



Emisiones de Gases de Efecto Invernadero del sector Energía

Año 2017 y su evolución en la serie 1990 - 2017

Uruguay



Ministerio
de Industria,
Energía y Minería



BEN
BALANCE ENERGÉTICO
NACIONAL URUGUAY

Tabla de contenidos

1. RESUMEN	3
2. INTRODUCCIÓN	3
3. METODOLOGÍA	9
4. EMISIONES DE GEI DEL SECTOR ENERGÍA PARA 2017	10
4.1. Emisiones de GEI por gas	12
4.2. Emisiones de GEI por categoría	16
4.3. Método de referencia	24
4.4. Contribución relativa al calentamiento global	24
5. EVOLUCIÓN DE EMISIONES DE GEI DEL SECTOR ENERGÍA, 1990-2017	26
5.1. Evolución de emisiones de GEI por gas	26
5.2. Evolución de la contribución relativa al calentamiento global	33
6. INCERTIDUMBRE	34
6.1. Análisis cualitativo	34
6.2. Análisis cuantitativo	36

1. RESUMEN

El sector Energía contribuyó al calentamiento global en el año 2017 con 6.163,3 Gg de CO₂-eq (según métrica GWP_{100 AR2}), lo que resultó en una reducción del 7 % respecto al año 2016. Respecto a 1990, año en el que se inicia la serie, el total de emisiones fue 61 % mayor, mientras que respecto al valor máximo de la serie (año 2012), las emisiones fueron un 27 % menores.

El gas con la mayor participación fue el CO₂, el cual fue responsable del 95 % de las emisiones reportadas. En cuanto a las categorías, el Transporte fue el principal emisor de gases de efecto invernadero, ya que alcanzó para el año 2017 un total de 3.815,9 Gg de CO₂-eq, lo cual representó más del 60 % del total. Por su parte, la quema de biomasa significó para el año en estudio un total de 9.066,6 Gg de CO₂, que se presentan a modo de partida informativa y no se incluyen en los totales del sector.

La diferencia entre los totales de emisiones de CO₂ calculados con los métodos sectorial y de referencia para el año 2017 fue menor al 1 %.

La incertidumbre estimada mediante análisis cuantitativo para el sector en el año 2017 fue de un 8,7 %. En el presente informe se reportan y analizan también las emisiones de los gases precursores de ozono (NO_x, CO, COVDM) y SO₂.

Este inventario se realizó siguiendo las Directrices del IPCC de 2006 para los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero. Ver sección "Metodología" para más detalle.

La fuente de datos utilizada para la realización del presente inventario fue el Balance Energético Nacional 2017, serie histórica 1965-2017. En algunos casos puntuales, estos datos pueden no coincidir exactamente con los del último Balance Energético Nacional publicado, correspondiente al año 2018, serie histórica 1965-2018.

2. INTRODUCCIÓN

El sistema energético en Uruguay¹ se caracteriza a través de los siguientes sectores: transformación eléctrica, hidrocarburos y biocombustibles.

En lo que refiere al sector de transformación eléctrica, el país cuenta con cuatro centrales hidroeléctricas, tres de las cuales se encuentran sobre el Río Negro y una sobre el Río Uruguay (compartida con Argentina). A su vez, se tienen centrales térmicas operadas por turbinas de vapor, turbinas de gas o motores a base de combustibles fósiles, así como generadores privados que utilizan biomasa. En los últimos años se ha concretado la incorporación de generadores eólicos y solares, tanto públicos como privados. Por su parte, el Sistema Interconectado Nacional (SIN) a fines de 2017 contaba con interconexiones con Argentina (2.000 MW) y con Brasil (570 MW).

Al final del año 2017, Uruguay alcanzó su máximo histórico de potencia instalada con un total de 4.545,7 MW para generación de electricidad, incluyendo los generadores conectados al SIN así como aquellos generadores de autoproducción aislados. Considerando la entrada en operación en el correr del año de un ciclo combinado y de una serie de parques eólicos y plantas fotovoltaicas, la potencia instalada quedó compuesta de la siguiente forma: 1.538,0 MW de origen hidráulico, 1.254,5 MW térmicos (combustibles fósiles y biomasa), 1.510,7 MW de origen eólico y 242,6 MW de generadores solares fotovoltaicos. Desagregando la potencia instalada por fuente, se observa que el 82% correspondió a energía renovable (hidráulica, biomasa, eólica y solar) mientras que el 18% restante constituyó energía no renovable (gasoil, fueloil y gas natural).

¹ Fuente: "Balance Energético Nacional 2017". DNE, MIEM. Resultados correspondientes a 2017 y años anteriores. Se destaca que si bien este informe fue elaborado en 2019, el mismo se centra en la situación del país en 2017 y años previos. Por esta razón, no se incluyen aspectos relevantes posteriores a 2017.

Relativo al sector de los hidrocarburos, Uruguay cuenta con una única refinera, que procesa petrleo crudo de origen importado. Su capacidad de refinacin diaria es de 50.000 barriles y produce principalmente gasoil, gasolinas, fueloil, gas licuado de petrleo (GLP) y turbocombustibles entre otros productos. En 2014 se complet el primer ao de operacin de la planta desulfuradora con el fin de producir gasoil y gasolinas de bajo contenido de azufre. El pas se abastece de gas natural desde Argentina a travs de dos gasoductos con una capacidad total de 6.000.000 m³/da; existen redes de distribucin en el litoral suroeste y noroeste del pas.

En gran parte del ao 2017 (entre febrero y setiembre) la refinera estuvo parada por tareas de mantenimiento programado de sus unidades. Como consecuencia, hubo una disminucin de la importacin de petrleo crudo y un aumento de la importacin de derivados, de manera de satisfacer la demanda final. Esta situacin gener que en el ao 2017 se procesaran en la refinera 595 ktep² de petrleo crudo, lo que signific una reduccin del 72 % en relacin al ao previo. De esta forma, se produjeron 594 ktep de derivados de petrleo, siendo los productos mayoritarios el gasoil (195 ktep), las gasolinas automotoras (178 ktep) y el fueloil (103 ktep). En menor medida, hubo produccin de GLP (supergs y propano), queroseno y turbocombustible, entre otros productos.

Desde el ao 2010 el pas cuenta tambin con produccin de biocombustibles, los cuales se utilizan principalmente en el sector transporte en mezclas con gasolinas y gasoil. Existen dos plantas de produccin de bioetanol en el norte del pas y otras dos de elaboracin de biodiesel en el departamento de Montevideo. En el ao 2017 fueron producidos 70.144 m³ de bioetanol y 52.848 m³ de biodiesel. La mezcla promedio correspondi a 7,9 % de bioetanol en las gasolinas automotoras y 5,6 % de biodiesel en el gasoil, en trminos de volumen.

La siguiente tabla resume los combustibles consumidos en los distintos sectores de consumo, su poder calorfico inferior³ y su contenido de Carbono⁴.

Tabla 1: Combustibles consumidos en el pas en 2017

Combustible	PCI	Unidad	Contenido de C (kg/GJ)
Lquidos			
Gasoil	0,8681	tep/m ³	20,2
Fueloil	0,9599	tep/m ³	21,1
Gasolina Automotora	0,7954	tep/m ³	18,9
Queroseno	0,8331	tep/m ³	19,6
Gasolina Aviacin	0,7564	tep/m ³	19,1
Turbocombustible	0,8387	tep/m ³	19,5
Gaseosos			
Gas Natural	0,8300	tep/km ³	15,3
GLP (Supergs ⁵)	0,5894	tep/m ³	17,2
Gas de Refinera (Gas Fuel ⁵)	1,1000	tep/km ³	15,7
Slidos			
Coque de petrleo	0,9386	tep/ton	26,6
Coque de carb n	0,6800	tep/ton	25,8
Biomasa			
Lea	0,2700	tep/ton	30,5
Licor Negro	0,3015	tep/ton	26,0
Otros residuos de biomasa	0,2296	tep/ton	27,3
Carb n vegetal	0,7500	tep/ton	30,5
Biodiesel	0,8312	tep/m ³	19,3
Bioetanol	0,5066	tep/m ³	19,3

² ktep: mil toneladas equivalentes de petrleo; un tep corresponde a 10 millones de kilocaloras.

³ Fuente: "Balance Energético Nacional 2017". DNE, MIEM.

⁴ Fuente: "Directrices del IPCC de 2006 para los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero." Volumen 2, Energía. Cuadro 1.3 - Valores por defecto.

⁵ Datos de PCI se obtienen por estimacin (ASTM D3588), en condiciones de presin atmosfrica y 15,6°C.

En el año 2017, la matriz de energía primaria del país, también llamada “matriz de abastecimiento de energía”, fue de 5.145,5 ktep significando una leve disminución respecto al año previo. La “biomasa” (leña, carbón vegetal, residuos de biomasa y biomasa para la producción de biocombustibles) ocupó por segundo año consecutivo el primer lugar en la matriz primaria ya que en el año 2016 había desplazado a “petróleo y derivados” que históricamente constituyó la principal fuente de abastecimiento del país. En 2017, el abastecimiento de energía fue, en orden de importancia, el siguiente: biomasa (2.213,9 ktep), petróleo y derivados (1.871,8 ktep), electricidad de origen hidráulico (646,5 ktep) y, en menor medida, electricidad de origen eólico (324,6 ktep) y gas natural (58,5 ktep). El abastecimiento de energía solar (incluyendo energía solar térmica y fotovoltaica) fue de 26,8 ktep.

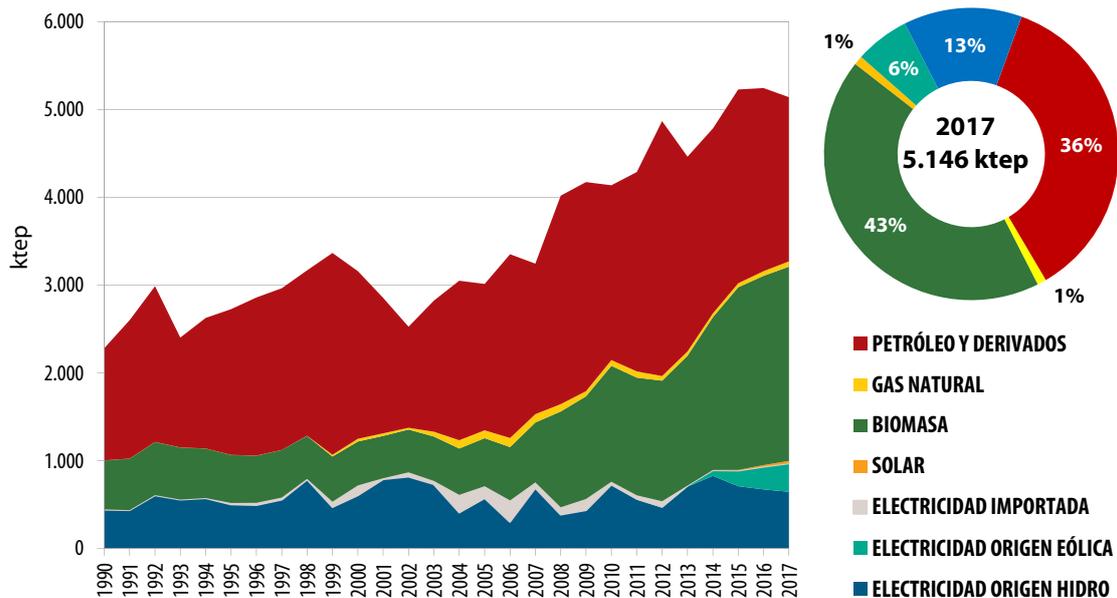


Figura 1: Abastecimiento de energía por fuente 2017 y evolución 1990-2017.

En los últimos años se registraron cambios importantes en la matriz primaria, debidos fundamentalmente a la diversificación de energéticos y a una mayor participación de las fuentes de energía renovable. Esto permitió estar por encima de la meta insignia de la Política energética, que establece para 2015 que al menos el 50% de la matriz de abastecimiento del país provenga de fuentes renovables; en 2015 se alcanzó el 57%, en 2016 el 59% y en el 2017 se volvió a superar el valor, alcanzando el 63 %.

Es de destacar que, a diciembre de 2017, el país contaba con 41 parques eólicos, de los cuales 24 fueron instalados en los últimos tres años; más aun teniendo en cuenta que, en el año 2005 no existía ningún parque eólico de gran porte. Es importante tener en cuenta que Uruguay presenta una oferta de energía eléctrica de origen hidráulico muy variable de un año a otro, que depende fuertemente de las condiciones climáticas. En este marco, el año 2017 presentó buenos niveles de hidraulicidad, por encima de la media histórica, pero inferiores a los aportes registrados en los cuatro años previos.

En 2017 Uruguay logró abastecer su demanda interna de electricidad a través de producción nacional por quinto año consecutivo; si bien existió una importación marginal de electricidad, correspondió a pruebas de ensayos con la nueva interconexión con Brasil.

El abastecimiento de petróleo y derivados incluye importación de petróleo crudo para la producción de derivados en la refinería, así como también el saldo neto del comercio exterior de derivados de petróleo. La participación de esta fuente en la matriz primaria ha sido variable, principal-

mente en función de las necesidades de derivados para generación de electricidad. Entre 2016 y 2017, la participación de petróleo y derivados disminuyó en la matriz primaria de 40 % a 36 %.

Respecto a la generación de electricidad, la misma se puede analizar desde dos puntos de vista: por un lado considerar los insumos para generación y por otro lado la energía eléctrica generada por fuente. Cabe destacar que la matriz de generación presenta una estructura diferente a la matriz de insumos para generación, ya que considera las eficiencias de transformación para las distintas fuentes. A continuación, se menciona solamente la matriz de insumos para generación, ya que las emisiones de GEI asociadas a la generación de electricidad están directamente vinculadas al consumo de fuentes de energía para dicho fin.

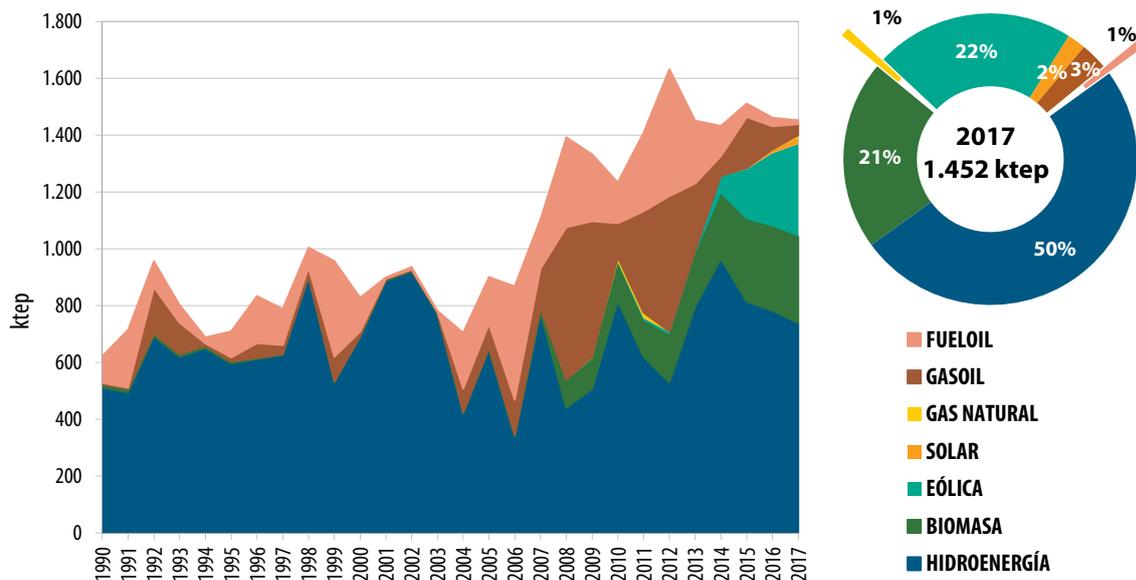


Figura 2: Insumos para generación de energía eléctrica 2017 y evolución 1990-2017.

La matriz de insumos para generación ha presentado fuertes variaciones a lo largo de los años, así como también la diversificación de fuentes hacia el final del período, como se ha mencionado anteriormente. La disponibilidad de hidroenergía para generación eléctrica y el consumo de derivados de petróleo de las centrales eléctricas han estado fuertemente asociados, ya que la menor disponibilidad de hidroenergía ha requerido de mayores consumos de derivados de petróleo para generación. Si bien en 2017 la hidroenergía fue menor que en 2016, el crecimiento que registraron la energía eólica, la biomasa y la solar fotovoltaica como insumos para generación permitió que el consumo de combustibles fósiles también disminuyera.

En el año 2017, el 87,2 % del consumo de energía para la generación de electricidad se dio en centrales eléctricas de servicio público (1.266,1 ktep) que entregaron la electricidad a la red. De dicho consumo solamente 60,6 ktep correspondieron a combustibles fósiles (gasoil, fueloil y gas natural), mientras que el resto de los insumos fueron fuentes de energía renovable.

A continuación, se analiza la evolución del consumo final de energía desde 1990 hasta el 2017. En la década del 90 el consumo creció desde 1.939,7 ktep (1990) a 2.676,8 ktep (1999) comenzando a disminuir a partir del año 2000 hasta llegar a 2.251,0 ktep (2003), valor levemente superior al año 1993. La crisis económica de 2002, tuvo una importante repercusión en la demanda de energía en el país, que se revirtió en el año 2004 hasta alcanzar un total de 4.740,3 ktep en 2017.

Cabe aclarar que el consumo final total de energía se refiere al consumo final energético de los sectores residencial, industrial, comercial-servicios-sector público, transporte, agro-pesca-minería, así como el consumo final no energético. No incluye el consumo del sector energético (utilizado para la producción o transformación de energía) el cual se denomina “consumo propio”, ni tampoco el insumo utilizado como materia prima de otros energéticos utilizados en los centros de transformación.

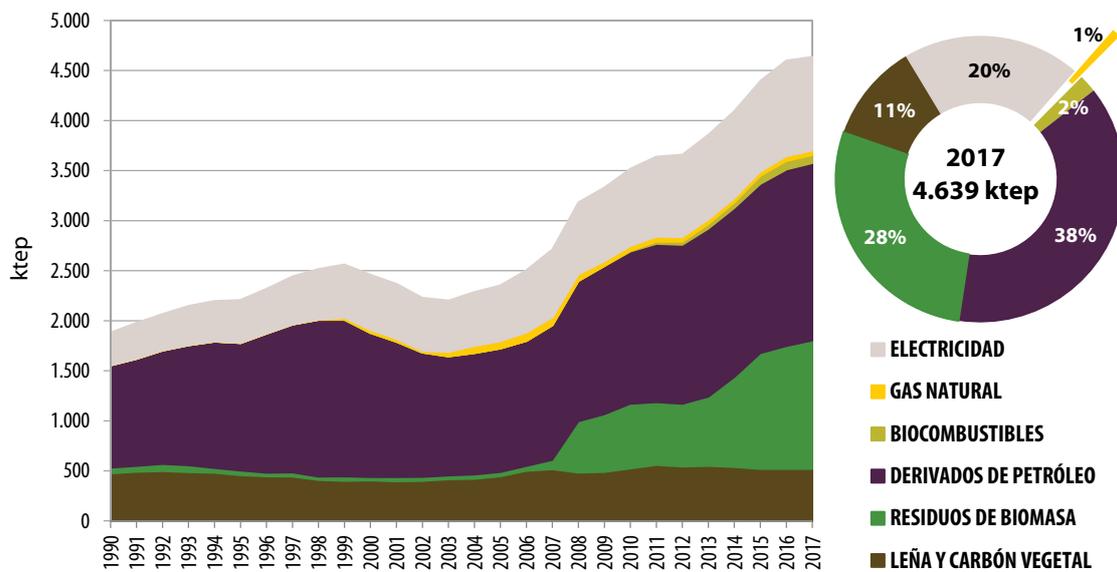


Figura 3: Consumo final energético por fuente 2017 y evolución 1990-2017.

Dado que el consumo final para usos no energéticos es mínimo, a continuación, se analiza el consumo final energético por fuente y por sector. En cuanto al consumo final energético por fuente, históricamente existió una participación importante de los derivados de petróleo, seguida por la participación de energía eléctrica y la biomasa (considerando en conjunto a la leña y los residuos de biomasa). Cabe destacar que a partir del año 2008, la estructura de consumo cambió debido al fuerte aumento en el consumo de residuos de biomasa en el sector industrial, que determinó que la biomasa pasara a ser la segunda fuente de importancia en el consumo final energético, desplazando a la electricidad al tercer lugar.

A partir del año 2010, se incorporaron dos nuevas fuentes secundarias como son el bioetanol y biodiésel, correspondiendo en el gráfico anterior a los “biocombustibles”.

En 2017, la participación de la biomasa (leña, carbón vegetal y residuos de biomasa) superó, por primera vez, a la de los derivados de petróleo en el consumo final energético por fuente (1.802,5 ktep a 1.772,8 ktep) seguidos en tercer lugar por la electricidad (934,3 ktep). Para el caso de los biocombustibles y el gas natural, los consumos fueron realmente pequeños respecto al resto de las fuentes.

Para el año 2017, la superficie de colectores solares térmicos asociados al consumo final energético se estimó en 66.866 m², representando un crecimiento de 14 % respecto al año anterior. La captación de energía solar disponible para fines térmicos se estimó en 3,6 ktep.

En cuanto al consumo final energético por sector, históricamente se distribuyó con participaciones similares entre tres sectores (residencial, transporte e industrial), siendo el sector residencial el de

mayor consumo. Sin embargo, a partir del año 1994 el sector transporte pasó a ser el sector de principal consumo, seguido de cerca por el sector residencial, hasta que en el año 2008 la estructura de consumo volvió a cambiar debido a un fuerte crecimiento del sector industrial.

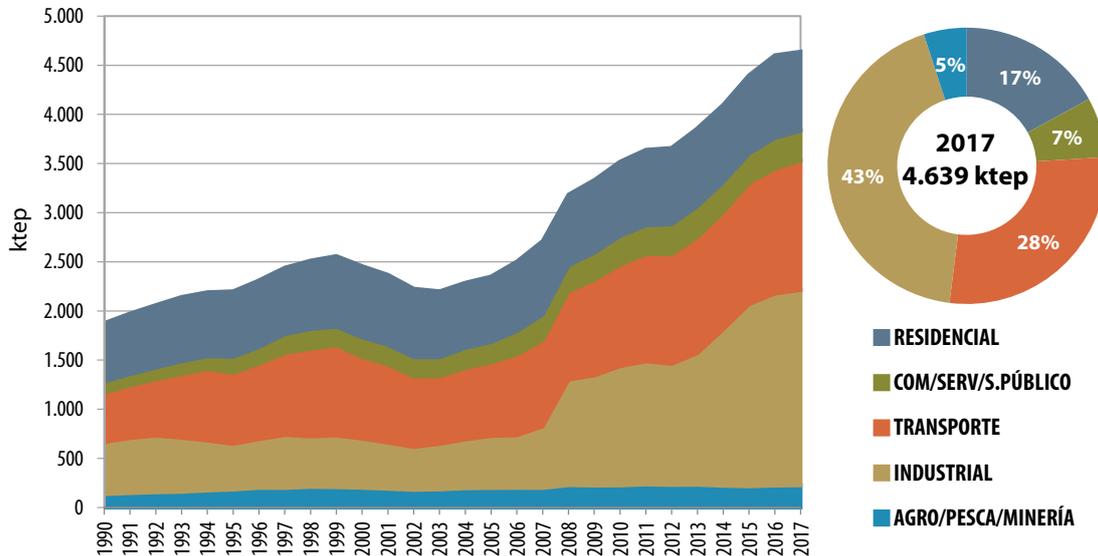


Figura 4: Consumo final energético por sector 2017 y evolución 1990-2017.

En dicho año, la industria pasó a ser el sector de mayor importancia desplazando al transporte a segundo lugar. Como ya se ha comentado anteriormente, esto se debió al aumento del consumo de residuos de biomasa, específicamente licor negro, en la industria de papel. Se destaca que, si bien la entrada de las empresas de pulpa de celulosa tuvo un impacto significativo en la matriz energética, las mismas son autosuficientes ya que más del 90% del consumo proviene de energéticos propios. A su vez, parte de la electricidad generada en las plantas es entregada al SIN.

En el año 2017 el mayor consumo correspondió al sector industrial, seguido por el sector transporte y el residencial. Los sectores comercial/servicios/sector público y agro/pesca/minería tuvieron participaciones menores.

Dentro de cada sector el consumo por fuente depende de las características de cada uno. Para 2017, en el sector transporte prácticamente el 100 % del consumo energético se debió a los derivados de petróleo, mientras que para el sector residencial las principales fuentes consumidas fueron electricidad (45 %) y leña (35 %). En el sector industrial el mayor consumo correspondió a residuos de biomasa (64 %), seguido por el de electricidad (15%). En el caso del sector comercial/servicios/sector público, el 83 % de la energía consumida provino de la electricidad, en tanto la leña representó un 7 %. Por último, en el sector agro/pesca/minería se consumió principalmente gasoil con biodiésel (66 %) seguido por la leña (16 %).

Hasta ahora se analizó el consumo final energético excluido el consumo propio del sector energético. El mismo constituye la cantidad de energía que el propio sector energético utiliza para su funcionamiento, incluyendo la producción, transformación, transporte y distribución de energía. El consumo propio es exclusivamente de electricidad y combustibles, y se debe principalmente a la operación de la refinería. En el año 2017, se consumieron 49,5 ktep de combustibles fósiles y 30,1 ktep de electricidad. Este consumo es menor con respecto a otros años dado que tal como fue

comentado anteriormente, en el 2017 la refinería estuvo parada por mantenimiento desde febrero a setiembre.

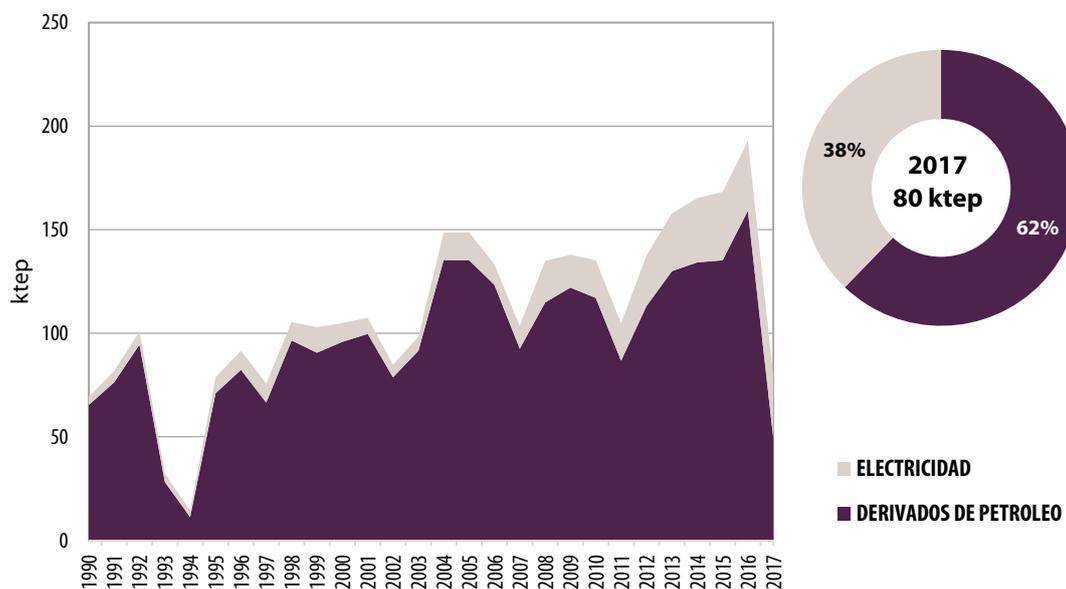


Figura 5: Consumo propio del sector energético 2017 y evolución 1990-2017.

Hasta ahora, se han presentado las principales características del sector energético uruguayo utilizando la nomenclatura del BEN. En los siguientes apartados, se analizan las emisiones propiamente dichas para el año 2017 y la serie histórica 1990-2017, en línea con la nomenclatura del INGEI. Se aclara que las categorías denominadas en el INGEI "Industrias manufactureras y de la construcción", "Comercial/ institucional", "Agricultura/ silvicultura/ pesca" y "Otros" se corresponden respectivamente con los términos "Industrial", "Comercial/ servicios/ sector público", "Agro/ pesca/ minería" y "No identificado" del BEN. En el caso de la categoría "Industrias de la energía" del INGEI, la misma se corresponde con las "centrales eléctricas de servicio público" y el "consumo propio" del BEN, consideradas en conjunto.

3. METODOLOGÍA

En el sector Energía se incluyen estimaciones de gases de efecto invernadero (GEI) para dióxido de carbono (CO₂), metano (CH₄), óxido nitroso (N₂O), monóxido de carbono (CO), compuestos orgánicos distintos del metano (COVDM), óxidos de nitrógeno (NOx) y dióxido de azufre (SO₂). Las mismas son originadas a partir de las actividades de quema de combustibles (fósiles y biomasa) así como también a partir de emisiones fugitivas de los combustibles.

A su vez, aparecen otras partidas, que si bien no se contabilizan en los totales del sector se presentan a modo informativo. Estas corresponden a las emisiones procedentes de los bunkers internacionales (combustible consumido en el transporte internacional, tanto marítimo como aéreo) y a las emisiones de CO₂ procedentes de la quema de biomasa para generación de energía.

Las estimaciones de emisiones de GEI fueron realizadas utilizando las Directrices del IPCC de 2006 y la herramienta utilizada fue el *IPCC Inventory Software v2.54*. Para la estimación de las emisiones de los gases precursores y SO₂ se elaboraron planillas de cálculo auxiliares.

Los datos de actividad utilizados para el cálculo de emisiones del sector Energía provienen del Balance Energético Nacional (BEN) elaborado por el MIEM, siendo éste el organismo al cual le compete la elaboración de estadísticas en el área energética para el Sistema Estadístico Nacional (SEN). Uruguay cuenta con una serie histórica de BEN desde el año 1965, siendo uno de los pocos países de América Latina y el Caribe en contar con una serie tan extensa. A la fecha de elaboración del presente inventario, el BEN vigente es el *"Balance energético 2017 – Serie histórica 1965-2017"*.

Los factores de emisión utilizados para el cálculo de las emisiones de GEI corresponden a las Directrices del IPCC de 2006 para los gases directos, mientras que para los gases precursores corresponden a las Directrices del IPCC de 1996 revisadas. En algunos casos se utilizaron factores de emisión nacionales.

En el presente inventario se calcularon también las emisiones de los gases precursores para algunos años siguiendo las guías europeas EMEP/EEA 2016 tal como se verá en el capítulo correspondiente.

Por su parte, para el cálculo de emisiones de SO₂ se determinaron factores de emisión utilizando valores nacionales de contenido de azufre y poderes caloríficos de los combustibles, así como valores por defecto de las Directrices del IPCC de 1996 revisadas. Todos los factores de emisión utilizados se resumen en tabla anexa.

4. EMISIONES DE GEI DEL SECTOR ENERGÍA PARA 2017

Las emisiones de GEI del sector Energía se dividen en tres grandes categorías: producidas a partir de la Quema de combustibles (1A); Emisiones fugitivas (1B) y del Transporte y Almacenamiento de dióxido de carbono (1C).

A su vez, se presentan a modo informativo las emisiones de GEI correspondientes a bunkers internacionales y emisiones de CO₂ provenientes de la quema de biomasa. Acorde a la metodología utilizada, dichas emisiones no se suman en los totales del sector Energía, sino que se incluyen como "Partidas Informativas".

Las emisiones de GEI se caracterizan por proceder de combustión estacionaria o móvil. Dentro de la categoría 1A del IPCC, las subcategorías que generan emisiones procedentes de la combustión estacionaria son: "Industrias de la energía" (1A1), "Industrias manufactureras y de la construcción" (1A2) y "Otros sectores" (1A4) donde se incluyen los sectores "Comercial/ Institucional" (1A4a), "Residencial" (1A4b) y "Agricultura/ Silvicultura/ Pesca" (1A4c). Las categorías correspondientes a fuentes móviles se encuentran en los subsectores "Transporte" (1A3) y "Otros sectores" (1A4), específicamente en el subsector "Agricultura/ Silvicultura/ Pesca" (1A4c). Si bien todos estos subsectores pretenden incluir todas las emisiones de fuentes fijas y móviles de combustión, existe una categoría extra disponible en el sector 1A5, para las emisiones que no se pueden asignar a una de las demás subcategorías.

Las emisiones de CO₂ procedentes de fuentes fijas de combustión son el resultado de la liberación del carbono presente en los combustibles durante su combustión y por lo tanto dependen del contenido de carbono del combustible. Durante el proceso de combustión, la mayor parte del carbono se emite como CO₂ en forma inmediata. Sin embargo, una parte del carbono se libera en forma de monóxido de carbono (CO), metano (CH₄) o compuestos orgánicos volátiles distintos del metano (COVDM), y todos ellos se oxidan y convierten a CO₂ en la atmósfera, en un proceso que tarda desde unos pocos días hasta aproximadamente 12 años. Por su parte, las emisiones de gases "no CO₂" procedentes de la quema de combustible dependen mucho de la tecnología de combustión utilizada.

A continuación, se presentan los resultados de emisiones de GEI correspondientes al año 2017 y se realiza un análisis para los distintos gases y las diferentes categorías.

Tabla 2: Emisiones de GEI del sector Energía, 2017.

Categorías	Emisiones (Gg)						
	CO ₂	CH ₄	N ₂ O	NO _x	CO	COVDM	SO ₂
1 Energía	5.839,0	5,0	0,7	54,3	782,0	106,5	17,6
1.A Actividades de quema del combustible	5.838,9	4,9	0,7	54,3	782,0	106,2	17,0
1.A.1 Industrias de la energía	331,2	4,1E-02	2,1E-02	1,5	5,1	0,3	0,8
1.A.1.a Producción de electricidad y calor	183,3	3,7E-02	2,1E-02	1,2	5,1	0,3	0,5
1.A.1.b Refinación del petróleo	147,9	4,0E-03	6,7E-04	0,3	2,7E-02	1,0E-02	0,3
1.A.1.c Manufactura de combustibles sólidos y otras industrias de la energía	NO						
1.A.2 Industrias manufactureras y de la construcción	821,5	0,4	0,2	7,3	249,1	3,5	10,7
1.A.3 Transporte	3.734,7	0,3	0,2	34,5	381,0	92,3	9,1E-02
1.A.3.a Aviación civil	13,0	9,2E-05	3,7E-04	3,8E-02	1,8	4,3E-02	2,0E-04
1.A.3.b Transporte terrestre	3.671,0	0,3	0,2	33,3	378,8	92,2	6,0E-02
1.A.3.c Ferrocarriles	0,3	1,7E-05	1,2E-04	7,5E-03	2,6E-03	5,0E-04	0,0E+00
1.A.3.d Navegación marítima y fluvial	50,4	4,7E-03	1,4E-03	1,1	0,3	7,5E-02	3,0E-02
1.A.3.e Otro tipo de transporte	IE (Incluidas en 1.A.3.b Transporte terrestre)						
1.A.4 Otros sectores	951,5	4,2	0,2	11,0	146,8	10,1	5,4
1.A.4.a Comercial / Institucional	81,7	1,3E-02	7,2E-03	0,2	0,4	0,6	0,4
1.A.4.b Residencial	383,5	3,7	5,1E-02	1,7	135,2	7,4	4,5
1.A.4.c Agricultura / Silvicultura / pesca	486,4	0,5	0,2	9,1	11,2	2,2	0,6
1.A.4.c.i Estacionaria	45,8	0,4	6,1E-03	0,2	7,3	0,9	0,5
1.A.4.c.ii Vehículos todo terreno y otra maquinaria	383,6	2,2E-02	0,1	7,7	3,4	1,2	4,3E-03
1.A.4.c.iii Pesca (combustión móvil)	57,0	1,4E-02	1,5E-03	1,2	0,4	9,4E-02	2,7E-02
1.A.5 No especificado							
1.B Emisiones fugitivas de los combustibles	3,9E-03	0,1	0	0,0	0,1	0,4	0,5
1.B.1 Combustibles sólidos	NO						
1.B.2 Petróleo y gas natural	3,9E-03	0,1	0	0,0	0,1	0,4	0,5
1.B.2.a Petróleo	3,3E-04	1,9E-02	0	0,0	0,1	0,4	0,5
1.B.2.b Gas natural	3,6E-03	7,8E-02	0	0	0	0	0
1.B.3 Otras emisiones provenientes de la producción de energía	NO						
1.C Transporte y almacenamiento de dióxido de carbono	NO						

Tabla 3: Partidas informativas de emisiones de GEI del sector Energía, 2017.

Categorías	Emisiones (Gg)						
	CO ₂	CH ₄	N ₂ O	NO _x	CO	COVDM	SO ₂
Partidas informativas							
Bunkers internacionales	629,4	3,3E-02	1,7E-02	10,4	0,8	1,0	0,5
1.A.3.a.i Aviación internacional	301,1	2,1E-03	8,4E-03	1,2	0,6	7,8E-02	5,8E-03
1.A.3.d.i Navegación marítima y fluvial internacional	328,2	3,1E-02	8,7E-03	9,2	0,2	0,9	0,5
CO₂ generado por quema de biomasa	9.066,6						

4.1. EMISIONES DE GEI POR GAS

Como se comentara anteriormente, en el sector Energía se reportan emisiones de los siguientes GEI: CO₂, CH₄, N₂O, NO_x, CO, COVDM y SO₂.

En el año 2017, las **emisiones de CO₂ (dióxido de carbono)** del sector Energía fueron 5.838,9 Gg y correspondieron a las Actividades de quema de combustibles; las Emisiones fugitivas de CO₂ fueron muy pequeñas en comparación. Los sectores de actividad correspondientes al sector Energía contribuyeron a dichas emisiones en el siguiente orden decreciente: Transporte (3.734,7 Gg), Industrias manufactureras y de la construcción (821,5 Gg), Agricultura/ Silvicultura/ Pesca (486,4 Gg), Residencial (383,5 Gg), Industrias de la energía (331,2 Gg) y Comercial/ Institucional (81,7 Gg).

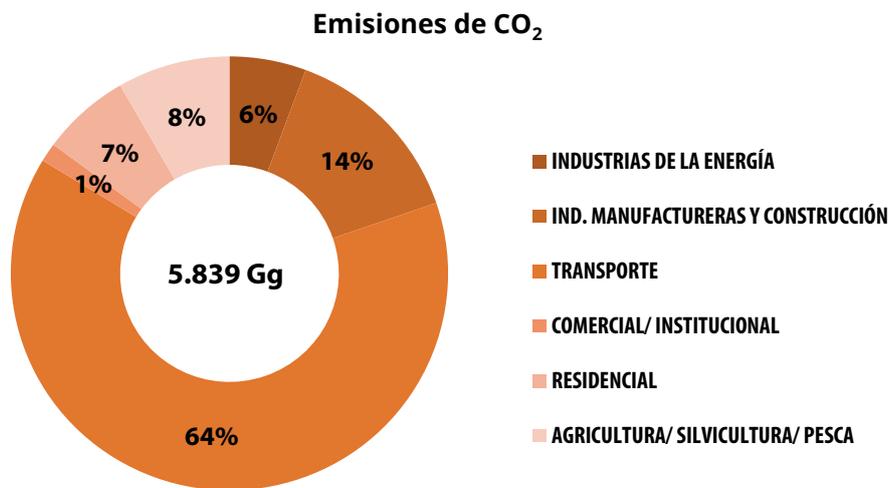


Figura 6: Emisiones de CO₂ por categoría, 2017.

Desde el punto de vista del tipo de combustible, la mayor contribución a las emisiones de CO₂ fue debido a la quema de gasoil (2.532,8 Gg) seguido por las emisiones procedentes de la quema de gasolina automotora (1.850,3 Gg) y de fueloil (595,6 Gg). En menor medida se registraron emisiones de CO₂ por consumo de GLP (345,8 Gg), coque de petróleo (301,3 Gg), gas natural (137,4 Gg) y gas fuel (50,2 Gg).

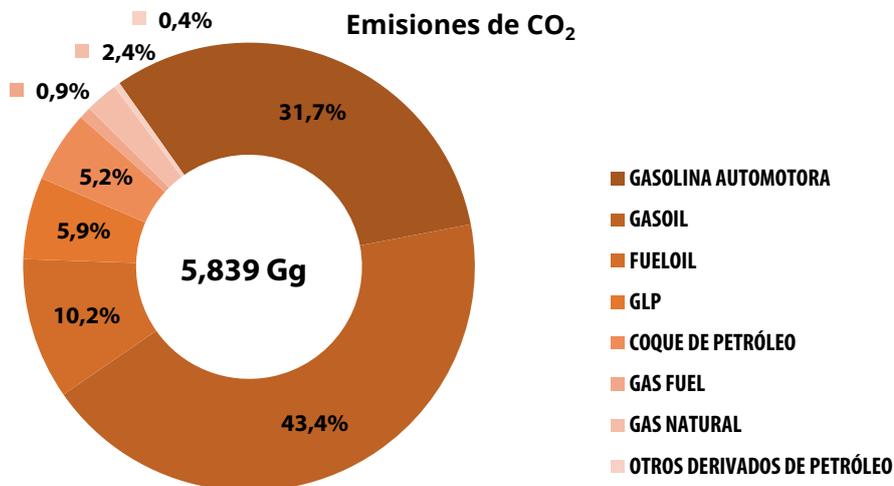


Figura 7: Emisiones de CO₂ por combustible, 2017.

Respecto a la Quema de biomasa, las emisiones de CO₂ no se incluyen en los totales del sector Energía, sin embargo, se presentan como Partidas informativas desde el punto de vista de su utilización energética. En el año 2017, la quema de biomasa emitió 9.066,6 Gg de CO₂.

En lo relativo a las **emisiones de CH₄ (metano)** del sector Energía en 2017, la mayor parte correspondió a la Quema de combustibles (98,1 %), mientras que una menor proporción se debió a Emisiones fugitivas (1,9 %). En lo que respecta a las Emisiones fugitivas de metano, las mismas provinieron del Transporte y refinación de petróleo, así como de la Distribución de gas natural.

Desde el punto de vista de la Quema de combustibles, las emisiones de CH₄ fueron originadas principalmente en el sector Residencial (3,7 Gg), seguidas en menor medida por Agricultura/ Silvicultura/ Pesca (0,5 Gg), Industrias manufactureras y de la construcción (0,4 Gg), Transporte (0,3 Gg), Industrias de la energía (4,1E-2 Gg) y Comercial/ Institucional (1,3E-2 Gg).

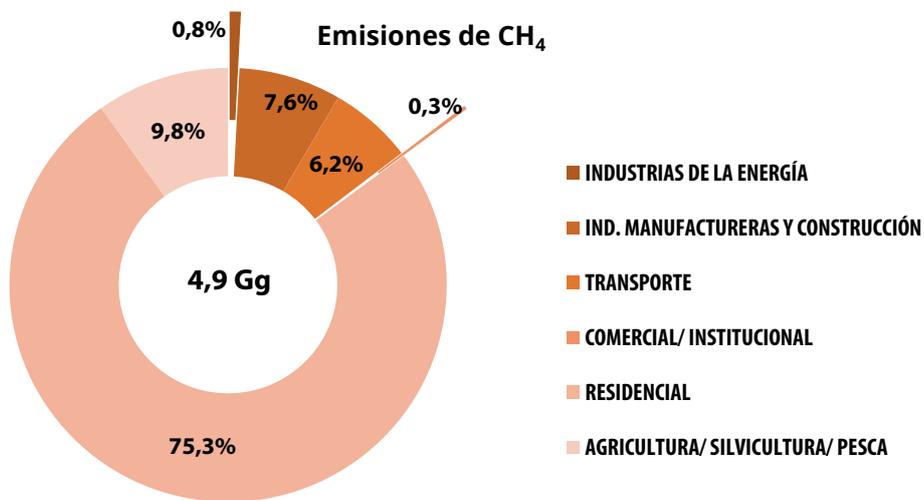


Figura 8: Emisiones de CH₄ por categoría, 2017.

Para el caso de las **emisiones de N₂O (óxido nitroso)**, las mismas tuvieron escasa contribución por parte del sector Energía y fueron generadas principalmente en el sector Transporte (0,2 Gg), seguido de Industrias manufactureras y de la construcción (0,2 Gg), el sector Agricultura/ Silvicultura/ Pesca (0,2 Gg) y Residencial (5,1 E-2 Gg). No se registraron Emisiones fugitivas de N₂O.

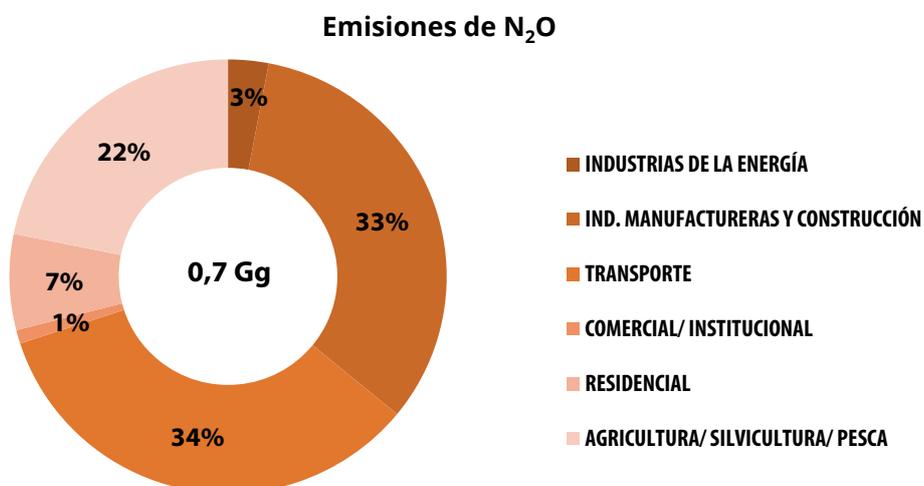


Figura 9: Emisiones de N₂O por categoría, 2017.

Las **emisiones de NO_x (óxidos de nitrógeno)** tuvieron su principal contribución en el año 2017 a partir de la Quema de combustibles fósiles para el sector Energía (99,9 %). Las emisiones de NO_x correspondieron a las siguientes categorías en orden decreciente: Transporte (34,5 Gg), Agricultura/ Silvicultura/ Pesca (9,1 Gg), Industrias manufactureras y de la construcción (7,3 Gg) y en menor medida Residencial (1,7 Gg), Industrias de la energía (1,5 Gg) y Comercial/ Institucional (0,2 Gg).

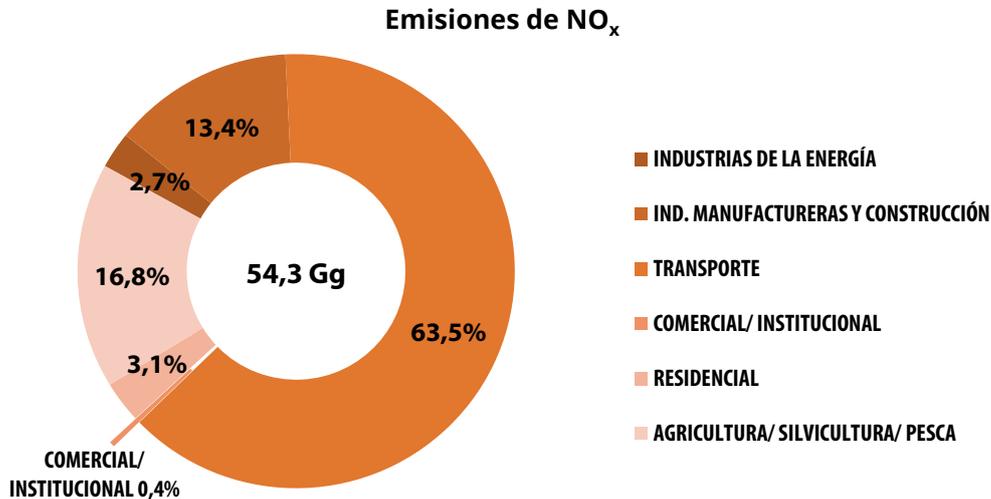


Figura 10: Emisiones de NO_x por categoría, 2017.

Por su parte, las **emisiones de CO (monóxido de carbono)** a nivel nacional tienen su principal contribución a partir de la Quema de combustibles en el sector Energía, siendo las Emisiones fugitivas de dicho gas despreciables. En 2017, las mayores emisiones de CO correspondieron a Transporte (381,0 Gg), seguidas por las Industrias manufactureras y construcción (249,1 Gg) y el sector Residencial (135,2 Gg). Las emisiones de CO del resto de las categorías fueron despreciables en dicho año.

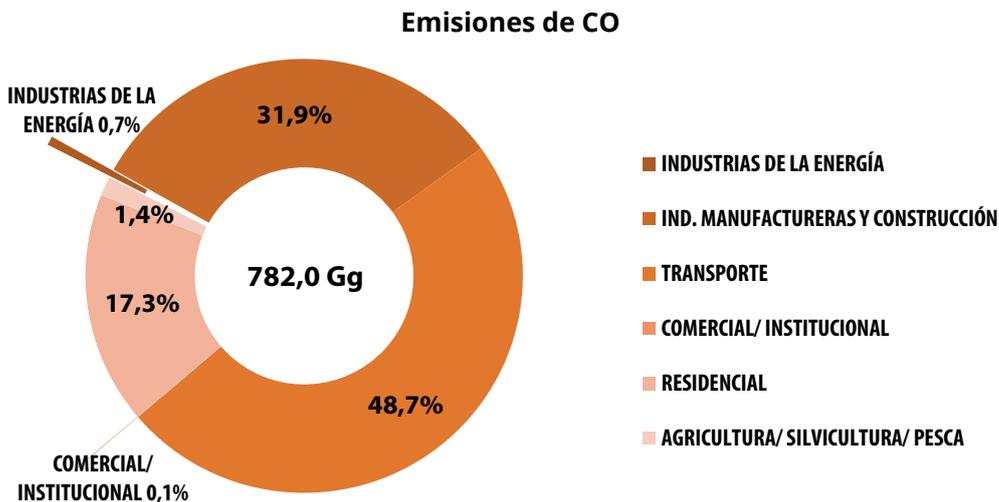


Figura 11: Emisiones de CO por categoría, 2017.

Las **emisiones de COVDM (compuestos orgánicos diferentes del metano)** en el sector Energía, tuvieron su principal aporte en 2017 en la quema de combustibles (99,7%) mientras que se reportaron Emisiones fugitivas con una contribución mucho menor (0,3%). Transporte fue el principal responsable de emisiones de COVDM en 2017 (92,3 Gg), seguido en menor medida por las categorías Residencial (7,4 Gg), Industrias manufactureras y construcción (3,5 Gg), Agricultura/ Silvicultura/ Pesca (2,2 Gg) y las Industrias de la energía (0,3 Gg).

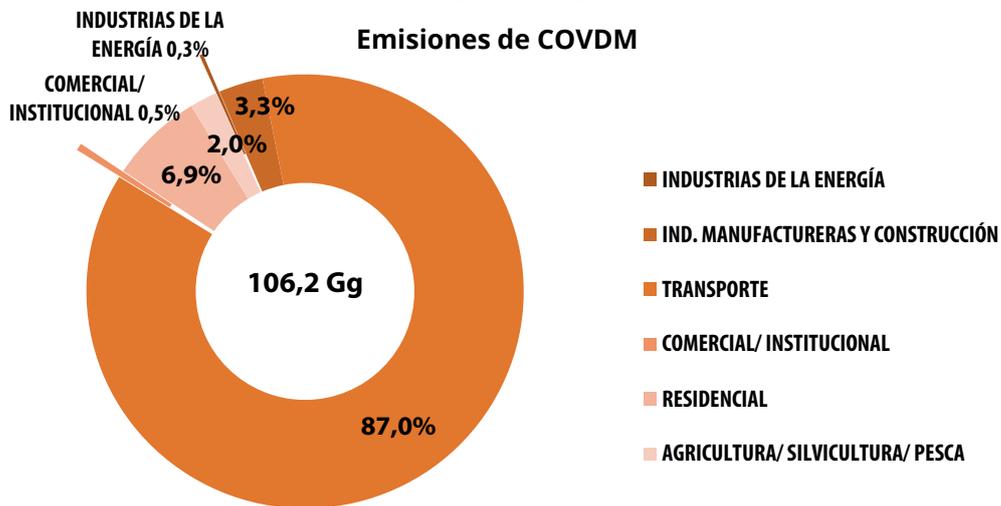


Figura 12: Emisiones de COVDM por categoría, 2017.

Por su parte, las **emisiones de SO₂ (dióxido de azufre)** en el año 2017 provinieron principalmente de la quema de combustibles, cuya contribución al total del sector Energía fue de 96,9 %. Dichas emisiones estuvieron asociadas mayormente a las Industrias manufactureras y de la construcción (10,7 Gg) y en menor medida a los sectores Residencial (4,5 Gg) e Industrias de la energía (0,8 Gg). En 2017, la contribución del Transporte a las emisiones de SO₂ fue muy chica, lo que reflejó el impacto del consumo de combustibles de bajo contenido de azufre; situación que comenzara en 2014 con el primer año completo de operación de la planta desulfuradora de la refinería de ANCAP.

Finalmente, se hace referencia a las emisiones de SO₂ provenientes de la quema de licor negro, las cuales están comprendidas en las categorías 1A1 Industrias de la energía y 1A2 Industrias manufactureras y construcción. Dado que el consumo de licor negro en el país ha presentado un crecimiento importante en los últimos años, se ha identificado la necesidad de profundizar en el proceso asociado a la quema de dicha fuente y, por lo tanto, los resultados se consideran preliminares.

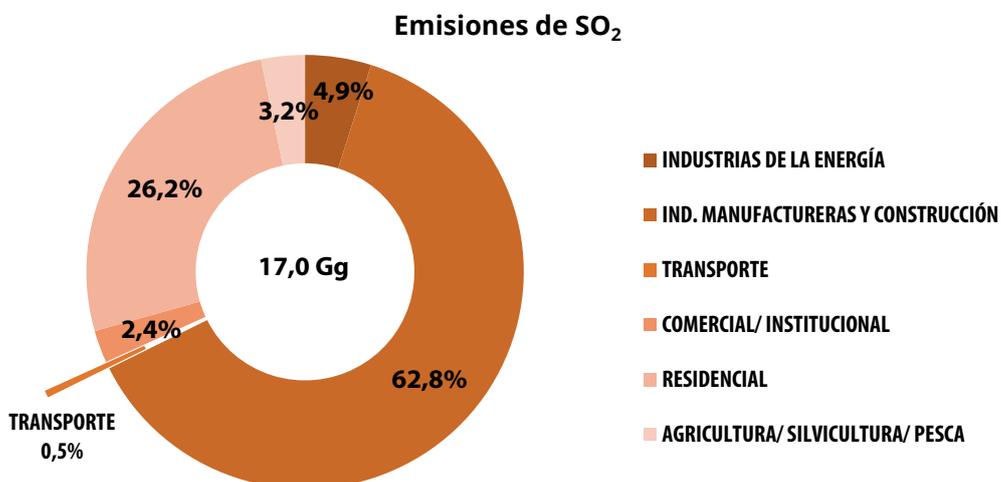


Figura 13: Emisiones de SO₂ por categoría, 2017.

4.2. EMISIONES DE GEI POR CATEGORÍA

Las actividades de Quema de combustibles (fósiles y biomasa) generan emisiones de los principales GEI directos (CO₂, CH₄ y N₂O) así como también de los precursores de ozono (NO_x, CO, COVDM) y SO₂. En el año 2017, las emisiones para esta categoría (1A) fueron de 5.838,9 Gg de CO₂ (aproximadamente el 100 % del sector Energía), 4,9 Gg de CH₄ (98,1 %), 0,7 Gg de N₂O (100 %), 54,3 Gg de NO_x (99,9 %), 782,0 Gg de CO (100 %), 106,2 Gg de COVDM (99,7 %) y 17,0 Gg de SO₂ (96,9 %).

4.2.1. Industrias de la energía (1A1)

La categoría "Industrias de la energía" incluye emisiones de combustibles quemados por las industrias de producción energética. Involucra las actividades de generación de electricidad y de refinación de petróleo.

En el caso de Uruguay, las industrias productoras de electricidad corresponden a las centrales térmicas de la Administración Nacional de Usinas y Transmisiones Eléctricas (UTE), así como a generadores privados que entregan energía eléctrica al SIN. Dichas centrales se contabilizan en el BEN en la categoría "Centrales eléctricas de servicio público".

Por su parte, la refinación de petróleo incluye a todas aquellas actividades de combustión que respaldan la obtención de productos derivados del petróleo considerando la quema en el sitio para la generación de electricidad y calor para uso propio.

El total de emisiones de CO₂ correspondiente a las Industrias de la energía fue de 331,2 Gg en 2017, representando el 5,7 % del total de todo el sector Energía. Para esta categoría, las emisiones de CO₂ se distribuyeron de la siguiente forma: 55,4 % en la producción de electricidad y calor y de 44,6 % asociadas a la refinación del petróleo.

El año 2017 se destacó por presentar buenos niveles de precipitaciones y por lo tanto una alta participación de la hidroelectricidad en la matriz de generación eléctrica, así como un significativo aporte de la electricidad de origen eólico. Gracias a esto, se tuvo que recurrir a menores cantidades de combustibles fósiles para producción de electricidad en las centrales térmicas.

En la producción de electricidad el mayor aporte al total de emisiones en 2017 fue debido al consumo de gasoil (118,5 Gg CO₂) seguido por el de fueloil (44,4 Gg CO₂) y por el de gas natural (20,4 Gg CO₂).

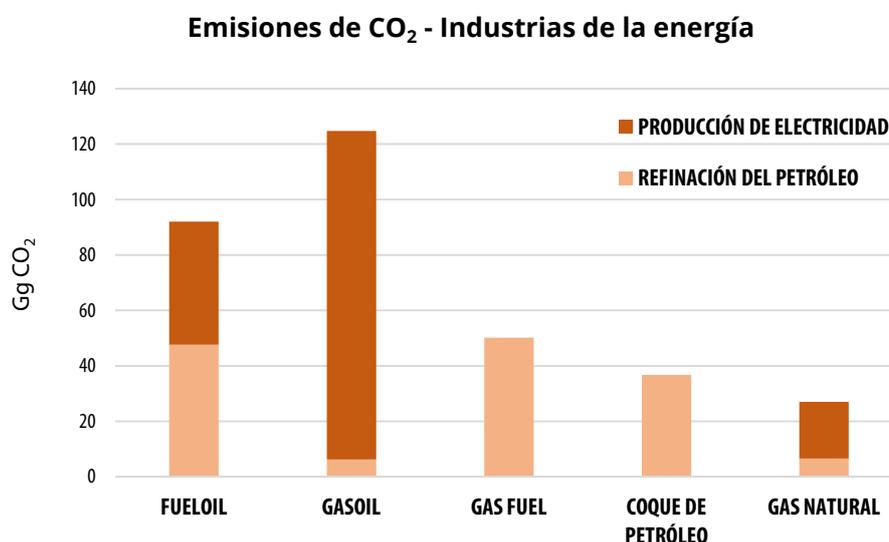


Figura 14: Emisiones de CO₂ de Industrias de la energía por combustible, 2017.

Por su parte, en las actividades asociadas a la refinación del petróleo, la mayor contribución al total de emisiones se debió a la quema de gas de refinería (50,2 Gg CO₂) seguido por fueloil (47,6 Gg CO₂) y coque de petróleo (36,7 Gg CO₂). En menor medida, se registraron emisiones de CO₂ asociadas a la quema de gas natural, gasoil, GLP y gasolina.

Estos valores son significativamente menores a los del año anterior debido a la ya mencionada parada de mantenimiento de la refinería en el año 2017.

Respecto a los GEI diferentes al CO₂ emitidos por las Industrias de la energía, cabe destacar la contribución a las emisiones de SO₂, que fue de 4,7 % respecto del total sector de Energía. Para el resto de los GEI (CH₄, N₂O, NO_x, CO y COVDM) los aportes de las Industrias de la energía a las emisiones de dichos gases fueron menores al 3 % para cada gas.

4.2.2. Industrias manufactureras y de la construcción (1A2)

La categoría Industrias manufactureras y de la construcción abarca las emisiones producidas por la quema de combustibles en la industria, principalmente en calderas y hornos para generar el calor requerido en los procesos productivos. Incluye asimismo la quema para la generación de electricidad para el uso propio de estas industrias, de acuerdo a la metodología del IPCC. Es así que los consumos de las "Centrales eléctricas de autoproducción" incluidas en el BEN, se asignan a esta categoría.

A través de los consumos correspondientes a las actividades de producción industrial, incluyendo la construcción, se generaron 821,5 Gg de CO₂ en 2017, representando el 14,1 % del total de las emisiones de este gas del sector Energía. Las mismas derivaron esencialmente de la quema de fueloil (53,5 %), a las que le siguieron las emisiones provenientes del coque de petróleo (32,2 %), gasoil (6,0 %), gas natural (4,6 %), GLP (3,7 %), y gasolina con un aporte insignificante.

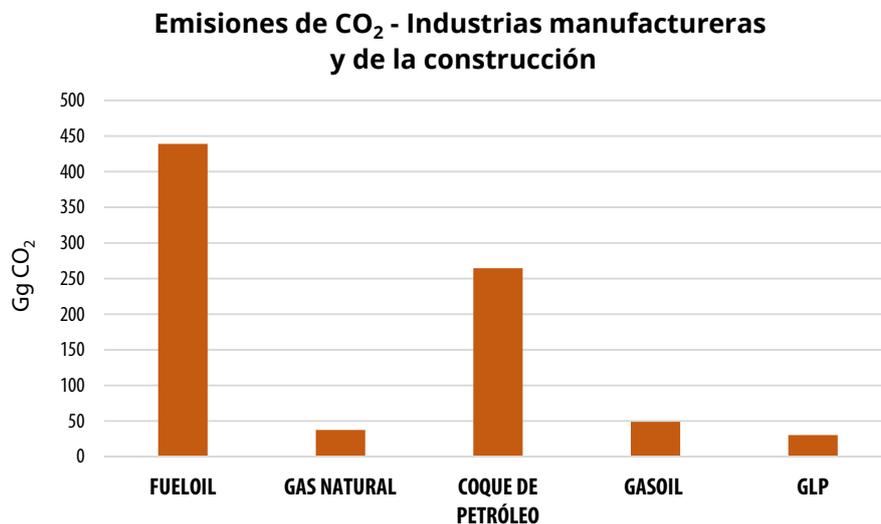


Figura 15: Emisiones de CO₂ de Industrias manufactureras y construcción por combustible, 2017.

Respecto a los GEI diferentes al CO₂ emitidos por las Industrias manufactureras y de la construcción, cabe destacar la contribución a las emisiones de SO₂, que constituyeron en 2017 el 60,8 % de las emisiones totales de este gas para el sector Energía. Asimismo, el aporte del sector industrial a las emisiones totales de N₂O y CO fue significativo (33,0 % y 31,8 %, respectivamente). El resto de los GEI (CH₄, NO_x y COVDM) presentaron contribuciones menores a 15 % en esta categoría.

4.2.3. Transporte (1A3)

La categoría Transporte comprende todos los tipos de transporte nacional, tanto de pasajeros como de carga, en las siguientes categorías: 1A3a Aviación civil, 1A3b Transporte terrestre, 1A3c Transporte de ferrocarriles y 1A3d Navegación marítima y fluvial. Se excluyen de los totales del sector, las emisiones derivadas de las ventas de combustibles para transporte aéreo y marítimo internacional (Bunkers internacionales), las cuales se reportan de manera separada a modo informativo.

El sector Transporte tiene un elevado aporte a las emisiones de los diferentes GEI, principalmente asociado al consumo de combustibles en el transporte carretero. En el año 2017, las emisiones de CO₂ del Transporte fueron 3.734,7 Gg, considerando todas sus subcategorías, lo cual significó un 64 % de las emisiones totales del sector Energía para dicho gas.

El Transporte terrestre representó el 98,3 % de las emisiones de CO₂ de la categoría transporte. El resto de las subcategorías (Navegación marítima y fluvial, Aviación civil y Transporte de ferrocarriles) consideradas en conjunto, presentaron una pequeña contribución a las emisiones de CO₂, alcanzando el 1,7% de la categoría Transporte y cerca del 1,0% de todo el sector Energía.

Dentro del Transporte terrestre, el 50,3 % de las emisiones de CO₂ provinieron del consumo de gasoil y el restante 49,7% del consumo de la gasolina automotora. En el caso de la aviación civil, las emisiones de CO₂ tuvieron su principal aporte en la quema de turbocombustible (59,8 %), seguido por la gasolina (40,2 %). En el Transporte ferroviario todas las emisiones de CO₂ provinieron del consumo de gasoil, mientras que en la Navegación marítima y fluvial las emisiones de CO₂ fueron producidas por la quema de gasoil (91,6 %) y de fueloil (8,4 %).

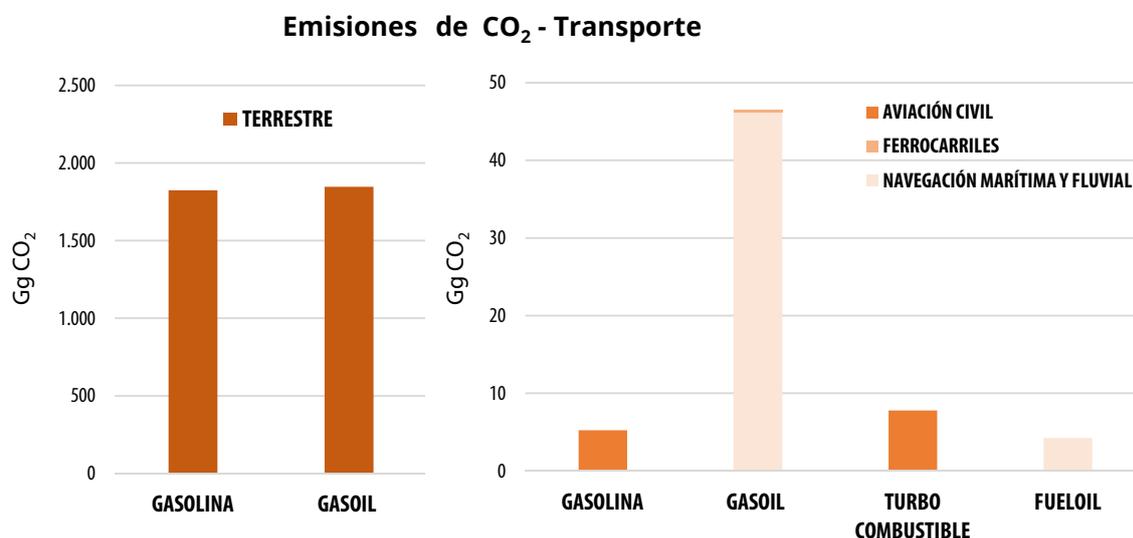


Figura 16: Emisiones de CO₂ de Transporte por combustible, 2017.

Como se ha comentado anteriormente, es de señalar que las estimaciones de emisiones de CO₂ originadas en actividades internacionales de transporte (marítimo y aéreo), no se incluyen en la contabilización nacional de emisiones - conforme a la metodología - quedando comprendidas en la categoría de "Bunkers internacionales" que se reportan como partidas informativas.

Respecto a los GEI diferentes al CO₂ emitidos por el Transporte, en 2017 se produjeron contribuciones relevantes para COVDM (86,7 % de las emisiones del sector Energía), NO_x (63,5 %), CO (48,7 %) y N₂O (34,1 %). Este sector participó en menor medida en las emisiones totales de CH₄ (6,1 %) y de SO₂ (0,5 %).

4.2.4. Otros sectores (1A4)

La categoría denominada "Otros sectores" comprende las emisiones de las actividades de quema de combustibles en los siguientes sectores: 1A4a Comercial/ institucional; 1A4b Residencial; y 1A4c Agricultura/ Silvicultura/ Pesca. Se incluye la quema para la generación de electricidad y calor para el uso propio de estos sectores.

En el año 2017, las emisiones de CO₂ para estos sectores (tomados en su conjunto) fueron 951,5 Gg, significando el 16,3 % de las emisiones del sector Energía para dicho gas. La distribución entre las 3 categorías fue la siguiente, en orden de importancia: Agricultura/ Silvicultura/ Pesca (51,1 %), Residencial (40,3 %) y Comercial/ Institucional (8,6 %).

Respecto a las emisiones de gases de efecto invernadero diferentes del CO₂, los 3 sectores considerados en conjunto, aportaron a las emisiones totales del sector Energía de la siguiente manera: 83,8 % de las emisiones de CH₄, 30,0 % de N₂O, 20,3 % de NO_x, 18,8 % de CO, 9,5 % de COVDM y 30,8 % de SO₂. Se menciona que se verificaron diferentes comportamientos para los 3 sectores analizados, los cuales se comentan a continuación.

4.2.5. Comercial/ Institucional (1A4a)

La categoría Comercial/ Institucional incluye como actividades principales la cocción y la calefacción en edificios comerciales e institucionales, entre los cuales se encuentran oficinas públicas, hospitales, centros educativos y restaurantes, entre otros.

Las emisiones de estas actividades fueron 81,7 Gg de CO₂ en 2017, el 1,4 % de las emisiones totales de CO₂ del sector Energía. La participación por combustible fue la siguiente en orden decreciente: gas natural (32,8 %), fueloil (22,6 %), gasoil (21,3 %), GLP (19,4 %) y gasolina (3,6 %), con una mínima participación de queroseno.

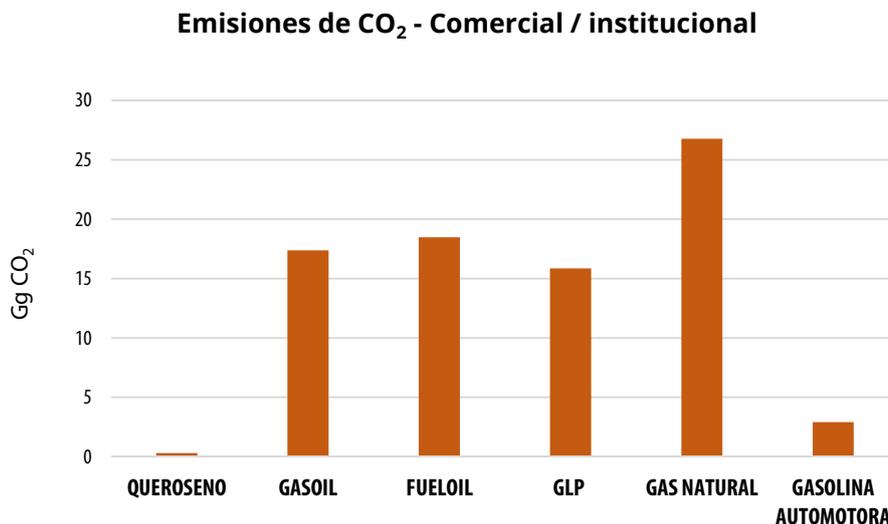


Figura 17: Emisiones de CO₂ de Comercial/ institucional por combustible, 2017.

Comercial/ Institucional fue la categoría de "Otros sectores" que menos impacto tuvo en las emisiones de los GEI distintos a CO₂, aportando menos del 2,5% de las emisiones de CH₄, N₂O, NO_x, CO, COVDM y SO₂ al total del sector Energía.

4.2.6. Residencial (1A4b)

Las actividades de cocción y calefacción en los hogares tienen gran importancia en las emisiones de CO₂ en comparación con las otras 2 categorías del sector 1A4. La quema de combustible a nivel residencial produjo 383,5 Gg de CO₂, representando el 6,6 % de las emisiones de CO₂ del sector Energía. La principal contribución a las emisiones de CO₂ de esta categoría correspondió al consumo de GLP (73,0 %), seguido por gas natural (12,0 %) y fueloil (8,2 %). En menor medida aportaron al total las emisiones por quema de gasoil (3,7 %), queroseno (2,7 %) y gasolina (0,3 %).

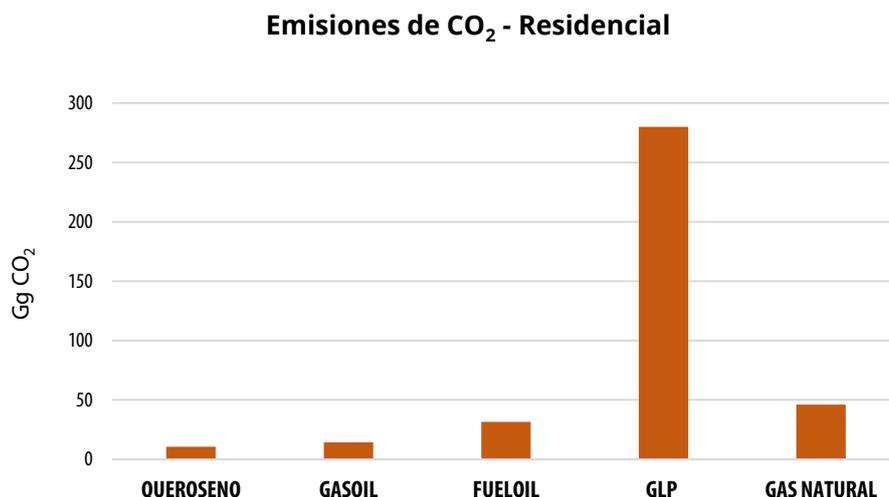


Figura 18: Emisiones de CO₂ de Residencial, por combustible, 2017.

El sector Residencial tuvo gran participación en las emisiones totales de CH₄ (73,8 %), mientras que contribuyó con el 25,4 % de las emisiones totales de SO₂ del sector Energía. Respecto a las emisiones de CO, el sector aportó el 17,3 % del total, siendo las contribuciones para N₂O y COVDM de 7,1 % y 6,9 %, respectivamente. Finalmente, la categoría Residencial aportó en 2017 tan solo el 3,1 % de las emisiones totales de NO_x.

4.2.7. Agricultura/ Silvicultura/ Pesca (1A4c)

En la categoría Agricultura/ silvicultura/ pesca se consideran las emisiones generadas por las fuentes estacionarias, vehículos todo terreno y otra maquinaria y la combustión móvil de las actividades de pesca. Entre los vehículos todo terreno y otra maquinaria se destacan los vehículos a tracción tales como, sembradoras, cosechadoras, y tractores en general. Por su parte, las fuentes estacionarias se refieren a motores para riego, sierras, fumigadores entre otras fuentes.

En el año 2017, las emisiones de estas actividades en conjunto fueron de 486,4 Gg de CO₂ y representaron el 8,3 % de las emisiones totales del sector Energía para dicho gas. Las mismas se debieron en su mayoría a la utilización de gasoil en maquinaria móvil agrícola (78,3 %) y en la actividad pesquera (9,2 %). Con una menor participación (4,0 %) se registraron emisiones de CO₂ por consumo de GLP en fuentes estacionarias.

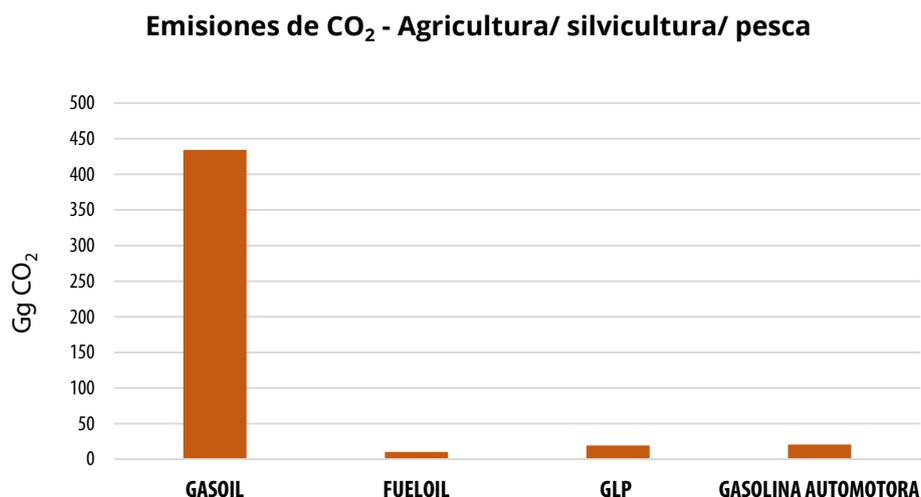


Figura 19: Emisiones de CO₂ de Agricultura/ silvicultura/ pesca, por combustible, 2017.

Para esta categoría, en 2017 se produjeron contribuciones relevantes para N₂O (21,8 % de las emisiones totales del sector Energía) y NO_x (16,8 %) y en menor medida para CH₄ (9,7 %), CO (1,4 %), COVDM (2,0 %) y SO₂ (3,1 %).

4.2.8. Emisiones fugitivas (1B)

Las emisiones de CO₂ debido a las Emisiones fugitivas de los combustibles fueron de 3,9E-3 Gg para el año 2017 y fueron despreciables respecto a las emisiones totales del sector Energía. Estas emisiones se generan por el Transporte de petróleo en tubería y la Distribución de gas de natural.

La mayor parte de las emisiones de metano del sector Energía en 2017 correspondieron a la Quema de combustibles (98,1 %), mientras que la contribución debida a Emisiones fugitivas fue de 1,9 % provenientes de las actividades de petróleo y gas natural.

Las Emisiones fugitivas de los combustibles generaron también emisiones de compuestos orgánicos volátiles distintos del metano y dióxido de azufre en cantidades pequeñas respecto a los totales del sector Energía, 0,3 % y 3,1 % respectivamente y despreciables para óxidos de nitrógeno y monóxido de carbono (< 0,1 %). Las emisiones fugitivas de los gases precursores y SO₂ provienen de las actividades de transporte y refinación de petróleo.

4.2.9. Partidas informativas

Bajo esta denominación se incluyen las emisiones de gases de efecto invernadero procedentes del Transporte marítimo y aéreo internacional (Bunkers internacionales) y las emisiones de dióxido de carbono provenientes de las actividades de quema de biomasa para la obtención de energía. Estas emisiones, de acuerdo a la metodología utilizada para la elaboración de los inventarios, no se suman a los totales del sector Energía, sino que se presentan por separado con fines exclusivamente informativos.

4.2.9.1. Bunkers internacionales

En la categoría bunkers internacionales se informan emisiones de GEI procedentes de tanques de combustible internacional ya sea de la navegación marítima y fluvial como de la aviación. Incluyen viajes que salen desde un país y llegan a otro.

Para el año 2017, las emisiones de CO₂ procedentes de los bunkers internacionales fueron 629,4 Gg y representaron un 10,8 % respecto al total de emisiones del sector Energía. El 52,2 % de estas

emisiones se originaron en la navegación marítima y fluvial internacional, a través del consumo de gasoil (219,7 Gg) y fueloil (108,6 Gg). El restante 47,8 % provino de la aviación internacional y se originó prácticamente en su totalidad en el consumo de turbocombustible (300,9 Gg).

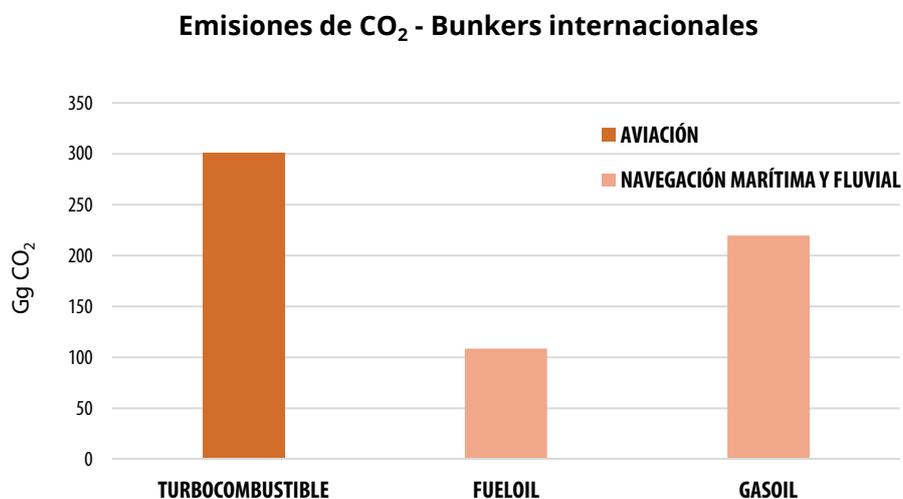


Figura 20: Emisiones de CO₂ de Bunkers internacionales por combustible, 2017.

Por su parte, se reportan las emisiones de gases de efecto invernadero distintos del CO₂ provenientes de las actividades de bunkers internacionales. Estas son relevantes para NO_x, que en 2017 alcanzaron el 19,1 % respecto al total de emisiones de NO_x del sector Energía. Para el resto de los gases, las emisiones alcanzaron valores pequeños respecto al total del sector.

La navegación marítima y fluvial internacional fue la principal responsable de las emisiones de CH₄, N₂O, NO_x, COVDM y SO₂ para bunkers internacionales, mientras que la aviación internacional aportó la mayor parte de las emisiones de CO.

4.2.9.2. Quema de biomasa

Las emisiones de CO₂ procedentes de la quema de biomasa no se contabilizan dentro de los totales del sector Energía, a pesar de estar frente a una clara actividad de quema con fines energéticos. La razón por la cual éstas no se suman a los totales del sector Energía es que, paralelamente a la ocurrencia de emisiones de este gas (cuando se quema biomasa), existe un proceso de absorción del mismo (a través de la fotosíntesis) que realizan las especies vegetales durante su crecimiento y que es conveniente evaluarlos conjuntamente, para no extraer conclusiones engañosas a partir de resultados parciales. Por lo tanto, el cálculo y la evaluación acerca de las magnitudes relativas de estos dos procesos (emisión y absorción de la biomasa) se realizan en el sector de Agricultura, Silvicultura y otros usos de la tierra (AFOLU por sus siglas en inglés). El resultado allí obtenido (emisiones netas de CO₂ a partir de la biomasa) es el que se contabiliza en los Totales Nacionales de emisiones de este gas. Cabe destacar que las emisiones de GEI distintos a CO₂ sí se estiman e incluyen en los totales del sector Energía, como se ha venido desarrollando a lo largo del presente informe, porque su efecto es adicional a los cambios de las existencias estimados en el sector AFOLU.

Sin embargo, es interesante conocer la distribución de las emisiones de CO₂ según los sectores en los que se queman los distintos combustibles de esta naturaleza, así como la contribución relativa de cada uno de éstos a la hora de establecer medidas de mitigación de las emisiones (sustitución de estos combustibles, cambio de tecnologías, etc.).

En el año 2017, las emisiones asociadas a la quema de biomasa fueron de 9.066,6 Gg de CO₂; valor que representa un 155 % comparado al total del sector Energía. Las Industrias manufactureras fueron la principal categoría de emisión de CO₂ (74,0 %), debido principalmente a la quema de licor negro, leña y otros residuos de biomasa (cáscara de arroz, bagazo, etc.) en calderas para la generación de calor para procesos productivos y generación de electricidad de autoproducción. El sector Residencial fue el segundo contribuyente (15,1 %) debido principalmente a la quema de leña para calefacción. Por su parte, la categoría Industrias de la energía contribuyó con el 5,4 % de las emisiones de CO₂ generadas por la quema de licor negro y otros residuos de biomasa y el sector Transporte aportó el 2,3 % debido al consumo de biocombustibles en el transporte terrestre. Por último la categoría Agricultura/ Silvicultura/ Pesca aportó el 2,1 % de las emisiones de dicho gas a través del uso de leña en fuentes estacionarias.

En cuanto a los energéticos, los residuos de biomasa ocuparon el primer lugar en 2017 y generaron el 70,5 % de las emisiones de CO₂ (6.390,0 Gg), seguidos por la leña con un 26,8 % (2.431,4 Gg). El 2,6 % (234,5 Gg) restante provino del consumo de biocombustibles.

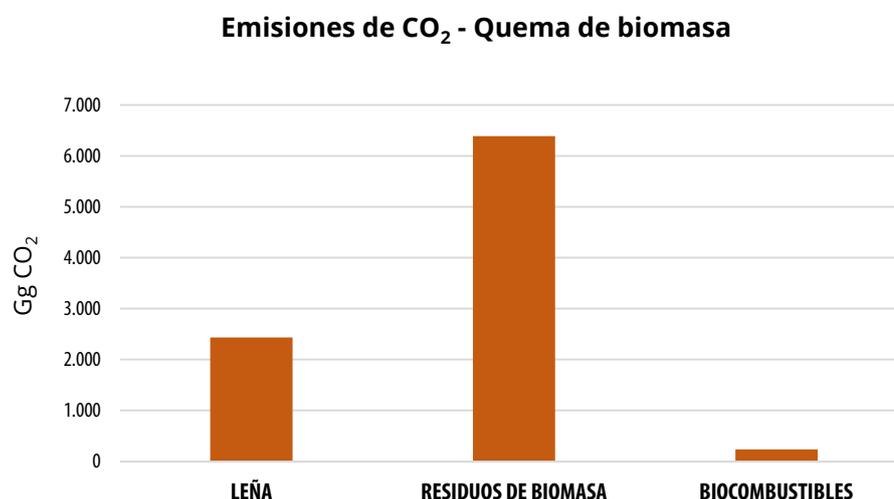


Figura 21: Emisiones de CO₂ de Quema de biomasa por energético, 2017.

4.3. MÉTODO DE REFERENCIA

Las emisiones de CO₂ presentadas a lo largo del informe, responden a la estimación realizada aplicando el **Método sectorial**, o también llamado “desde abajo hacia arriba”, que toma en cuenta los consumos finales “reales” de los combustibles a nivel sectorial, subsectorial y por actividad. Para dicho método se requiere una cantidad importante de información sobre los consumos de combustible en cada actividad y sobre el tipo de tecnología utilizada.

Por su parte, también se ha realizado la estimación de las emisiones nacionales de CO₂ aplicando el **Método de referencia**, o también denominado “desde arriba hacia abajo”. Es un método directo que utiliza datos de producción, importación, exportación y variaciones de inventario para el cálculo de un consumo “aparente” de los combustibles. El mismo permite realizar una verificación cruzada de los resultados.

Frecuentemente, existe diferencia entre los valores de ambos métodos debido a que el de referencia es un método que utiliza información acerca del suministro de energía del país y no sobre la forma en que son consumidos los energéticos en los diferentes sectores.

Para el año 2017, el resultado obtenido a través de la aplicación del método de referencia fue de 5.882,6 Gg de CO₂, mientras que el obtenido aplicando el método sectorial fue menor, 5.838,9 Gg de CO₂. La diferencia en las estimaciones obtenidas por uno y otro método es de 0,8 %. Esta diferencia es menor a 5 %, valor que se considera como referencia válida debido a aspectos metodológicos.

4.4. CONTRIBUCIÓN RELATIVA AL CALENTAMIENTO GLOBAL

De manera de poder evaluar la contribución relativa al calentamiento global se realiza el cálculo de emisiones en términos de “CO₂ equivalentes” a partir de los gases de efecto invernadero directos (CO₂, CH₄ y N₂O), utilizando dos métricas: potencial de calentamiento global y potencial de cambio en la temperatura global (GWP y GTP por sus siglas en inglés, respectivamente).

Tabla 4: Contribución al total de emisiones de GEI de sector Energía, 2017.

Gas	Emisiones (Gg de gas)	GWP _{100 AR2}	Emisiones GWP _{100 AR2} (Gg CO ₂ -eq)	GTP _{100 AR5}	Emisiones GTP _{100 AR5} (Gg CO ₂ -eq)
CO ₂	5.839,0	1	5.839,0	1	5.839,0
CH ₄	5,0	21	104,8	4	20,0
N ₂ O	0,7	310	219,6	234	165,7
Total sector Energía			6.163,3		6.024,6

En lo que respecta a la distribución de cada sector mediante la métrica GWP_{100 AR2}, la categoría que presentó mayores emisiones fue Transporte (3.815,9 Gg CO₂-eq), seguida por Industrias manufactureras y de la construcción (901,6 Gg CO₂-eq). En menor medida, se registraron las emisiones provenientes de los sectores Agricultura/ Silvicultura/ Pesca (544,5 Gg CO₂-eq), Residencial (476,5 Gg CO₂-eq), Industrias de la energía (338,6 Gg CO₂-eq) y Comercial/ Institucional (84,2 Gg CO₂-eq). Finalmente, la categoría de Emisiones fugitivas registró 2,0 Gg CO₂-eq.

Por otro lado, según la métrica GTP_{100 AR5} la distribución sectorial fue similar a la anterior, con algunas pequeñas diferencias. La categoría que presentó mayores emisiones fue Transporte (3.792,4 Gg CO₂-eq), seguido por las Industrias manufactureras y de la construcción (877,6 Gg CO₂-

eq). En menor medida, se registraron las emisiones provenientes de los sectores Agricultura/ Silvicultura/ Pesca (524,5 Gg CO₂-eq), Residencial (410,0 Gg CO₂-eq), Industrias de la energía (336,3 Gg CO₂-eq) y Comercial/ Institucional (83,4 Gg CO₂-eq). Finalmente, la categoría de Emisiones fugitivas registró 0,4 Gg CO₂-eq.

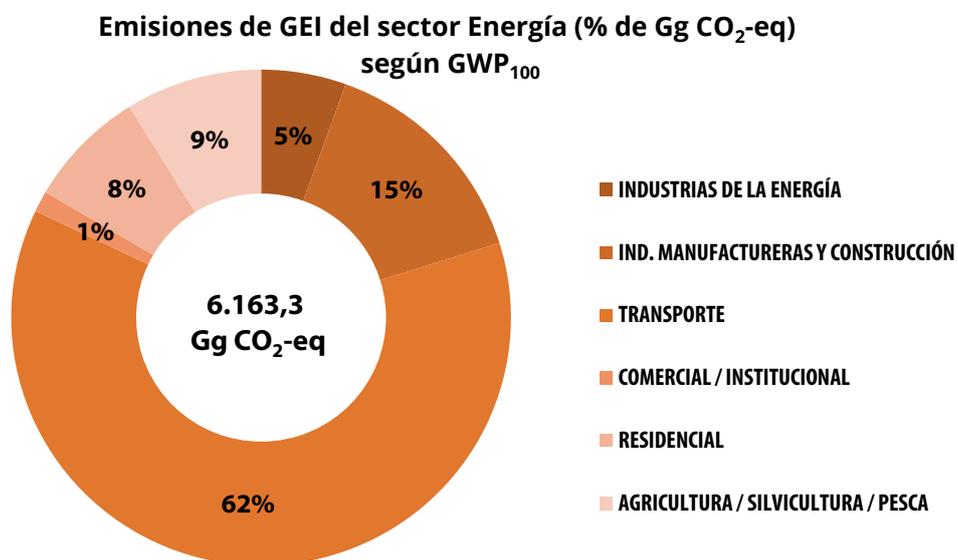


Figura 22: Contribución relativa de emisiones de GEI del sector Energía por categoría, 2017. (Según GWP₁₀₀)

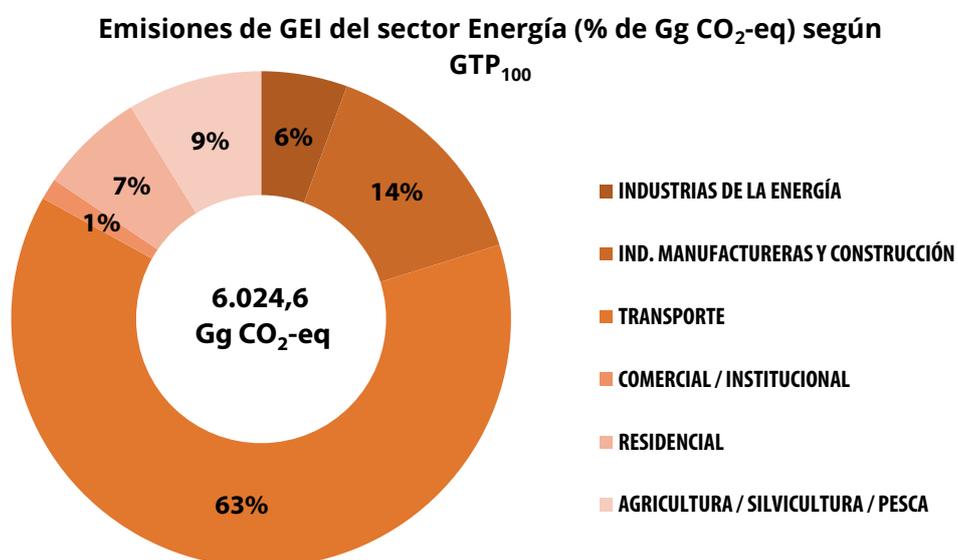


Figura 23: Contribución relativa de emisiones de GEI del sector Energía por categoría, 2017. (Según GTP₁₀₀)

5. EVOLUCIÓN DE EMISIONES DE GEI DEL SECTOR ENERGÍA, 1990-2017

Se realiza el análisis de las variaciones que han ocurrido en las emisiones de gases de efecto invernadero provenientes de las actividades del sector Energía para los siguientes años: 1990, 1994, 1998, 2000, 2002, 2004, 2006, 2008, 2010, 2012, 2014, 2016 y 2017.

El resumen de los niveles y factores de emisión utilizados se anexan en una tabla.

A continuación, se presentan las emisiones de GEI provenientes del sector Energía para los distintos años de elaboración de Inventarios. Se incluyen los siguientes gases: CO₂, CH₄, N₂O, NO_x, CO y COVDM y SO₂.

Tabla 5: Serie histórica de emisiones de GEI del sector Energía, período 1990-2017.

Año	Emisiones (Gg)						
	CO ₂	CH ₄	N ₂ O	NO _x	CO	COVDM	SO ₂
1990	3.630,0	4,3	0,3	43,7	327,2	36,3	42,0
1994	3.953,2	4,3	0,4	47,4	465,5	53,7	33,0
1998	5.389,5	4,4	0,4	50,9	461,9	53,8	54,0
2000	5.153,8	4,4	0,4	33,3	329,7	31,9	47,7
2002	4.089,3	4,3	0,4	25,9	281,7	26,1	37,0
2004	5.190,5	4,4	0,4	41,0	284,4	29,7	51,1
2006	6.080,8	4,9	0,4	35,4	299,8	31,0	40,0
2008	7.506,9	4,9	0,5	54,9	416,7	38,1	41,7
2010	5.965,5	5,0	0,6	51,0	511,8	58,3	36,3
2012	8.201,5	5,1	0,6	58,6	569,8	82,9	46,7
2014	6.200,8	5,2	0,6	52,5	660,2	92,9	22,3
2016	6.306,5	5,3	0,7	54,1	750,1	100,4	19,2
2017	5.839,0	5,0	0,7	54,3	782,0	106,5	17,6
Tasa de variación:							
2017 respecto 1990	60,9%	16,7%	108,3%	24,4%	139,0%	193,3%	-58,2%
2017 respecto 2016	-7,4%	-6,4%	6,8%	0,4%	4,3%	6,1%	-8,7%

5.1. EVOLUCIÓN DE EMISIONES DE GEI POR GAS

5.1.1. Evolución de emisiones de CO₂

Las emisiones de CO₂ del sector Energía tuvieron una tendencia neta creciente a lo largo del período 1990-2017, con una fuerte variación para algunos años. En el año 2004, se produjo una recuperación luego de la crisis económica de 2002, año a partir del cual el consumo de energía aumentó en los distintos sectores, con su consecuente aumento de emisiones de CO₂. Entre el año 2002 y 2008, las emisiones totales de dicho gas provenientes del sector Energía aumentaron 83,6% y alcanzaron un máximo para 2008. Cabe destacar que el mayor aporte a este aumento estuvo dado por la categoría Industrias de la energía, que en 2008 registró un nivel de emisiones de CO₂ 10 veces mayor al registrado en 2002. Esto fue consecuencia directa del mayor consumo de combustibles fósiles para generación eléctrica, por bajos niveles de hidraulicidad.

Por su parte, entre 2008 y 2010 las emisiones totales de CO₂ disminuyeron un 20,5% y resultaron en niveles similares a los obtenidos en 2006. En el año 2012 las emisiones registraron un nuevo aumento (37,5% respecto a 2010) y representaron el máximo de emisiones de todo el período en estudio. Si bien las emisiones de CO₂ provenientes de los sectores de consumo aumentaron entre

2010 y 2012, el mayor crecimiento se debió a las Industrias de la energía, por mayor consumo de combustibles fósiles para generación, al igual que lo ocurrido en el año 2008.

En 2016 las emisiones de CO₂ crecieron levemente respecto a 2014 (1,7 %) mientras que en 2017 decrecieron en un 7,4 %, debido principalmente a la reducción de emisiones en el sector Industrias de la energía por los efectos de la introducción de parques eólicos para generación eléctrica y de la parada de mantenimiento de la refinería.

Tabla 6: Serie histórica de emisiones de CO₂ por categoría, período 1990-2017.

Emisiones CO ₂ (Gg)	1990	1994	1998	2000	2002	2004	2006	2008	2010	2012	2014	2016	2017
1A Quema de combustibles	3.630,0	3.953,2	5.389,5	5.153,8	4.089,3	5.190,5	6.080,8	7.506,9	5.965,5	8.201,5	6.200,8	6.306,4	5.838,9
1A1 Industrias de la energía	507,8	121,1	598,8	721,5	280,6	1.302,8	2.045,6	3.048,6	1.221,7	3.264,4	948,7	823,0	331,2
1A2 Ind. manuf. y construcción	590,7	502,8	854,2	719,5	567,6	622,9	601,2	713,5	582,7	649,6	846,3	894,3	821,5
1A3 Transporte	1.513,9	2.198,8	2.692,4	2.518,4	2.180,8	2.208,0	2.500,4	2.728,7	3.102,9	3.285,8	3.447,7	3.586,1	3.734,7
1A4 Otros sectores	1.002,8	1.108,2	1.235,3	1.186,8	1.054,8	1.052,2	928,7	1.016,1	1.058,2	1.001,2	957,1	1.003,1	951,5
1A4a Comercial/institucional	139,7	129,5	159,2	145,4	124,4	136,1	78,4	93,2	105,3	89,9	86,6	91,2	81,7
1A4b Residencial	444,6	445,4	478,0	476,1	423,5	370,9	392,6	405,8	445,9	411,7	388,6	439,8	383,5
1A4c Agricultura/silvicultura/pesca	418,5	533,4	598,2	565,3	507,0	545,2	457,6	517,0	506,9	499,6	481,9	472,0	486,4
1A5 Otros	14,8	22,5	8,7	7,5	5,5	4,6	4,9	0,0	0,0	0,6	0,9	0,0	0,0
1B Emisiones fugitivas	6,9E-04	0,0	1,2E-03	2,9E-03	2,2E-03	7,0E-03	7,4E-03	6,4E-03	5,0E-03	4,3E-03	3,9E-03	4,4E-03	3,9E-03

Transporte ha sido históricamente el principal sector responsable de emisiones de CO₂, superado solamente por la categoría Industrias de la energía en aquellos años de bajos niveles de energía hidráulica y su consecuente mayor consumo de combustibles fósiles para generación. Por ejemplo, en el año 2012 ambas categorías registraron valores similares de emisiones de CO₂.

Por otra parte, si se comparan las emisiones totales de CO₂ del año 2017 respecto a las de 1990, se observa un incremento global de 60,9 %. El mayor aporte a este crecimiento vino dado por la categoría Transporte que muestra un marcado crecimiento de sus emisiones para el total del período.

Emisiones de CO₂ por categoría

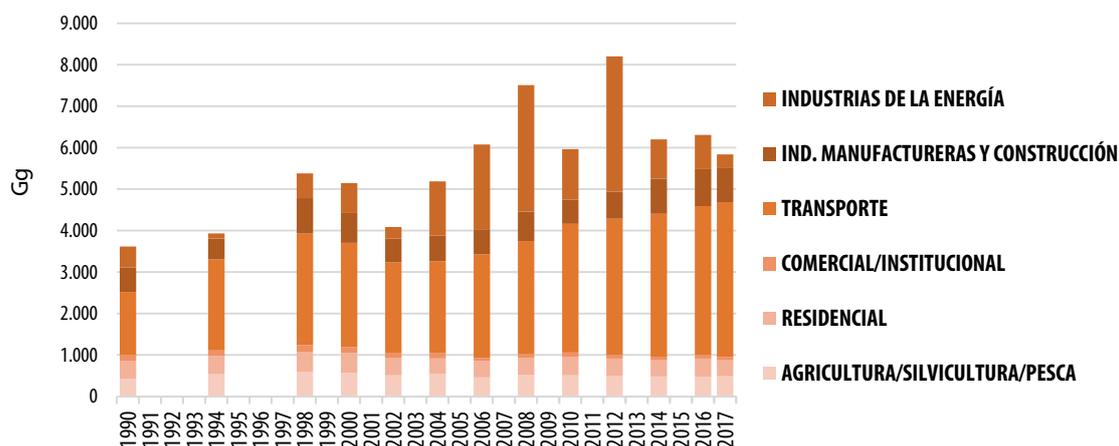


Figura 24: Evolución de las emisiones de CO₂ por categoría, período 1990-2017.

Para el sector Transporte se registró un incremento de 146,7 % en las emisiones entre 1990 (1.513,9 Gg) y 2017 (3.734,7 Gg), debido principalmente al incremento de la actividad del transporte carretero.

Por su parte, Industrias de la energía presentó una reducción del 34,8 % en las emisiones de CO₂ entre 1990 y 2017. Sobre este sector se deben hacer varias precisiones. En lo que respecta a la categoría generación de energía eléctrica se debe tener en cuenta que históricamente existe una gran variabilidad en la disponibilidad de hidroelectricidad lo cual impacta en un mayor o menor consumo de combustibles fósiles y por lo tanto en las emisiones de CO₂ del sector. A su vez, la introducción de fuentes renovables en los últimos años (eólica, biomasa y solar) han colaborado fuertemente en la reducción de la utilización de combustibles fósiles para este fin.

En cuanto a las emisiones de la categoría refinación de petróleo, en el año 2017 fueron significativamente menores a las de los últimos inventarios debido a la ya mencionada parada de mantenimiento de la refinería.

Las emisiones correspondientes a "Otros sectores" (Comercial/ Institucional; Residencial; Agricultura/ Silvicultura/ Pesca) mostraron un pequeño descenso frente al año 2016 y una reducción del 5,1% frente al año base. Considerando la desagregación por sector se observa que cada uno de ellos presentó un comportamiento diferente; el sector Comercial/ Institucional registró un descenso neto en las emisiones de CO₂ entre 1990 y 2017 (41,5 %) mientras que el sector Residencial lo hizo en un porcentaje menor (13,8 %). Por su parte, la categoría Agricultura/ Silvicultura/ Pesca presentó un aumento neto (16,2 %) en el período considerado.

Las emisiones de la categoría Industrias manufactureras y de la construcción en el año 2017 si bien se redujeron un 8,1 % frente al 2016 mostraron un aumento global del 39,1 % en comparación al año base.

Finalmente, es de destacar que el aporte de las Emisiones fugitivas a las emisiones de CO₂ fue despreciable en todo el período (<0,0001 %).

5.1.2. Evolución de emisiones de CH₄

A lo largo del período 1990-2017, las emisiones de CH₄ han presentado una baja variabilidad con un aumento neto del 16,7 %.

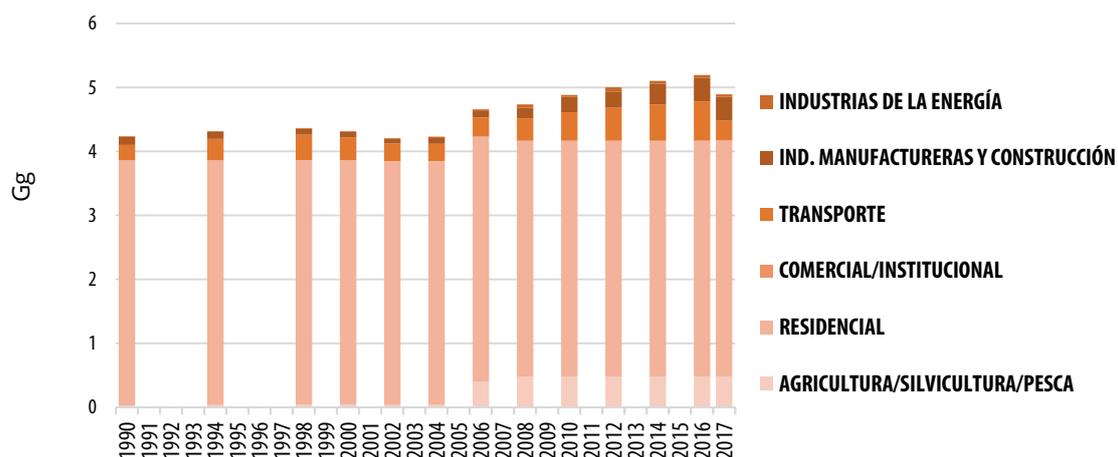
El sector de mayor contribución a las emisiones de metano en todo el período en estudio ha sido el Residencial, asociado a la quema de biomasa. Cabe destacar que, si bien las emisiones de CO₂ provenientes de la quema de biomasa se presentan como partidas informativas, las emisiones de GEI distintos a CO₂ se estiman e incluyen en los totales del sector Energía.

La categoría Transporte muestra una importante disminución de las emisiones entre el año 2016 y el 2017 debido a una actualización del factor de emisión de la gasolina automotora para transporte terrestre realizada con nuevos datos sobre la composición del parque automotor nacional.

En el caso de la categoría Agricultura/ Silvicultura/ Pesca, las emisiones fueron muy pequeñas entre 1990 y 2004, mientras que tuvieron un aumento significativo en 2006. Se aclara que dicho comportamiento no se debió a un cambio en la estructura de consumo, sino a la incorporación de la leña que no se estaba teniendo en cuenta en este sector. El consumo de esta fuente en particular provocó el aumento de las emisiones de metano en dicho año.

Tabla 7: Serie histórica de emisiones de CH₄ por categoría, período 1990-2017.

Emisiones CH ₄ (Gg)	1990	1994	1998	2000	2002	2004	2006	2008	2010	2012	2014	2016	2017
1A Quema de combustibles	4,24	4,32	4,37	4,32	4,21	4,23	4,66	4,73	4,88	5,00	5,10	5,19	4,89
1A1 Industrias de la energía	1,0E-02	2,3E-03	1,3E-02	1,3E-02	8,1E-03	2,1E-02	2,8E-02	4,8E-02	3,1E-02	6,6E-02	4,4E-02	4,8E-02	4,1E-02
1A2 Ind. manif. y construcción	0,13	0,12	9,1E-02	8,9E-02	7,6E-02	9,1E-02	0,10	0,17	0,24	0,25	0,32	0,36	0,37
1A3 Transporte	0,24	0,33	0,40	0,35	0,27	0,27	0,29	0,35	0,44	0,51	0,56	0,61	0,30
1A4 Otros sectores	3,86	3,86	3,86	3,86	3,85	3,85	4,24	4,17	4,17	4,17	4,17	4,18	4,18
1A4a Comercial/institucional	4,0E-03	3,7E-03	4,0E-03	4,2E-03	3,6E-03	3,9E-03	1,1E-02	1,3E-02	1,4E-02	1,4E-02	1,3E-02	1,3E-02	1,3E-02
1A4b Residencial	3,83	3,82	3,82	3,82	3,81	3,81	3,82	3,67	3,68	3,68	3,68	3,69	3,68
1A4c Agricultura/silvicultura/pesca	2,9E-02	3,6E-02	4,2E-02	4,1E-02	3,6E-02	3,8E-02	0,40	0,48	0,48	0,48	0,48	0,48	0,48
1B Emisiones Fugitivas	3,9E-02	0,00	6,1E-02	9,9E-02	6,9E-02	0,19	0,20	0,18	0,15	0,13	0,12	0,13	0,10

Emisiones de CH₄ por categoríaFigura 25: Evolución de las emisiones de CH₄ por categoría, período 1990-2017.

5.1.3. Evolución de emisiones de N₂O

Las emisiones de óxido nitroso (N₂O) tuvieron un crecimiento neto en el período 1990-2017 de 108,3 %. En el año 2002 se registró un mínimo en dichas emisiones y desde 2004 las emisiones de N₂O tuvieron un crecimiento sostenido hasta 2017. Este crecimiento se debió principalmente al aumento de consumo de combustibles en los sectores Transporte e Industrias manufactureras y de la construcción.

Es de destacar que el importante aumento en el sector Transporte en el último año se debe a la actualización del factor de emisión para la gasolina automotora de igual forma que para el metano.

Tabla 8: Serie histórica de emisiones de N₂O por categoría, período 1990-2017.

Emisiones N ₂ O (Gg)	1990	1994	1998	2000	2002	2004	2006	2008	2010	2012	2014	2016	2017
1A Quema de combustibles	0,34	0,41	0,42	0,40	0,36	0,39	0,40	0,49	0,56	0,59	0,63	0,66	0,71
1A1 Industrias de la energía	2,0E-03	5,1E-04	2,8E-03	2,9E-03	1,4E-03	5,8E-03	8,6E-03	1,9E-02	1,2E-02	3,0E-02	2,1E-02	2,3E-02	2,1E-02
1A2 Ind. manuf. y construcción	7,0E-02	6,7E-02	4,3E-02	4,7E-02	4,1E-02	5,2E-02	6,0E-02	0,10	0,15	0,16	0,20	0,23	0,23
1A3 Transporte	0,09	0,12	0,15	0,14	0,12	0,12	0,14	0,15	0,18	0,19	0,20	0,20	0,24
1A4 Otros sectores	0,18	0,22	0,22	0,20	0,19	0,21	0,19	0,22	0,22	0,21	0,21	0,21	0,21
1A4a Comercial/institucional	1,6E-03	1,6E-03	1,7E-03	1,6E-03	1,5E-03	1,8E-03	6,4E-03	7,6E-03	7,7E-03	7,4E-03	7,2E-03	7,2E-03	7,2E-03
1A4b Residencial	5,3E-02	5,3E-02	5,3E-02	5,2E-02	5,2E-02	5,2E-02	5,3E-02	5,1E-02	5,1E-02	5,1E-02	5,1E-02	5,1E-02	5,1E-02
1A4c Agricultura/silvicultura/pesca	0,13	0,16	0,17	0,15	0,14	0,15	0,13	0,16	0,16	0,16	0,15	0,15	0,15

Emisiones de N₂O por categoría

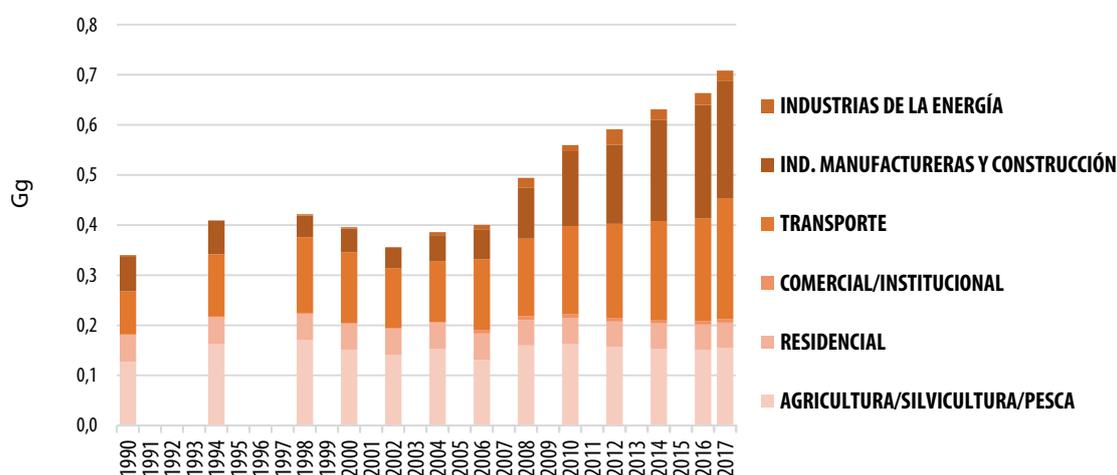


Figura 26: Evolución de las emisiones de N₂O por categoría, período 1990-2017.

5.1.4. Evolución de emisiones de gases precursores y SO₂

La evolución de las emisiones de los gases precursores de ozono, siguió la misma tendencia general que se observa en los GEI directos; un mínimo en el año 2002 y un ascenso continuado hasta el año 2017. En el caso particular de NO_x, este comportamiento no fue tan acentuado y el crecimiento neto en el período 1990-2017 fue de 24,4 % mientras que para CO y COVDM se registraron crecimientos globales de 139,0 % y 193,3 % respectivamente.

Por su parte, el dióxido de azufre (SO₂) fue el único gas que registró un descenso en sus emisiones entre 1990-2017 (58,2 %). Los dos años de mayores emisiones de SO₂ fueron 1998 y 2004, y fue en 2017 que se registró el menor nivel de emisiones de dicho gas.

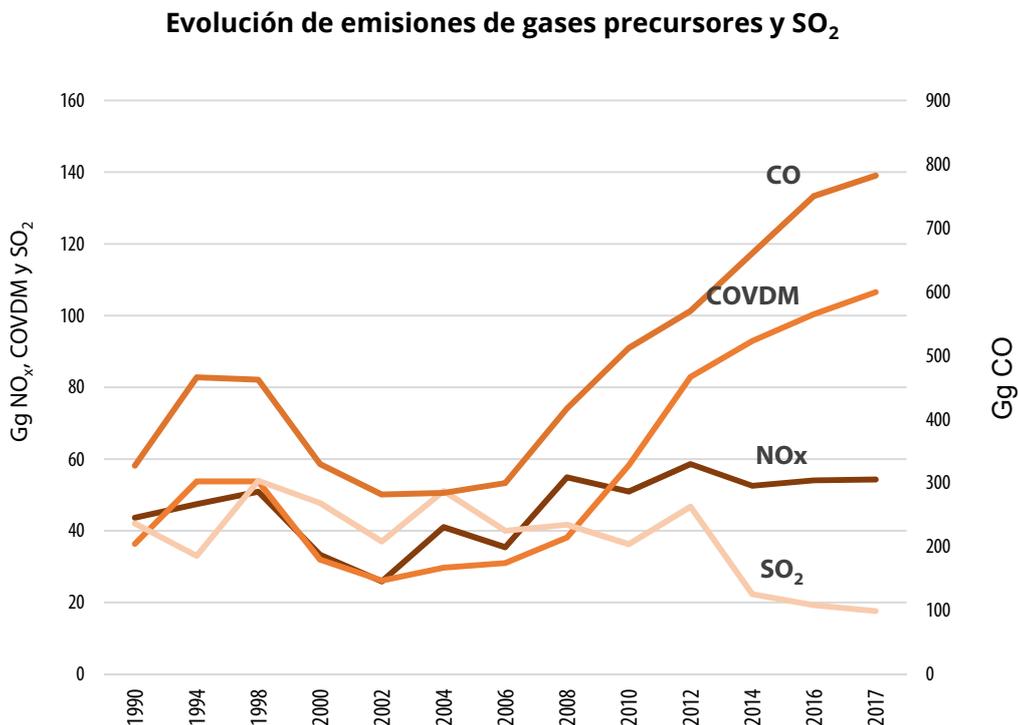


Figura 27: Evolución de las emisiones de gases precursores (IPCC 1996 rev.) y SO₂, período 1990-2017.

La serie presentada en la figura anterior fue realizada utilizando los factores de emisión de las Directrices del IPCC de 1996 revisadas. Esta serie es la reportada a nivel sectorial y la utilizada en la estimación de total nacional.

Para el presente inventario, además, se inició el proceso de recalcu de las emisiones de los gases precursores (NO_x, CO y COVDM) con los factores de emisión de las Guías europeas EMEP/EEA 2016 y en carácter preliminar, para los siguientes años: 1990, 1994, 1998, 2010, 2012, 2014, 2016 y 2017. Las emisiones de los restantes años (2000, 2002, 2004, 2006 y 2008) se estimaron utilizando la técnica de empalme "Datos sustitutos" de las guías IPCC 2006 utilizando como serie sustituta las emisiones calculadas con los factores de emisión de las Directrices del IPCC de 1996 revisadas. Se muestra a continuación la evolución de los gases precursores calculada con los factores de emisión de las Guías EMEP/EEA 2016.

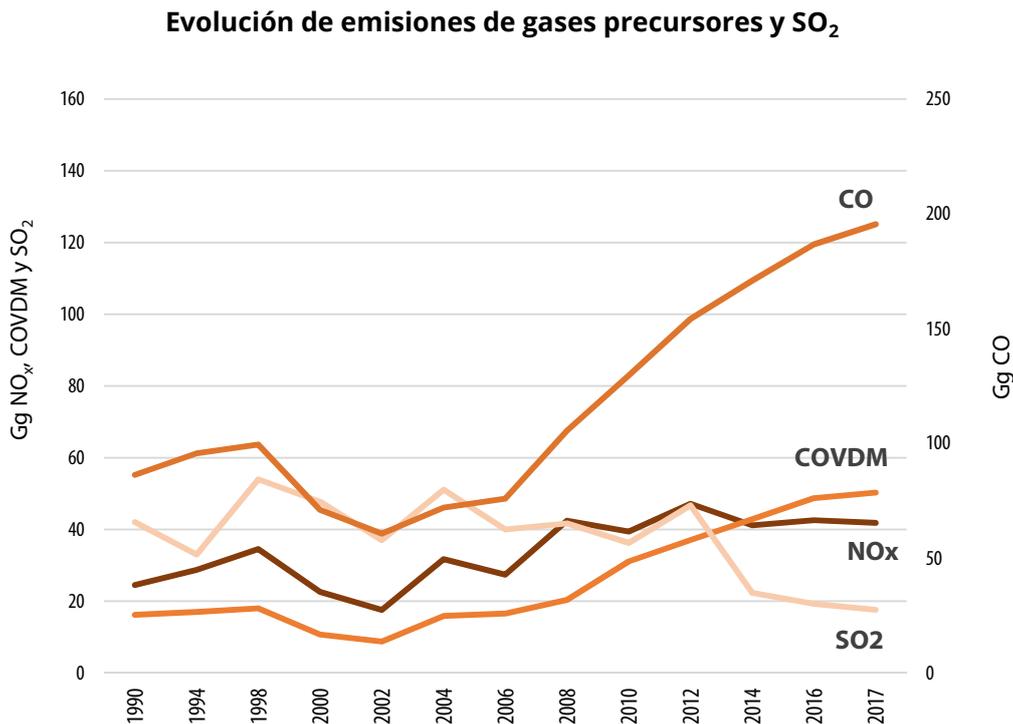


Figura 28: Evolución de las emisiones de gases precursores (EMEP/EEA 2016) y SO₂, período 1990-2017.

Lo primero que surge de la comparación de las figuras 27 y 28 es que para los 3 gases precursores las emisiones calculadas con las guías EMEP EEA 2016 son significativamente menores a las calculadas con las guías IPCC 1996. En particular, el CO presenta valores hasta 4 veces menores, destacándose las diferencias en las emisiones de las categorías "Industrias Manufactureras y de la Construcción" y "Transporte terrestre". En la primera de ellas, la diferencia se explica principalmente por la gran variación del factor de emisión de la quema de biomasa y en la segunda por la del factor de emisión de la gasolina automotora para automóviles de pasajeros.

Como oportunidad de mejora para el próximo inventario se recalcularán los años faltantes con los factores de emisión de las guías europeas EMEP/EEA 2016.

5.2. EVOLUCIÓN DE LA CONTRIBUCIÓN RELATIVA AL CALENTAMIENTO GLOBAL

En términos de evaluar la contribución relativa al calentamiento global, se analiza la evolución de las emisiones del sector Energía en términos de “CO₂ equivalentes” a partir de los gases de efecto invernadero directos (CO₂, CH₄ y N₂O). Se utilizan dos métricas diferentes: el potencial de calentamiento global y el potencial de cambio en la temperatura global (GWP y GTP por sus siglas en inglés, respectivamente).

Utilizando la métrica GWP_{100 AR2}, las emisiones del sector Energía fueron de 3.825,2 Gg CO₂-eq en 1990 y 6.163,3 Gg CO₂-eq en 2017, con una variación neta de 61,1 % para todo el período. Por su parte, al aplicar la métrica GTP_{100 AR5}, las emisiones fueron 3.726,7 Gg CO₂-eq en 1990 y 6.024,6 Gg CO₂-eq en 2017, con una tasa de crecimiento global de 61,7 %.

Es de destacar que, para el sector Energía, la contribución de CH₄ y N₂O a las emisiones totales evaluadas en términos de “CO₂ equivalente” han sido menores al 5% para los años de inventarios entre 1990 y 2017, considerando ambas métricas. Por esta razón, la evolución de las emisiones en términos de CO₂ equivalente viene dada principalmente por la evolución de las emisiones de CO₂ como tal.

Tabla 9: Serie histórica de emisiones de GEI del sector Energía, período 1990-2017 (Gg CO₂-eq)

Año	GWP _{100 AR2}				GTP _{100 AR5}			
	CO ₂	CH ₄	N ₂ O	Emisiones Totales (CO ₂ -eq)	CO ₂	CH ₄	N ₂ O	Emisiones Totales (CO ₂ -eq)
	1	21	310		1	4	234	
1990	3.630,0	89,8	105,4	3.825,2	3.630,0	17,1	79,6	3.726,7
1994	3.953,2	90,6	126,9	4.170,8	3.953,2	17,3	95,8	4.066,3
1998	5.389,5	93,0	130,7	5.613,1	5.389,5	17,7	98,6	5.505,8
2000	5.153,8	92,7	122,7	5.369,2	5.153,8	17,7	92,6	5.264,0
2002	4.089,3	89,8	110,5	4.289,6	4.089,3	17,1	83,4	4.189,7
2004	5.190,5	92,9	119,6	5.403,0	5.190,5	17,7	90,3	5.298,5
2006	6.080,8	101,9	124,1	6.306,9	6.080,8	19,4	93,7	6.194,0
2008	7.506,9	104,2	154,7	7.765,8	7.506,9	19,8	116,8	7.643,5
2010	5.965,5	105,6	173,5	6.244,6	5.965,5	20,1	131,0	6.116,6
2012	8.201,5	108,7	184,5	8.494,7	8.201,5	20,7	139,2	8.631,4
2014	6.200,8	109,7	195,6	6.506,1	6.200,8	20,9	147,6	6.369,3
2016	6.306,5	111,9	205,7	6.624,0	6.306,5	21,3	155,2	6.483,0
2017	5.839,0	104,8	219,6	6.163,3	5.839,0	20,0	165,7	6.024,6

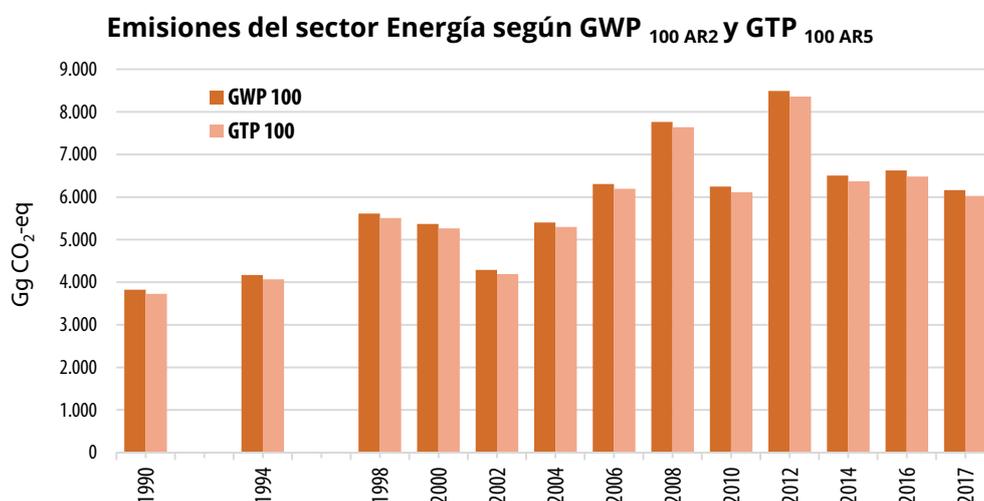


Figura 29: Evolución de las emisiones de GEI del sector Energía, período 1990-2017 (Gg CO₂-eq).

6. INCERTIDUMBRE

6.1. ANÁLISIS CUALITATIVO

En la siguiente tabla se presentan las calificaciones cualitativas: Baja (B), Media (M) y Alta (A) asignadas a las incertidumbres en las emisiones de los gases de efecto invernadero para el sector Energía.

Tabla 10: Calificación cualitativa de las Incertidumbres en las emisiones de GEI.

Sector	Gases de efecto invernadero						
	CO ₂	CH ₄	N ₂ O	NO _x	CO	COVDM	SO ₂
1 Energía	B	M	M	M/A	M/A	M/A	M/A

Los datos de actividad necesarios para estimar las emisiones del sector Energía provienen principalmente del BEN (Balance Energético Nacional), elaborado por la DNE, sobre la base de datos proporcionados por la Administración Nacional de Combustibles, Alcoholes y Portland (ANCAP), la Administración Nacional de Usinas y Trasmisiones Eléctricas (UTE), Alcoholes del Uruguay (ALUR), empresas de gas natural, gasoductos e información recabada por la propia Dirección a través de censos y encuestas en los distintos sectores de la actividad nacional. Dicho Balance no proporciona información sobre las incertidumbres asociadas a los datos de actividad. Tampoco es posible realizar una estimación de la misma sobre la base de la denominada "diferencia estadística", la que se calcula como la diferencia entre los datos que surgen del suministro de combustible y los datos derivados de la demanda de combustibles, ya que en la mayoría de los casos no se dispone de los datos de demanda desagregados por sector. Por lo expuesto, se ha recurrido al juicio de los expertos de la propia DNE a fin de estimar las incertidumbres de los mencionados datos.

Adicionalmente, para la estimación de las emisiones provenientes de la quema de combustibles en el subsector transporte, se utiliza la información contenida en el Anuario Estadístico de Transporte, elaborado por la Dirección Nacional de Transporte (DNT) del Ministerio de Transporte y Obras Públicas (MTO).

6.1.1. Dióxido de carbono

- **Niveles de estimación**

En las Guías para elaborar los Inventarios, se presentan dos formas distintas para realizar el cálculo de las emisiones de CO₂ a partir de las actividades de quema de combustible en el sector Energía, a saber: Método de referencia y Método sectorial.

En el primero, las emisiones se calculan sobre la base de los "consumos aparentes" de los combustibles, que resultan de las cifras de producción, importación, exportación y variación en el stock de cada uno de ellos. Por tanto, este método es de utilidad para obtener una estimación primaria de las emisiones de dióxido de carbono en los países que no cuentan con registros detallados en la materia.

En el método sectorial, las emisiones se calculan sobre la base de los consumos finales sectoriales, resultantes de las diferentes actividades nacionales. Por lo expuesto, éste brinda una mejor estimación de las emisiones y es por ello que la totalidad de los comentarios acerca de las emisiones de CO₂ del sector Energía, se realizan en función de resultados obtenidos por este método.

Los resultados obtenidos en el INGEI 2017 para el método de referencia y sectorial fueron de 5.882,6 Gg y 5839,0 Gg de CO₂, respectivamente. La diferencia entre uno y otro método representa el 0,8% de las emisiones estimadas.

- **Estimación sectorial nivel 1**

El algoritmo de cálculo correspondiente a este método comprende básicamente la utilización de: i) datos de consumo final de los combustibles y ii) factores de emisión relacionados con las especificaciones de los combustibles. Dado que las emisiones de CO₂ dependen principalmente del contenido de carbono de los combustibles, los factores de emisión no son función del tipo de tecnología en la cual se realiza el proceso de combustión.

El BEN es considerado una fuente muy confiable de los datos de consumo final, por tanto, no hay razones para suponer que la incertidumbre introducida a través de ellos sea importante. Es por ello que, las incertidumbres asociadas a los datos de actividad utilizados para el cálculo de emisiones de CO₂ se consideran bajas.

En cuanto a los factores de emisión, se considera que los mismos no introducen una incertidumbre significativa en el resultado final, dado que no hay motivos para pensar que las diferencias que podrían existir entre los factores reales y los utilizados por defecto sean de significación.

Por estas razones, las incertidumbre de las emisiones de CO₂ para el sector Energía se consideran de nivel **bajo**.

6.1.2. Metano y Óxido nitroso

Debido a la naturaleza de los gases no-CO₂, la generación de emisiones es fuertemente dependiente de la tecnología utilizada.

En este sentido, se han utilizado factores de emisión Nivel 3, siempre y cuando la tecnología propuesta coincidiera con la práctica/uso habitual en el país. En los casos en los que no se pudo asignar una tecnología, de acuerdo a las propuestas en IPCC 2006, se estimaron las emisiones con Nivel 1. (Ver Anexo con fuente de factores de emisión por categoría). Se estima un nivel de incertidumbre medio para los factores de emisión y bajo para los datos de actividad (BEN), siendo la incertidumbre de las emisiones de nivel **medio**.

Cabe destacar, que las emisiones de metano y óxido nitroso provenientes del sector Energía representan una pequeña contribución a los totales nacionales de emisiones de dichos gases.

6.1.3. Óxidos de nitrógeno, Monóxido de carbono, Compuestos orgánicos volátiles distintos del metano, Dióxido de azufre

Los datos de actividad utilizados para la estimación de emisiones de estos gases es el BEN, por lo tanto como se mencionara anteriormente, se estima que su incertidumbre es baja.

Tanto los factores de emisión como la metodología utilizada para la estimación de emisiones de NO_x, CO, COVDM y SO₂ corresponden a las Directrices del IPCC versión 1996 revisada.

La estimación de emisiones se considera de carácter preliminar y tanto la metodología como los factores de emisión serán actualizados en futuras ediciones en línea con la propuesta EMEP/EEA (2016). Por esta razón, se estima una incertidumbre global de nivel **medio/alto** para estos gases.

6.2. ANÁLISIS CUANTITATIVO

Las incertidumbres asociadas a los datos de actividad deben ser cuantificadas en base a sus fuentes de origen y/o el conocimiento de especialistas en el tema. Como se ha comentado anteriormente, el Balance Energético Nacional no dispone de incertidumbres asociadas a los resultados que se presentan. Por esta razón, se consideran las recomendaciones de las guías 2006 del IPCC y se establece un nivel de incertidumbre para los datos de actividad de $\pm 5\%$ para los combustibles líquidos, sólidos y gaseosos mientras que para las biomásas se considera $\pm 50\%$, con excepción del licor negro y de los biocombustibles para los cuales se considera $\pm 5\%$. Esto se debe a que dada la naturaleza de los procesos mediante los cuales se generan y en los cuales se utilizan estos combustibles, se considera que los datos de actividad obtenidos son más certeros.

Las incertidumbres de los factores de emisión para cada combustible de cada categoría fueron calculadas a partir de los valores inferior y superior provistos por las guías IPCC 2006.

La herramienta utilizada para la confección del inventario (*IPCC Inventory Software v2.54*) presenta ciertas limitaciones en lo que al cálculo de incertidumbre se refiere. La principal es que no permite ingresar las incertidumbres de los factores de emisión por combustible individualmente, sino que es necesario hacerlo por grupo de combustibles (líquidos, sólidos, gaseosos, etc.). Considerando esta limitante, el criterio para asignar las incertidumbres de los factores de emisión fue el siguiente: para cada categoría, se asignó en cada grupo de combustibles el mayor valor de incertidumbre de los combustibles individuales (tanto para los límites inferiores como para los superiores) exceptuando aquellos grupos en los cuales las emisiones de uno de los combustibles fuera muy superior a la del resto. En estos casos se asignó a todo el grupo de combustibles el valor de incertidumbre de ése combustible mayoritario.

Para el año 2017, se estima una incertidumbre de **8,7 %** para las emisiones del sector Energía, teniendo en cuenta solo los GEI directos para el análisis. Este valor se considera preliminar y quedará como una oportunidad de mejora para futuros inventarios profundizar en la metodología de cálculo de incertidumbres cuantitativa. En particular, se deberá generar una planilla auxiliar para poder calcular la incertidumbre del sector correctamente siguiendo los criterios establecidos por las directrices de 2006 (Método 1, cuadro 3.2 del Volumen 1).

En cuanto a la incertidumbre de la tendencia, el software arrojó para el año 2017 un valor de **24,8 %**. De igual forma que la incertidumbre del inventario, este valor se considera preliminar y a mejorar en futuros inventarios.



República Oriental del Uruguay