



**Ministerio de Desarrollo Social y
Medio Ambiente
Secretaría de Desarrollo Sustentable y
Política Ambiental**

**INVENTARIO DE GASES DE
EFECTO INVERNADERO
1997
PROCESOS INDUSTRIALES**



Contenido

Inventario 1997 de gases de efecto invernadero para procesos industriales	2
Introducción	2
Industrias de minerales no metálicos	3
Industria del cemento	3
Industria de la cal	4
Uso de las piedras calcita y dolomita en la industria del hierro y el acero	5
Uso de las piedras calcita y dolomita en la industria del vidrio	5
Producción de amoníaco	6
Producción de ácido nítrico	7
Industria petroquímica	7
Producción de metales	11
Industria del hierro, el acero y ferroaleados	11
Industria del aluminio	12
Industria alimenticia	14
Carburo de calcio	15
Nivel de incerteza y recomendaciones para futuros inventarios	16
Referencias	19
Apéndice 1: Tabla resumen de emisiones de gases de efecto invernadero de procesos industriales	20
Anexo A: Datos de producción correspondientes a la industria petroquímica	21
Anexo B: Reducción de emisiones de CO ₂ de la siderurgia internacional	22

INVENTARIO 1997 DE GASES DE EFECTO INVERNADERO PARA PROCESOS INDUSTRIALES

Introducción

Los gases efecto invernadero (GEI) son originados, bajo la forma de subproductos, en varias actividades industriales. Estas emisiones no son producidas como consecuencia de un consumo energético sino debido al proceso industrial en sí. Por ejemplo, las materias primas son transformadas químicamente de un estado a otro y esta transformación frecuentemente produce emisiones de GEI tales como dióxido de carbono (CO_2), metano (CH_4) y óxido nitroso (N_2O).

Los procesos analizados en este capítulo comprenden la producción de cemento, la manufactura de cal, la producción de hierro, acero, ferroaleaciones y aluminio, la industria petroquímica, la producción de amoníaco y ácido nítrico.

De acuerdo a la metodología establecida por el Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático (IPCC, 1996 a-c), las emisiones del CO_2 formado como subproducto de las reacciones involucradas en los distintos procesos industriales deben ser computadas en este sector. Sin embargo, a los efectos del inventario, las emisiones del CO_2 formado en distintos procesos de la industria petroquímica y la manufactura de amoníaco son contabilizadas en el sector energético ya que no resultó posible discriminar el uso como combustible y como materia prima de los correspondientes hidrocarburos o derivados empleados. No obstante, y a título ilustrativo, las emisiones de CO_2 generadas por la transformación química serán presentadas en este informe. Por la misma razón, el uso de gas natural como agente reductor para la producción de hierro, acero y ferroaleaciones es contabilizado en el sector de energía.

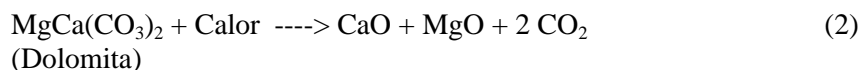
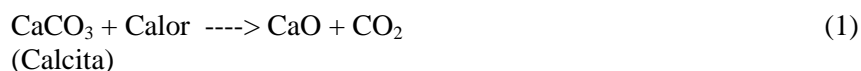
En algunos procesos analizados no se informan valores de emisión de algunos GEI que podrían ser emitidos, en particular N_2O . Esto es debido a que no se dispone de factores de emisión confiables. Asimismo, algunos procesos no incluidos en esta sección probablemente generen GEI, sin embargo al no disponer de datos de emisión o factores de emisión confiables no son informados. A medida que vaya surgiendo información adicional, estas emisiones podrán ser estimadas e incluidas en futuros inventarios, aunque se supone que su contribución será pequeña. En particular, no se estudia en este informe la industria del ácido sulfúrico que genera dióxido de azufre (SO_2).

La metodología seguida, recomendada por el IPCC, consiste en multiplicar los datos de producción de cada proceso por el factor de emisión (por unidad de producción) del GEI correspondiente. Los factores de emisión empleados provienen de mediciones, estimaciones, cálculos de balances de masa o bien estuvieron basados en datos empíricos aportados por el IPCC y la Agencia de Protección Ambiental de los EE.UU. (EPA, 1995). En consecuencia, las incertezas en los valores de emisión informados pueden atribuirse a, por ejemplo, bajos rendimientos en las reacciones químicas asociadas a cada proceso o al uso de factores de emisión que pueden no ser adecuados a las tecnologías utilizadas en Argentina.

Para los gases precursores de GEI como el monóxido de carbono (CO), compuestos orgánicos volátiles distintos al metano (COVDM), y óxidos de nitrógeno (NO_x) así como para el SO_2 , sus valores de emisión son informados, en tanto se disponga de datos confiables de los factores de emisión.

INDUSTRIAS DE MINERALES NO METÁLICOS

Las emisiones de CO₂ en la manufactura de minerales no metálicos se originan principalmente en la calcinación de las piedras calcita y dolomita. Las expresiones para este proceso son:



Las piedras calcita y dolomita tienen una amplia gama de aplicaciones. Estas se pueden dividir en dos grandes grupos a los efectos de la emisión de CO₂, aquellas que se calcinan durante su utilización y emiten CO₂ (producción de cales y cementos, siderurgia, cristalería) y aquellas que se utilizan como carga de otros productos y no producen emisión de CO₂ (papel, cerámica, agricultura, curtiembre, base de caminos, balasto, agregados para concretos, ladrillos refractarios).

En la Argentina se produjeron durante el año 1997 13.439.137 toneladas de piedra calcita y 870.512 toneladas de piedra dolomita. Esto constituye un aumento del 60% en la producción de calcita y del 200% de dolomita respecto del año 1990.

INDUSTRIA DEL CEMENTO

El término cemento está en general relacionado con el denominado hidráulico, si bien existen otros tipos. Se producen en hornos rotativos con materias primas como la piedra calcita, aluminio y hierro, y también arcillas que contienen sílice. Las piedras son fracturadas, clasificadas y molidas para ser almacenadas secas en silos. Luego se dosifican llevándolas a un precalcinador y posterior horno, alimentado a gas natural o fuel oil. Allí se procede a la calcinación luego de lo cual se enfrían con aire obteniendo así un producto calcinado denominado clinker.

De la variada gama de cementos hidráulicos que se producen en la Argentina la producción del tipo Portland es altamente mayoritaria (Brunatti, 1999) y en este informe los datos se referirán solo a este tipo. Se utiliza básicamente piedra calcita para su fabricación, siendo ésta la única fuente de CaO, que constituye su componente principal.

La emisión de CO₂ se produce durante la producción del clinker según la reacción (1). Como se cuenta con datos de producción de clinker se empleó el enfoque de preferencia para calcular la emisión de CO₂ en base al siguiente factor de emisión:

$$FE_{\text{clinker}} = \text{Fracción másica de CaO en el clinker} \times \frac{44,01 \text{ g/mol de CO}_2}{56,08 \text{ g/mol de CaO}} \quad (3)$$

En el país no existen estadísticas del contenido de CaO en el cemento, de modo que se toma el valor indicado por el IPCC de 0,644. De esta manera el valor del factor de emisión empleado es de 0,5071 t CO₂/t de clinker producido. Las emisiones de CO₂ se presentan en la tabla 1.

TABLA 1. Emisiones de CO₂ de la industria del cemento para el año 1997

Cantidad de clinker producido (t)	Emisiones de CO ₂ (Gg)
6.128.567	3.107,80

Como el dato de producción de clinker utilizado se obtiene de la suma de las producciones de cada una de las plantas industriales, el cálculo de emisión antes descripto constituye un enfoque desagregado (*bottom-up*). Se ha realizado una verificación de este valor sobre la base de la producción de cemento (enfoque agregado, *top-down*) que durante el año 1997 fue de 6.768.000 toneladas. El factor de emisión indicado por el IPCC para este caso es de 0,4985 t de CO₂/t de cemento producido. El cálculo de la emisión de CO₂ en este caso resulta entonces de 3.378,85 Gg de CO₂, casi un 9% mayor que la calculada basándose en la producción de clinker. Esta diferencia puede estar vinculada a los contenidos de CaO del clinker y el cemento, así como también a las incertezas en los datos de actividad, no teniendo elementos para asignarle pesos relativos a cada una de estas fuentes de error.

Otro gas que es necesario evaluar como producto de la fabricación del cemento, es el SO₂, que proviene de las impurezas de la piedra calcita. Para evaluarlo es necesario conocer el contenido promedio de azufre de este mineral en la Argentina, dato que no está actualmente disponible. Se utilizó para evaluarlo el factor de emisión indicado por el IPCC de 0,3 kg de SO₂/t de cemento. La emisión de SO₂ sobre la base de la producción de cemento es de 2,03 Gg.

INDUSTRIA DE LA CAL

Las cales pueden ser aéreas, hidráulicas ó magnesianas, dependiendo del contenido de óxido de calcio. Los datos de actividad para esta industria son tomados del Censo Minero (SUIM, 1999) que se realizó para el año 1997 para un alto porcentaje de las industrias de la actividad, sin embargo no contiene información sobre el tipo de cal producida. Esta producción proviene exclusivamente de las empresas mineras productoras de cal, y no contiene la posible producción de cales en otras industrias tales como la azucarera. De todas maneras se estima que esta producción es pequeña con respecto a la producción por parte del sector minero.

La metodología a utilizar supone entonces una cal formada por un 100% de CaO; el factor de emisión corresponde al estequiométrico de la expresión (1), que es de 785 kg de CO₂ por tonelada de cal.

Esta metodología es la misma que la utilizada en el inventario de los años 90 y 94 (PNUD-SECYT, 1997). Sin embargo en este inventario los datos de producción provienen de datos globales, ya que 1997 es el primer año para el cual se cuenta con información disponible basada en un censo minero. Los datos de emisión de CO₂ del sector se indican en la tabla 2.

TABLA 2. Emisiones de CO₂ de la industria de la cal para el año 1997

Cantidad de cal producida (t)	Emisiones de CO ₂ (Gg)
1.360.742 ¹	1.068,18

USO DE LAS PIEDRAS CALCITA Y DOLOMITA EN LA INDUSTRIA DEL HIERRO Y EL ACERO

En siderurgia la calcita se utiliza como fundente y escorificante tanto en el alto horno para producir arrabio como en los procesos de aceración. La inclusión se realiza en forma directa o vía sinter y pellets. Se consumen aproximadamente 150 kg de calcita por tonelada de acero en los convertidores L.D. y 80 kg en hornos eléctricos (Aristarain y Cozzi, 1992). El consumo de dolomita fluctúa entre 60 a 80 kg de piedra por tonelada de acero producido, utilizándose el promedio para obtener el factor de emisión.

En base a la relación estequiométrica de la expresión (1), el IPCC indica el factor de emisión:

FE_{pedra caliza}

$$= \text{Fracción de la pureza del CaCO}_3 \text{ en la piedra caliza} \times \frac{44 \text{ g/mol de CO}_2}{100,09 \text{ g/mol de CaCO}_3} \quad (4)$$

FE_{pedradolomita}

$$= 2 \text{ Fracción de la pureza del CaCO}_3 \text{ en la piedra dolomita} \times \frac{44 \text{ g/mol de CO}_2}{184,41 \text{ g/mol de CaCO}_3 \cdot \text{MgCO}_3} \quad (5)$$

El factor de emisión de CO₂ originado por la calcinación de la piedra calcita es de 66 Kg de CO₂/t de acero, y para la dolomita de 33,46 kg de CO₂/t de acero, de donde se obtiene que se producen 99,46 kg de CO₂ por tonelada de acero producida, cuyos valores se indican en la tabla 3.

Tabla 3. Emisión de CO₂ por el uso de la cal en la siderurgia

Cantidad de acero producido (t)	CO ₂ emitido (Gg)
4.395.000	437,13

USO DE LAS PIEDRAS CALCITA Y DOLOMITA EN LA INDUSTRIA DEL VIDRIO

En la industria de vidrios planos, envases, vajillas, tubos, etc., conocidos como soda cal, se utilizan calcitas con alto contenido de CaO, generalmente conchillas. Se emplean en esta industria 205,4 kg de calcita y 16,4 kg de dolomita por tonelada de vidrio terminado (PNUD-SECYT, 1997). Teniendo en cuenta estos valores, y el factor de emisión del IPCC de 0,440 kg de CO₂/kg de piedra calcita calcinada y de 0,478 kg de CO₂/kg de piedra dolomita calcinada,

¹ Por no tener información sobre el tipo de cal, se considera que toda corresponde a la producida a partir de la caliza. Esta aproximación se realiza sobre la base de las producciones relativas de piedras caliza y dolomita.

resulta que se emiten 98,24 kg de CO₂ por tonelada de vidrio producido. Los datos de actividad fueron provistos por la industria, y los valores de emisión de CO₂ se indican en la tabla 4.

Tabla 4. Emisión de CO₂ por el uso de la cal en la industria del vidrio

Cantidad de vidrio producido (t)	CO ₂ emitido (Gg)
135.618	13,32

PRODUCCION DE AMONIACO

En Argentina el amoniaco es producido en su totalidad a partir del reformado de gas natural con vapor. El 75% del amoniaco producido se emplea para fabricar urea y el 7% para fabricar ácido nítrico. Cabe señalar que para el año 2000 se pondrá en marcha una nueva planta que incrementará en un 500% la producción actual.

El gas natural, en presencia de vapor de agua y un catalizador adecuado se transforma en monóxido de carbono (CO) e hidrógeno (H₂); posteriormente el monóxido de carbono (CO) se transforma en dióxido de carbono (CO₂) por acción de otro catalizador. El hidrógeno es combinado con el nitrógeno del aire para producir amoniaco. El CO₂, presente en el gas de proceso, es eliminado de la corriente gaseosa por absorción en una solución de etilaminas o carbonatos. En la etapa de regeneración de esta solución se libera CO₂.

También pueden producirse emisiones de NO_x, COVDM, CO y SO₂ durante el proceso.

Metodología y Fuentes de datos

Las emisiones de CO₂ dependen de la cantidad y composición del gas natural empleado en el proceso. Se asume que todo el carbón ingresado será emitido a la atmósfera. Si bien el 75% del CO₂ es recuperado bajo la forma de urea, este carbón quedará almacenado por un corto periodo pero finalmente será eliminado a la atmósfera. Bajo estas consideraciones el factor de emisión que se utiliza en este informe es de 1,2 t CO₂/t NH₃ y resulta del balance de masa.

Las emisiones de CO₂ se calcularon multiplicando la producción de amoniaco por el factor de emisión

Los datos de producción fueron obtenidos de la 18° edición de la Información Estadística de la Industria Petroquímica y Química de la Argentina (IPA, 1998).

Se presentan además datos de emisiones de metano, suministrados por el Instituto Petroquímico Argentino y estimados por las empresas productoras a partir de sus propios balances de masa. La información se resume en la tabla 5.

Tabla 5: Emisiones de CO₂ y metano de la producción de amoniaco

AÑO	Producción de amoniaco (t)	Emisiones de CO ₂ (Gg)	Emisiones de metano (Gg)
1994	89.256	107,11	0,24
1997	125.325	150,39	0,27

Se observa que las emisiones de CO₂ han crecido aproximadamente un 40% en cuatro años como consecuencia del incremento de producción. Es de esperar que estas emisiones aumentarán significativamente cuando la nueva planta de fertilizantes comience a operar.

Los datos suministrados por las empresas sobre las emisiones de metano no parecen reflejar el incremento de producción del amoníaco en el periodo.

PRODUCCION DE ACIDO NITRICO

En la Argentina existe una única planta que produce ácido nítrico (HNO_3) a partir de la oxidación parcial de amoníaco. El 68% de la producción se destina a fabricar diisocianato de tolueno (TDI) y el resto a la industria química y a la fabricación de explosivos.

Durante la reacción química y debido a las altas temperaturas, se forman como subproductos N_2O y NO_x , los cuales son eliminados del gas de proceso por venteo del reactor a la atmósfera.

Metodología y Fuentes

Las emisiones de N_2O y NO_x se calculan multiplicando los datos de producción de ácido nítrico por los correspondientes factores de emisión.

Los datos de producción se obtuvieron de la 18° edición de la Información Estadística de la Industria Petroquímica y Química de la Argentina (IPA, 1998).

No se dispone de factores de emisión locales, por lo cual se recurrió a los datos suministrados en la referencia IPPC, 1996b. Dada la tecnología utilizada en la única planta que produce ácido nítrico, se optaron por los siguientes valores de factores de emisión: 19 kg de $\text{N}_2\text{O}/\text{t HNO}_3$ y 20 kg de $\text{NO}_x/\text{t HNO}_3$. La información se resume en la Tabla 6.

Tabla 6. Emisiones de N_2O y NO_x de la producción de ácido nítrico

AÑO	Producción de ácido nítrico (t)	Emisiones de N_2O (Gg)	Emisiones de NO_x (Gg)
1994	30.051	0,57	0,60
1997	32.870	0,62	0,66

INDUSTRIA PETROQUIMICA

En la Argentina se fabrican poco más de 60 productos petroquímicos. En este estudio se analizan las emisiones de solamente 22 productos, los cuales han sido seleccionados en base a su nivel de producción y a la disponibilidad de datos que permitiesen estimar las emisiones. El resto de los productos se incluye en el rubro varios. Los productos analizados son: anhídrido ftálico, anhídrido maleico, aromáticos (incluye benceno, tolueno, xilenos y ciclohexano), caucho SBR, cloruro de vinilo, dicloroetileno, estireno, etilbenceno, etileno, fibras e hilados de nylon 6 y 66, formaldehído, látex de estireno-butadieno, metanol, negro de humo, poliestireno, polietileno de alta y baja densidad, polipropileno, propileno, policloruro de vinilo y sus copolímeros y urea.

El CO_2 es emitido por algunos de estos procesos ya que todos ellos utilizan como materia prima un hidrocarburo o un derivado de éstos. No obstante, y como se mencionó en la introducción, a los fines del inventario elaborado en base a la metodología del IPCC, los valores de estas emisiones son computados en el sector energético. A título ilustrativo se presentan en este informe.

Otras especies emitidas son el metano y los COVDM, aunque ambos en menor proporción que el CO_2 . Algunos pocos procesos emiten N_2O , CO y SO_2 en pequeñas cantidades. No son

analizadas en este sector las emisiones de los compuestos fluorocarbonados ((PCF y HFC) ni del F₆S.

Todas las emisiones producidas por la industria petroquímica son pequeñas y su incidencia en el inventario final es muy baja.

Metodología y Fuentes

Las emisiones fueron estimadas, salvo el caso del CO₂, multiplicando la producción de cada producto por el factor de emisión correspondiente. Los datos de producción se obtuvieron de la 18° edición de la Información Estadística de la Industria Petroquímica y Química de la Argentina (IPA, 1998). Para estimar las emisiones de CO₂ se empleó la información suministrada por el Instituto Petroquímico Argentino. Estos datos fueron brindados por cada empresa productora y obtenidos por cálculos basados en balance de masa, mediciones y estimaciones según el caso y no fueron validados por los autores de este informe.

Con respecto a la producción de urea cabe aclarar que las emisiones de CO₂ han sido asignadas a la producción de amoníaco, habida cuenta que el 75% de éste se destina a la fabricación de urea. Los óxidos de nitrógeno se computan en el sector de agricultura y ganadería como fertilizantes.

Los factores de emisión de CH₄, CO, SO₂, N₂O y COVDM fueron obtenidos de publicaciones (IPCC, 1996b y EPA, 1995). La información suministrada por la industria para estos gases es escasa y solamente hay superposición de información en el caso de las emisiones del metano en el proceso de fabricación de etileno. La estimación de la empresa local difiere del valor calculado empleando el factor de emisión sugerido por el IPCC (1 kg/t). No obstante y a pesar de que no se ha podido verificar el dato de la empresa, se optó por informar el valor local por dos razones: a) los factores de emisión EPA, 1995 e IPCC, 1996b fueron obtenidos a partir de plantas operando en EEUU y Europa y b) el IPCC alienta el uso de factores de emisión locales.

Cuando se dispone de más de un valor de un factor de emisión dado se siguió el criterio del IPCC de utilizar el valor más elevado.

En la tabla indicada en el Anexo C se presentan los datos de producción de los productos seleccionados para los años 1990, 1994 y 1997.

Las emisiones de CO₂, informadas por las empresas locales, se indican en la tabla 7, para los años 1994 a 1997 (no se dispone de información para 1990).

Las emisiones de metano y COVDM, obtenidas a partir de factores de emisión publicados, se muestran en la tabla 8, a excepción de la emisión de metano en la producción de etileno, cuyo valor es el informado por la empresa productora local. El factor de emisión de COVDM utilizado en la producción de anhídrido maleico corresponde a la tecnología que utiliza venteo no tratado; en el caso del poliestireno se empleó el que corresponde a la tecnología que emplea continuous steam jets ya que el 80% del poliestireno fabricado utiliza este proceso continuo. Finalmente en la tabla 9 se indican las emisiones estimadas de CO y SO₂.

Tabla 7. Emisiones de CO₂ informados por la industria petroquímica

PRODUCTO	Emisiones de CO ₂ (Gg)	
	1994	1997
Anhídrido Ftálico	N/D	N/D
Anhídrido Maleico	16,84	18,30

Aromáticos	424,00	475,37
Caucho Estireno-butadieno-SBR	N/D	N/D
Cloruro de vinilo - VCM	N/D	N/D
Dicloroetileno	N/D	N/D
Estireno	N/D	N/D
Etilbenceno	N/D	N/D
Etileno	N/D	191,70
Fibras e hilados de Nylon 6 y 66	N/D	N/D
Fibras poliéster	N/D	N/D
Formaldehido	0,64	0,52
Latices Estireno Butadieno	N/D	N/D
Metanol	39,68	35,24
Negro de humo	1,17	1,56
Policloruro de Vinilo PVC	N/D	N/D
Poliestireno	N/D	N/D
Polietileno Alta densidad- PEAD	N/D	N/D
Polietileno Baja densidad - PEBD	N/D	24,00
Polipropileno	7,20	22,18
Propileno	N/D	N/D
Varios	74,00	86,44
TOTAL	563,53	855,30

Nota 1: Estas emisiones están contabilizadas en el sector energético, por lo que se informan pero no se suman al inventario del sector procesos industriales.

Nota 2: En varios se incluyen los siguientes productos: ABS, acetaldehido, acetato de butilo, de etilo y de vinilo, acetona, ácido acético, benzoico, fumárico y salicílico, alcoholes C₇ a C₁₃, alquil benceno lineal, anhídrido acético, butanol secundario, buteno 1, butileno, NBR, TDI, éteres glicólicos, isopropanol, metil etil cetona, metil isobutil carbinol, metil isobutil cetona, MTBE, naftaleno, poliacrilonitrilo, poliisobuteno, PET, SAN.

Tabla 8. Emisiones de CH₄ Y COVDM de la industria petroquímica

PRODUCTO	FE _{CH₄} (kg/t)	FE _{COVDM} (kg/t)	EMISIONES DE CH ₄ (Gg)			EMISIONES DE COVDM (Gg)		
			1990	1994	1997	1990	1994	1997
<i>Anhídrido Ftálico</i>		7,5 ²				0,1355	0,1897	0,2186
<i>Anhídrido Maleico</i>		87 ²				0,4923	1,2615	1,4373
<i>Aromaticos</i>								
<i>Caucho SBR</i>		2,89 ¹				0,1639	0,1342	0,1490
<i>Cloruro de vinilo - VCM</i>		2,95 ¹				0,4736	0,3220	0,4072
<i>Dicloroetileno</i>	0,4 ³	3,95 ¹	0,0944	0,0676	0,0892	0,9322	0,6676	0,8809
<i>Estireno</i>	4 ³	18 ¹	0,2852	0,3397	0,3775	1,2834	1,5285	1,6985
<i>Etilbenceno</i>		2 ¹				0,1860	0,1924	0,1766
<i>Etileno</i>	2,2 ⁴	1,4 ³	0,6302	0,5911	0,6012	0,4010	0,3762	0,3826
<i>Fibras e hilados Nylon 6 y 66</i>		2,44 ²				0,0519	0,0610	0,0785
<i>Fibras poliester</i>		0,05 ²					8,5 10 ⁻⁴	0,00124
<i>Formaldehido</i>	0,31 ¹	6,95 ¹	0,0098	0,0138	0,0114	0,2197	0,3089	0,2555
<i>Latices Estireno Butadieno</i>		14,34 ¹				0,1434	0,1104	0,1728
<i>Metanol</i>	2 ³		0,0916	0,1396	0,1309			
<i>Negro de humo</i>	25 ¹	47,2 ²	0,9986	1,0616	1,5973	1,8853	2,0044	3,0157
<i>Policloruro de Vinilo PVC</i>		8,5 ¹				0,8886	0,7732	0,8846
<i>Poliestireno</i>	0,01 ¹	3,34 ²	3,4 10 ⁻⁴	6,3 10 ⁻⁴	7,5 10 ⁻⁴	0,1146	0,2101	0,2517
<i>Polietileno Alta densidad</i>		30,14 ¹				1,5915	2,4380	3,0425
<i>Polietileno Baja densidad</i>		29,93 ¹				5,2250	4,9586	4,6990
<i>Polipropileno</i>		12 ³				0,6684	1,7319	2,3364
<i>Propileno</i>	0,023 ¹	1,4 ³	0,00223	0,0045	0,0054	0,1358	0,2716	0,3298
Total			2,1122	2,2184	2,8135	14,9931	17,5439	20,4202

Fuentes: ¹ PNUD-SECYT, 1997

² EPA, 1995

³ IPCC, 1996b

⁴Instituto Petroquímico Argentino

Tabla 9. Emisiones de CO y SO₂

	Factores (Kg/t)	1990 (Gg/año)	1994 (Gg/año)	1997 (Gg/año)
CO (t) ⁽¹⁾	283	5113.24	7,16	8,250
SO ₂ (t) ⁽²⁾	18.8	339.67	0,48	0,55

(1) Asignada a la producción de *Anhídrido Ftálico*

(2) Asignada a la producción de *Anhídrido Ftálico*

PRODUCCIÓN DE METALES

INDUSTRIA DEL HIERRO, EL ACERO Y FERROALEADOS.

Cuatro plantas constituyen el núcleo de la industria siderúrgica en Argentina que elaboran productos planos, productos largos y tuberías. Para calcular la emisión de CO₂ se utiliza el enfoque preferencial (Tier I.a) que implica considerar que todo el carbono del agente reductor es emitido a la atmósfera, lo cual constituye en algunos casos una sobrestimación. En la Argentina se emplean como reductores coque de carbón, coque de leña y gas natural en las distintas plantas. El uso de carbón de leña se contabiliza en el sector agrícola, mientras que el de gas natural en el sector energía, de modo que las emisiones indicadas en esta sección son sólo una parte de las que corresponden a la totalidad de este sector industrial.

El consumo de agente reductor en la planta fue informado por el Instituto Argentino de Siderurgia (Mentruyt, 1999) y comparado con los datos de los Balances Energéticos Nacionales (SE, 1999) de los años 1990, 1994 y 1997. Cabe destacar que el consumo de carbón residual (coke de petróleo) informado por la industria es mucho mayor que el indicado en los Balances Energéticos en el ítem transformación de carbón residual en los altos hornos. Se toma aquí el informado por la industria, cuyos valores se indican en la tabla 10.

Tabla 10. Consumos de carbón residual y coque de carbón como agentes reductores en los altos hornos.

	Consumo anual de agente reductor (t)		
	1990	1994	1997
Carbón residual	ND	ND	357.000
Coque de Carbón	191.000	ND	730.882

En base a estos datos y utilizando los factores de emisión indicados en el IPCC de 3,1 toneladas de CO₂ por tonelada de coque de carbón utilizado como reductor, y de 3,6 por tonelada de residual de petróleo, se obtienen las emisiones de CO₂ de 2.265,73 Gg y 1.285,20 Gg, respectivamente.

Las emisiones de CO₂ provenientes de la producción de ferroaleados se contabilizaron junto a las del hierro y el acero por no poderse discriminar la cantidad de agente reductor utilizada por esta industria.

Para completar este análisis resta tener en cuenta el carbono que proviene de la chatarra y del carbón de carga de los hornos eléctricos, de los electrodos de carbono que se consumen en los citados hornos, y de las ferroaleaciones. Estos datos fueron suministrados por las industrias y en promedio corresponden a 0,024 t de CO₂/t de acero producido. En 1997 la producción de acero fue de 4.395.000 toneladas, de modo que esta emisión de CO₂ es de 105,48 Gg. La emisión total

que resulta de sumar este valor con el calculado en base al agente reductor se indica en la tabla 11.

TABLA 11. Emisiones de CO₂ de la industria del hierro, acero y ferroaleaciones para el año 1997

Emisiones de CO ₂ (Gg)
3656,41

El sector siderúrgico argentino presenta una reducción de emisiones de CO₂ relacionada con el consumo específico de energía del 17% en el periodo 1990-1997, alcanzando niveles de eficiencia energética comparables con los de la siderurgia de países desarrollados (Ver Anexo D). Esto se debe no sólo a la sustitución de fuel oil por gas natural como combustible, sino al creciente aprovechamiento de los gases de proceso - gas de coquería y gas de alto horno - en sustitución del gas natural para calentamiento y generación de energía eléctrica, a lo que se suman las mejoras de la combustión en las centrales termoeléctricas y en las vías secundarias.

No habiendo factores de emisión locales de NO_x, NMVOCs, CO y SO₂ para los hornos de acería se considera aquí solamente las del procesado del acero, de acuerdo a los factores de emisión del IPCC, como se indica en la tabla 12. Como en la Argentina se utiliza gas natural para este proceso, la emisión de SO₂ se considera nula.

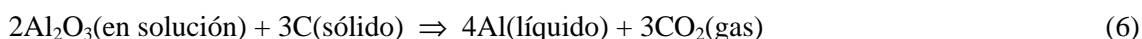
Tabla 12. Emisiones de NO_x, NMVOCs y CO de la producción de acero y hierro para el año 1997

Cantidad de acero producido (t)	Factor de emisión (t de gas/t de acero producida)	Emisión (Gg)
4.395.000	NO _x	40
	NMVOC	30
	CO	1
		0,18
		0,13
		0,01

INDUSTRIA DEL ALUMINIO

El proceso de obtención de aluminio consiste en la electrólisis de una solución de alúmina (Al₂O₃) disuelta en criolita (AlNa₃F₆) fundida a unos 960 °C. A esta solución se la denomina baño electrolítico (BE). El reactor donde se desarrolla el proceso, denominado celda o cuba, es un recipiente de carbón (cátodo), contenido a su vez en una estructura metálica y está conectado eléctricamente al polo negativo del generador de corriente. El polo positivo (ánodo) de la cuba está constituido por bloques de carbón que se encuentran sumergidos en el BE y se conectan al polo correspondiente de la fuente de energía eléctrica. Los ánodos están cubiertos por una mezcla de alúmina y BE sólido molido, que los protege de la oxidación al aire y permite reducir las pérdidas de calor del sistema.

Durante la electrólisis, la Al₂O₃ presente en el BE se descompone según la siguiente reacción:



El aluminio producido se deposita en estado líquido en el fondo de la cuba, mientras que el carbono de los ánodos reacciona con el oxígeno proporcionado por la alúmina, para dar CO₂ que se desprende como gas. El aluminio es extraído de la cuba por succión y, transportado en un recipiente especial (cuchara de colada) a la planta de "fundición" donde es solidificado en distintas formas para obtener los productos finales: lingotes, barrotos y placas.

La República Argentina no produce Al_2O_3 puesto que no cuenta con el mineral necesario para su producción (bauxita), de manera que la industria del aluminio importa toda la alúmina requerida.

Los ánodos, que aportan el carbono que demanda el proceso se producen a partir de coque de petróleo calcinado, en la misma planta donde se realiza la electrólisis.

Esta industria emite, además de CO_2 , compuestos perfluorocarbonados (PFC's) tales como el tetrafluoruro de carbono (CF_4) y hexafluoruro de carbono (C_2F_6). Estas moléculas, que absorben la radiación infrarroja, se mantienen estables en la atmósfera por mucho tiempo y en consecuencia tienen un considerable potencial en efecto invernadero. Las emisiones de dichos compuestos se producen durante los eventos que se denominan "efecto anódico" (EA). Esta circunstancia sobreviene cuando la concentración de Al_2O_3 en el BE se reduce notablemente de forma que el voltaje de la celda crece desde 4,5 V (tensión normal) a 25 - 40 V. En dichas condiciones la energía entregada a la celda permite la descarga del ion fluoruro (F^-) en el ánodo formando los compuestos mencionados.

Para disminuir la frecuencia y duración de los EA y por lo tanto la emisión de PFC's, es muy importante controlar la concentración de alúmina en el BE y el voltaje de la celda. Ambas variables se mantienen en condiciones adecuadas durante el proceso mediante la incorporación de sistemas de control automático de la marcha de las cubas. En efecto, con estos sistemas fue posible conseguir una reducción notable en la frecuencia de los EA de forma tal que mientras en 1990 se producían 0,83 EA/día.cuba, en 1994 se lograron 0,35 EA/día.cuba y 0,28 EA/día.cuba en 1997. Nuevos desarrollos en sistemas de control permitirán alcanzar, en los primeros años del próximo siglo, frecuencias tan bajas como 0,01 EA/día.cuba.

Las emisiones de CO_2 para la industria del aluminio se calculan de acuerdo a la metodología de preferencia, la tier 1.a del IPCC, en base al consumo del agente reductor, considerando un factor de emisión de 3,6 t de CO_2 /t de agente reductor. Los datos de actividad fueron provistos directamente por la industria (Zavatti, 1999). Los valores de emisión de CO_2 se indican en la siguiente tabla 13.

Tabla 13. Emisiones de CO_2 de la producción de aluminio para el año 1997

Masa del agente reductor (t)	CO_2 emitido (Gg)
82.350	296,46

Las emisiones de CF_4 y C_2F_6 se calculan de acuerdo a la metodología del IPCC Tier 1-b, en base a la cantidad de aluminio producido, la eficiencia de la corriente, el número de ánodos consumidos diariamente en cada cuba y la duración del efecto ánodo en minutos, de acuerdo a la ecuación:

$$\text{Kg de CF}_4/\text{t de Al} = 1,698 \times \left(\frac{\text{Fracción promedio de CF}_4 \text{ durante efecto ánodo}}{\text{Eficiencia}} \right) \times \text{Duración del efecto ánodo en minutos} \times \text{Número de ánodos por cuba utilizados} \quad (7)$$

Considerando que en la Argentina se utilizan celdas del tipo denominado “prebeaked”, de acuerdo a lo indicado por el IPCC la fracción promedio de CF₄ tiene un valor de 0,08. Los otros parámetros se indican en la tabla 14 así como el valor obtenido para la emisión de CF₄.

Tabla 14. Emisión de CF₄ del proceso de producción de aluminio para 1997

Cantidad de aluminio producida (t)	Eficiencia (expresada como fracción)	Número de ánodos por cuba diarios	Minutos de duración del efecto ánodo	CF ₄ Emitido (Gg)
187.157	0,95	0,28	4,98	0,0373

De acuerdo a lo indicado por el IPCC la emisión de C₂F₆ corresponde a la décima parte de las emisiones de CF₄, por lo que su valor se indica en la tabla 15.

Tabla 15. Emisión de C₂F₆ del proceso de producción de aluminio para 1997

C ₂ F ₆ Emitido (Gg)
0,0037

Las emisiones de CO, NO_x y SO₂ se calcularon en base a los factores de emisión del IPCC considerando el proceso de electrólisis, y las emisiones se muestran en la Tabla 16.

Tabla 16. Emisión de CO, NO_x y SO₂ del proceso de producción de aluminio para 1997

NO _x (Gg)	CO (Gg)	SO ₂ (Gg)
0,40	100,13	2,82

INDUSTRIA ALIMENTICIA

Se calculan aquí las emisiones provenientes de la fabricación de azúcar, vino, cerveza y bebidas espirituosas, utilizando los factores de emisión del IPCC 96. Los valores de producción fueron suministrados por el INDEC y las emisiones de NMVOCs se indican en la tabla 17.

Tabla 17. Valores de producción y emisión de NMVOCs de las industrias alimenticias.

	Producción	Factor de emisión (IPCC 96)	Emisión de NMVOC (Gg)
Azúcar	1.649.140 t	10 kg/t	16,49
Vino	13.435.000 hl ⁽¹⁾	0,08 kg/hl	1,07
Cerveza	12.687.000 hl ⁽¹⁾	0,035 kg/hl	0,44
Bebidas espirituosas	764.420 hl	15 kg/hl	11,46
		Total	29,46

⁽¹⁾ Este dato corresponde a las ventas.

CARBURO DE CALCIO

El carburo de calcio se obtiene a partir de la reducción del CaO, y su principal utilización es en la producción de acetileno. Existe una única empresa productora de carburo de calcio en la Argentina, que utiliza el CaO como materia prima, de modo que la calcinación de la piedra para su obtención no se contabiliza en este sector. Se contabilizan aquí las emisiones como producto de la reducción del CaO y el correspondiente a su utilización para la producción de acetileno, cuyos factores de emisión de acuerdo al IPCC 96 son de 1,09 y 1,10 toneladas de CO₂ por tonelada de CaC₂ producido.

Tabla 18. Valores de producción de CaC₂ y emisión de CO₂ para el año 1997.

Producción de CaC ₂	Factor de emisión del proceso de reducción t CO ₂ / t CaC ₂ (IPCC 96)	Factor de emisión del uso del producto t CO ₂ / t CaC ₂ (IPCC 96)	Emisión de CO ₂ (Gg)
40.000 T	1,09	1,10	87,60

NIVEL DE INCERTEZA Y RECOMENDACIONES PARA FUTUROS INVENTARIOS

Las incertezas asociadas a las emisiones de GEI por parte del sector Procesos Industriales están ligadas tanto a los *datos de actividad* (obtención de productos o consumo de materias primas claves) como a la información disponible sobre *factores de emisión*. Si bien, no fue posible cuantificar el grado de incerteza de estos datos, se resume a continuación dónde reside la misma para cada uno de los procesos analizados y se hacen recomendaciones que podrán ser tenidas en cuenta durante el desarrollo de futuros inventarios.

Para la *industria del cemento* se contó con datos sobre *producción* de clinker, lo cual permitió el cálculo de las emisiones de CO₂ de acuerdo al enfoque desagregado de preferencia. Sin embargo cuando se realizó una verificación de las emisiones de CO₂ basándose en la producción de cemento, se obtuvo una emisión un 9% mayor. Convendría contar no sólo con los datos de clinker sino también con la información sobre el nivel de incerteza de los mismos. Con respecto a los *factores de emisión*, es fundamental conocer el contenido de CaO en el clinker. Quizá se pueda pedir colaboración al sector productivo para obtener un valor estadísticamente representativo de este parámetro. Esto podría estar disponible a través de los análisis químicos de rutina que probablemente se realizan durante el control de producción. Asimismo el sector productivo podría colaborar en la obtención del contenido promedio de azufre en la piedra calcita.

La incerteza de los datos de *actividad* minera para la *industria de la cal* ha bajado sustancialmente a partir de la realización del Censo Minero, sin embargo persiste aun la dificultad para obtener información acerca de la producción de cal en otros sectores productivos distintos del minero. Tampoco se ha podido obtener las cantidades de dolomita y calcita empleadas en la fabricación de cales. La disponibilidad de estos datos, junto a los contenidos típicos de CaCO₃ y MgCa(CO₃)₂ en los minerales empleados, disminuirá el nivel de incerteza de los *factores de emisión*. Estos datos podrían ser solicitados a la Secretaría de Minería de manera de ser incorporados a la información que recaba para la realización del Censo Minero.

Con respecto a los otros usos de las piedras calcita y dolomita, los datos de *actividad* tanto para la *industria siderúrgica* como para la *industria del vidrio* fueron tomados de bibliografía y están basados en la carga promedio de calcita y dolomita por tonelada de acero o vidrio producidos. Si bien se analizaron estos datos con el sector productivo, convendría pedir su colaboración en la evaluación de los mismos para futuros inventarios. La tarea a realizar consistiría en llevar el registro anual de la cantidad de calcita y dolomita empleada para la producción anual de cada uno de los productos terminales (acero o vidrio). En ambas industrias, para mejorar la precisión de los *factores de emisión*, tal como en el caso de las cales, solo se necesita conocer el contenido de CaCO₃ y MgCa(CO₃)₂ en los minerales empleados.

Los datos de *producción* para *amoníaco, ácido nítrico, carburo de calcio e industria petroquímica* fueron tomados de la información estadística elaborada por el Instituto Petroquímico Argentino (IPA). Si bien se asume que la incerteza de estos datos es baja, no ha sido posible cuantificarla. Pedir la colaboración del IPA parece ser el modo más directo de abordar este tema en el futuro. La información sobre *emisiones* para estos productos provino de distintas fuentes según el producto y los gases emitidos. Las emisiones de CO₂ con excepción de las correspondientes al amoníaco, calculadas sobre la base de la estequiometría de las reacciones, fueron suministradas por el sector productivo así como las emisiones de CH₄ asociadas a las producciones de amoníaco y etileno. Las emisiones restantes fueron calculadas basándose en los *factores de emisión* suministrados en la bibliografía de referencia. Para las emisiones de CO₂ y CH₄, evaluadas por el sector productivo sobre la base de balances de masa, mediciones y estimaciones, según el caso, no ha sido posible realizar una estima sobre el grado de incerteza. Si bien las emisiones de CO₂ no fueron incluidas en el sector de procesos

industriales sino en el sector energía la importancia relativa de su magnitud (cerca de 900 Gg para 1997) indica que estas estimas deberían estar adecuadamente documentadas en futuros inventarios. Solo así será posible abordar la discusión acerca de las incertezas implícitas en esta información. Los factores de emisión adoptados de la bibliografía de referencia conllevan un grado desconocido de incerteza relacionado con la dificultad de relacionar la información de base con la realidad local.

Para evaluar las emisiones de CO₂ provenientes de la *industria del hierro y el acero* pudo emplearse el enfoque de preferencia por contarse con el dato de *actividad*, esto es, la cantidad empleada de agente reductor ya sea coque de carbón o carbón residual de petróleo. La cantidad de coque de carbón empleada tiene un nivel de incerteza muy bajo, el asociado a los datos del Balance Energético Nacional. Existe una importante discrepancia entre la cantidad de carbón residual de petróleo informada por el sector productivo y el valor correspondiente que aparece en el Balance Energético Nacional. Si bien para la realización del inventario 1997 se tomó el valor informado por el sector productivo, la discrepancia entre ambos datos debería ser salvada en el futuro. Para los *factores de emisión* se emplearon los sugeridos por el IPCC sin tener en cuenta el contenido medio de carbono de los agentes reductores empleados localmente. Al respecto, si bien el contenido medio de los coques no tiene una gran dispersión, sería conveniente que la Secretaría de Energía coordinara la información sobre composición media de los combustibles empleados en Argentina, llevando además registro sobre la dispersión alrededor de los valores medios. Con esta información, la evaluación de la incerteza asociada a los factores de emisión de CO₂ resulta trivial. Las emisiones de NO_x, NMVOC y CO provenientes de la industria del hierro y el acero fueron calculadas basándose en la *producción* de acero y en *factores de emisión* tomados del IPCC, por lo tanto como ya se discutió en el párrafo anterior, el mayor nivel de incerteza radica en este caso en el uso de datos de emisión cuya relación con las condiciones locales se desconoce.

Las emisiones de CO₂ provenientes de la *industria del aluminio* fueron calculadas tomando en cuenta la cantidad de agente reductor empleado como *dato de actividad*, lo cual implica un nivel de incerteza muy bajo y el *factor de emisión* sugerido por el IPCC que conlleva el nivel de incerteza ya discutido en el párrafo anterior. Las emisiones de CF₄ y C₂F₆ se calcularon tomando en cuenta *datos de actividad* locales y un modelo de *emisiones* desarrollado internacionalmente (IPCC, 1996 b). Por lo tanto la mayor incerteza de estas emisiones radica en la adecuación del modelo a la realidad local.

Finalmente se analiza el error admisible asociado a las emisiones de CO₂ para cada uno de los sub-sectores industriales evaluados para 1997. Cuando es posible especificar un error global para un conjunto dado de datos de emisión, es posible calcular el error admisible para cada uno de los subconjuntos que integran el inventario de acuerdo a la siguiente expresión (Hammerle, 1976).

$$\sigma_i = \theta \sqrt{\frac{E_T}{E_i}} \quad (8)$$

donde

σ_i = error porcentual admisible para el sub-sector i

θ = error porcentual global para las emisiones totales del sector (E_T)

E_T = emisiones totales de un dado gas para el sector en consideración

E_i = emisiones totales de un dado gas para el sub-sector i

La tabla 19 muestra valores indicativos de los errores admisibles para las emisiones de CO₂ de cada una de las industrias consideradas en el sector Procesos Industriales para el año 1997, cuando se pretende que el error global para las emisiones de este sector sea del orden del 1 %. Evidentemente, el nivel de incerteza de las emisiones de CO₂ depende fuertemente de la

información sobre 1) uso y contenido de Ca y Mg de las piedras calcita y dolomita y 2) cantidad y porcentaje de carbono de los agentes reductores empleados en la producción de minerales metálicos. Puede concluirse entonces que el nivel de incerteza para el inventario de CO₂ para el año 1997 es bajo y las posibilidades de mejorarlo han sido señaladas más arriba. La información contenida en la tabla 20 puede servir para decidir dónde conviene concentrar los esfuerzos para mejorar la calidad de los futuros inventarios de CO₂ para el sector Procesos Industriales.

Tabla 19. Error porcentual admisible para las emisiones de CO₂ para cada sub-sector industrial compatibles con un error global del 1 % para el Sector Procesos Industriales.

Sub-sector industrial	Error porcentual admisible
Producción de hierro y acero	3
Producción de Cemento	4
Producción de cal	6
Industrias Químicas Orgánicas	7
Uso de piedras calcita y dolomita para la siderurgia	10
Producción de aluminio	12
Industrias Químicas Inorgánicas	13
Producción de amoníaco	17
Producción de Carburos	22
Producción de vidrio	58

REFERENCIAS

- Aristarain, L. y Cozzi, G. (1992). Distribución de los principales minerales en la República Argentina para las industrial básicas de transformación, Panorama Minero, Buenos Aires, Argentina.
- Brunatti (1999). Instituto del Cemento Portland, comunicación personal.
- EPA (1995). Compilation of Air Pollution Emission Factors. Vol 1: Stationary and Area Sources. 5th Edition. AP-42. U.S. Environmental Protection Agency, Research Triangle Park, North Carolina.
- Hammerle, J.R. (1976). Emission Inventory en Air Pollution, Vol. III A.C: Stern (ed.). Academic Press, New York.
- IPA (1998). Información Estadística de la Industria Petroquímica y Química de la Argentina, 18° Edición. Instituto Petroquímico Argentino.
- IPPC (1996a). Revised 1996 Guidelines for National Greenhouse Inventories. Vol. 1 Reporting Instructions.
- IPPC (1996b). Revised 1996 Guidelines for National Greenhouse Inventories. Vol. 2 Workbook.
- IPPC (1996a). Revised 1996 Guidelines for National Greenhouse Inventories. Vol. 3 Reporting Instructions.
- Mentruyt, J.J., Otero, F. (1999). Instituto Argentino de Siderurgia, comunicación personal.
- PNUD-SECYT (1997). Inventario de Gases de Efecto Invernadero. Proyecto ARG/95/G/31-PNUD-SECYT. Secretaría de Ciencia y Técnica de la República Argentina.
- SE (1999). Balances Energéticos Nacionales. Secretaría de Energía. Ministerio de Economía y Obras y Servicios Públicos de la Argentina, <http://mecon.ar>
- SUIM (1999). Sistema Único de Información Minera, <http://www.suim.gov.ar>
- Zavatti, J. (1999). Aluminio Argentino S.A.I.C., comunicación personal.

ANEXO 1: Tabla resumen de emisiones de gases de efecto invernadero de procesos industriales

	CO ₂	CH ₄	N ₂ O	NO _x	CO	NM VOC	SO ₂	CF ₄	C ₂ F ₆
Emisiones totales de Procesos Industriales	8817,28	3,08	0,62	1,23	100,13	50,01	4,85	0,00	0,04
A Producción de minerales no metalíferos	4626,43	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2,03	0,00	0,00
1 Producción de Cemento	3107,80						2,03		
2 Producción de cal	1068,18								
3 Uso de piedras calcita y dolomita en siderurgia	437,13								
4 Producción de soda cáustica	N/P								
5 Techado asfáltico					N/D	N/D			
6 Asfaltado de calles						N/D			
7 Producción de vidrio	13,32					N/D			
B1 Industrias Químicas Inorgánicas	237,99	0,27	0,62	0,66	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1 Producción de amoníaco	150,39	0,27			0,00	0,00	0,00		
2 Producción de ácido nítrico			0,62	0,66					
3 Producción de ácido adípico			N/P	N/P	N/P	N/P			
4 Producción de Carburos	87,60								
B2 Industrias Químicas Orgánicas	0,00	2,81	0,00	0,00	0,00	20,42	0,00	0,00	0,00
1 Dicloroetileno		0,09				0,88			
2 Estireno		0,38				1,70			
3 Etileno		0,60				0,38			
4 Formaldehído		0,01				0,26			
5 Metanol		0,13							
6 Negro de humo		1,60				3,02			
7 Poliestireno		0,00				0,25			
8 Propileno		0,01				0,33			
9 Otros productos						13,60			
C Producción de minerales metálicos	3952,86	0,00	0,00	0,58	100,13	0,13	2,82	0,00	0,04
1 Producción de hierro v acero	3656,40 ⁽¹⁾			0,18	0,00	0,13	0,00		
2 Producción de ferroaleados	0,00 ⁽¹⁾								
3 Producción de aluminio	296,46			0,40	100,13		2,82		0,04
4 SF ₆ en los hornos de Aluminio									
D Otros productos	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	29,46	0,00	0,00	0,00
1 Pulpa y papel				N/D	N/D	N/D	N/D		
2 Comidas y bebidas						29,46			

¹⁾ Se informan en conjunto las emisiones de hierro, acero y ferroaleados

N/P: No producido

N/D: No hay datos

N/U: No se utiliza SF₆ en la producción de aluminio en la Argentina

Anexo 2: Datos de producción correspondientes a la industria petroquímica

Los autores incluyen esta información a solicitud del Instituto Petroquímico Argentino.

PRODUCTO	PRODUCCION (T)		
	1990	1994	1997
<i>Anhídrido Frático</i>	18068	25290	29152
<i>Anhídrido Maleico</i>	5658	14500	16521
<i>Aromaticos</i>	384419	368739	452744
<i>Caucho Estireno-butadieno-SBR</i>	56700	46449	51885
<i>Cloruro de vinilo - VCM</i>	160546	109489	138021
<i>Dicloroetileno</i>	236000	169000	223000
<i>Estireno</i>	71300	84920	94363
<i>Etilbenceno</i>	93000	96200	88274
<i>Etileno</i>	286444	268686	273256
<i>Fibras e hilados de Nylon 6 y 66</i>	21270	25390	32170
<i>Fibras poliéster</i>		16900	24705
<i>Formaldehido</i>	31613	44448	36766
<i>Latices Estireno Butadieno</i>	10000	7700	12050
<i>Metanol</i>	45781	69773	65437
<i>Negro de humo</i>	39943	42465	63891
<i>Policloruro de Vinilo PVC</i>	104543	90962	104070
<i>Poliestireno</i>	34298	62900	75370
<i>Polietileno Alta densidad- PEAD</i>	52805	80921	100945
<i>Polietileno Baja densidad - PEBD</i>	174607	165674	157032
<i>Polipropileno</i>	55700	144323	194696
<i>Propileno</i>	96996	194000	235600
<i>Urea</i>	110000	97824	171218

Anexo 3: Reducción de emisiones de CO₂ de la siderurgia internacional

Los autores incluyen esta información a solicitud del Instituto Argentino de Siderurgia

País	1980	1981/1982	1985/1986	1990	1995/1996	1997	% de reducción
Alemania				2,11	1,88		11
Argentina				2,01		1,67	17
Australia		2,68			2,42		10
Austria	N.D.				N.D.		23
Bélgica	1,27				1,00		20
Canadá	1,46				1,05		28
Corea	2,40				2,11		13
España	3,30				2,11		36
Estados Unidos	N.D.				N.D.		34
Finlandia	2,07				1,65		20
Francia	N.D.				N.D.		24
India			2,75		2,41		12
Japón	1,64				1,41		14
Países Bajos	1,20				1,00		17
Reino Unido		2,28			1,96		14
Taiwan	2,48				2,00		20

Fuente: IISI (International Iron and Steel Institute), Comité de Tecnología (IISI-TECHCO)

Datos de Argentina: Basados en reducciones de CO₂ considerando consumo total de materias primas carbonosas y energía; incluye consumos de gas y energía eléctrica que en este Inventario se contabilizan asignados a los sectores de generación.

El valor indicado es el promedio de las emisiones de las diversas rutas de proceso



**Secretaría
de Desarrollo
Sustentable y
Política Ambiental**