones de cada uno de los procesos considerados..

4.5.23.- Ácido glioxílico

CORRESPONDENCIA ENTRE NOMENCLATURAS	
NOMENCLATURA	CÓDIGO
CORINAIR/SNAP 97	04.05.23
CMCC/CRF	2.B.5
CLRTAP-EMEP/NFR	2.B.5.a

Según las fuentes de información consultadas esta actividad no se realiza en España, por lo que no se consideran emisiones de la misma en el Inventario. Para estimar las emisiones de N₂O (único contaminante potencialmente emitido de acuerdo con la

²¹ Los Libros Guía EMEP/EEA (2009 y 2013) no proporcionan información sobre factores de emisión para esta actividad.

clasificación SNAP-97) pueden utilizarse los factores de emisión propuestos en la Guía IPCC 2006 (capítulo 3, apartado 3.5.3).

4.5.25.- Producción de pesticidas

CORRESPONDENCIA ENTRE NOMENCLATURAS	
NOMENCLATURA	CÓDIGO
CORINAIR/SNAP 97	04.05.24
CMCC/CRF	2.B.5
CLRTAP-EMEP/NFR	2.B.5.a

De acuerdo con la nomenclatura SNAP-97 los contaminantes potencialmente emitidos en esta actividad son los COVNM y las dioxinas y furanos. Más allá de los compuestos considerados en la actividad SNAP 04.05.26 que se comenta en el apartado siguiente, no se ha podido, sin embargo, estimar emisiones en la producción de pesticidas, dado que se carece de información sobre factores de emisión, y adicionalmente no se ha podido cuantificar la producción de dichos pesticidas.

4.5.26.- Producción de compuestos orgánicos persistentes

CORRESPONDENCIA ENTRE NOMENCLATURAS	
NOMENCLATURA	CÓDIGO
CORINAIR/SNAP 97	04.05.26
CMCC/CRF	2.B.5
CLRTAP-EMEP/NFR	2.B.5.a

Entre los posibles compuestos orgánicos persistentes que se pueden producir se han considerado en la presente edición del Inventario los tres siguientes: el tetraclorometano (TCM, también conocido como tetracloruro de carbono o perclorometano), el tricloroetileno (TRI) y el percloroetileno o tetracloroetileno (PER).

El tetraclorometano puede obtenerse de las siguientes maneras:

- a) Por reacción entre el sulfuro de carbono y el cloro.
- b) Por cloración del metano, produciéndose otros derivados.
- c) Por cloración del propileno, obteniéndose percloroetileno simultáneamente.

Se utiliza como propelente en aerosoles; para la fabricación de líquidos refrigerantes; en extintores de incendios y como disolvente de grasas, aceites, resinas y lacas.

El tricloroetileno puede obtenerse:

- a) Por cloración directa del etileno a altas temperaturas, produciéndose simultáneamente percloroetileno.

b) Por cloración del acetileno.

Se aplica como desengrasante de metales; en la limpieza en seco y como disolvente y anestésico.

Por su parte el percloroetileno puede obtenerse:

a) Por cloración de propileno, produciéndose simultáneamente tetraclorometano.

b) Por cloración de etileno, produciéndose simultáneamente percloroetileno.

Se utiliza en la limpieza en seco; como desengrasante de metales; en la extracción de grasas y aceites, disolvente en pinturas de secado rápido.

En la tabla 4.5.26.1 se presenta la producción de cada uno de estos tres compuestos. Esta información ha sido facilitada por FEIQUE, que asimismo ha facilitado el desglose provincial de las producciones.

Tabla 4.5.26.1.- Producción de compuestos orgánicos persistentes (Cifras en toneladas)

AÑO	TCM	TRI	PER
1990	19.135	8.104	24.399
1991	16.636		14.608
1992	7.301		830
1993	21.693		14.857
1994	16.145		11.625
1995	9.207		12.329
1996	8.305		11.762
1997	14.883		12.987
1998	18.008		13.303
1999	13.893		10.379
2000	11.754		13.840
2001	11.736		10.978
2002	12.118		11.640
2003	15.668		11.636
2004	9.091		7.783
2005	10.550		7.789
2006	2.204		
2007	3.533		
2008	3.317		
2009	1.162		
2010	0		
2011	0		
2012	0		

Los factores de emisión para esta actividad proceden de PARCOM-ATMOS-92 (tabla 2.7.1), salvo para las emisiones de tricloroetileno en la fabricación de este mismo producto, que se han tomado de Holoubek I. et al (1993). En la tabla 4.5.26.2 se presentan los factores de emisión utilizados en el cálculo de las emisiones. Conviene señalar que los factores reseñados corresponden a los contaminantes considerados, si bien todos ellos, además son computados como COVNM.

Tabla 4.5.26.3.- Producción de compuestos orgánicos persistentes. Emisiones
(Continuación)

AÑO	CONTAMINANTES ORGÁNICOS PERSISTENTES										
	HCH (kg)	PCP (kg)	HCB (kg)	TCM (kg)	TRI (kg)	PER (kg)	TCB (kg)	TCE (kg)	DIOX (g)	HAP (kg)	PCB (kg)
1990			324	191	16.208	8.540					
1991			221	166		5.113					
1992			63	73		291					
1993			263	217		5.200					
1994			199	161		4.069					
1995			148	92		4.315					
1996			137	83		4.117					
1997			197	149		4.545					
1998			224	180		4.656					
1999			173	139		3.633					
2000			177	118		4.844					
2001			160	117		3.842					
2002			167	121		4.074					
2003			195	157		4.073					
2004			119	91		2.724					
2005			131	106		2.726					
2006			18	22							
2007			28	35							
2008			27	33							
2009			9	12							
2010											
2011											
2012											

4.6.- PROCESOS EN LAS INDUSTRIAS DE LA MADERA, PASTA DE PAPEL, ALIMENTACIÓN Y BEBIDA Y EN OTRAS INDUSTRIAS

Este subgrupo contiene información de otras industrias relevantes en el aspecto de emisión de contaminantes, especialmente de COVNM y de CO₂, no incluidas dentro de otras secciones de procesos industriales del grupo 4 de la nomenclatura SNAP. Se considera aquí la fabricación de pasta papelera en sus diversos métodos; los procesos de fermentación de la industria alimentaria y de bebidas (pan, galletas, azúcar, tostación de café, vino, licores); la aplicación de materiales asfálticos (recubrimiento de tejados, pavimentación de carreteras); la descarbonatación en las industrias del cemento, cal y vidrio; la fabricación de baterías por su relevancia en las emisiones de metales pesados, así como la fabricación y uso de carbonato sódico.

A continuación se detalla cada una de las actividades del subgrupo.

4.6.1.- Cartón

CORRESPONDENCIA ENTRE NOMENCLATURAS	
NOMENCLATURA	CÓDIGO
CORINAIR/SNAP 97	04.06.01
CMCC/CRF	2.D.1
CLRTAP-EMEP/NFR	2.D.1

Un cartón (cartoncillo) es el producto resultante de unir, cuando están húmedas y mediante presión, varias capas de papel superpuestas, que pueden tener o no la misma composición.

Las características del cartón están en función de sus aplicaciones finales. Así, por ejemplo, los destinados a la confección de cajas para envasar perfumes o cosméticos deben tener aptitudes excelentes para el troquelado, hendido y permitir impresiones de alta calidad; los destinados a contener alimentos han de presentar buenas características barrera frente a la humedad, el aire, la luz, etc.

Tanto la fabricación de hojas como de cartones múltiples se suele realizar por medio de “formas redondas convencionales”, máquinas combinadas, máquinas de cartón con mesas múltiples, etc. Las máquinas redondas convencionales están limitadas por la velocidad, pues al pasar de 150 m/min. la hoja se desencola por la fuerza centrífuga.

El cartón tiene muy diversas aplicaciones. Entre otras se utiliza para fabricar cajas para alimentación, recipientes para alimentos congelados y líquidos, cajas de cigarrillos, cajas para productos de farmacia, cosméticos, etc.

El dato socioeconómico básico es el cartón producido (toneladas). La información sobre esta variable se muestra en la tabla 4.6.1.1, y ha sido tomada, para los años 1990 y 1997-2001, del “Informe Anual” de ASPAPEL; para los años 1991-1996 ha sido facilitada por la Subdirección General de Industrias Básicas y de Proceso del Ministerio de Industria y Energía; para los años 2002-2006 y 2012 las cifras han sido facilitadas directamente por ASPAPEL; y para los años 2007-2011 la información se ha tomado del “Informe Estadístico” de ASPAPEL.

La información ha sido tratada al nivel de área, realizándose la desagregación territorial según porcentajes de producción de acuerdo con la información facilitada, según años, por las dos fuentes antes citadas.

Tabla 4.6.1.1.- Producción de cartón (Cifras en toneladas)

1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001
403.000	388.000	410.900	435.800	433.000	419.600	498.100	484.400	494.700	484.200	498.100	501.600
2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	
508.100	455.100	406.600	406.800	356.500	336.700	300.400	258.900	282.600	277.900	280.700	

Según la nomenclatura SNAP-97 de EMEP/CORINAIR, las emisiones en esta actividad se reducen a los COVNM y el pentaclorofenol (PCP). Para los COVNM, se ha

utilizado el factor propuesto en la parte 6, epígrafe 4.6, del Manual CORINAIR y que se muestra en la tabla 4.6.1.2. No se dispone sin embargo de factor de emisión para el PCP, por lo que en la presente edición del Inventario no se han contabilizado emisiones de este contaminante para esta actividad.

Tabla 4.6.1.2.- Fabricación de cartón. Factores de emisión

ACIDIFICADORES, PRECURSORES DEL OZONO Y GASES DE EFECTO INVERNADERO										
SO ₂ (g/t)	NO _x (g/t)	COVNM (g/t)	CH ₄ (g/t)	CO (g/t)	CO ₂ (kg/t)	N ₂ O (g/t)	NH ₃ (g/t)	SF ₆ (mg/t)	HFC (mg/t)	PFC (mg/t)
		900/E								

En la tabla 4.6.1.3 se muestran las emisiones estimadas de COVNM de acuerdo con el factor de emisión y las variables de actividad reseñadas.

Tabla 4.6.1.3.- Fabricación de cartón. Emisiones

AÑO	ACIDIFICADORES, PRECURSORES DEL OZONO Y GASES DE EFECTO INVERNADERO										
	SO ₂ (t)	NO _x (t)	COVNM (t)	CH ₄ (t)	CO (t)	CO ₂ (kt)	N ₂ O (t)	NH ₃ (t)	SF ₆ (kg)	HFC (kg)	PFC (kg)
1990			363								
1991			349								
1992			370								
1993			392								
1994			390								
1995			378								
1996			448								
1997			436								
1998			445								
1999			436								
2000			448								
2001			451								
2002			457								
2003			410								
2004			366								
2005			366								
2006			321								
2007			303								
2008			270								
2009			233								
2010			254								
2011			250								
2012			253								

4.6.2.- Pasta de papel kraft

CORRESPONDENCIA ENTRE NOMENCLATURAS	
NOMENCLATURA	CÓDIGO
CORINAIR/SNAP 97	04.06.02
CMCC/CRF	2.D.1
CLRTAP-EMEP/NFR	2.D.1

El proceso alcalino, o al sulfato, más conocido como procedimiento Kraft ("fuerte" en sueco), es el de mayor utilización en la actualidad para la obtención de pasta papelera. La

materia prima es la madera, especialmente de pino, y además residuos de aserraderos, retales y otros restos de madera. Aunque este procedimiento produce muy malos olores, se puede recuperar el 95% de los productos empleados que entran a formar nuevamente parte del proceso.

La madera una vez lavada y descortezada pasa a un proceso de digestión en el que la lignina es disuelta mediante cocción alcalina en una solución de hidróxido sódico y sulfato sódico. La pulpa resultante es de color oscuro y se puede emplear en esta fase de fabricación para papeles sin brillo ni color, principalmente para cartones de embalaje.

La pulpa entra a continuación en una fase de lavado del líquido digestivo (licor negro) y, en algunas instalaciones, de blanqueado, en el que la pulpa es mezclada con cloro (lejía) una o varias veces hasta conseguir la blancura requerida.

El licor negro del digestor se somete a un tratamiento de deshidratación y se emplea como combustible en hornos de recuperación energética (calderas de licor negro, contempladas en el subgrupo SNAP 03.01 (combustión en la industria)).

El sulfato sódico es convertido en sulfuro sódico y carbonato sódico los cuales son disueltos en agua para formar el llamado licor verde. Este espera el óxido cálcico procedente del horno de cal para transformarse en lejía blanca (carbonato cálcico), la cual, una vez sedimentada, filtrada y ajustada su concentración, se almacena y utiliza de nuevo en el proceso de digestión.

La gran ventaja del proceso Kraft es que, por una parte, proporciona pulpa polivalente, y por otra puede utilizar cualquier tipo de madera, sea resinosa o no, dura o blanda, cosa que no puede permitirse el método al sulfito.

Como dato socioeconómico básico se utiliza la producción (toneladas) de pasta. La información sobre esta variable se ha obtenido mediante cuestionario cumplimentado por las plantas que utilizan este tipo de proceso²². En la tabla 4.6.2.1 se muestra la producción de pasta de papel kraft.

Tabla 4.6.2.1.- Producción de pasta de papel kraft (Cifras en toneladas)

1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001
1.263.050	1.288.231	1.308.639	1.214.531	1.223.033	1.381.479	1.328.310	1.406.346	1.469.471	1.539.236	1.599.016	1.558.340
2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	
1.592.669	1.781.719	1.823.483	1.826.908	1.893.701	1.940.734	1.908.136	1.650.432	1.796.234	1.889.499	1.893.951	

En la tabla 4.6.2.2 se muestran los valores por defecto de los factores de emisión utilizados para la estimación de las emisiones cuando éstas no se han podido derivar de información directa de los cuestionarios. Para aquellos contaminantes para los que se ha

²² Para el año 2012 se ha realizado una estimación de la producción en una de las plantas a partir de la producción del año 2011 y de la variación de las emisiones de CO₂ de 2011 y 2012 verificadas para la Directiva de Comercio de Derechos de Emisión, dado que no se ha podido disponer del cuestionario de 2012 de esta planta en la presente edición del Inventario.

podido disponer de emisiones medidas facilitadas vía cuestionario, se presenta asimismo los factores de emisión implícitos anuales que se derivan de la estimación de las emisiones. La fuente de información de los factores de la tabla es el Manual CORINAIR, en la tabla 9.3.1 de la parte 1 (proceso "Smelt dissolving tank") para el SO_x y el NO_x, y la parte 6, epígrafe 4.6, para los COVNM. Para estos tres contaminantes se ha optado por mantener la fuente de información indicada, que ya fue utilizada en la edición anterior del Inventario, con preferencia al Libro Guía EMEP/CORINAIR y al Libro Guía EMEP/EEA, en los que también figuran factores para estos tres contaminantes, habida cuenta de la dificultad de deslindar a qué procesos se refieren los factores, y por tanto, de asociarles las variables socioeconómicas correspondientes, existiendo asimismo un potencial riesgo de doble contabilización de las emisiones. Para las partículas, se han tomado factores de emisión por defecto de CITEPA en aquellos casos en los que las propias plantas no facilitaban emisiones medidas de PST, mientras que cuando éste era el caso, se han tomado las emisiones de PST y se ha realizado una estimación de las emisiones de PM_{2.5} y PM₁₀ aplicando a las emisiones de PST las ratios derivadas de los factores de emisión de PM_{2.5} y PM₁₀ con respecto al factor de emisión de PST. Para el pentaclorofenol (PCP) y el hexaclorobenceno (HCB), contaminantes potencialmente emitidos en esta actividad, no se ha podido disponer de factores de emisión por lo que no han sido contabilizadas sus emisiones en la presente edición del Inventario.

Tabla 4.6.2.2.- Producción de pasta de papel kraft. Factores de emisión

ACIDIFICADORES, PRECURSORES DEL OZONO Y GASES DE EFECTO INVERNADERO										
SO ₂ (g/t)	NO _x (g/t)	COVNM (g/t)	CH ₄ (g/t)	CO (g/t)	CO ₂ (kg/t)	N ₂ O (g/t)	NH ₃ (g/t)	SF ₆ (mg/t)	HFC (mg/t)	PFC (mg/t)
100	1.450	500								

METALES PESADOS									PARTÍCULAS		
As (mg/t)	Cd (mg/t)	Cr (mg/t)	Cu (mg/t)	Hg (mg/t)	Ni (mg/t)	Pb (mg/t)	Se (mg/t)	Zn (mg/t)	PM _{2.5} (g/t)	PM ₁₀ (g/t)	PST (g/t)
									105	115	115

AÑO	FACTORES DE EMISIÓN IMPLÍCITOS				
	SO ₂ (g/t)	NO _x (g/t)	PM _{2.5} (g/t)	PM ₁₀ (g/t)	PST (g/t)
1990	88	1.450			
1991	83	1.450			
1992	88	1.255			
1993	88	1.239			
1994	92	1.259			
1995	88	1.262			
1996	89	1.256			
1997	92	1.249			
1998	88	1.260			
1999	88	1.254			
2000	88	1.253	67	72	72
2001	89	1.270	69	75	75
2002	89	1.270	72	79	79
2003	90	1.219	70	76	76
2004	87	1.211	67	74	76
2005	88	1.214	64	70	71
2006	88	1.219	69	76	77
2007	89	1.226	60	66	67
2008	90	1.223	57	62	63
2009	100	1.450	67	72	78
2010	100	1.450	72	79	77
2011	100	1.450	69	76	73
2012	100	1.450	69	75	73

En la tabla 4.6.2.3 se muestran las emisiones estimadas de acuerdo con estos factores y las variables de actividad más arriba reseñadas. Para alguna planta se ha obtenido información directa de emisiones, y como tal se ha reflejado en esta tabla. Conviene hacer notar que la mayor parte de la información directa de emisiones que figura en los cuestionarios se refiere a los procesos de combustión (calderas de recuperación, hornos de cal, instalaciones auxiliares para generación de vapor/calor), y como tal ha sido objeto de contabilización en el capítulo 3 anterior que trata de las emisiones en el grupo 3 de la clasificación SNAP-97 correspondiente a los procesos de combustión en la industria.

Tabla 4.6.2.3.- Producción de pasta de papel kraft. Emisiones

AÑO	ACIDIFICADORES, PRECURSORES DEL OZONO Y GASES DE EFECTO INVERNADERO										
	SO ₂ (t)	NO _x (t)	COVNM (t)	CH ₄ (t)	CO (t)	CO ₂ (kt)	N ₂ O (t)	NH ₃ (t)	SF ₆ (kg)	HFC (kg)	PFC (kg)
1990	111	1.831	632								
1991	107	1.868	644								
1992	115	1.642	654		0,9 ⁽¹⁾						
1993	106	1.504	607		0,8 ⁽¹⁾						
1994	113	1.540	612		0,8 ⁽¹⁾						
1995	122	1.744	691		0,5 ⁽¹⁾						
1996	119	1.669	664		0,4 ⁽¹⁾						
1997	129	1.756	703								
1998	130	1.852	735								
1999	135	1.930	770								
2000	140	2.003	800		0,4 ⁽¹⁾						
2001	139	1.979	779		1,9 ⁽¹⁾						
2002	142	2.022	796		2,0 ⁽¹⁾						
2003	161	2.173	891		5,7 ⁽¹⁾						
2004	158	2.209	912		1,2 ⁽¹⁾						
2005	160	2.218	913								
2006	167	2.308	947								
2007	173	2.379	970								
2008	171	2.334	954								
2009	165	2.393	825								
2010	180	2.605	898								
2011	189	2.740	945								
2012	189	2.746	947								

(1) Información directa de una de las plantas.

Tabla 4.6.2.3.- Producción de pasta de papel kraft. Emisiones (Continuación)

AÑO	METALES PESADOS									PARTÍCULAS		
	As (kg)	Cd (kg)	Cr (kg)	Cu (kg)	Hg (kg)	Ni (kg)	Pb (kg)	Se (kg)	Zn (kg)	PM _{2,5} (t)	PM ₁₀ (t)	PST (t)
1990												
1991												
1992												
1993												
1994												
1995												
1996												
1997												
1998												
1999												
2000										107	115	115
2001										107	118	118
2002										115	126	126
2003										124	136	136
2004										123	135	138
2005										116	127	129
2006										131	144	146
2007										116	127	130
2008										108	118	121
2009										111	119	130
2010										130	143	138
2011										130	143	138
2012										130	142	137

4.6.3.- Pasta de papel (proceso bisulfito)

CORRESPONDENCIA ENTRE NOMENCLATURAS	
NOMENCLATURA	CÓDIGO
CORINAIR/SNAP 97	04.06.03
CMCC/CRF	2.D.1
CLRTAP-EMEP/NFR	2.D.1

Es el procedimiento más antiguo, y similar al proceso Kraft, excepto que utiliza diferentes reactivos químicos. En él, se trata de conseguir una mezcla digestiva, realizada en un digestor de gran tamaño bajo ciertas condiciones de presión y temperatura a base de añadir a la madera agua o vapor de agua, dióxido de azufre y ácido sulfuroso, y para mantener la solución de la cocción, bisulfito de sodio, magnesio, calcio o amonio. La mezcla es muy corrosiva, por lo que los contenedores deben tener un tratamiento y vigilancia especial.

Una vez realizada la digestión, la presión es liberada de tal manera que la madera se deshace en fibras, se depura, se tamiza y los ácidos son evacuados, por lo que la contaminación de este proceso es elevada, con el consiguiente consumo alto de sosa. Sin embargo, se obtiene así una pulpa de color claro que debe ser combinada con pulpa mecánica para conseguir una materia prima resistente.

Este procedimiento tiene la ventaja de producir celulosas de óptima calidad que pueden emplearse no sólo para usos papeleros, sino también químicos.

Tabla 4.6.3.3.- Producción de pasta de papel (proceso bisulfito). Emisiones
(Continuación)

AÑO	METALES PESADOS									PARTÍCULAS		
	As (kg)	Cd (kg)	Cr (kg)	Cu (kg)	Hg (kg)	Ni (kg)	Pb (kg)	Se (kg)	Zn (kg)	PM _{2,5} (t)	PM ₁₀ (t)	PST (t)
1990												
1991												
1992												
1993												
1994												
1995												
1996												
1997												
1998												
1999												
2000										5	5	6
2001										4	5	5
2002										4	5	5
2003										5	5	6
2004										5	5	6
2005										5	5	6
2006										4	5	6
2007										4	4	5
2008										4	5	5
2009										5	5	6
2010										5	5	6
2011										5	5	6
2012										5	5	6

4.6.4.- Pasta de papel (proceso semi-químico sulfito neutro)

CORRESPONDENCIA ENTRE NOMENCLATURAS	
NOMENCLATURA	CÓDIGO
CORINAIR/SNAP 97	04.06.04
CMCC/CRF	2.D.1
CLRTAP-EMEP/NFR	2.D.1

En el proceso semi-químico al sulfito neutro, los productos químicos utilizados en la cocción consisten en sulfito de sodio y carbonato de sodio en un licor mantenido en un pH de 7. Esto proporciona un tratamiento químico más suave de las astillas, el cual no elimina todo el material aglutinante. Es por ello que a la fase química le sigue una fase de desintegración mecánica para deshacer las fibras de la madera.

Este tipo de proceso no se realiza en España.

4.6.5.- **Fabricación de pan y otros productos alimenticios**

CORRESPONDENCIA ENTRE NOMENCLATURAS	
NOMENCLATURA	CÓDIGO
CORINAIR/SNAP 97	04.06.05
CMCC/CRF	2.D.2
CLRTAP-EMEP/NFR	2.D.2

Dentro de esta actividad se recogen las emisiones procedentes de los procesos de fermentación con levadura en la fabricación de pan, procesos de cocción de ciertos productos alimenticios así como de secado de residuos.

Estos procesos pueden realizarse utilizando diversas técnicas, bien sea en recipientes abiertos sin ventilación, recipientes cerrados con ventilaciones periódicas o en recipientes cerrados con sistemas de descarga a la atmósfera controlados. En las plantas de fabricación grandes estas descargas pueden resultar extremadamente olorosas por lo que las emisiones deben ser controladas.

Las técnicas de control de las emisiones utilizadas más frecuentemente incluyen la incineración o tratamientos biológicos que pueden reducir las emisiones de COVNM hasta en un 90%.

En la presente edición del Inventario se han contemplado los procesos de fabricación de pan, galletas y azúcar, así como la tostación de café. Como dato socioeconómico básico se ha utilizado la producción (toneladas) de cada uno de los productos mencionados.

Tabla 4.6.5.1.- Fabricación de pan y otros productos alimenticios (Cifras en toneladas)

AÑO	PAN	GALLETAS	AZÚCAR	TOSTACIÓN DE CAFÉ
1990	2.217.570	235.740	1.005.262	115.686
1991	2.194.434	218.324	916.327	110.770
1992	2.170.161	239.352	892.295	118.505
1993	2.173.593	226.994	914.035	92.063
1994	2.320.662	234.261	1.300.221	140.881
1995	2.282.530	268.770	1.165.600	95.516
1996	2.487.958	268.079	1.027.164	102.068
1997	2.510.783	293.581	1.162.946	118.979
1998	2.670.560	310.396	1.172.644	152.591
1999	2.898.813	302.450	1.108.453	117.749
2000	3.127.066	306.325	1.205.867	116.565
2001	3.332.494	323.574	1.109.275	116.338
2002	3.469.446	322.526	1.056.121	116.658
2003	3.674.873	360.059	924.697	120.344
2004	4.565.060	359.075	1.137.073	121.654
2005	4.567.236	367.794	894.358	125.450
2006	4.907.904	382.505	1.075.046	121.625
2007	5.457.730	397.024	783.292	122.832
2008	5.571.692	398.831	640.074	123.875
2009	5.318.770	409.774	561.293	129.413
2010	4.927.548	447.083	561.293	150.620
2011	5.125.031	424.017	808.282	119.589
2012	5.289.342	456.892	808.282	128.933

Como complemento a la información de la tabla 4.6.5.1, se presenta aquí la relación de fuentes de información de las cuales se han tomado los datos, así como las variables subrogadas utilizadas para efectuar la distribución provincial de los productos considerados.

- *Pan*: La información se ha tomado para los años 1990-1995 de la publicación “La Alimentación en España” que edita el Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente (MAGRAMA), utilizando las cantidades de pan compradas en cada año. Para el periodo 1996-2012, los datos han sido estimados por el Equipo de Trabajo de los Inventarios basándose en la información que figura en la Encuesta Industrial del INE para este periodo. El desglose provincial se ha realizado en función de la población de cada provincia²³.
- *Galletas*: La variable de actividad se identifica con la producción de “Galletas” del sector 53 de la Encuesta Industrial hasta el año 1992, y con la producción de “Galletas y pastas dulces” y “Otros tipos de galletas” del sector 10 para los años 1993-2007 y del sector 09 a partir del año 2008. Debido al cambio metodológico existente en esta fuente a partir del año 1993, y con el fin de mantener la homogeneidad de los datos, para los años 1990-1992 se ha sumado a la producción de galletas la de pastas, según datos facilitados por el propio INE. El desglose provincial se ha realizado utilizando como variable subrogada el valor añadido bruto del sector 9 del informe Renta Nacional de España de la Fundación BBVA (Productos Alimenticios, Bebidas y Tabaco). Cabe mencionar que ante la no disponibilidad de los datos de esta fuente desglosados por provincias para los años 1997-2012 se ha mantenido para este periodo la distribución provincial de las emisiones correspondiente al año 1996.
- *Azúcar*: La variable de actividad se identifica con la producción de “Azúcar de remolacha y de caña (refinada y sin refinar)” del sector 54 de la Encuesta Industrial hasta el año 1992, y con la producción de “Azúcar sin refinar”, “Azúcar refinada” y “Azúcar con aromatizantes o colorantes” del sector 11 para los años 1993-2006 y del sector 10 a partir del año 2007. El desglose provincial se ha realizado utilizando como variable subrogada la producción de caña de azúcar y de remolacha azucarera que figura en el Anuario de Estadística del MAGRAMA (véase referencias bibliográficas).
- *Tostación de café*: La variable de actividad se identifica con la producción de “Café elaborado y extractos de café” del sector 57 de la Encuesta Industrial hasta el año 1992, y con la producción de “Café tostado” del sector 13 para los años 1993-2007 y del sector 12 a partir del año 2008. El desglose provincial se ha realizado utilizando como variable subrogada el valor añadido bruto del sector 9 del informe Renta Nacional de España de la Fundación BBVA (Productos Alimenticios, Bebidas y Tabaco). Cabe mencionar que ante la no disponibilidad de los datos de esta fuente desglosados por provincias para los años 1997-2012 se ha mantenido para este periodo la distribución provincial de las emisiones correspondiente al año 1996.

²³ Estimaciones a 1 de julio del año correspondiente elaboradas por el INE: para el año 1990 de la estimación de la serie intercensal 1981-1991; para los años 1991-2001 de la estimación de la serie intercensal 1991-2001; para los años 2002-2011 de las “Proyecciones de Población a 1 de julio, escenario 2” basadas en la serie intercensal 1991-2001; y para 2012 de las estimaciones de las “Cifras de población”.

4.6.6.- Vino

CORRESPONDENCIA ENTRE NOMENCLATURAS	
NOMENCLATURA	CÓDIGO
CORINAIR/SNAP 97	04.06.06
CMCC/CRF	2.D.2
CLRTAP-EMEP/NFR	2.D.2

Las emisiones de alcohol procedentes de la fabricación de vino han sido estimadas por el CITEPA, haciendo uso de un estudio del equilibrio entre agua y vapor de las mezclas de alcohol y agua.

Durante la fase de fermentación, el gas CO₂ liberado arrastra compuestos orgánicos volátiles, que contienen un 98% de etanol, más alcoholes, aldehídos, etc. La ratio de emisión de estos compuestos depende de la temperatura y de la concentración de alcohol en el mosto, así como de la ratio de emisión de CO₂. Estos tres factores varían durante el proceso. La temperatura inicial del mosto no influye significativamente.

El dato socioeconómico básico es la producción de vino, distinguiendo entre distintas clases. Hasta el año 1991 las estadísticas de producción de vino del Anuario de Estadística del MAGRAMA clasificaban éste en los tres tipos siguientes: vino blanco, vino tinto y vinos rosado y clarete. A partir del año 1992, se produce una alteración de la clasificación estadística, pasando a considerarse únicamente dos tipos: vino blanco y vinos tinto y rosado. Este hecho ha motivado que para disponer de una serie estadística homogénea, haya debido realizarse, por el Equipo de Trabajo de los Inventarios, una extrapolación retrospectiva de la serie de producciones conforme a la nueva clasificación de los vinos. Por otro lado, para el año 2012 se ha realizado una estimación basándose en los datos de producción del año 2011, incrementando dicha producción en función de la tasa de variación que se obtiene entre el año 2011 y el año 2012 de acuerdo con las cifras que publica el INE en la Encuesta Industrial (sector 15). En la tabla 4.6.6.1 se muestran los datos utilizados en la estimación de las emisiones. La desagregación provincial se ha realizado basándose en la información del Anuario de Estadística del MAGRAMA.

Tabla 4.6.6.1.- Producción de vino (Cifras en hectolitros)

AÑO	BLANCO	TINTO Y ROSADO	TOTAL
1990	25.541.795	14.150.669	39.692.464
1991	19.267.924	12.122.280	31.390.204
1992	21.551.900	12.279.654	33.831.554
1993	14.698.630	11.706.032	26.404.662
1994	11.698.486	9.084.799	20.783.285
1995	10.776.886	10.262.630	21.039.516
1996	16.499.693	13.901.557	30.401.250
1997	18.290.300	14.927.500	33.217.800
1998	16.261.337	13.962.955	30.224.292
1999	18.518.263	14.866.391	33.384.654
2000	23.050.937	18.075.082	41.126.019
2001	14.643.443	16.307.228	30.950.671
2002	17.629.531	16.910.067	34.539.598
2003	20.390.371	22.072.038	42.462.409
2004	20.304.999	22.499.327	42.804.326
2005	15.880.406	20.556.459	36.436.865
2006	18.096.016	20.811.296	38.907.312
2007	15.608.106	19.614.784	35.222.890
2008	18.734.905	18.631.987	37.366.893
2009	15.387.014	20.102.280	35.489.294
2010	15.875.530	19.477.944	35.353.474
2011	14.820.108	18.889.015	33.709.123
2012	14.312.812	18.294.343	32.607.155

En la tabla 4.6.6.2 se presentan los factores de emisión utilizados para realizar la estimación de las emisiones y que son los propuestos en los Libros Guía EMEP/EEA 2009 (Parte B, capítulo 2.D.2, tablas 3.25 y 3.26) y EMEP/EEA 2013 (Parte B, capítulo 2.H.2, tablas 3.25 y 3.26), y que a su vez proceden del Libro Guía EMEP/CORINAIR (capítulo B466, tabla 8.2). Conviene observar que, aunque en los procesos de fermentación de esta industria se emite CO₂, de acuerdo con la metodología IPCC no se contabilizan en el Inventario dichas emisiones por considerarlas de origen biogénico renovable.

Tabla 4.6.6.2.- Producción de vino. Factores de emisión

	ACIDIFICADORES, PRECURSORES DEL OZONO Y GASES DE EFECTO INVERNADERO										
	SO ₂ (g/l)	NO _x (g/l)	COVNM (g/l)	CH ₄ (g/l)	CO (g/l)	CO ₂ (kg/l)	N ₂ O (g/l)	NH ₃ (g/l)	SF ₆ (mg/l)	HFC (mg/l)	PFC (mg/l)
Blanco			0,35/C								
Tinto y rosado			0,8/C								

Las emisiones estimadas utilizando los factores de emisión y las variables de actividad anteriores se presentan en la tabla 4.6.6.3.

Tabla 4.6.6.3.- Producción de vino. Emisiones

AÑO	ACIDIFICADORES, PRECURSORES DEL OZONO Y GASES DE EFECTO INVERNADERO										
	SO ₂ (t)	NO _x (t)	COVNM (t)	CH ₄ (t)	CO (t)	CO ₂ (kt)	N ₂ O (t)	NH ₃ (t)	SF ₆ (kg)	HFC (kg)	PFC (kg)
1990			2.026								
1991			1.644								
1992			1.737								
1993			1.451								
1994			1.136								
1995			1.198								
1996			1.690								
1997			1.834								
1998			1.686								
1999			1.837								
2000			2.253								
2001			1.817								
2002			1.970								
2003			2.479								
2004			2.511								
2005			2.200								
2006			2.298								
2007			2.115								
2008			2.146								
2009			2.147								
2010			2.114								
2011			2.030								
2012			1.964								

4.6.7.- Cerveza

CORRESPONDENCIA ENTRE NOMENCLATURAS	
NOMENCLATURA	CÓDIGO
CORINAIR/SNAP 97	04.06.07
CMCC/CRF	2.D.2
CLRTAP-EMEP/NFR	2.D.2

El proceso de fabricación de la cerveza comprende cuatro operaciones fundamentales:

- Obtención de malta
- Obtención de mosto
- Fermentación de la cerveza nueva
- Maduración de la cerveza

Para obtener la malta se parte de la cebada, que se remoja y se deja germinar. La cebada húmeda se lleva a un horno de aire caliente donde se seca o tuesta. El grano tostado se denomina malta.

Posteriormente la malta se muele y se mezcla con agua, a la que se añade una serie de productos como arroz partido, sémola de maíz, jarabe de glucosa, almidón de maíz, etc.

Las enzimas producidas en el proceso de germinación transforman el almidón contenido en estos productos en azúcares capaces de fermentar.

El orujo se elimina por filtración, resultando un líquido denominado mosto, que se envía a la caldera de cocción y al que se le añade lúpulo.

El mosto entra en fermentación mediante la siembra de levaduras cerveceras. La levadura transforma los azúcares del mosto en alcohol y CO₂. Una vez terminada la fermentación, se separa la levadura, trasegándose la cerveza a tanques para su maduración.

En el proceso de fabricación de cerveza, las pérdidas de alcohol durante la fase de fermentación se consideran insignificantes si se recupera el CO₂. La única fuente de emisiones de alcohol es el secado de grano gastado.

El dato socioeconómico básico es la producción de cerveza expresada en hectolitros. La información sobre esta variable se ha tomado de la publicación “Estudio sobre la Posición Competitiva del Sector de Alimentación y Bebidas en España. Sector de la Cerveza y Malta de Cerveza” del MAPA²⁴ para el año 1990; de datos facilitados por la propia asociación Cerveceros de España (hasta el año 1995 Asociación Nacional de Fabricantes de Cerveza (ANFACE)) para los años 1991-2003; y para los años 2004-2012, al no haberse podido disponer de la cifra de producción se ha realizado una estimación de la misma aplicando a la producción de 2003 la tasa de variación de las producciones de “Cerveza de malta” de los años 2004-2012 con respecto a 2003 que figuran en la Encuesta Industrial del INE (sector 17).

Tabla 4.6.7.1.- Producción de cerveza (Cifras en hectolitros)

1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997
27.314.693	26.446.538	26.081.795	24.278.185	25.023.696	25.313.484	24.715.721	24.773.086
1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005
23.847.620	25.852.154	26.413.557	27.701.680	27.865.000	30.670.000	31.103.451	30.796.113
2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	
33.638.618	33.114.687	32.179.038	33.260.086	34.937.634	29.251.644	31.429.081	

La información ha sido tratada al nivel de área. Para realizar el desglose provincial, se ha tomado la información suministrada por Cerveceros de España referente a los datos de producción de las empresas del sector. En algún caso, y ante la imposibilidad de diferenciar en una misma empresa los datos de distintas factorías, se ha optado por distribuir a partes iguales la producción de la empresa en cuestión entre sus diferentes factorías. En particular, para los años 2002-2012 se ha realizado el desglose provincial utilizando la estimación realizada en el año 2001.

²⁴ El citado documento fue editado por el, en su momento, Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, actualmente Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente.

El factor de emisión de COVNM que figura en la tabla 4.6.7.2 se ha tomado de la tabla 10.1.3.2 de la parte 1 del Manual CORINAIR. En el Libro Guía EMEP/EEA 2013 (Parte B, capítulo 2.H.2, tabla 3.27), el Libro Guía EMEP/EEA 2009 (Parte B, capítulo 2.D.2, tabla 3.27) y en el Libro Guía EMEP/CORINAIR (capítulo B466, tabla 8.2) se reseña un factor más alto (35 g/hl), que sin embargo no ha sido considerado pues no tiene una etiqueta de calidad superior al factor que aparece en la tabla 4.6.7.2 y que ya fue utilizado en ediciones anteriores del Inventario. Conviene observar que, aunque en los procesos de fermentación de esta industria se emite CO₂, de acuerdo con la metodología IPCC no se contabilizan en el Inventario dichas emisiones por considerarlas de origen biogénico renovable.

Tabla 4.6.7.2.- Fabricación de cerveza. Factores de emisión

ACIDIFICADORES, PRECURSORES DEL OZONO Y GASES DE EFECTO INVERNADERO										
SO ₂ (g/hl)	NO _x (g/hl)	COVNM (g/hl)	CH ₄ (g/hl)	CO (g/hl)	CO ₂ (kg/hl)	N ₂ O (g/hl)	NH ₃ (g/hl)	SF ₆ (mg/hl)	HFC (mg/hl)	PFC (mg/hl)
		20/D								

En la tabla 4.6.7.3 se muestran las emisiones estimadas para esta actividad.

Tabla 4.6.7.3.- Fabricación de cerveza. Emisiones

AÑO	ACIDIFICADORES, PRECURSORES DEL OZONO Y GASES DE EFECTO INVERNADERO										
	SO ₂ (t)	NO _x (t)	COVNM (t)	CH ₄ (t)	CO (t)	CO ₂ (kt)	N ₂ O (t)	NH ₃ (t)	SF ₆ (kg)	HFC (kg)	PFC (kg)
1990			546								
1991			529								
1992			522								
1993			486								
1994			500								
1995			506								
1996			494								
1997			495								
1998			477								
1999			517								
2000			528								
2001			554								
2002			557								
2003			613								
2004			622								
2005			616								
2006			673								
2007			662								
2008			644								
2009			665								
2010			699								
2011			585								
2012			629								

4.6.8.- Licores

CORRESPONDENCIA ENTRE NOMENCLATURAS	
NOMENCLATURA	CÓDIGO
CORINAIR/SNAP 97	04.06.08
CMCC/CRF	2.D.2
CLRTAP-EMEP/NFR	2.D.2

Dentro de esta actividad se considera la fabricación de las llamadas bebidas espirituosas, dentro de las cuales están contempladas las siguientes:

- Whisky de malta
- Brandy
- Otros (Anisados, ginebra, ron, pacharán, vodka, ponche, aguardientes y licores de frutas, etc.)

El dato socioeconómico básico es la producción (hectolitros) de bebidas espirituosas. La información sobre dicha variable que se muestra en la tabla 4.6.8.1 se ha tomado de diversas fuentes. Para los años 1990 y 1991, de la publicación “Estudio sobre la posición competitiva del sector de alimentación y bebida en España. Sector de Alcoholes Etilicos de Fermentación” del MAPA²⁵; y para los años 1992, 1993 y 1995, del “Informe sobre la Industria Española”. En el año 1993 tan sólo se dispone de la producción total y no desglosada por tipos de licores, si bien se indica que la producción de brandy tuvo un descenso del 40% y la de whisky un descenso del 4%, por lo que se han aplicado estos porcentajes a los datos de 1992, obteniéndose el resto por diferencia. Para los años 1994, 1996 y siguientes, al no disponerse de datos de producción se han aplicado coeficientes de incremento a los años precedentes obtenidos sobre la base de la información que se presenta en la Encuesta Industrial del INE (sector 14).

Tabla 4.6.8.1.- Producción de licores (Cifras en hectolitros)

AÑO	WHISKY DE MALTA	BRANDY	OTROS	TOTAL
1990	201.000	1.372.000	1.449.000	3.022.000
1991	241.000	1.143.000	1.470.000	2.854.000
1992	265.030	1.300.791	1.537.529	3.103.350
1993	254.429	780.474	1.431.027	2.465.930
1994	327.498	560.559	1.366.708	2.254.765
1995	208.630	668.170	1.338.320	2.215.120
1996	444.041	532.006	951.493	1.927.540
1997	470.085	1.483.627	955.642	2.909.354
1998	469.226	1.590.435	937.080	2.996.741
1999	472.376	1.131.205	896.489	2.500.070
2000	471.116	1.537.306	881.576	2.889.998
2001	685.177	1.373.588	1.380.964	3.439.729
2002	425.541	2.980.379	1.549.400	4.955.320
2003	386.495	1.379.156	1.179.321	2.944.972
2004	420.087	1.285.024	1.193.947	2.899.058
2005	397.963	1.223.049	1.457.570	3.078.582
2006	487.978	1.262.580	1.091.731	2.842.289
2007	509.659	1.185.010	1.190.496	2.885.165
2008	382.412	1.079.475	997.374	2.459.261
2009	408.666	892.586	1.149.999	2.451.251
2010	333.091	914.184	1.127.204	2.374.479
2011	341.000	1.352.066	1.252.628	2.945.694
2012	389.103	1.243.027	1.213.698	2.845.828

Hasta el año 1992, la Encuesta Industrial del INE presentaba un desglose de los establecimientos del sector según número de trabajadores, donde podía observarse que

²⁵ El citado documento fue editado por el, en su momento, Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, actualmente Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente.

dentro de este sector existe un porcentaje elevado de pequeñas empresas productoras en esta actividad, la mayoría de ellas de carácter regional.

El tratamiento de la información se ha realizado al nivel de área. Para realizar la desagregación provincial de la información, de la que se carecía debido al desconocimiento de la distribución geográfica de los establecimientos productores, se han utilizado los dos enfoques que se describen a continuación. Según consta en el estudio sectorial del MAPA citado anteriormente, el empleo total de este sector supuso en 1989 el 1,6% del conjunto del grupo de Alimentos, Bebidas y Tabaco. En el apartado de otras bebidas espirituosas, y salvo en el caso del pacharán cuya producción está concentrada en Navarra, los datos se han desagregado de acuerdo con el mencionado 1,6% de la distribución provincial de empleo del grupo antes citado, tal y como figura en la publicación "Renta Nacional de España y su Distribución Provincial" (sector 9). Para el resto de bebidas, la producción se encuentra más concentrada, y se ha realizado la distribución de acuerdo a estimaciones aproximadas procedentes de diversas fuentes (directorios empresariales, etc.).

En cuanto a los factores de emisión, los Libros Guía EMEP/EEA 2009 (Parte B, capítulo 2.D.2, tablas 3.29, 3.31 y 3.32) y EMEP/EEA 2013 (Parte B, capítulo 2.H.2, tablas 3.29, 3.31 y 3.32) proponen los factores de emisión para COVNM que se presentan en la tabla 4.6.8.2, y que a su vez proceden del Libro Guía EMEP/CORINAIR (capítulo B466, tabla 8.2). Conviene observar que, aunque en los procesos de fermentación de esta industria se emite CO₂, de acuerdo con la metodología IPCC no se contabilizan en el Inventario dichas emisiones por considerarlas de origen biogénico renovable.

Tabla 4.6.8.2.- Producción de licores. Factores de emisión

PRODUCTO	ACIDIFICADORES, PRECURSORES DEL OZONO Y GASES DE EFECTO INVERNADERO										
	SO ₂ (g/hl)	NO _x (g/hl)	COVNM (g/hl)	CH ₄ (g/hl)	CO (g/hl)	CO ₂ (kg/hl)	N ₂ O (g/hl)	NH ₃ (g/hl)	SF ₆ (mg/hl)	HFC (mg/hl)	PFC (mg/hl)
Whisky de malta			15.000/C								
Brandy			3.500/D								
Otros			400/D								

En la tabla 4.6.8.3 se muestran las emisiones estimadas para esta actividad.

Tabla 4.6.8.3.- Producción de licores. Emisiones

AÑO	ACIDIFICADORES, PRECURSORES DEL OZONO Y GASES DE EFECTO INVERNADERO										
	SO ₂ (t)	NO _x (t)	COVNM (t)	CH ₄ (t)	CO (t)	CO ₂ (kt)	N ₂ O (t)	NH ₃ (t)	SF ₆ (kg)	HFC (kg)	PFC (kg)
1990			8.397								
1991			8.204								
1992			9.143								
1993			7.121								
1994			7.421								
1995			6.003								
1996			8.903								
1997			12.626								
1998			12.980								
1999			11.403								
2000			12.800								
2001			15.638								
2002			17.434								
2003			11.096								
2004			11.276								
2005			10.833								
2006			12.175								
2007			12.269								
2008			9.913								
2009			9.714								
2010			8.647								
2011			10.348								
2012			10.673								

4.6.10.- Materiales asfálticos para tejados

CORRESPONDENCIA ENTRE NOMENCLATURAS	
NOMENCLATURA	CÓDIGO
CORINAIR/SNAP 97	04.06.10
CMCC/CRF	2.A.5
CLRTAP-EMEP/NFR	2.A.5

Los materiales asfálticos para impermeabilización son de dos tipos principales: láminas asfálticas y placas asfálticas. Estas segundas se diferencian esencialmente de las primeras en que llevan una mezcla de áridos que le dan especial consistencia. Las láminas asfálticas se utilizan fundamentalmente para impermeabilizar las estructuras de edificios; mientras en la obra civil el tipo de producto que se utiliza es principalmente epoxi-alquitrán.

Las emisiones en las plantas de fabricación de materiales asfálticos impermeabilizantes provienen principalmente de tres secciones: la propia línea de fabricación de los productos impermeabilizantes; la sección de entrega, tratamiento y almacenamiento del asfalto y de la materia prima mineral utilizados en el proceso de fabricación; y del soplado de asfalto, si bien esta actividad se contabiliza en el Inventario bajo el código de la clasificación SNAP-97 06.03.10.

Como dato socioeconómico básico se ha utilizado la producción de láminas asfálticas facilitada por el MINER para los años 1993 a 1996; para los años 1997 y 1998 el dato procede del Informe de la Industria Española; para los años 1999 y 2000 el Equipo de Trabajo de los Inventarios ha realizado una estimación basándose en información facilitada

por el MINER; para los años 2001 y 2004-2007 la información ha sido facilitada por el MITYC. Para los años 1990-1992, al no disponer de información contrastada sobre los datos de producción, el Equipo de Trabajo de los Inventarios ha realizado una estimación de la producción, y ha optado por mantener dicha estimación constante durante ese periodo. Asimismo, para los años 2002, 2003 y 2008-2012 no se ha dispuesto de información al respecto, por lo que se ha realizado una estimación de la producción en dichos años a partir de las cifras que publica el INE en la Encuesta Industrial para el epígrafe “*Láminas de impermeabilización en rollos*” (sector 51 hasta el año 2007 y sector 50 a partir del año 2008) aplicando a la producción del año 2001 las tasas de variación que se obtienen entre el año 2001 y los años 2002 y 2003, y a la producción del año 2007 las tasas de variación entre el año 2007 y los años 2008-2012.

Los datos de producción se encuentran expresados en m², y según informaciones de expertos del sector, para convertir este dato a toneladas se puede utilizar un factor de conversión de 4 kg/m². En la tabla 4.6.10.1 se presentan los datos de producción de láminas asfálticas expresados en ambas unidades.

Tabla 4.6.10.1.- Materiales asfálticos para tejados

AÑO	m ²	Toneladas
1990	20.000.000	80.000
1991	20.000.000	80.000
1992	20.000.000	80.000
1993	21.800.000	87.200
1994	34.000.000	136.000
1995	35.400.000	141.600
1996	43.000.000	172.000
1997	44.000.000	176.000
1998	50.700.000	202.800
1999	52.554.878	210.220
2000	56.388.293	225.553
2001	61.500.000	246.000
2002	65.486.215	261.945
2003	66.164.314	264.657
2004	76.077.000	304.308
2005	75.000.000	310.000
2006	78.000.000	312.000
2007	85.000.000	340.000
2008	75.434.109	301.736
2009	79.875.764	319.503
2010	84.520.608	338.082
2011	80.191.090	320.764
2012	68.459.798	273.839

Para realizar el desglose provincial en esta actividad, dado que no se disponía de información relativa a la ubicación de las plantas productoras de estos materiales, y siguiendo las indicaciones propuestas en Libro Guía EMEP/CORINAIR (capítulo B4610), se ha utilizado como variable subrogada la población de cada provincia²⁶.

²⁶ Estimaciones a 1 de julio del año correspondiente elaboradas por el INE: para el año 1990 de la estimación de la serie intercensal 1981-1991; para los años 1991-2001 de la estimación de la serie intercensal 1991-2001; para los años 2002-2011 de las “Proyecciones de Población a 1 de julio,

En cuanto a las emisiones, el proceso de saturación de las láminas es uno de los principales puntos de generación de las emisiones en la fabricación de materiales asfálticos. Dicha saturación puede producirse por inmersión o por rociado con spray.

Los factores de emisión, que se presentan en la tabla 4.6.10.2 han sido tomados de las siguientes fuentes: para los COVNM, de la tabla 7.2.5.4.5-2 de UNECE-CLRTAP (1997), con un valor medio para las técnicas de saturación mencionadas de 15 g/t tanto para láminas como para placas; y para el CO del capítulo B4610, tabla 6, del Libro Guía EMEP/CORINAIR. En la nomenclatura SNAP-97 se señalan potenciales emisiones de HAP, y aunque existen referencias sobre factores de emisión (Holoubek I. et al. (1993)), no se incluyen en la tabla por no considerarse suficientemente precisas para el cálculo de las emisiones en esta actividad.

Tabla 4.6.10.2.- Materiales asfálticos para tejados. Factores de emisión

ACIDIFICADORES, PRECURSORES DEL OZONO Y GASES DE EFECTO INVERNADERO										
SO ₂ (g/t)	NO _x (g/t)	COVNM (g/t)	CH ₄ (g/t)	CO (g/t)	CO ₂ (kg/t)	N ₂ O (g/t)	NH ₃ (g/t)	SF ₆ (mg/t)	HFC (mg/t)	PFC (mg/t)
		15/D		9,5/D						

Las emisiones estimadas en esta actividad de acuerdo con las variables socioeconómicas y los factores de emisión más arriba reseñados se presentan en la tabla 4.6.10.3.

Tabla 4.6.10.3.- Materiales asfálticos para tejados. Emisiones

AÑO	ACIDIFICADORES, PRECURSORES DEL OZONO Y GASES DE EFECTO INVERNADERO										
	SO ₂ (t)	NO _x (t)	COVNM (t)	CH ₄ (t)	CO (t)	CO ₂ (kt)	N ₂ O (t)	NH ₃ (t)	SF ₆ (kg)	HFC (kg)	PFC (kg)
1990			1		1						
1991			1		1						
1992			1		1						
1993			1		1						
1994			2		1						
1995			2		1						
1996			3		2						
1997			3		2						
1998			3		2						
1999			3		2						
2000			3		2						
2001			4		2						
2002			4		2						
2003			4		3						
2004			5		3						
2005			5		3						
2006			5		3						
2007			5		3						
2008			5		3						
2009			5		3						
2010			5		3						
2011			5		3						
2012			4		3						

escenario 2" basadas en la serie intercensal 1991-2001; y para 2012 de las estimaciones de las "Cifras de población".

4.6.11.- Pavimentación de carreteras con asfalto

CORRESPONDENCIA ENTRE NOMENCLATURAS	
NOMENCLATURA	CÓDIGO
CORINAIR/SNAP 97	04.06.11
CMCC/CRF	2.A.6
CLRTAP-EMEP/NFR	2.A.6

La mezcla bituminosa con la que se pavimentan las carreteras consta de una combinación de áridos (grava, piedras o subproductos de metal refinados) unidos por un ligante asfáltico (cemento asfáltico o asfalto líquido). El cemento asfáltico es semisólido y debe ser calentado para formar la mezcla bituminosa (*hot mix*), mientras que los asfaltos líquidos, que pueden ser de tipo fluidificado (*cutback*) o emulsificado, no necesitan el calentamiento previo. En cuanto a las emulsiones, además de las mezclas emulsificadas, debe señalarse que se preparan también emulsiones para utilizarse como tales sin mezcla con áridos.

En esta actividad SNAP se van a considerar las emisiones de los asfaltos líquidos, ya que las emisiones producidas en la preparación de las mezclas bituminosas en caliente (*hot mix*) se han recogido en la actividad SNAP 03.03.13 (*Plantas de mezclas bituminosas*).

Como información de partida se considera la producción de los distintos tipos de mezclas bituminosas de esta actividad:

- mezclas fluidificadas (*cutback*)
- mezclas bituminosas en frío (emulsiones)
- emulsiones sin mezcla.

En cuanto a las mezclas fluidificadas, según información facilitada por ASEFMA (Asociación Española de Fabricantes de Mezclas Bituminosas), su uso era ya muy limitado y llegó a desaparecer en los primeros años 90. Con objeto de mostrar la pequeña influencia de este tipo de mezclas (*cutback*), y a falta de mejor información hasta el momento, se ha procedido a estimarlas como un pequeño porcentaje de la cantidad de mezclas bituminosas en caliente, ya referidas en la actividad SNAP 03.03.13 (*Plantas de mezclas bituminosas*). Así, en concreto, y sobre la base del juicio de expertos de ASEFMA, se han tomado los siguientes porcentaje: año 1990 (3%)²⁷, año 1991 (2%) y año 1992 (1%), siendo este año el último año en el que se ha considerado existía producción de las mismas.

Para las mezclas bituminosas en frío, se dispone de información, para los años 1999-2000 y 2004-2012, en la tabla "Cold Bituminous Mixes" procedente de la publicación "Asphalt in Figures", ediciones 2001 y 2006 a 2012, de EAPA (European Asphalt Pavement Association). Con objeto de construir la serie temporal homogénea 1990-2012, se ha

²⁷ El 3% se aplica sobre la cifra del año 1990 de la columna "Total" de la tabla 3.3.13.2 de la actividad 03.03.13.

considerado, de acuerdo con la información de expertos de ASEFMA, que en 1990 se producía el doble de cantidad que en 2005 y se han estimado el resto de años por interpolación entre 1990 y 1999, para el periodo 1991-1998, y por interpolación entre 2000 y 2004, para los años 2002 y 2003.

Por último, para construir la serie temporal de las emulsiones sin mezcla se ha partido de la información que aparece reflejada en la página 170 de la publicación extraordinaria de "Carreteras", número 155/Sep-Oct 07. Este dato refleja el consumo de emulsiones totales en 2005 (0,233 millones de toneladas). Teniendo en cuenta, según la información de expertos de ASEFMA, que el 50% de las mezclas bituminosas en frío están formadas por emulsiones, se puede obtener qué cantidad de emulsiones se generaron y no se emplearon para mezclas sino como emulsiones sin mezcla (0,056 millones de toneladas) A partir de esa información en el año 2005, se obtiene la ratio (0,16) que suponen las emulsiones sin mezcla sobre las mezclas bituminosas en frío. Esa ratio se supone constante para todos los años y aplicándolo sobre la serie temporal de las mezclas bituminosas en frío ya obtenida, permite estimar la producción de emulsiones sin mezcla. En la tabla 4.6.11.1 se presentan los datos comentadas anteriormente.

Tabla 4.6.11.1.- Producción de mezclas bituminosas (Cifras en toneladas)

AÑO	Mezclas fluidificadas (Cutback)	Mezclas Bituminosas en Frío (emulsión)	Emulsiones sin mezcla
1990	729.000	700.000	112.000
1991	486.000	744.444	119.111
1992	243.000	788.889	126.222
1993	0	833.333	133.333
1994	0	877.778	140.444
1995	0	922.222	147.556
1996	0	966.667	154.667
1997	0	1.011.111	161.778
1998	0	1.055.556	168.889
1999	0	1.100.000	176.000
2000	0	600.000	96.000
2001	0	577.500	92.400
2002	0	555.000	88.800
2003	0	532.500	85.200
2004	0	510.000	81.600
2005	0	350.000	56.000
2006	0	318.000	50.880
2007	0	325.000	52.000
2008	0	310.000	49.600
2009	0	275.000	44.000
2010	0	185.000	29.600
2011	0	200.000	32.000
2012	0	92.400	14.784

Una vez calculado el producto final de mezclas bituminosas para las tres variedades: mezclas fluidificadas, mezclas bituminosas en frío y emulsiones sin mezcla, se va a calcular a partir de las producciones de estas variedades la cantidad de betún que incorporan, dado que el betún va a ser la variable de actividad sobre la que se aplicarán posteriormente los factores de COVNM. De acuerdo con la información facilitada por los expertos de ASEFMA, los contenidos de betún de las tres variedades de mezclas bituminosas antes referidas, son las siguientes:

- 5% para las mezclas fluidificadas (cutback)

- 30% para las mezclas bituminosas en frío
- 60% para las emulsiones sin mezcla

Aplicando los porcentajes anteriores sobre los valores de las tres series temporales de la tabla 4.6.11.1, se obtienen los consumos de betún utilizados en la producción de las tres variedades citadas de mezclas asfálticas, según se presentan en la tabla 4.6.11.2.

Tabla 4.6.11.2.- Consumo de betún (Cifras en toneladas)

AÑO	Mezclas fluidificadas (Cutback)	Mezclas Bituminosas en Frío (emulsión)	Emulsiones sin mezcla
1990	36.450	210.000	67.200
1991	24.300	223.333	71.467
1992	12.150	236.667	75.733
1993	0	250.000	80.000
1994	0	263.333	84.267
1995	0	276.667	88.553
1996	0	290.000	92.800
1997	0	303.333	97.067
1998	0	316.667	101.333
1999	0	330.000	105.600
2000	0	180.000	57.600
2001	0	173.250	55.440
2002	0	166.500	53.280
2003	0	159.750	51.120
2004	0	153.000	48.960
2005	0	105.000	33.600
2006	0	95.400	30.528
2007	0	97.500	31.200
2008	0	93.000	29.760
2009	0	82.500	26.400
2010	0	55.500	17.760
2011	0	60.000	19.200
2012		27.720	8.870

Para realizar el desglose provincial se han utilizado los km de carretera existentes en cada provincia (Anuario Estadístico del Ministerio de Fomento).

Los factores de emisión de COVNM, único contaminante considerado en esta actividad, que se presentan en la tabla 4.6.11.3, han sido tomados de las fuentes que se indican a continuación. Para las mezclas fluidificadas cutback, del capítulo B4611, tabla 6, del Libro Guía EMEP/CORINAIR, considerando que se trata de curado rápido (*rapid cure*) con un 45% en volumen de diluyente. Para las mezclas bituminosas en frío y las emulsiones sin mezcla, el factor de emisión considerado es el mismo que el tomado para el proceso batch de la actividad SNAP 03.03.13 Plantas de mezclas bituminosas.

Tabla 4.6.11.3.- Pavimentación de carreteras con asfalto. Factores de emisión

	COVNM (g/t)
Mezclas fluidificadas (cutback)	320.000
Mezclas bituminosas en frío (emulsión)	23
Emulsiones sin mezcla	23

En la tabla 4.6.11.4 se muestran las emisiones estimadas para esta actividad y que son el resultado de multiplicar los datos de las variables de actividad de la tabla 4.6.11.2 por los respectivos factores de emisión de la tabla 4.6.11.3.

Tabla 4.6.11.4.- Pavimentación de carreteras con asfalto. Emisiones

AÑO	ACIDIFICADORES, PRECURSORES DEL OZONO Y GASES DE EFECTO INVERNADERO										
	SO ₂ (t)	NO _x (t)	COVNM (t)	CH ₄ (t)	CO (t)	CO ₂ (kt)	N ₂ O (t)	NH ₃ (t)	SF ₆ (kg)	HFC (kg)	PFC (kg)
1990			11.670								
1991			7.783								
1992			3.895								
1993			8								
1994			8								
1995			8								
1996			9								
1997			9								
1998			10								
1999			10								
2000			5								
2001			5								
2002			5								
2003			5								
2004			5								
2005			3								
2006			3								
2007			3								
2008			3								
2009			3								
2010			2								
2011			2								
2012			1								

4.6.12.- Cemento (descarbonatación)

CORRESPONDENCIA ENTRE NOMENCLATURAS	
NOMENCLATURA	CÓDIGO
CORINAIR/SNAP 97	04.06.12
CMCC/CRF	2.A.1
CLRTAP-EMEP/NFR	2.A.1

En esta actividad se contemplan las emisiones que se producen durante el proceso de fabricación de clínker como consecuencia de la descarbonatación de la caliza (carbonato cálcico), para dar óxido de calcio:



Esta emisión de CO₂ es inherente al proceso de fabricación de clínker, siendo un valor prácticamente fijo por tonelada de clínker fabricada. Las emisiones correspondientes a las actividades de combustión son tratadas en la actividad SNAP 03.03.11.

Como dato socioeconómico básico se utiliza la producción de clínker de cemento expresada en toneladas. Esta información se presenta en la tabla 4.6.12.1, y se ha tomado

para los años 1990-1998 de la publicación "Industrias del Cemento", donde se reseñan los datos de producción con desglose provincial, mientras que a partir del año 1999 la información ha sido facilitada por la propia asociación del sector de fabricación de cemento (OFICEMEN).

Tabla 4.6.12.1.- Fabricación de cemento. Descarbonatación. Producción de clínker
(Cifras en toneladas)

1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997
23.211.731	22.118.675	19.732.165	18.740.185	21.737.227	23.373.454	22.900.967	24.104.979
1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005
26.103.860	27.280.915	27.840.499	28.382.550	29.357.596	30.316.646	30.798.002	31.742.484
2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	
32.078.063	32.045.543	27.304.551	21.594.604	21.207.202	18.242.700	16.718.983	

El factor de emisión que permite calcular las emisiones de CO₂ varía según la metodología consultada. Así el Libro Guía EMEP/CORINAIR (capítulo B3311, epígrafe 3.4) propone un factor de 500 kg CO₂/t de cemento producida; el Manual de Referencia IPCC (epígrafe 2.3) propone un factor de 507,1 kg CO₂/t de clínker producida (498,5 kg CO₂/t de cemento producida). Sin embargo aquí se han utilizado, para el periodo 2005-2012, factores de emisión de CO₂ anuales, a nivel nacional, por tonelada de clínker producido obtenidos a partir la información facilitada por OFICEMEN sobre factores de emisión de CO₂ por tonelada de clínker producido, información cuya fuente original se encuentra en los datos facilitados por las propias plantas cementeras para las emisiones certificadas de CO₂ de comercio de derechos de emisión. Para el periodo 1990-2004, para el cual no estaba operativo el mecanismo de comercio de derechos de emisión, se ha utilizado el factor de emisión nacional promedio correspondiente al año 2005. En la tabla 4.6.12.2 se presentan los factores de emisión implícitos para cada uno de los años del periodo inventariado.

Como precisión adicional cabe mencionar que las calizas utilizadas en las cementeras españolas son de una calidad notable, con menor contenido en arcilla (que descarbonata menos).

Tabla 4.6.12.2.- Fabricación de cemento. Descarbonatación. Factores de emisión de CO₂ (t CO₂/t clínker)

1990-2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
0,529	0,522	0,525	0,527	0,528	0,528	0,522	0,524

Dado que como ya se ha señalado la emisión de CO₂ producida en el proceso de descarbonatación es una cantidad prácticamente fija e inherente a la fabricación de clínker, la tasa de CO₂ por tonelada de clínker fabricada no es susceptible de modificación. La única manera pues de reducir las emisiones de CO₂ sería la mejora de las adiciones al cemento, lo que permitiría incrementar la ratio cemento/clínker y por tanto reducir las emisiones de CO₂.

En la tabla 4.6.12.3 se muestran las emisiones estimadas para esta actividad.

Tabla 4.6.12.3.- Fabricación de cemento. Descarbonatación. Emisiones

AÑO	ACIDIFICADORES, PRECURSORES DEL OZONO Y GASES DE EFECTO INVERNADERO										
	SO ₂ (t)	NO _x (t)	COVNM (t)	CH ₄ (t)	CO (t)	CO ₂ (kt)	N ₂ O (t)	NH ₃ (t)	SF ₆ (kg)	HFC (kg)	PFC (kg)
1990						12.279					
1991						11.701					
1992						10.438					
1993						9.914					
1994						11.499					
1995						12.365					
1996						12.115					
1997						12.752					
1998						13.809					
1999						14.432					
2000						14.728					
2001						15.014					
2002						15.530					
2003						16.038					
2004						16.292					
2005						16.792					
2006						16.745					
2007						16.824					
2008						14.389					
2009						11.402					
2010						11.197					
2011						9.523					
2012						8.754					

4.6.13.- Vidrio (descarbonatación)

CORRESPONDENCIA ENTRE NOMENCLATURAS	
NOMENCLATURA	CÓDIGO
CORINAIR/SNAP 97	04.06.13
CMCC/CRF	2.A.7
CLRTAP-EMEP/NFR	2.A.7.d

En esta actividad se contemplan las emisiones CO₂ producidas en el proceso de descarbonatación en la fabricación de vidrio, con las excepciones de las debidas al uso de carbonato cálcico y dolomía, que se incluyen en la actividad SNAP 04.06.18, y las debidas al uso de carbonato sódico, que se incluyen en la actividad SNAP 04.06.19. Las emisiones procedentes de los procesos de combustión ya han sido tratadas en las actividades de la nomenclatura SNAP 03.03.14, 03.03.15, 03.03.16 y 03.03.17.

Como dato socioeconómico básico se toma los diferentes consumos de carbonatos y otros agentes reductores (carbón, bloques aglomerados²⁸, escoria, urea) (toneladas). La información sobre estos consumos ha sido facilitada por la asociación empresarial Vidrio España, habiéndose realizado estimaciones mediante procedimientos de interpolación en aquellos años y sub-sectores de fabricación de vidrio para los que no se disponía de

²⁸ Los bloques aglomerados son aglomerados sólidos formados fundamentalmente por vidrio reciclado, lana de roca y cemento, que dan consistencia a la mezcla.

información al respecto. En la tabla 4.6.13.1 se muestran las cifras de consumos utilizadas en la estimación de las emisiones.

Tabla 4.6.13.1.- Fabricación de vidrio. Descarbonatación. Consumo de carbonatos y agentes reductores (Cifras en toneladas)

CARBONATO	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001
Carbonato de bario	1.545	1.578	1.632	1.665	1.698	1.731	1.730	1.730	1.729	1.749	1.773	1.944
Carbonato de potasio	650	669	695	714	734	753	743	734	724	745	765	861
Carbonato de magnesio	512	542	577	607	637	667	655	643	631	628	635	728
Carbonato de litio												
Carbón (agente reductor)	31	33	34	36	67	66	62	61	59	62	55	74
Bloques aglomerados												
Escoria												
Urea												

CARBONATO	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
Carbonato de bario	2.094	1.253	872	794	16.310	640	610	297	835	1.380	1.018
Carbonato de potasio	1.005	691	747	722	706	689	618	320	413	288	202
Carbonato de magnesio	918	630						468	553	632	569
Carbonato de litio				1	17	13	7	9	6	9	8
Carbón (agente reductor)	88	54	229	587	476	929	1.244	1.519	1.208	1.124	1.051
Bloques aglomerados										9.475	10.089
Escoria										2.896	4.880
Urea									271	575	389

La información ha sido tratada al nivel de área, habiéndose realizado la desagregación provincial, en aquellos sub-sectores y años en los que no disponía de este desglose, utilizando como variables subrogadas las producciones del año 2003, año a partir del cual se dispone de la información a nivel provincial.

Para cada uno de los tipos de carbonato y agentes reductores utilizados se obtiene a partir de su composición molecular el factor de emisión de CO₂ correspondiente. En el caso del uso de carbón como agente reductor, el factor de emisión de CO₂ depende del contenido de carbono en el carbón. Para los bloques aglomerados y la escoria, los factores de emisión han sido facilitados por las plantas que utilizan estos materiales y están basados en la determinación del contenido de carbonatos derivados de ensayos analíticos de dichos materiales. En la tabla 4.6.13.2 se presentan los factores de emisión utilizados.

Tabla 4.6.13.2.- Fabricación de vidrio. Descarbonatación. Factores de emisión

	Peso molecular	Factor de emisión CO ₂ (kg/t)
Carbonato de bario (BaCO ₃)	197,339	223,016
Carbonato de potasio (K ₂ CO ₃)	138,206	318,437
Carbonato de magnesio (MgCO ₃)	84,316	521,974
Carbonato de litio (Li ₂ CO ₃)	73,891	595,603
Carbón (agente reductor)		3.023 - 3.664
Bloques aglomerados		115
Escoria		11
Urea	60,055	733,333

En la tabla 4.6.13.3 se muestran las emisiones imputadas para esta actividad por descarbonatación excluidas las producidas por uso de carbonato sódico, carbonato cálcico y dolomía (es decir, por el tratamiento de otros carbonatos).

Tabla 4.6.13.3.- Fabricación de vidrio. Descarbonatación. Emisiones

AÑO	ACIDIFICADORES, PRECURSORES DEL OZONO Y GASES DE EFECTO INVERNADERO										
	SO ₂ (t)	NO _x (t)	COVNM (t)	CH ₄ (t)	CO (t)	CO ₂ (kt)	N ₂ O (t)	NH ₃ (t)	SF ₆ (kg)	HFC (kg)	PFC (kg)
1990						0,9					
1991						1,0					
1992						1,0					
1993						1,0					
1994						1,2					
1995						1,2					
1996						1,2					
1997						1,2					
1998						1,1					
1999						1,2					
2000						1,1					
2001						1,3					
2002						1,5					
2003						1,0					
2004						1,2					
2005						2,4					
2006						5,4					
2007						3,5					
2008						4,6					
2009						5,5					
2010						4,9					
2011						6,1					
2012						5,7					

4.6.14.- Cal (descarbonatación)

CORRESPONDENCIA ENTRE NOMENCLATURAS	
NOMENCLATURA	CÓDIGO
CORINAIR/SNAP 97	04.06.14
CMCC/CRF	2.A.2
CLRTAP-EMEP/NFR	2.A.2

En esta actividad se contemplan las emisiones producidas en los procesos de descarbonatación durante la fabricación de cal y dolomía calcinada. Las emisiones debidas a los procesos de combustión han sido tratadas en la actividad SNAP 03.03.12.

Adicionalmente se han incorporado a esta actividad las emisiones procedentes de la producción de dolomía sinterizada (a partir del año 2006). La dolomía sinterizada se obtiene a partir de la dolomía calcinada, tras un proceso de sinterización en el que la descarbonatación es mínima (pérdida de calcinación de la materia prima, dolomía calcinada) y solamente se producen emisiones de CO₂ debidas a la combustión. La dolomía calcinada a muerte o sinterizada (*dead-burned dolomite* o *sinter dolomite*) se produce por calcinación a temperatura de 1.600 °C a 1.700 °C durante el tiempo suficiente para que se formen cristales grandes de óxido de magnesio (periclasa) y de óxido de calcio. Tiene unas especificaciones bastante estrictas, sobre todo respecto a densidad de los granos, tamaño de cristal, composición química y porosidad. La mayoría de la producción se destina a la fabricación de diversos tipos de refractarios básicos: a granel, en soleras de hornos eléctricos; en forma de ladrillos refractarios (alquitranados, aglomerados, cerámicos...), para acerías, cementeras, metalurgia del cobre y otros metales y otras industrias.

La información ha sido tratada a nivel tanto de área como puntual, habiendo sido facilitada por la Asociación Nacional de Fabricantes de Cales y Derivados de España (ANCADE)²⁹. También existe producción de cal no comercializada, utilizada como producto intermedio en determinados procesos de producción, en los sectores de:

- i) fabricación de acero: la producción de cal en plantas siderúrgicas integrales facilitada por las propias plantas vía cuestionario individualizado. Esta producción de cal sólo se realizó durante el periodo 1990-1992;
- ii) producción de azúcar a partir de remolacha azucarera: para el periodo 2008-2012, la producción de cal ha sido estimada a partir de información sobre la masa de carbonatos utilizada en los hornos de cal facilitada directamente por las propias plantas vía cuestionario individualizado, habiéndose estimado la producción de cal para el periodo 1990-2007 mediante procedimientos de extrapolación en función de la producción de azúcar en dichos años;
- iii) producción de carburo de calcio: la información sobre producción de cal ha sido facilitada vía cuestionario por la única planta que fabrica cal en este sector a partir del año 2005, habiéndose realizado una estimación de la producción de cal en el periodo 1990-2004 en función de la producción de carburo de calcio y el consumo de piedra caliza del año 2005.

La información suministrada por ANCADE ha sido facilitada con desglose provincial, con la excepción de las producciones en los años 1990-1998 de las empresas no vinculadas a esta asociación, para las cuales tan sólo se disponía del dato de producción nacional, y que han sido distribuidas provincialmente utilizando las producciones provinciales de estas empresas en el año 1999.

En cuanto a la fabricación de cal en el sector de producción de azúcar, se ha realizado la distribución provincial de la cantidad estimada de cal producida para el periodo 1990-2007 utilizando como variable subrogada una estimación de la producción provincial de azúcar procedente de remolacha azucarera basada en los datos del Anuario de Estadística del MAGRAMA.

²⁹ Para las empresas no asociadas a ANCADE, las producciones son aproximadas según estimaciones realizadas por esta asociación. Adicionalmente, para el año 2007 existen carencias en los datos suministrados por ANCADE de las empresas no asociadas, por lo que se ha realizado una estimación de las producciones a partir de las emisiones de proceso de CO₂ de 2007 verificadas para la Directiva de Comercio de Derechos de Emisión. Para los años 2008 y 2009, los datos de las empresas no asociadas a ANCADE se han tomado de los informes de emisiones de CO₂ de las plantas incluidas en el mecanismo de comercio de derechos de emisión. Para los años 2010 y 2011 se ha realizado una estimación de las producciones de las empresas no asociadas a ANCADE a partir de los datos disponibles para el año 2009 y de las emisiones de CO₂ de 2010 y 2011 verificadas para la Directiva de Comercio de Derechos de Emisión. Por último, para el año 2012 se ha realizado una estimación de las producciones a partir de la información disponible (producción y, en su defecto, emisiones) de los informes verificados para la Directiva de Comercio de Derechos de Emisión.

Los datos socioeconómicos básicos son las producciones (toneladas) de los diversos tipos de cal, cuyas cifras se muestran en la tabla 4.6.14.1.

Tabla 4.6.14.1.- Fabricación de cal. Producción (cifras en toneladas)

AÑO	Cal viva	Dolomía calcinada	Dolomía sinterizada	Otras industrias
1990	1.290.340	86.790		223.776
1991	1.311.230	91.770		223.719
1992	1.287.863	233.137		130.238
1993	1.306.491	244.509		153.688
1994	1.401.747	256.253		147.771
1995	1.359.173	279.827		151.113
1996	1.344.610	233.390		165.448
1997	1.381.610	269.390		168.190
1998	1.413.295	278.731		177.940
1999	1.477.028	259.500		170.966
2000	1.606.451	289.721		164.256
2001	1.597.206	292.662		144.777
2002	1.653.935	318.342		174.061
2003	1.732.148	318.319		135.101
2004	1.748.269	376.034		148.717
2005	1.707.786	362.415		152.477
2006	1.820.711	366.688	41.202	124.809
2007	1.971.506	360.331	25.559	119.390
2008	1.816.044	336.412	27.311	92.223
2009	1.632.672	242.322	23.822	99.402
2010	1.734.279	316.731	31.373	103.922
2011	1.717.955	282.820	24.752	109.252
2012	1.403.000	209.912	24.757	91.339

Los factores de emisión de CO₂ propuestos en el Manual de Referencia IPCC (tabla 2.2) son de 790 y 910 kg CO₂/t de materia calcinada según sea ésta calcita o dolomita. Sin embargo para realizar la estimación de las emisiones correspondiente a la cal comercial se ha utilizado la metodología aplicada por la propia asociación del sector de fabricación de cal (ANCADE), a partir de las cantidades de producto final (cal viva o dolomía calcinada) y el grado de pureza final de las mismas, dado que al factor de emisión de CO₂ estequiométrico por tonelada de cal viva o dolomía producida hay que añadir la corrección por el grado de pureza del producto final, es decir, el factor estequiométrico se aplica sobre las toneladas de producto una vez descartadas las impurezas.

$$\text{Emisión CO}_2 = \text{Producción (t)} * \% \text{ Pureza} * \text{Factor de emisión de CO}_2 \text{ estequiométrico}$$

El grado de pureza es característico de cada instalación y año de operación, mientras que la ratio estequiométrica es un valor fijo para todas las instalaciones y años (785 kg CO₂/t producto para la cal viva y 913 kg CO₂/t producto para la dolomía calcinada). Cuando no se ha podido disponer del grado de pureza de una instalación, se han aplicado los mismos grados de pureza del año más próximo para el que se dispone de esta información en la instalación en cuestión o, en su defecto, los valores estándar recomendados en "The Greenhouse Gas Protocol: a corporate accounting and reporting standard" (Octubre 2001), desarrollado por el *World Business Council for Sustainable Development* (WBCSD) y el *World Resource Institute* (WRI) (93% para la cal viva y 95% para la dolomía calcinada).

En cuanto a la dolomía sinterizada, las emisiones de CO₂ provienen, como ya se ha indicado, de la pérdida de calcinación de la materia prima (dolomía calcinada). Para estimar dichas emisiones se ha utilizado la información facilitada por cada una de las plantas

fabricantes de este producto referente al porcentaje de CO₂ residual de la materia prima, es decir:

$$\text{Emisión CO}_2 = \text{Materia prima (t)} \cdot \% \text{ CO}_2 \text{ en la materia prima}$$

Según la información facilitada por las propias plantas, los %CO₂ de la materia prima (dolomía calcinada) varían entre el 3% y el 6%, por lo que las emisiones por la fabricación de este producto son de escasa importancia en esta actividad.

En las plantas de producción de azúcar procedente de remolacha tiene lugar una particularidad en la metodología de estimación de emisiones debido a las especificidades propias del proceso de producción. Los carbonatos contenidos en la materia prima introducida en el horno de cal (caliza) quedan retenidos parcialmente en un subproducto del proceso de producción, las espumas de carbonatación. En base a la información proporcionada por las plantas productoras sobre cantidad de espumas generadas y su composición, se ha calculado que aproximadamente el 90% de los carbonatos contenidos en la materia prima pasan a formar parte de la composición de la espuma de carbonatación, de modo que no resultan en emisiones de CO₂ en esta actividad³⁰. Este hecho provoca que el factor de emisión en términos de t CO₂/t cal en las plantas de producción de azúcar sea más bajo que el del resto de sectores de producción de cal, como se ilustra en la tabla 4.6.14.2. Así, considerando la retención de carbonatos en las espumas de carbonatación, la estimación de las emisiones se ha realizado mediante un balance de masas de carbonatos, mediante el cual se obtiene el diferencial entre carbonatos introducidos el horno de cal (caliza) y carbonatos retenidos en las espumas de carbonatación. Una vez obtenida esta cantidad de carbonatos, las emisiones se calculan aplicando sobre dicha cantidad el factor de emisión de CO₂ estequiométrico (el ratio kg CO₂/CaCO₃ es específico por planta y año). Debido a la especificidad del proceso, y en particular a la gran absorción de CO₂ en las espumas de carbonatación, se ha considerado la actividad de producción de cal en la industria azucarera como una rúbrica separada de la producción de cal en las plantas comerciales, con el objeto de no distorsionar el cálculo del factor de emisión implícito de CO₂ de estas últimas.

En el caso de la cal producida en el sector de fabricación de carburo de calcio, la estimación de las emisiones se ha realizado utilizando la cantidad de materia prima (piedra caliza) y el grado de pureza en carbonato (CaCO₃) de la piedra caliza. Una vez obtenido el contenido de carbonato, se aplica el factor de emisión de CO₂ estequiométrico por masa de carbonato (439,93 kg CO₂/t CaCO₃), es decir:

$$\text{Emisión CO}_2 = \text{Piedra caliza (t)} \cdot \% \text{ Pureza CaCO}_3 \cdot \text{Factor de emisión (t CO}_2\text{/t CaCO}_3\text{)}$$

Por último, para la fabricación de cal en la fabricación de acero, se ha optado por utilizar el factor de emisión (790 kg CO₂/t de cal) propuesto en el Manual de Referencia IPCC más arriba indicado.

³⁰ Con objeto de cerrar el ciclo de carbonatos que parte de la utilización de caliza en el horno de cal para la producción de azúcar, las emisiones producidas por disociación de carbonatos en la aplicación de espumas de carbonatación en la agricultura se estiman en la actividad IPCC 5(IV) "Emisiones de CO₂ por la aplicación de enmiendas calizas en la agricultura".

En la tabla 4.6.14.2 se presentan los factores de emisión medios anuales obtenidos aplicando la metodología antes citada.

Tabla 4.6.14.2.- Fabricación de cal. Factores de emisión

AÑO	FACTORES DE EMISIÓN DE CO ₂ (kg/t)					
	Cal viva	Dolomía calcinada	Dolomía sinterizada	Fabricación de azúcar	Fabricación de carburo de calcio	Fabricación de acero
1990	751,6	867,4		101,4		
1991	751,0	871,0		101,4		
1992	750,1	881,8		101,4		
1993	750,3	880,7		101,4		
1994	750,0	879,8		101,4		
1995	748,8	866,8		101,4		
1996	746,9	869,7		101,4		
1997	748,2	877,3		101,4		
1998	748,2	872,3		101,4		
1999	748,7	869,0		101,4		
2000	749,1	865,5		101,4		
2001	749,3	860,9		101,4	743,9	790
2002	748,9	863,1		101,4		
2003	748,9	860,0		101,4		
2004	749,0	861,1		101,4		
2005	750,1	863,1		101,4		
2006	747,8	865,6	49,7	101,4		
2007	748,7	867,4	35,7	101,4		
2008	760,6	874,4	36,8	68,1		
2009	758,6	869,1	34,5	109,3		
2010	739,0	867,4	35,4	96,9		
2011	700,1	821,7	37,8	134,2		
2012	738,0	843,9	42,3	124,8		

Las emisiones estimadas de acuerdo con las variables de actividad y los factores de emisión arriba reseñados se muestran en la tabla 4.6.14.3.

Tabla 4.6.14.3.- Fabricación de cal. Descarboxinación. Emisiones

AÑO	ACIDIFICADORES, PRECURSORES DEL OZONO Y GASES DE EFECTO INVERNADERO										
	SO ₂ (t)	NO _x (t)	COVNM (t)	CH ₄ (t)	CO (t)	CO ₂ (kt)	N ₂ O (t)	NH ₃ (t)	SF ₆ (kg)	HFC (kg)	PFC (kg)
1990						1.146					
1991						1.165					
1992						1.198					
1993						1.218					
1994						1.304					
1995						1.290					
1996						1.239					
1997						1.302					
1998						1.335					
1999						1.365					
2000						1.484					
2001						1.476					
2002						1.545					
2003						1.601					
2004						1.663					
2005						1.624					
2006						1.707					
2007						1.818					
2008						1.702					
2009						1.477					
2010						1.584					
2011						1.468					
2012						1.239					

4.6.15.- Fabricación de baterías

CORRESPONDENCIA ENTRE NOMENCLATURAS	
NOMENCLATURA	CÓDIGO
CORINAIR/SNAP 97	04.06.15
CMCC/CRF	2.A.7
CLRTAP-EMEP/NFR	2.A.7.d

En la fabricación de baterías se producen emisiones de diversos metales pesados que entran en la composición de las mismas. En el presente Inventario tan sólo se ha podido realizar la estimación correspondiente a las baterías de plomo y de níquel-cadmio, y dentro de esta últimas, sólo la parte correspondiente al cadmio. No se dispone de información sobre fabricación de baterías de mercurio, proceso éste potencialmente emisor de dicho metal.

El dato socioeconómico básico para realizar la estimación de las emisiones es la cantidad de metal (plomo, cadmio) utilizada en la fabricación de las baterías. Para obtener estos datos se ha partido de la información de base suministrada por el MITYC referente al número de unidades de cada tipo de baterías. Esta información cubre los años 1993-1996 y

2005-2006 con desglose provincial³¹, y el año 2007 a nivel nacional. Para el periodo 1997-2004 se han estimado las unidades fabricadas en cada provincia mediante procedimientos de interpolación, mientras que para el periodo 1990-1992 se han mantenido las unidades producidas en cada provincia en el año 1993. Asimismo, para los años 2008-2012 se han mantenido las cifras de producción del año 2007 al no haberse podido disponer de información actualizada para dichos años. A partir de esta información ha sido necesario realizar una conversión para obtener las cantidades de cada metal utilizadas. Según información de la EPA (véanse referencias) para la fabricación de una batería (de coche) se utiliza una media de 9,1 kg de plomo. En cuanto a las baterías de níquel-cadmio, en la Unión Europea el 85% de las baterías son de más de 2 kg de peso, y el resto de menos de 2 kg. En una batería de más de 2 kg hay un 6,5% de cadmio, mientras que en una batería de menos de 2 kg hay un 16% de cadmio. Tomando como pesos medios de cada batería 4 kg y 1 kg respectivamente, se obtiene que para las baterías de más de 2 kg de peso se utiliza 0,26 kg de cadmio, y para las de peso inferior a 2 kg se utiliza 0,16 kg de cadmio. Utilizando estos factores de conversión, se obtienen las cantidades de plomo y de cadmio utilizadas en la fabricación de cada uno de los tipos de baterías. Debido a restricciones de confidencialidad sobre las variables de actividad, y al ser el número de plantas inferior a tres para esta actividad, se ha limitado la presentación de la información a la estimación de las emisiones, ya que de la presentación incluso de los factores de emisión podría inferirse el cálculo de las propias variables de actividad que las empresas/plantas del sector consideran confidencial.

No existe información sobre la cantidad de níquel utilizada en la fabricación de las baterías de níquel-cadmio, por lo que en la presente edición del Inventario no se ha podido realizar la estimación de las emisiones correspondientes a este metal.

La información ha sido tratada al nivel de área. Como ya se ha mencionado el desglose provincial ha sido facilitado por el MITYC para los años 1993-1996 y 2005-2006, y el propio procedimiento de estimación de las variables de actividad para los años 1990-1992 y 1997-2004 se ha desarrollado al nivel de provincia. Para el año 2007, para el que sólo se disponía de información a nivel nacional, se ha realizado la desagregación provincial utilizando las cifras provinciales de producción del año 2006, mientras que para los años 2008-2012 se han mantenido las cifras del año 2007.

Las emisiones estimadas para esta actividad son las que se muestran en la siguiente tabla 4.6.15.3.

³¹ Para los años 2005 y 2006 la producción de dos provincias ha sido facilitada conjuntamente debido a cuestiones de confidencialidad. Para estimar la producción en cada una de estas dos provincias en dichos años, se han mantenido las mismas proporciones que en el año 1996.

Tabla 4.6.15.3.- Fabricación de baterías. Emisiones

AÑO	METALES PESADOS									PARTÍCULAS		
	As (kg)	Cd (kg)	Cr (kg)	Cu (kg)	Hg (kg)	Ni (kg)	Pb (kg)	Se (kg)	Zn (kg)	PM _{2,5} (t)	PM ₁₀ (t)	PST (t)
1990		2,1					272					
1991		2,1					272					
1992		2,1					272					
1993		2,1					272					
1994		2,2					328					
1995		2,4					407					
1996		1,8					443					
1997		1,8					469					
1998		1,8					495					
1999		1,8					521					
2000		1,8					547					
2001		1,8					574					
2002		1,8					600					
2003		1,8					626					
2004							652					
2005							678					
2006							656					
2007							723					
2008							723					
2009							723					
2010							723					
2011							723					
2012							723					

4.6.16.- Extracción de minerales

CORRESPONDENCIA ENTRE NOMENCLATURAS	
NOMENCLATURA	CÓDIGO
CORINAIR/SNAP 97	04.06.16
CMCC/CRF	2.A.7
CLRTAP-EMEP/NFR	2.A.7.a

No se ha estimado las emisiones procedentes de la realización de esta actividad al estar pendiente todavía el diagnóstico de los factores de emisión propuestos en las diferentes guías metodológicas.

4.6.17.- Otros (incluida la fabricación de productos de amianto)

CORRESPONDENCIA ENTRE NOMENCLATURAS	
NOMENCLATURA	CÓDIGO
CORINAIR/SNAP 97	04.06.17
CMCC/CRF	2.A.7
CLRTAP-EMEP/NFR	2.A.7.d

Esta es una actividad que comprende una posible diversidad de partidas heterogéneas, no encuadrables en otras actividades anteriormente reseñadas de este subgrupo. Explícitamente en su título aparece la referencia a la fabricación de productos de

amianto, para los que al no disponer de información contrastada sobre la variable socioeconómica de actividad ni tampoco sobre los factores de emisión, no se ha incluido sus potenciales emisiones en el Inventario.

Por otra parte, dado que sí se han identificado como actividades emisoras la descarbonatación en el proceso de producción de magnesita (con la excepción de la debida al uso de dolomía, que se incluye en la actividad SNAP 04.06.18), y la descarbonatación en la industria cerámica en la fabricación de azulejos y pavimentos cerámicos, y que estos procesos no aparecen claramente encuadrables en otras actividades del subgrupo SNAP, se ha optado por incluir dichas emisiones en esta actividad, tal y como se describe a continuación.

a) Fabricación de magnesita

La fabricación de magnesita consiste en una calcinación del mineral, constituido primordialmente por carbonato magnésico, en hornos adecuados que producen la descomposición de dicho mineral dando lugar al óxido de magnesio, conocido vulgarmente como magnesita. El proceso de descarbonatación se realiza mediante calcinación o sinterización en hornos rotativos, y tiene por objeto la transformación del carbonato magnésico en óxido de magnesio mediante aporte energético a altas temperaturas. Si la reacción se lleva a cabo a 1.200-1.300 °C se obtiene la magnesita cáustica y si la temperatura llega a 1.800-1.900 °C lo que se obtendrá es la magnesita sinterizada.

La información sobre esta actividad ha sido recabada mediante cuestionario a las dos plantas productoras existentes en España. Como variables de actividad se ha tomado las cantidades de los diferentes tipos de carbonatos (con la excepción de la dolomía) en el mineral entrante a calcinación.

Debido a restricciones de confidencialidad sobre la variable de actividad (consumo de carbonatos) que son específicos de cada planta, y al ser el número de estas plantas inferior a tres, se ha limitado la presentación de la información de esta actividad a la estimación de las emisiones, ya que de la presentación incluso de los factores de emisión podrían inferirse las propias variables de actividad que las empresas/plantas del sector consideran confidenciales.

Las emisiones estimadas para esta actividad son las que se presentan en la tabla 4.6.17.3 siguiente.

Tabla 4.6.17.3.- Fabricación de magnesita. Descarbonatación (excepto dolomita). Emisiones

AÑO	ACIDIFICADORES, PRECURSORES DEL OZONO Y GASES DE EFECTO INVERNADERO										
	SO ₂ (t)	NO _x (t)	COVNM (t)	CH ₄ (t)	CO (t)	CO ₂ (kt)	N ₂ O (t)	NH ₃ (t)	SF ₆ (kg)	HFC (kg)	PFC (kg)
1990						167					
1991						146					
1992						141					
1993						148					
1994						197					
1995						230					
1996						210					
1997						197					
1998						181					
1999						220					
2000						214					
2001						229					
2002						232					
2003						223					
2004						240					
2005						244					
2006						248					
2007						252					
2008						253					
2009						242					
2010						287					
2011						283					
2012						238					

b) Fabricación de azulejos y pavimentos cerámicos

En la fabricación de azulejos y pavimentos cerámicos se producen emisiones de CO₂ por la descomposición de los carbonatos de las arcillas utilizadas como materia prima básica de las baldosas cerámicas. Las composiciones de arcilla se formulan según el producto:

- Las baldosas porosas (azulejos y una cantidad marginal de baldosas rústicas) representan , variando según los años, entre el 39% y el 50% de la producción. Es necesario el uso de arcillas con mayor proporción de carbonatos para lograr la porosidad del soporte.
- Las baldosas no porosas (gres, gres porcelánico y gres rústico) representan, variando según los años, entre el 50% y el 61% de la producción. La baja porosidad resulta del uso de arcillas con la más baja proporción de carbonatos obtenible.

Los datos sobre producción de cada tipo de baldosas han sido facilitados por la Asociación Española de Fabricantes de Azulejos, Pavimentos y Baldosas Cerámicas (ASCER), y se presentan en la tabla 4.6.17.4 siguiente.

Tabla 4.6.17.4.- Producción de baldosas (Cifras en miles de m²)

AÑO	Baldosas porosas	Baldosas no porosas
1990	100.900	100.900
1991	102.250	102.250
1992	117.050	117.050
1993	126.000	126.000
1994	142.323	144.677
1995	176.314	182.486
1996	179.083	201.217
1997	201.014	233.987
1998	227.655	278.245
1999	232.099	307.901
2000	231.160	346.640
2001	232.904	360.696
2002	235.442	370.258
2003	232.446	350.954
2004	234.049	361.451
2005	237.181	372.019
2006	241.898	366.502
2007	241.315	343.385
2008	204.500	290.700
2009	133.900	190.500
2010	150.000	216.000
2011	162.000	230.000
2012	162.000	242.000

En la tabla 4.6.17.5 siguiente se presentan los factores de emisión utilizados para la estimación de las emisiones, de acuerdo con los valores propuestos por ASCER.

Tabla 4.6.17.5.- Producción de baldosas. Factores de emisión CO₂ (kg CO₂ / miles de m²)

Baldosas porosas	Baldosas no porosas
735	87,5

De acuerdo con estos factores de emisión y con las cantidades consumidas de cada tipo de carbonato anteriormente reseñados, las emisiones estimadas para esta actividad son las que se presentan en la tabla 4.6.17.6 siguiente.

Tabla 4.6.17.6.- Producción de baldosas. Descarbonatación. Emisiones

AÑO	ACIDIFICADORES, PRECURSORES DEL OZONO Y GASES DE EFECTO INVERNADERO										
	SO ₂ (t)	NO _x (t)	COVNM (t)	CH ₄ (t)	CO (t)	CO ₂ (kt)	N ₂ O (t)	NH ₃ (t)	SF ₆ (kg)	HFC (kg)	PFC (kg)
1990						83					
1991						84					
1992						96					
1993						104					
1994						117					
1995						146					
1996						149					
1997						168					
1998						192					
1999						198					
2000						200					
2001						203					
2002						205					
2003						202					
2004						204					
2005						207					
2006						210					
2007						207					
2008						176					
2009						115					
2010						129					
2011						139					
2012						140					

4.6.18.- Uso de piedra caliza y dolomita

CORRESPONDENCIA ENTRE NOMENCLATURAS	
NOMENCLATURA	CÓDIGO
CORINAIR/SNAP 97	04.06.18
CMCC/CRF	2.A.3, 2.A.7
CLRTAP-EMEP/NFR	2.A.3, 2.A.7.d

Las actividades SNAP se asociarán a las correspondientes categorías de CRF y NFR dependiendo del sector en el que se realice el uso.

En este epígrafe se recogen las emisiones de CO₂ producidas por la descarbonatación de piedra caliza y dolomita en diversos procesos productivos tales como fabricación de magnesita, vidrio o ladrillos y tejas, así como la producida en la desulfuración de los gases emitidos por chimenea. Cabe indicar que no se han incluido en esta actividad las emisiones de CO₂ debidas al uso de piedra caliza y dolomita como fundentes en los procesos de fabricación de acero (sinterización, hornos altos, hornos de acero), ferroaleaciones y silicio, así como en la producción de carburo de calcio, habiéndose contabilizado dichas emisiones dentro de las correspondientes actividades de los subgrupos 04.02, 04.03 y 04.04 de la nomenclatura SNAP.

Como variables de actividad se han tomado las cantidades de carbonato cálcico y dolomita utilizadas. Estos consumos se han obtenido del siguiente modo:

- Fabricación de magnesitas: mediante cuestionario a las dos plantas productoras.

- Fabricación de vidrio: mediante información facilitada por la asociación empresarial Vidrio España, habiéndose realizado estimaciones mediante procedimientos de interpolación en aquellos años y sub-sectores de fabricación de vidrio para los que no se disponía de información al respecto; y para la fabricación de fritas de vidrio, a partir de información facilitada por la Asociación Nacional de Fabricantes de Fritas, Esmaltes y Colores Cerámicos (ANFFECC) sobre emisiones de CO₂ debidas a la descarbonatación, bajo el supuesto de que dichas emisiones proceden en un 50% por el uso de carbonato cálcico y en otro 50% por el uso de carbonato sódico.
- Fabricación de ladrillos y tejas: se ha estimado el consumo de carbonato cálcico asumiendo que el 12% de la arcilla es carbonato cálcico (información facilitada por la Asociación Española de Fabricantes de Ladrillos y Tejas de Arcilla Cocida, HISPALYT)³², y realizando el supuesto de que el producto se corresponde con las arcillas.
- Desulfuración: mediante cuestionario específico remitido a las centrales térmicas en las cuales se utiliza este tipo de técnica de reducción de las emisiones.

En la tabla 4.6.18.1 siguiente se presentan los consumos de carbonato cálcico y dolomita estimados en cada sector de actividad. Se hace notar aquí que por motivos de confidencialidad se omite en la presentación de esta tabla la información de los consumos en la actividad de fabricación de magnesitas, al ser el número de plantas inferior a tres. No obstante, sí se presenta los consumos de carbonatos para los restantes sectores de actividad.

Tabla 4.6.18.1.- Uso de carbonato cálcico y dolomita (Cifras en toneladas)

SECTOR	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997
Carbonato cálcico								
Magnesitas	DC							
Vidrio	291.234	298.355	303.132	311.006	329.902	330.630	348.600	370.451
Ladrillos y tejas	2.284.800	2.099.160	1.856.400	1.785.000	1.999.200	2.142.000	2.284.800	2.499.000
Desulfuración C.T.		19.534	54.351	95.879	91.545	129.236	110.777	143.235
Dolomita								
Magnesitas	DC							
Vidrio	144.077	140.769	144.684	139.975	180.420	181.719	178.994	189.217
Ladrillos y tejas								
Desulfuración C.T.								

SECTOR	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005
Carbonato cálcico								
Magnesitas	DC							
Vidrio	387.466	401.050	420.509	441.633	464.711	430.136	401.393	389.627
Ladrillos y tejas	2.784.600	3.070.200	3.213.000	3.355.800	3.446.956	3.595.053	3.860.426	4.024.766
Desulfuración C.T.	86.317	55.236	441.985	269.711	389.211	425.944	439.080	485.706
Dolomita								
Magnesitas	DC							
Vidrio	189.374	193.549	218.258	229.203	232.172	230.381	251.231	253.323
Ladrillos y tejas								
Desulfuración C.T.								

DC: Dato confidencial.

³² El contenido medio de carbonato en las arcillas es de 12,64% en el año 2006, de 11,62% en 2007, 10,84% en 2008, 10,68% en 2009, 10,45% en 2010, 10,61% en 2011 y 10,59% en 2012.

Tabla 4.6.18.1.- Uso de carbonato cálcico y dolomita (Cifras en toneladas)
(Continuación)

SECTOR	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
Carbonato cálcico							
Magnesitas	DC	DC	DC	DC	DC	DC	DC
Vidrio	425.215	405.614	388.955	310.835	321.661	334.932	327.397
Ladrillos y tejas	4.498.045	3.729.437	2.434.993	1.126.491	904.319	814.832	614.721
Desulfuración C.T.	402.052	403.605	618.390	450.545	257.676	802.744	727.829
Dolomita							
Magnesitas	DC	DC	DC	DC	DC	DC	DC
Vidrio	228.540	236.541	208.855	181.297	207.820	196.067	194.010
Ladrillos y tejas							
Desulfuración C.T.							

DC: Dato confidencial.

Para cada uno de los tipos de utilizados se obtiene a partir de su composición molecular el factor de emisión de CO₂ correspondiente. En la tabla 4.6.18.2 se presentan los factores de emisión utilizados.

Tabla 4.6.18.2.- Uso de carbonato cálcico y dolomita. Factores de emisión

CARBONATO	Peso molecular	Factor de emisión CO ₂ (kg/t)
Carbonato cálcico (CaCO ₃)	100,091	439,930
Dolomita (CaMg(CO ₃) ₂)	184,407	477,563

Como caso particular al uso de estos factores de emisión se encuentra la estimación de las emisiones procedentes de la desulfuración de los gases emitidos en centrales térmicas. En este caso se ha dispuesto de información individualizada facilitada por las centrales térmicas que utilizan esta técnica de desulfuración, referente a los siguientes parámetros:

- cantidad de materia prima utilizada (caliza)
- riqueza de carbonato cálcico en la caliza utilizada (%)
- factor de descarbonatación (%): es el porcentaje de carbonato que se disocia generando CO₂. Este factor es específico de cada central ya que viene determinado esencialmente por el modo de combustión de la instalación.

Con la información de variables y parámetros anteriores se estiman las emisiones de CO₂ como producto de la cantidad de materia prima utilizada por la fracción de riqueza de carbonato cálcico y por la fracción que se descarbonata y por el factor estequiométrico de generación de CO₂ en la descarbonatación del carbonato cálcico (0,44)³³.

De acuerdo con estos factores de emisión y con las cantidades consumidas de cada tipo de carbonato anteriormente reseñados, las emisiones estimadas para esta actividad son las que se presentan en la tabla 4.6.18.3 siguiente.

³³ En el caso de la desulfuración en centrales térmicas, el rango de factores de emisión de CO₂ que se obtiene a lo largo del periodo inventariado en las distintas centrales térmicas como resultado de la aplicación del algoritmo mencionado varía entre 220 y 440 kg/t.

Tabla 4.6.18.3.- Uso de carbonato cálcico y dolomita. Emisiones

AÑO	ACIDIFICADORES, PRECURSORES DEL OZONO Y GASES DE EFECTO INVERNADERO										
	SO ₂ (t)	NO _x (t)	COVNM (t)	CH ₄ (t)	CO (t)	CO ₂ (kt)	N ₂ O (t)	NH ₃ (t)	SF ₆ (kg)	HFC (kg)	PFC (kg)
1990						1.220					
1991						1.142					
1992						1.047					
1993						1.028					
1994						1.156					
1995						1.234					
1996						1.302					
1997						1.416					
1998						1.533					
1999						1.665					
2000						1.906					
2001						1.915					
2002						2.012					
2003						2.081					
2004						2.204					
2005						2.293					
2006						2.473					
2007						2.129					
2008						1.614					
2009						924					
2010						786					
2011						953					
2012						845					

4.6.19.- Producción y uso de carbonato sódico

CORRESPONDENCIA ENTRE NOMENCLATURAS	
NOMENCLATURA	CÓDIGO
CORINAIR/SNAP 97	04.06.19
CMCC/CRF	2.A.4, 2.A.7
CLRTAP-EMEP/NFR	2.A.4, 2.A.7

Las actividades SNAP se asociarán a las correspondientes categorías de CRF y NFR dependiendo del sector en el que se realice el uso.

El carbonato sódico, Na₂CO₃, es un sólido cristalino blanco que se utiliza como materia prima en un gran número de actividades industriales, entre las que se incluyen las manufacturas de vidrio, de jabón y detergentes, la producción de pasta de papel y papel, y el tratamiento de aguas.

En esta actividad se consideran las emisiones de CO₂ tanto en la producción como en el uso del carbonato sódico. En cuanto a la producción, existen tres procesos de fabricación considerados como procesos naturales, que no serán considerados aquí. El cuarto, el proceso Solvay, que es el efectivamente utilizado en España en la única planta que existe de producción de carbonato sódico, es un proceso sintético.

Los datos de producción y uso de carbonato sódico que han sido utilizados como variable de actividad socioeconómica para la estimación posterior de las emisiones han sido facilitados por la propia planta fabricante de este producto. Las cantidades utilizadas en el sector del vidrio han sido estimadas basándose, por un lado, en información facilitada por la

asociación empresarial Vidrio España, habiéndose realizado estimaciones mediante procedimientos de interpolación en aquellos años y sub-sectores de fabricación de vidrio para los que no se disponía de información al respecto; y por otro, en información facilitada por la Asociación Nacional de Fabricantes de Fritas, Esmaltes y Colores Cerámicos (ANFFECC) relativa a emisiones de CO₂ debidas a la descarbonatación, bajo el supuesto de que dichas emisiones proceden en un 50% del uso de carbonato cálcico y en otro 50% del uso de carbonato sódico. Para los sectores químico y detergentes se ha aplicado a la cantidad restante porcentajes de consumo facilitados por la propia planta fabricante de carbonato sódico.

Como ya se ha mencionado, tan sólo existe una planta dedicada a la producción de carbonato sódico. En cuanto al uso, la desagregación provincial se ha realizado utilizando como variable subrogada el valor añadido bruto del sector 6 del informe Renta Nacional de España de la Fundación BBVA (Productos Químicos) para los sectores químico y detergentes. Cabe mencionar que ante la no disponibilidad de los datos de esta fuente desglosados por provincias para los años 1997-2012 se ha mantenido para este periodo la distribución provincial de las emisiones correspondiente al año 1996. Para el sector del vidrio la desagregación provincial se ha realizado, en aquellos sub-sectores y años en los que no se disponía de este desglose, utilizando como variables subrogadas las producciones del año 2003, año a partir del cual se dispone de la información a nivel provincial.

Debido a restricciones de confidencialidad sobre la variable de actividad (producciones) que es específico de planta/empresa, y al ser el número de éstas inferior a tres para esta actividad, se ha limitado la presentación de la información de esta actividad a la estimación de las emisiones, ya que de la presentación incluso de los factores de emisión podría inferirse el cálculo de las propias variables de actividad que las empresas/plantas del sector consideran confidencial.

Las emisiones estimadas para el conjunto de esta actividad (producción + uso) se muestran en la tabla 4.6.19.3.

Tabla 4.6.19.3.- Producción y uso de carbonato sódico. Emisiones

AÑO	ACIDIFICADORES, PRECURSORES DEL OZONO Y GASES DE EFECTO INVERNADERO										
	SO ₂ (t)	NO _x (t)	COVNM (t)	CH ₄ (t)	CO (t)	CO ₂ (kt)	N ₂ O (t)	NH ₃ (t)	SF ₆ (kg)	HFC (kg)	PFC (kg)
1990						531					
1991						527					
1992						484					
1993						469					
1994						493					
1995						622					
1996						608					
1997						558					
1998						586					
1999						602					
2000						588					
2001						674					
2002						722					
2003						675					
2004						693					
2005						744					
2006						732					
2007						712					
2008						692					
2009						496					
2010						558					
2011						627					
2012						622					

4.8.- PRODUCCIÓN DE HIDROCARBUROS HALOGENADOS Y HEXAFLUORURO DE AZUFRE

En este subgrupo se recogen las emisiones de HFC, PFC y SF₆ que se liberan a la atmósfera en las actividades de producción de determinados hidrocarburos halogenados y de hexafluoruro de azufre, emisiones de manifiesta relevancia en los inventarios de gases de efecto invernadero por el potencial de calentamiento atmosférico que presentan. En cuanto al origen de las emisiones se distinguen en las actividades SNAP los tipos siguientes:

- Emisiones generadas como subproductos de la fabricación el producto principal.
- Emisiones fugitivas generadas en la fabricación del producto principal.
- Otros tipos de emisiones.

De las actividades SNAP que incluye este subgrupo (04.08.01 a 04.08.06), sólo se han estimado emisiones para las dos primeras, mientras que para las restantes actividades no se han identificado en España procesos de producción que generen este tipo de emisiones.

A continuación se describen por separado las dos actividades SNAP que han desembocado en cifras positivas en el balance de emisiones dentro de este subgrupo.

4.8.1.- Producción de hidrocarburos halogenados. Subproductos

CORRESPONDENCIA ENTRE NOMENCLATURAS	
NOMENCLATURA	CÓDIGO
CORINAIR/SNAP 97	04.08.01
CMCC/CRF	2.E.1
CLRTAP-EMEP/NFR	2.E.1

Se consideran en este sector las emisiones de HFC resultantes como subproductos en la fabricación de los HCFC. Este es el caso que ocurre principalmente con el HFC-23 que se genera como subproducto inevitablemente en la fabricación del HCFC-22.

A lo largo del período 1990 a 2011 han estado en operación, temporalmente o a lo largo de todo el intervalo, tres plantas de fabricación del HCFC-22, mientras que en 2012 no ha habido producción de HCFC-22. La producción constituye la variable de actividad, a partir de la cual se deriva la emisión del HFC-23 mostrada en la tabla 4.8.1.2 y basada, preferentemente, en las estimaciones realizadas por los propios centros o, cuando esta información no está disponible, por aplicación del factor de emisión (4%) recomendado tanto en el Manual de Referencia (sección 2.16.1) como en la Guía de Buenas Prácticas (3.8.1) de IPCC.

Debido a restricciones de confidencialidad sobre las variables de actividad (producciones y determinados parámetros de proceso) que son específicos de planta/empresa, y al ser el número de éstas inferior a tres para esta actividad, se ha limitado la presentación de la información de esta actividad a la estimación de las emisiones, ya que de la presentación incluso de los factores de emisión podría inferirse el cálculo de las propias variables de actividad que las empresas/plantas del sector consideran confidencial.

En la tabla 4.8.1.2 se muestran las emisiones estimadas para el único gas considerado (HFC-23) de acuerdo con el procedimiento comentado anteriormente, que consiste en una combinación del método del factor de emisión por defecto y de emisiones calculadas por las propias plantas (métodos de nivel 1 y nivel 2 en la denominación de IPCC).

Cabe asimismo mencionar que en una de las plantas existe un descenso de la emisión a partir del año 2001 debido a la construcción y puesta en servicio de una instalación para disminuir la emisión de HFC-23 mediante su compresión, condensación, licuación y almacenamiento. El HFC-23 licuado se carga en cisternas y se envía a un gestor exterior para su tratamiento.

Tabla 4.8.1.2.- Producción de hidrocarburos halogenados – Subproductos. Emisiones de HFC-23

AÑO	ACIDIFICADORES, PRECURSORES DEL OZONO Y GASES DE EFECTO INVERNADERO										
	SO ₂ (t)	NO _x (t)	COVNM (t)	CH ₄ (t)	CO (t)	CO ₂ (kt)	N ₂ O (t)	NH ₃ (t)	SF ₆ (kg)	HFC (kg)	PFC (kg)
1990										205.400	
1991										186.240	
1992										236.120	
1993										193.000	
1994										295.500	
1995										396.400	
1996										432.100	
1997										494.500	
1998										434.000	
1999										503.500	
2000										540.400	
2001										248.100	
2002										87.920	
2003										134.400	
2004										38.797	
2005										28.520	
2006										44.150	
2007										36.140	
2008										28.231	
2009										21.126	
2010										33.774	
2011										4.239	
2012											

4.8.2.- Producción de hidrocarburos halogenados. Emisiones fugitivas

CORRESPONDENCIA ENTRE NOMENCLATURAS	
NOMENCLATURA	CÓDIGO
CORINAIR/SNAP 97	04.08.02
CMCC/CRF	2.E.2
CLRTAP-EMEP/NFR	2.E.2

Se consideran aquí las emisiones fugitivas que ocurren en la producción de los HFC, sin considerar las derivadas del uso de estos productos recogidas en el capítulo 6 del presente informe, subgrupo 06.05 de la clasificación SNAP.

A lo largo del periodo considerado se ha registrado producción de HFC en España en dos plantas, de las cuales una se dedica a la producción de HFC-143a habiendo incorporado en el año 2002 la producción de HFC-32, y la otra a la producción de HFC-227ea, habiendo cesado esta última planta su producción en el primer trimestre de 2008.

Debido a restricciones de confidencialidad sobre las variables de actividad (producciones y determinados parámetros de proceso) que son específicos de planta/empresa, y al ser el número de éstas inferior a tres para esta actividad, se ha limitado la presentación de la información de esta actividad a la estimación de las emisiones, ya que

REFERENCIAS

- Antunes, P.; Viana, P.; Vinhas, T.; Rivera, J. and Gaspar, E. "Emission profiles of polychlorinated dibenzodioxins, polychlorinated dibenzofurans (PCDD/Fs), dioxin-like PCBs and hexachlorobenzene (HCB) from secondary metallurgy industries in Portugal". Chemosphere. 2012.
- "Anuario de Estadística". Secretaría General Técnica. Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente (MAGRAMA). Esta publicación sustituye al "Anuario de Estadística Alimentaria", que anteriormente editaba el Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación.
- "Anuario de Estadística Agroalimentaria". Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación (MAPA). Esta publicación ha pasado a denominarse, actualmente, "Anuario de Estadística" según la edita el Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente (MAGRAMA).
- "Anuario de Ingeniería Química". Ingeniería Química, Alcion Ingeniería Química, Red Business Information..
- "Anuario Estadístico de España". Instituto Nacional de Estadística (INE).
- "Áreas de negocios". Repsol YPF.
- "Asphalt in figures". European Asphalt Pavement Association (EAPA). Belgium EAPA.
- "Atmospheric Emission Inventory Guidelines for Persistent Organic Pollutants (POPs)". Prague, The Czech Republic, July, 1995.
- CEPMEIP. Co-ordinated European Programme on Particulate Matter Emission Inventories, Projections and Guidance.
- CITEPA. "Etude sur le méthodes d'évaluation des quantités émises de particules fines (PM10 et inférieures) primaires et secondaires pour tous les secteurs d'activité en vue des inventaires". Rapport final. Juillet 2002.
- "El Boletín de ANAIP". Confederación Española de Empresarios de Plásticos (ANAIP).
- Enciclopedia OILGAS. "Enciclopedia Nacional del Petróleo, Petroquímica y Gas". Sede Técnica, S.A.
- "Encuesta Industrial". Instituto Nacional de Estadística (INE).
- "Energy Balance Sheets". Eurostat.

- “Estadística de Fabricación de Pasta Coquizable, de Coquerías, y de Gas de Horno Alto”. Subdirección General de Planificación Energética y Minas del Ministerio de Industria, Energía y Turismo (MINETUR).
- “Estudio sobre la Posición Competitiva del Sector de Alimentación y Bebidas en España. Sector de la Cerveza y Malta de Cerveza”. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación (MAPA) (actualmente Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente (MAGRAMA)).
- “Estudio sobre la posición competitiva del sector de alimentación y bebida en España. Sector de Alcoholes Etílicos de Fermentación”. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación (MAPA) (actualmente Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente (MAGRAMA)).
- “Experiences With The Heavy Metals Inventory in Slovakia”. Oxford: Economic Commission for Europe, Convention on Long-Range Transboundary Air Pollution, 1996.
- Fontelle, J.P. y J.P. Chang (1993). “Report on Complementary Information in the Frame of the Assistance Provided for CORINAIR 90 Inventory”. CITEPA.
- Gérard G. De Soete (1993). “Nitrous Oxide from Combustion and Industry: Chemistry, Emissions and Control”. Institut Français du Pétrole.
- Guía de Buenas Prácticas de IPCC. “Good Practice Guidance and Uncertainty Management in National Greenhouse Gas Inventories”, 2000. IPCC-OECD-IEA.
- Guía IPCC 2006 para Inventarios Nacionales de Gases de Efecto Invernadero. IPCC, 2006.
- Holoubek I. et al. (1993). “Compilation of emission factors for persistent organic pollutants. A case study of emission estimates in the Czech and Slovak Republics”. Prepared for External Affairs Canada. Masaryk University, Axys Environmental Consulting. March, 1993.
- Instituto Internacional del Aluminio (IAI). “Greenhouse Gas Emissions Monitoring and Reporting by the Aluminium Industry”. May, 2003.
- “Industrias de la Cal, del Yeso y sus Prefabricados”. Subdirección General de Industrias de la Construcción y Afines, MINER. (Hasta el año 1991 esta publicación se denominaba “Industrias del Yeso, de la Cal y del Cemento Natural”).
- “Industrias del Cemento”. MINER.
- “Informe Anual”. Asociación de Fabricantes de Papel y Pasta de Papel (ASPAPPEL).
- “Informe Estadístico”. Asociación de Fabricantes de Papel y Pasta de Papel (ASPAPPEL).
- “Informe sobre la Industria Española”. Ministerio de Ciencia y Tecnología (MCYT).

- IPPC. Integrated Pollution Prevention and Control. "Draft Reference Document on Best Available Techniques in the Production of Polymers". Draft April 2005.
- "La Alimentación en España". Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente (MAGRAMA).
- "La Industria Química en España". Ministerio de Industria y Energía (MINER), actualmente Ministerio de Industria, Energía y Turismo (MINETUR).
- Libro Guía EMEP/CORINAIR (1996). "Atmospheric Emission Inventory Guidebook". First Edition. February 1996. UNECE-convention on long-range transboundary air pollution & European Environmental Agency.
- Libro Guía EMEP/CORINAIR. "Atmospheric Emission Inventory Guidebook". Second Edition. September 1999. UNECE-convention on long-range transboundary air pollution & European Environmental Agency.
- Libro Guía EMEP/CORINAIR. "Atmospheric Emission Inventory Guidebook". Third Edition. Updated to December 2006. UNECE-Convention on long-range transboundary air pollution & European Environmental Agency.
- Libro Guía EMEP/CORINAIR. "Atmospheric Emission Inventory Guidebook". Third Edition. Updated to December 2007. UNECE-Convention on long-range transboundary air pollution & European Environmental Agency.
- Libro Guía EMEP/EEA 2009. "Air Pollutant Emission Inventory Guidebook". UNECE-Convention on long-range transboundary air pollution & European Environmental Agency.
- Libro Guía EMEP/EEA 2013. "Air Pollutant Emission Inventory Guidebook 2013". EEA Technical Report No 12/2013. UNECE-Convention on long-range transboundary air pollution & European Environment Agency.
- "Los Plásticos en España". Confederación Española de Empresarios de Plásticos (ANAIP).
- Manual CORINAIR (1992). "Default Emission Factors Handbook". Second Edition. Edited by CITEPA for DG-XI CEC.
- Manual de Referencia IPCC. "Greenhouse Gas Inventory Reference Manual", Revised 1996 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories. IPCC-OECD-IEA. 1997.
- "Mercury Losses from the Chlor-Alkali Industry in 2004". OSPAR Commission, 2006.
- PARCOM-ATMOS (1992). "Emission Factors Manual. PARCOM-ATMOS. Emission factors for air pollutants. 1992". P.F.J. van der Most and C. Veldt, eds., TNO Environmental and Energy Research, TNO Rept. 92-235, Apeldoorn, the Netherlands.

- Ramos Carpio, M.A. "Refino de Petróleo, Gas Natural y Petroquímica". Fundación Fomento Innovación Industrial. 1997.
- "Renta Nacional de España y su Distribución Provincial". Fundación BBVA.
- U.S. EPA, 1995 ("Compilation of Air Pollutant Emission Factors. Volume I: Stationary Point and Area Sources". AP-42. 5th Edition. Office of Air Quality Planning and Standards, Research Triangle Park, North Carolina.
- UNECE-CLRTAP (1997). Draft BAT Background Document. Task Force on the Assessment of Abatement Options/Techniques for Volatile Organic Compounds. French-German Institute for Environmental Research. University of Karlsruhe, Germany. November 1997.