

# Inventario de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero de Montevideo

Año 2021 y serie 2006-2021

Unidad Ejecutiva de Resiliencia  
Departamento de Planificación

Grupo de Trabajo de Cambio Climático



Intendencia  
Montevideo



**Intendencia de Montevideo:**

**Intendenta**

Carolina Cosse

**Grupo de Trabajo de Cambio Climático integrado por:**

Departamento de Desarrollo Ambiental: División Saneamiento, División Limpieza, Servicio de Evaluación de la Calidad y Control Ambiental y Equipo Técnico de Educación Ambiental

Departamento de Planificación: Unidad Ejecutiva de Resiliencia, Unidad de Planificación Estratégica y Gerencia de Planificación Territorial.

Departamento de Movilidad: Unidad de Planificación de Movilidad

Departamento de Desarrollo Social: División Salud

Departamento de Desarrollo Económico: Unidad Montevideo Rural

Departamento de Desarrollo Sostenible e Inteligente: Unidad de Gestión de Calidad y Sostenibilidad

Secretaría General: Centro Coordinador de Emergencias Departamentales

Municipios A y G

**Equipo de trabajo a cargo de la elaboración del Inventario de GEI de Montevideo 2021:**

Ing. Quim. Andrea De Nigris

Ec. Rossana Gaudioso

Cecilia Muniz

Montevideo, Marzo 2023.

## Contenido

1.Introducción	4
2.Metodología	5
3.Panorama general de emisiones de GEI de Montevideo	12
4.Inventario de gases de efecto invernadero de Montevideo 2021	16
4.1 Dióxido de Carbono (CO <sub>2</sub> )	16
4.2 Metano (CH <sub>4</sub> )	23
4.3 Óxido Nitroso (N <sub>2</sub> O)	25
5.Evolución de las emisiones de GEI 2006-2019	26
6.Incertidumbre	29
7.Referencias	31
8.Abreviaturas	32
9.Anexo: Tablas Inventario 2019	33

# 1. Introducción

El inventario de gases de efecto invernadero (GEI) tiene por objeto cuantificar las emisiones asociadas a las diferentes actividades antropogénicas (generadas por la actividad humana) durante un período determinado.

La elaboración de los Inventarios Nacionales de Gases de Efecto Invernadero (INGEI) constituye uno de los principales compromisos de los países que son Parte de la Convención Marco de las Naciones Unidas para el Cambio Climático (CMNUCC).

Los Inventarios Nacionales de Gases de Efecto Invernadero reúnen información sobre qué gases de efecto invernadero se emiten en el país, en qué sectores se emiten y las cantidades emitidas de los distintos gases considerados.

A nivel nacional, el primer Inventario nacional de gases de efecto invernadero (INGEI) de Uruguay considera como año de referencia 1990. El mismo fue presentado en la Comunicación Nacional Inicial de Uruguay en el año 1997, en el marco de los compromisos asumidos por Uruguay ante la Convención Marco de las Naciones Unidas para el Cambio Climático (CMNUCC).

Los INGEI son realizados bajo la coordinación de la Dirección Nacional de Cambio Climático del Ministerio de Ambiente, en el marco del Sistema Nacional de Respuesta al Cambio Climático (SNRCC), con una periodicidad anual a partir del año 2017.

En 2021 fue presentado el Reporte de Inventario conteniendo la serie 1990 - 2019, en ocasión de la presentación del Cuarto Informe Bienal de Actualización a la Conferencia de las Partes en la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático<sup>1</sup>.

A nivel subnacional el inventario de GEI de una ciudad o departamento, busca contabilizar las emisiones de GEI que se generan dentro de los límites territoriales de la ciudad o departamento, dependiendo de la unidad de análisis considerada. El propósito fundamental de los inventarios a nivel subnacional es proveer de información que permita identificar los principales sectores, subsectores, fuentes y actividades emisoras y, a partir de este análisis, definir estrategias y planes de acción de mitigación de alcance local. Asimismo, proveen de la información necesaria para realizar el seguimiento de las metas de mitigación propuestas.

El primer inventario local de gases de efecto invernadero del departamento de Montevideo se publicó conjuntamente con el Inventario de gases de efecto invernadero de la Región Metropolitana de Uruguay en el año 2011, para el año referencia 2006. A partir de ese momento, Montevideo continuó publicando sus inventarios de emisiones con una periodicidad de dos años y, a partir del año 2018, anualmente.

En el presente documento se presentan la metodología y los resultados correspondientes al Inventario de emisiones de GEI del departamento de Montevideo para el año 2021, y la evolución de las emisiones durante el período 2006-2021.

<sup>1</sup><https://www.gub.uy/ministerio-ambiente/politicas-y-gestion/inventarios-nacionales-gases-efecto-invernadero-ingei>

## 2. Metodología

Los gases responsables del Efecto Invernadero interactúan con la radiación infrarroja emitida por la superficie de la Tierra, la atmósfera y las nubes, atenuando las variaciones de temperatura que existirían si no estuvieran presentes. El vapor de agua (H<sub>2</sub>O), el dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), el óxido nitroso (N<sub>2</sub>O), el metano (CH<sub>4</sub>) y el ozono (O<sub>3</sub>) son considerados los principales gases de efecto invernadero.

El aumento de la concentración de estos gases en la atmósfera provoca alteraciones en el equilibrio del clima mundial, conocido como “calentamiento global”. Estas alteraciones van más allá del aumento de la temperatura media e incluyen un aumento de la variabilidad climática y un aumento en la frecuencia e intensidad de eventos climáticos extremos.

El inventario de gases de efecto invernadero constituye la suma de las emisiones derivadas de las actividades humanas a lo largo de toda una jurisdicción territorial, en este caso el departamento de Montevideo, durante un año calendario, y se expresa en unidades de dióxido de carbono equivalente (CO<sub>2</sub>eq) (IPCC, 2006).

La metodología utilizada para la realización del Inventario de emisiones de Montevideo se basa en la metodología del ICLEI<sup>2</sup> (Gobiernos Locales por la Sostenibilidad) y el Carbon Disclosure Project (CDP) elaborada en base a las Directrices del Panel Intergubernamental para el Cambio Climático (IPCC) del año 2006. La metodología considerada es consistente con las directrices utilizadas para la elaboración de los Inventarios nacionales de emisiones.

En el caso del inventario de GEI de Montevideo se consideraron las **emisiones de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), metano (CH<sub>4</sub>) y óxido nitroso (N<sub>2</sub>O)**.

En el caso de los otros gases de efecto invernadero (hidrofluorocarbonos, hexafluoruro de azufre y perfluorocarbonos) las estimaciones preliminares realizadas permiten concluir que, a pesar de su alto potencial de calentamiento global, las cantidades emitidas no son significativas en el total de las emisiones del departamento. En función de esto, se optó por no incorporarlos en el inventario.

<sup>2</sup>“Protocolo Global para Inventarios de Emisión de Gases de Efecto Invernadero a Escala Comunitaria. Estándar de contabilidad y de reporte para las ciudades”. WRI, C40 Cities, ICLEI.

Para poder expresar las emisiones de los diferentes GEI en una misma unidad y poder compararlas, es necesario convertir las emisiones de GEI no CO<sub>2</sub> en su equivalente en CO<sub>2</sub> (CO<sub>2</sub>eq). Para ello, una de las métricas o coeficientes utilizados es el Potencial de Calentamiento Atmosférico (PCA).

El Potencial de Calentamiento Atmosférico (PCA) o Global Warming Potential (GWP, por su sigla en inglés) permite evaluar la contribución relativa de cada gas al calentamiento global. El potencial de calentamiento global es una medida relativa de cuánto calor puede ser atrapado por un GEI en un determinado período de tiempo en comparación con el CO<sub>2</sub>, ya que no todos los gases absorben la radiación infrarroja de la misma manera ni todos tienen igual vida media en la atmósfera. Cuanto más alto sea el potencial de calentamiento global que tiene un gas, mayor será su capacidad de retención de calor en la atmósfera.

El metano (CH<sub>4</sub>) contribuye en mayor medida que el CO<sub>2</sub> al calentamiento global, con un PCA de 21 (IPCC, AR2, 100). Esto significa que cada tonelada de CH<sub>4</sub> emitida se considera con un potencial de calentamiento a 100 años equivalente a 21 toneladas de CO<sub>2</sub>. En el caso del óxido nitroso (N<sub>2</sub>O) su PCA es de 310, por lo que cada tonelada emitida tiene un potencial de calentamiento a 100 años equivalente a 310 toneladas de CO<sub>2</sub>.

	<b>GPW<sub>100 AR2</sub></b>
CO <sub>2</sub>	1
CH <sub>4</sub>	21
N <sub>2</sub> O	310

Fuente: Informe del IPCC AR2 a 100 años

De esta forma, las emisiones de GEI totales asociadas a una actividad se obtienen sumando los aportes de cada uno de los gases considerado multiplicado por su potencial de calentamiento global para obtener una cifra de emisiones de dióxido de carbono equivalente (CO<sub>2</sub>eq).

De acuerdo a la metodología del IPCC, las emisiones y remociones de gases de efecto invernadero se agrupan en **categorías** dentro de los siguientes 4 sectores:

- Energía
- Procesos Industriales y uso de productos (IPPU)
- Agricultura, silvicultura y otros Usos de la tierra (AFOLU)
- Residuos (Desechos)

**Energía:**

Incluye las emisiones generadas por la quema de combustibles fósiles (derivados del petróleo y gas natural). Las emisiones de CO<sub>2</sub> procedentes de la quema de leña se presentan como “partida informativa”, por lo que no se contabilizan dentro de las emisiones del sector.

**Procesos Industriales y uso de productos (IPPU)**

Incluye las emisiones de GEI generadas por los procesos industriales por el uso de GEI en los productos y por los usos no energéticos del carbono contenido en los combustibles fósiles.

Las principales fuentes de emisión son los procesos industriales que transforman materias primas por medios químicos o físicos, liberando GEI. En el caso del inventario de Montevideo, se consideraron las emisiones provenientes del uso de carbonato sódico.

**Agricultura, silvicultura y otros usos de la tierra (AFOLU)**

En este sector se consideran las emisiones de GEI originadas en las actividades y prácticas agropecuarias, así como las emisiones y remociones de CO<sub>2</sub> por el uso y los cambios en el uso de la tierra.

En el caso de Montevideo, las principales fuentes de emisión consideradas son el metano proveniente de la fermentación entérica del ganado, las emisiones de óxido nitroso vinculadas a la gestión del estiércol del ganado y las emisiones de CO<sub>2</sub> provenientes de cambios en el uso de la tierra.

En función de la información disponible no fueron consideradas las remociones de CO<sub>2</sub> (captura de emisiones) provenientes de los reservorios de biomasa (arbolado urbano).

### **Residuos (Desechos)**

Este sector comprende las emisiones directas de metano provenientes de la disposición final de residuos sólidos urbanos en vertederos y del tratamiento y eliminación de aguas residuales domésticas, comerciales e industriales.

Las emisiones de óxido nitroso (N<sub>2</sub>O) provienen del tratamiento y eliminación de aguas residuales domésticas y ocurren cuando éstas se descargan en cursos de agua, fosas sépticas o sistemas de tratamiento de aguas servidas.

### **Categorización de las emisiones:**

Los “alcances” son entidades lógicas de tipificación de las emisiones que permiten su caracterización y evitar la doble contabilidad. Los alcances se definen en forma relativa a la unidad organizacional que se haya tomado como referencia para el inventario; en este caso, el departamento de Montevideo.

Las actividades que ocurren dentro de una ciudad o departamento, pueden generar emisiones de GEI que se producen dentro de los límites de la ciudad/ departamento, así como fuera de los límites del mismo. La metodología del ICLEI agrupa las emisiones en tres categorías en función del lugar donde se producen.

Las **emisiones de alcance 1** corresponden a las emisiones de GEI que se producen físicamente dentro de los límites de la unidad de análisis considerada para el inventario (en el caso del Inventario de Montevideo, dentro del departamento), por lo que también se denominan emisiones territoriales.

Las **emisiones de alcance 2**, son aquellas vinculadas al consumo de energía eléctrica suministrada en red. Las emisiones de **alcance 3** son aquellas que se producen fuera de los límites del departamento como resultado de las actividades que tienen lugar dentro de los límites del departamento.

En la siguiente figura se presenta un esquema con las categorías de emisiones mencionadas:



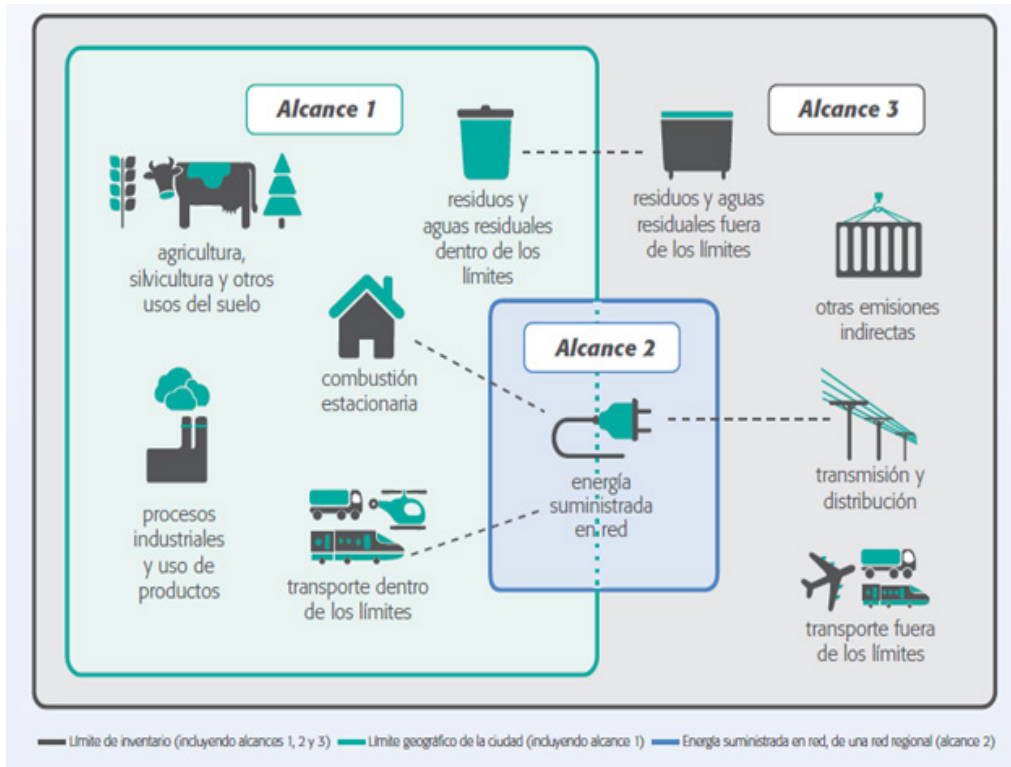


Figura 1: Fuentes y límites de las emisiones de GEI

Fuente: Protocolo Global para Inventarios de Emisión de Gases de Efecto Invernadero a Escala Comunitaria. Estándar de contabilidad y de reporte para las ciudades, WRI - ICLEI - C40 Cities

En la siguiente tabla se presenta el detalle de las emisiones incluidas en el Inventario de emisiones de GEI de Montevideo, por sector y categoría:

Sector		Categoría	Emisiones	
			Alcance 1	Alcance 2
Energía	Fuentes estacionarias	Industrias de la energía Residencial Comercial - Servicios Industria	Consumo combustibles fósiles (CO <sub>2</sub> , CH <sub>4</sub> , N <sub>2</sub> O)	NE
	Transporte	Público Privado	Cosumo de combustibles fósiles (CO <sub>2</sub> , CH <sub>4</sub> , N <sub>2</sub> O)	NE
Procesos industriales y uso de productos	Plantas industriales	Carbonato de sodio	Consumo estimado a partir de las importaciones anuales	NE
Agricultura, silvicultura y otros usos de la tierra (AFOLU)	Agricultura, silvicultura y otros usos de la tierra	Fermentación entérica ganado	Emisión de CH <sub>4</sub> y N <sub>2</sub> O	NA
		Tratamiento estiércol ganado	Uso de la tierra	NA
Residuos (Desechos)	Residuos sólidos urbanos	Relleno sanitario	Tratado anaeróbica-mente	NA
		Planta depuradora	Emisión de N <sub>2</sub> O	NA
		Aguas residuales domésticas e industriales		

**Tabla 1: Sectores y categorías de emisiones del Inventario de GEI de Montevideo**

Fuente: Elaboración propia en base a la categorización de emisiones de ICLEI.

Notas: NA - no aplica; NE - no estimadas.

El inventario realizado para Montevideo no incluye la estimación de las emisiones de alcance 3.

### Categorías principales:

Las categorías principales son aquellas que tienen prioridad en el inventario local por la influencia significativa que tiene la estimación de estas emisiones en el total de las emisiones locales.

La identificación de las categorías principales tiene por finalidad priorizar la utilización de los recursos disponibles para la elaboración de los inventarios, dándole prioridad a la mejora de los datos disponibles y a la realización de las mejores estimaciones posibles de las emisiones asociadas a estas categorías, a fin de reducir la incertidumbre general del inventario.

Las categorías principales se determinan en base a los lineamientos de las Directrices del IPCC de 2006.

Las categorías principales consideradas en el Inventario de Montevideo son las siguientes (figura 2):

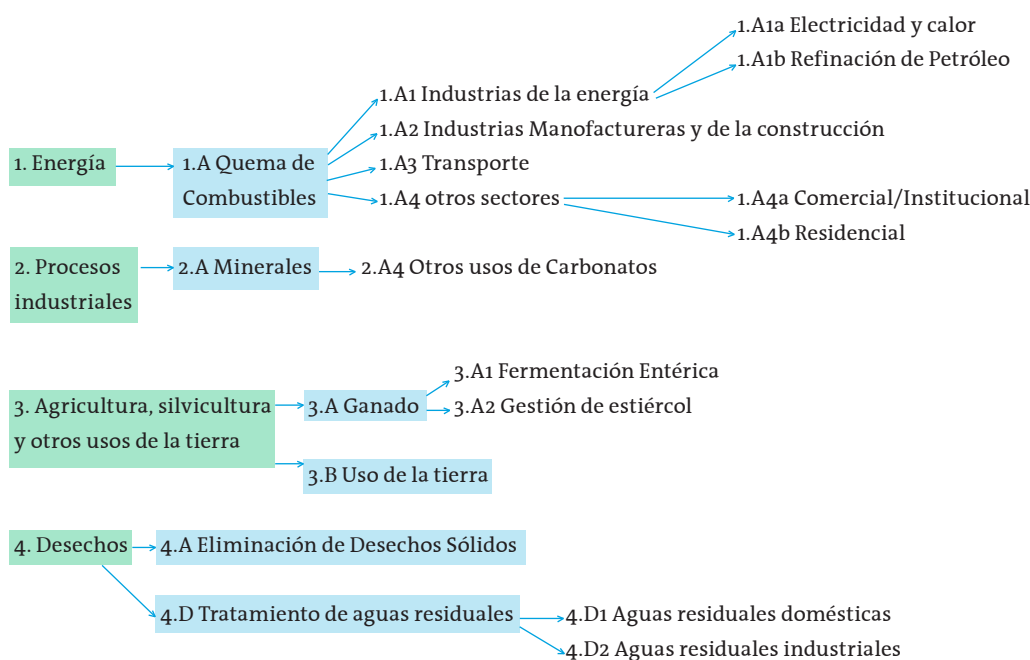


Figura 2: Categorías principales consideradas en el Inventario de emisiones de GEI de Montevideo.

Fuente: Elaboración propia a partir de las Directrices del IPCC 2006.

### **Cálculo de las emisiones de GEI:**

Las emisiones se estiman, para cada sector y fuente, a partir de la consideración del nivel de actividad y un factor de emisión, de acuerdo a la siguiente expresión:

$$\text{Emisiones} = \text{Dato de actividad} * \text{Factor de Emisión}$$

Los datos de actividad son una medida cuantitativa de un nivel de actividad que da lugar a las emisiones de GEI ocurridas durante un período de tiempo determinado (por ejemplo, el volumen de gas utilizado, los kilómetros recorridos, las toneladas de residuos enviados a los vertederos, etc.).

El factor de emisión se define como un valor representativo que intenta relacionar la cantidad de contaminante emitido a la atmósfera con una actividad asociada a la emisión del contaminante. A modo de ejemplo, la estimación de las emisiones de CO<sub>2</sub> provenientes del consumo de energía eléctrica implica multiplicar los datos de consumo de electricidad utilizada por cada sector (medido en kilovatios-hora - kWh) por el factor de emisión (kgCO<sub>2</sub>/kWh) correspondiente a la red de electricidad, que dependerá de la tecnología y el tipo de combustible utilizado para generar la electricidad (Guía ICLEI).

Los datos de actividad utilizados para el cálculo del inventario de GEI de Montevideo fueron obtenidos de las estadísticas nacionales desarrolladas y publicadas por los organismos vinculados a cada sector (MIEM, MGAP, IM, UTE, ANCAP, etc.) y del Instituto Nacional de Estadística.

En el caso de los factores de emisión se consideraron los factores publicados en las directrices del IPCC para el año 2006. Con excepción de los casos en que se menciona explícitamente, los factores de emisión seleccionados son de nivel 1 (valores por defecto).

A continuación se presenta un detalle de las fuentes de información consideradas para la elaboración del Inventario (Tabla 2):

<b>Sector</b>	<b>Información disponibles</b>	<b>Fuente de información</b>
<b>Energía</b>	Consumo propio de la refinería	Balance Energético Nacional 2021
	Consumo de combustibles centrales térmicas ubicadas en Montevideo	Balance Energético Nacional 2021
	Consumo de combustible residencial	Balance Energético Nacional 2021 Encuesta de consumo de leña 2012
	Consumo de combustibles comercial y servicios	Balance Energético Nacional 2021
	Consumo de combustibles industria	Balance Energético Nacional 2021
	Consumo de combustibles transporte	Balance Energético Nacional 2021
<b>Procesos industriales</b>	Importaciones de carbonato sódico	Dirección Nacional de Aduanas
<b>Agricultura, silvicultura y otros usos de la tierra</b>	Existencia de ganado	Censos Agropecuarios 2000 y 2011, MGAP
	Uso y cambios en el uso de la tierra	Censos Agropecuarios 2000 y 2011, MGAP
<b>Residuos</b>	Residuos sólidos urbanos (volumen)	Intendencia de Montevideo
	Aguas residuales domésticas	Intendencia de Montevideo
	Efluentes industriales	Intendencia de Montevideo
<b>Información general</b>	Proyección de población de Montevideo	Instituto Nacional de Estadística

**Tabla 2: Fuentes de información utilizadas.**

Fuente: Elaboración propia

### 3. Panorama general de emisiones de GEI de Montevideo

Las emisiones totales de GEI de Montevideo para el año 2021 fueron de **2684,92 miles de toneladas equivalentes de CO<sub>2</sub>** (kton CO<sub>2</sub> eq) (Tabla 3):

INVENTARIO 2021 (kton CO <sub>2</sub> eq)				
Energía	Procesos industriales y uso de productos	Agricultura, silvicultura y otros usos de la tierra	Residuos	Total emisiones
2128,08	0,54	1,93	554,37	2684,92

Tabla 3: Emisiones totales de GEI por sector (en kton CO<sub>2</sub>eq), 2021

Las emisiones expresadas en CO<sub>2</sub>eq son estimadas por la métrica GWP<sub>100 AR2</sub>

Fuente: Elaboración propia

Como fuera mencionado anteriormente, las remociones de CO<sub>2</sub> no son significativas en el departamento, por lo que no fueron consideradas en el total de emisiones.

Los sectores que más contribuyen a las emisiones de GEI de Montevideo son Energía, asociado a la quema de combustibles fósiles, que representa el 79.3% del total de las emisiones de CO<sub>2</sub>eq y Residuos (20.6%) (Figura 3):

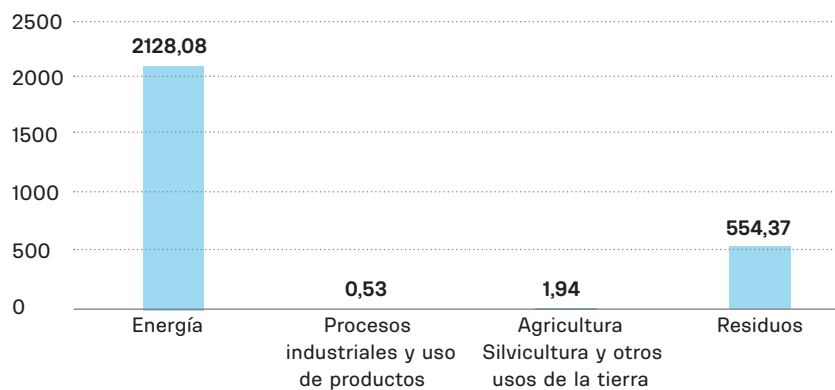


Figura 3: Emisiones totales de CO<sub>2</sub>eq de Montevideo por sector (kton CO<sub>2</sub>eq), 2021.

Las emisiones expresadas en CO<sub>2</sub>eq son estimadas por la métrica GWP<sub>100 AR2</sub>

Fuente: Elaboración propia.

En la Figura 4, se presenta la distribución porcentual del total de emisiones de CO<sub>2</sub>eq, para el año 2021, desagregada para cada uno de los sectores considerados: Energía (79.3%), Procesos Industriales y uso de productos (0.02%), Residuos (20.6%) y Agricultura, Silvicultura y Otros Usos de la Tierra (0.07%).

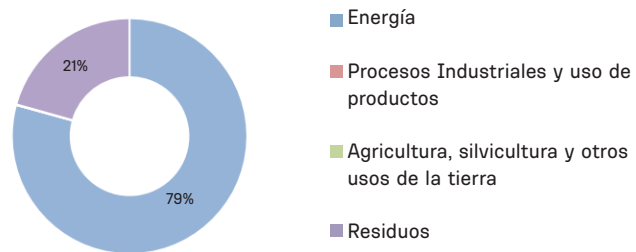


Figura 4: Emisiones totales CO<sub>2</sub>eq por sector (en porcentaje), 2021.

Las emisiones expresadas en CO<sub>2</sub>eq son estimadas por la métrica GWP<sub>100</sub> AR2

Fuente: Elaboración propia.

En la Tabla 4 se presentan los resultados correspondientes al Inventario de Montevideo para 2021, desagregados por sector y categoría:

Categoría de GEI	Emisiones (en miles ton.)			
	CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O	CO <sub>2eq</sub>
<b>EMISIONES TOTALES</b>	<b>2079,95</b>	<b>26,57</b>	<b>0,15</b>	<b>2684,92</b>
<b>1 ENERGÍA</b>	<b>2079,42</b>	<b>1,21</b>	<b>0,07</b>	<b>2128,08</b>
Industrias de la Energía	608,85	0,03	0,01	610,95
Industria manufacturera y de la construcción	74,35	0,01	0,00	74,87
Transporte	1172,48	0,34	0,06	1197,45
Residencial	189,72	0,72	0,01	207,94
Comercial y Servicios	34,03	0,11	0,00	36,87
<b>2 PROCESOS INDUSTRIALES Y USO DE PRODUCTOS</b>	<b>0,53</b>			<b>0,53</b>
Carbonato de sodio	0,53			0,53
<b>3 AGRICULTURA, SILVICULTURA Y OTROS USOS DE LA TIERRA</b>	<b>0,00</b>	<b>0,09</b>	<b>0,00</b>	<b>1,94</b>
Fermentación entérica		0,09		1,83
Manejo del estiércol			0,0004	0,11
Uso de la tierra	0,00			0,00
<b>4 RESIDUOS</b>		<b>25,27</b>	<b>0,08</b>	<b>554,37</b>
Disposición de residuos sólidos		25,04		525,80
Tratamiento de aguas residuales industriales		0,24		4,94
Tratamiento de aguas residuales domésticas			0,076	23,63
<b>PARTIDAS INFORMATIVAS</b>	<b>376,23</b>			<b>376,23</b>
Quema de biomasa	376,23			376,23

Tabla 4: Emisiones totales por categoría (en kton), 2021.

Las emisiones expresadas en CO<sub>2eq</sub> son estimadas por la métrica GWP<sub>100 AR2</sub>

Fuente: Elaboración propia.

El Transporte es el subsector que más contribuye a las emisiones de GEI dentro del sector energía (56% del total de emisiones del sector energía en 2021) seguido en importancia por el subsector Industrias de la energía con el 29% del total de emisiones del sector energía.

Las emisiones del sector Residencial representaron el 10% del total de las emisiones del sector energía, seguido por la Industria (4%) y el subsector Comercial – Servicios (2%). Estos resultados no incluyen las emisiones indirectas asociadas al consumo de energía eléctrica de cada subsector (emisiones de alcance 2). Como fuera mencionado anteriormente, el inventario incluye las emisiones de alcance 1, es decir aquellas que se generan dentro del departamento. Las emisiones correspondientes a las centrales térmicas ubicadas en Montevideo, fueron incluidas en el subsector Industrias de la Energía.



Las emisiones del sector Residuos se concentran en el subsector disposición final de residuos, que representa el 95% del total de las emisiones de GEI del sector.

Las emisiones correspondientes a los sectores AFOLU y Procesos industriales y uso de productos (IPPU) no son significativas en el total de emisiones del departamento.

En la Tabla 5 se presenta el total de emisiones de Montevideo desagregado para cada uno de los GEI considerados en el inventario (año 2021):

GEI	Emisiones Netas (kton)	PCA 100 años	Emisiones CO <sub>2</sub> eq a 100 años	Contribución (en %)
CO <sub>2</sub>	2079,95	1	2079,95	77%
CH <sub>4</sub>	26,57	21	557,98	21%
N <sub>2</sub> O	0,15	310	46,98	2%
				<b>100.0</b>

Tabla 5: Emisiones por gas y en kton de CO<sub>2</sub>eq

Las emisiones expresadas en CO<sub>2</sub>eq son estimadas por la métrica GWP<sub>100 AR2</sub>

Fuente: Elaboración propia

Las emisiones de los gases expresadas en toneladas equivalentes de CO<sub>2</sub> (CO<sub>2</sub>eq) fueron calculadas de la siguiente forma:

$$\text{Emisiones CO}_2\text{eq (kton/año)} = \text{Emisiones Netas Gas (kton /año)} * \text{PCA a 100 años}$$

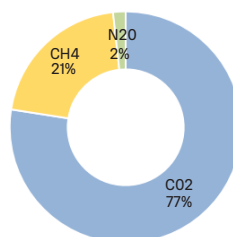


Figura 5: Emisiones de GEI por gas, 2021.

Las emisiones expresadas en CO<sub>2</sub>eq son estimadas por la métrica GWP<sub>100 AR2</sub>

Fuente: Elaboración propia.

Según surge de la figura anterior, las emisiones de CO<sub>2</sub> representan el 77% del total de emisiones de GEI generadas dentro del departamento en 2021 y están asociadas a la quema de combustibles fósiles del sector energía. Las emisiones de metano representan el 21% de las emisiones de CO<sub>2</sub>eq y provienen, fundamentalmente, de la disposición final de residuos.

## 4. Inventario de gases de efecto invernadero de Montevideo 2021

A continuación se presenta un análisis de la información del inventario de acuerdo a los sectores y categorías propuestos en las Directrices del IPCC de 2006.

### 4.1 Dióxido de Carbono (CO<sub>2</sub>)

En Montevideo las emisiones de CO<sub>2</sub> provienen mayoritariamente de la quema de combustibles fósiles de las actividades del sector Energía. En el año 2021 este sector aportó 2079.42 kton de CO<sub>2</sub> de un total de emisiones brutas de 2079,95 kton. lo que representa el 99,97% de las emisiones directas de CO<sub>2</sub>.

En la Tabla 6 se presentan las emisiones y los porcentajes de participación de cada subsector en las emisiones directas de CO<sub>2</sub>:

Sector	Emisiones CO <sub>2</sub> (en kton)	Porcentaje de contribución
<b>EMISIONES TOTALES</b>	<b>2.079,42</b>	<b>100%</b>
<b>1. ENERGIA</b>	<b>2.079,42</b>	<b>99,97%</b>
Industrias de la energía	608,85	29,3%
Industrias	74,35	3,6%
Transporte	1.172,48	56,4%
Residencial	189,72	9,1%
Comercial y Servicios	34,03	1,6%
<b>2. PROCESOS INDUSTRIALES Y USO DE PRODUCTOS</b>	<b>0,53</b>	<b>0,03%</b>
<b>3. AGRICULTURA, SILVICULTURA Y OTROS USOS DE LA TIERRA (AFOLU)</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
<b>4. RESIDUOS</b>	<b>0</b>	<b>0</b>

Tabla 6: Emisiones de CO<sub>2</sub> por categoría, en kton y en porcentaje, 2021.

Fuente: Elaboración propia.

La estimación de las emisiones de CO<sub>2</sub> debidas al consumo de combustibles fósiles en los diferentes sectores de actividad, se realizó a partir del contenido de carbono de los combustibles consumidos, expresado en términos de energía (TJ, terajoules). Con los datos del consumo de combustibles, se calcularon las emisiones de CO<sub>2</sub> teniendo en cuenta los factores de emisión por quema de combustibles fósiles provistos por defecto por el IPCC, considerando un factor de oxidación de carbono de 1.

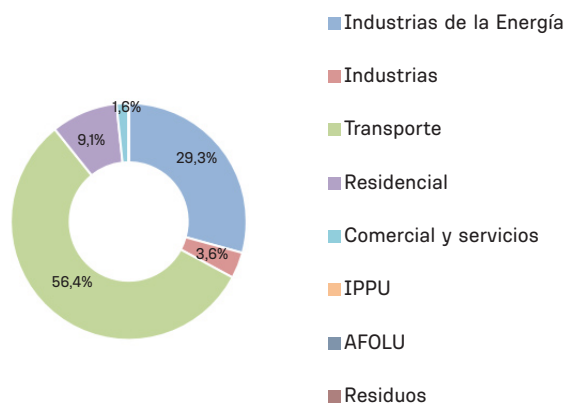


Figura 6: Emisiones directas de CO<sub>2</sub> por sector, en porcentaje, 2021.

Fuente: Elaboración propia.

Si se analiza la distribución porcentual de las emisiones de CO<sub>2</sub> por subsector al interior del sector energía, es posible observar que las emisiones de CO<sub>2</sub> provenientes de Industrias de la Energía (608.8 kton CO<sub>2</sub>) se redujeron sensiblemente respecto a los resultados del año 2006 (2060.7 kton). Estos resultados reflejan el cambio registrado en los últimos años en la matriz eléctrica, en particular la reducción de la generación térmica y el aumento de la generación a partir de fuentes renovables.

A continuación se presenta el panorama sectorial de emisiones de CO<sub>2</sub>.

### **Energía – actividades de quema de combustibles fósiles**

En la Figura 7, se presentan las emisiones del sector Energía desagregadas por subsector:

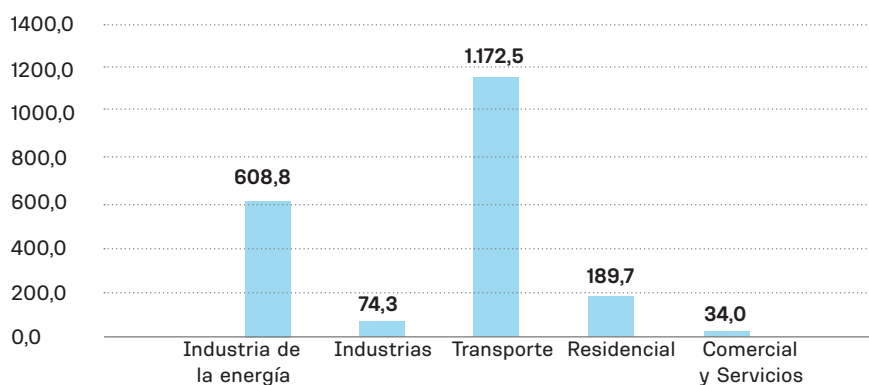


Figura 7: Emisiones de CO<sub>2</sub> del sector Energía (en kton), 2021.

Fuente: Elaboración propia.

En el caso particular de Montevideo, dentro del subsector Industrias de la energía se consideraron las actividades de conversión en combustibles fósiles secundarios o terciarios en la Refinería de La Teja, y la conversión de combustibles fósiles en electricidad de las centrales térmicas ubicadas dentro del departamento.

En el caso del **Transporte**, el inventario de emisiones de CO<sub>2</sub> incluye las emisiones correspondientes al transporte terrestre público y privado (ómnibus, automóviles, motocicletas, camiones y ferrocarril).

Las emisiones de CO<sub>2</sub> por quema de combustibles en el transporte terrestre fueron estimadas a partir de las ventas de combustibles (gasolina y gas oil) realizadas dentro de Montevideo, publicadas por la Dirección Nacional de Energía.

Combustible	Consumo de combustibles m <sup>3</sup>	Emisiones CO <sub>2</sub> (en kton)
Gasolina	289.031	659,40
Gasoil	193.631	513,08
<b>Total</b>	<b>482.662</b>	<b>1172,48</b>

Tabla 7: Emisiones de CO<sub>2</sub> por quema de combustibles en el transporte terrestre (en kton), 2021.

Fuente: Elaboración propia

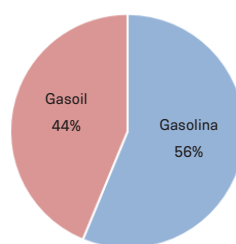


Figura 8: Emisiones de CO<sub>2</sub> por quema de combustibles en el transporte terrestre, en porcentaje, 2021.

Fuente: Elaboración propia.

Las emisiones de CO<sub>2</sub> del subsector **Residencial** se estimaron a partir de los datos de consumo de energía del sector a nivel nacional que surgen del Balance Energético Nacional, desagregados por tipo de combustible, ponderado por la participación de la población del departamento en el total nacional, en base a los datos de población publicados por el Instituto Nacional de Estadísticas.

En la Figura 9 se presenta el total de emisiones de CO<sub>2</sub> estimadas para el subsector residencial, desagregadas por tipo de combustible:

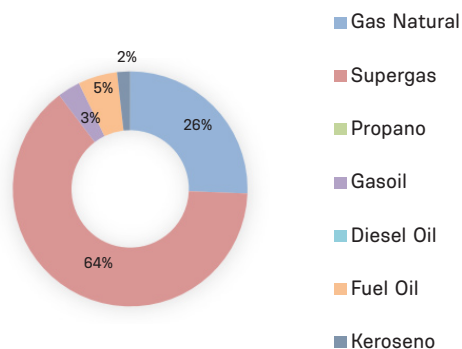


Figura 9: Emisiones de CO<sub>2</sub> por quema de combustibles subsector residencial, en porcentaje, 2021.

Fuente: Elaboración propia.

La principal fuente de emisiones de CO<sub>2</sub> del subsector residencial es el supergas que representó el 64% de las emisiones de CO<sub>2</sub> del sector residencial en 2021, asociado al consumo para cocción de alimentos y calefacción, seguido en importancia las emisiones asociadas al consumo de gas natural (26%).

En función de las emisiones (alcance) incluidas en el Inventario, las emisiones correspondientes al consumo de electricidad del sector no se presentan en forma desagregada. El criterio utilizado para la elaboración del inventario, fue considerar las emisiones que se generan dentro de los límites geográficos del departamento (emisiones alcance 1). En la medida que el suministro de energía eléctrica se realiza a través del Sistema Interconectado Nacional (SIN), las emisiones asociadas al consumo de electricidad del departamento pueden haberse generado dentro o fuera del departamento (alcance 2). El criterio considerado fue incorporar las emisiones correspondientes a las centrales térmicas ubicadas en el departamento, en industrias de la energía.

Con respecto a las emisiones de CO<sub>2</sub> asociadas al consumo de leña, de acuerdo a las directrices del IPCC, estas se presentan únicamente como partida informativa. El consumo de leña se determinó a partir de los datos de la Encuesta de consumo de leña 2012 de la DNE para Montevideo.

Las emisiones de CO<sub>2</sub> del subsector **Comercial y servicios** fueron estimadas a partir del consumo de energía del sector comercial-servicios, desagregado por tipo de combustible, que surge del Balance Energético Nacional ponderado por la participación de la población de Montevideo en el total nacional.

En función de la metodología utilizada para la elaboración del Inventario, las emisiones asociadas al consumo de energía eléctrica del sector no fueron consideradas en forma desagregada.

El gas natural es la principal fuente de emisiones del sector (35%), seguido en importancia por las emisiones de CO<sub>2</sub> asociadas al consumo de supergas (29%), fuel oil (21%) y gas oil (15%):

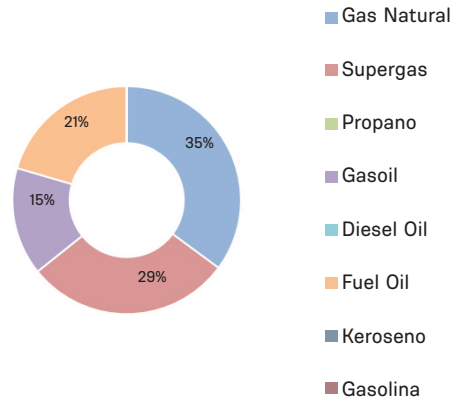


Figura 10: Emisiones de CO<sub>2</sub> del subsector Comercial y Servicios, según tipo de combustibles, en porcentaje, 2021.

Fuente: Elaboración propia.

Las emisiones de CO<sub>2</sub> asociadas al consumo de leña del sector, de acuerdo a las Directrices del IPCC, se presentan únicamente como partida informativa.

Las emisiones de CO<sub>2</sub> del subsector **Industria** se estimaron a partir del consumo de energía, por tipo de combustible, que surge del Balance Energético Nacional, ponderado por la población del departamento.

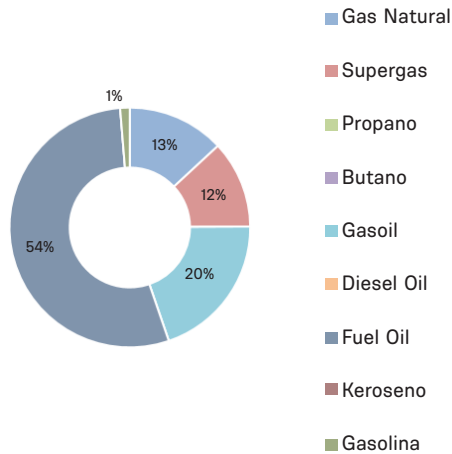


Figura 11: Emisiones de CO<sub>2</sub> por quema de combustibles de la industria, según tipo de combustible, en porcentaje, 2021.

Fuente: Elaboración propia.

La principal fuente de emisiones de CO<sub>2</sub> de la industria está asociada al consumo de fuel oil, que representa el 54% del total de las emisiones de CO<sub>2</sub> del sector.

### Actividades de quema de biomasa (partidas informativas)

Las emisiones de CO<sub>2</sub> provenientes de la quema de biomasa en Montevideo tienen asociadas una gran incertidumbre vinculada a la disponibilidad de información sobre el consumo anual de leña. La última información disponible corresponde a los datos de la Encuesta de consumo de leña 2012<sup>3</sup> elaborada por la Dirección Nacional de Energía. A partir de esta información, y a efectos de la estimación de las emisiones asociadas al consumo de leña, se supuso que la participación de Montevideo en el consumo total de leña que surge de la encuesta se mantuvo constante durante el período analizado.

Las emisiones correspondientes al consumo de leña de los sectores comercial-servicios e industria se estimaron a partir de la información del BEN ponderado por la participación de Montevideo en el total de la población.

En la siguiente figura se presentan las emisiones de CO<sub>2</sub> provenientes de la quema de biomasa por sector:

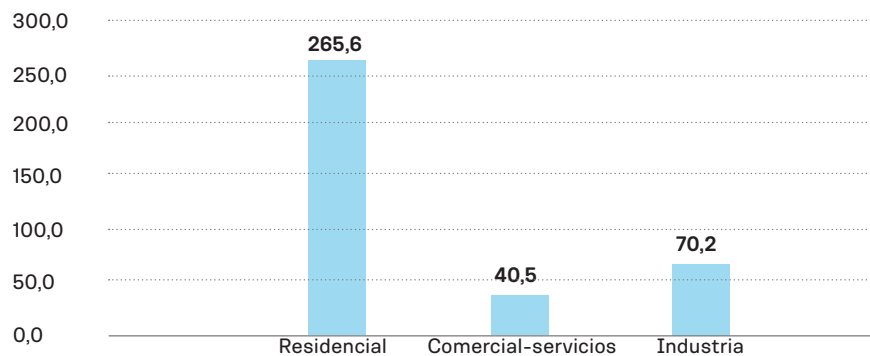


Figura 12: Emisiones de CO<sub>2</sub> por quema de biomasa por sector (partidas informativas)

Fuente: Elaboración propia.

<sup>3</sup>"Informe Encuesta de leña 2012", Dirección Nacional de Energía, MIEM.



Es importante mencionar que, de acuerdo a las Directrices del IPCC, las emisiones de CO<sub>2</sub> provenientes de la quema de biomasa no se contabilizan dentro de las emisiones totales del sector energía, ya que se consideran como parte del ciclo del carbono. Únicamente se reportan del Inventario como partida informativa.

### **Agricultura, silvicultura y otros usos de la tierra (AFOLU)**

Determinados procesos relacionados al uso de la tierra, son causantes de remoción y liberación de carbono y nitrógeno a causa de diversos procesos físicos (combustión, lixiviación y escurrimiento) y procesos biológicos.

Las emisiones correspondientes a esta categoría fueron estimadas a partir de las emisiones y absorciones en tierras forestales, tierras de cultivo, pastizales, humedales, asentamientos y otras tierras. Incluye las emisiones por la gestión de ganado vivo y de estiércol, las emisiones de los suelos gestionados y las emisiones de las aplicaciones de piedra caliza y de urea. Esta categoría abarca también los métodos para estimar las variables de los productos de madera recolectada (PMR).

Dentro de esta categoría se incluyen los siguientes subsectores:

- 3A Ganado - emisiones de metano por la fermentación entérica y emisiones de óxido nitroso por la gestión del estiércol.
- 3B Uso de la tierra - emisiones y absorciones de diferentes categorías del uso de la tierra, implica la estimación de los cambios en las existencias de carbono en el suelo.

No se consideraron para el inventario de emisiones de GEI de Montevideo las emisiones y remociones provenientes de la forestación.

A diferencia de lo que sucede en el Inventario Nacional de GEI, las emisiones correspondientes a esta categoría no son significativas en el caso de Montevideo. Esto responde a las diferencias que presenta el perfil de especialización productiva del departamento, medido a través de la estructura del VAB (valor agregado bruto), con fuerte especialización en el sector comercial y servicios, con relación a la estructura sectorial del PBI

nacional.

Un aspecto adicional a destacar es la incertidumbre vinculada a la información del sector para Montevideo. En función de esto se consideró la información correspondiente a los Censos Agropecuarios de los años 2000 y 2011.

### Procesos Industriales y Uso de Productos (IPPU)

Las emisiones de CO<sub>2</sub> de procesos industriales identificadas en el inventario de emisiones de Montevideo son las provenientes de las industrias que utilizan carbonato de sodio en sus procesos productivos.

A los efectos del cálculo se utilizaron los factores de emisión recomendados en las Guías del IPCC, determinados a partir de las relaciones estequiométricas de las reacciones intervinientes.

Los datos de actividad fueron estimados a partir de las importaciones nacionales de carbonato sódico, teniendo en cuenta el rendimiento informado por las industrias que lo utilizan, bajo el supuesto que el 75% de las importaciones nacionales se destina y es utilizado por la industria en Montevideo.

Procesos industriales	Emisiones CO <sub>2</sub> (en kton)
Carbonato de sodio	0,53

Tabla 8: Emisiones de CO<sub>2</sub> de Procesos Industriales y uso de productos (en kton), 2021.

Fuente: Elaboración propia.

## 4.2 Metano (CH<sub>4</sub>)

En el caso de Montevideo, la principal fuente de emisiones de metano en 2021 fue el sector Residuos, que representó el 95.1% del total de las emisiones de metano del departamento:

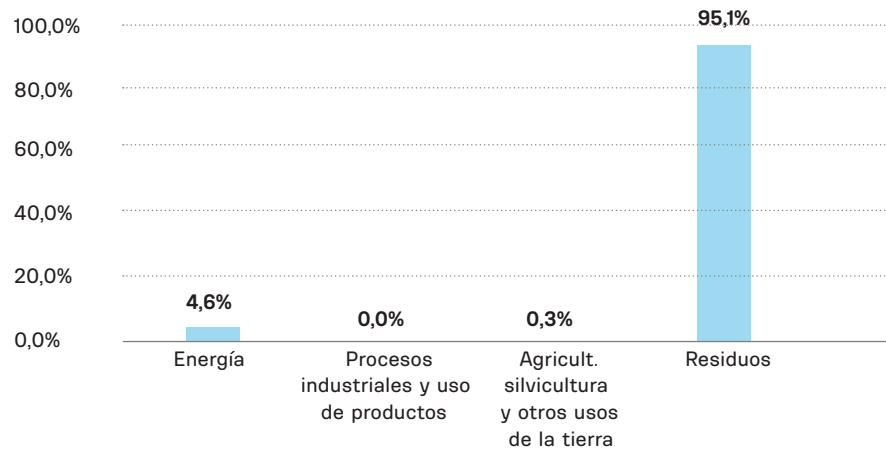


Figura 13: Emisiones de metano por subsector, en porcentaje, 2021.

Fuente: Elaboración propia.

El **sector Residuos** (Desechos) comprende la eliminación de residuos sólidos urbanos y el tratamiento y eliminación de aguas residuales domésticas e industriales.

El metano es generado en el proceso anaerobio de descomposición de la materia orgánica. En este caso, es generado por la descomposición de la materia orgánica contenida en los residuos sólidos urbanos y aguas residuales domésticas e industriales. El proceso de fermentación anaerobia implica la transformación de materia orgánica en compuestos más simples mediante acción microbiana en ausencia de oxígeno. Los productos finales de dicha transformación son metano y dióxido de carbono.

El 99.1% de las emisiones del sector residuos proviene de la disposición final de residuos sólidos (figura 14):

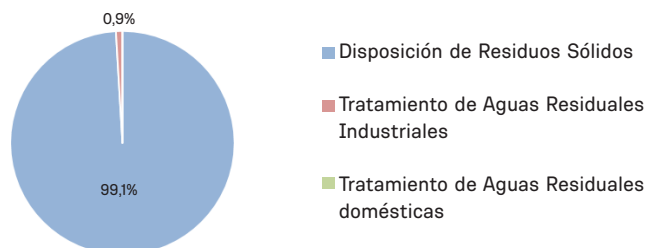


Figura 14: Emisiones de metano del sector residuos por subsector, en porcentaje, 2021.

Fuente: Elaboración propia.

Subsector	Emisiones CH <sub>4</sub> (en kton)
Disposición de Residuos Sólidos	25,04
Tratamiento de Aguas Residuales Industriales	0,24
Tratamiento de Aguas Residuales domésticas	0,00

Tabla 9: Emisiones de metano del sector residuos por subsector, 2021.

Fuente: Elaboración propia.

Las emisiones de metano asociadas al **sector Energía** son debidas a la quema de combustibles fósiles y a las emisiones fugitivas de los combustibles resultantes del transporte, refinación y almacenamiento de petróleo y de la distribución de gas natural.

En el Inventario de GEI de Montevideo se consideraron exclusivamente las emisiones de metano asociadas a la quema de combustibles. Estas representan el 4.6% de las emisiones totales de metano de 2021.

Por su parte, el 60% de las emisiones de metano del sector energía provienen del sector residencial, seguidas de las emisiones del transporte (28%), comercial-servicios (9%) e industrias de la energía (2%).

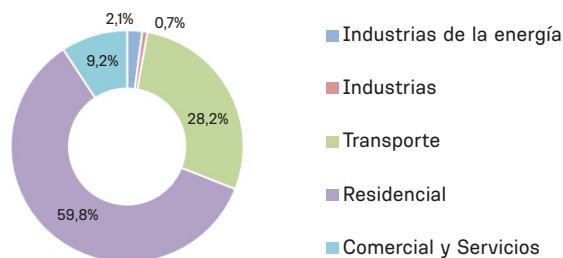


Figura 15: Emisiones de metano del Sector Energía por subsector, en porcentaje, 2021.

Fuente: Elaboración propia.

Por último, las emisiones de metano provenientes de Agricultura, silvicultura y otros usos de la tierra (AFO-LU) representan menos del 1% del total de emisiones de metano de Montevideo, y están asociadas a la fermentación entérica del ganado.

## 4.3 Óxido Nitroso (N<sub>2</sub>O)

Las principales fuentes de emisión de óxido Nitroso (N<sub>2</sub>O) en Montevideo, en 2021, fueron los sectores Energía (49,5%) y Residuos (50,3% del total de las emisiones de N<sub>2</sub>O del departamento).

Sector	Emisiones N <sub>2</sub> O (en kton)
Energía	0,07
Procesos industriales	0,00
AFOLU	0,00
Residuos	0,08
<b>Total Emisiones de N<sub>2</sub>O</b>	<b>0,15</b>

Tabla 10: Emisiones de óxido nitroso (N<sub>2</sub>O) por sector (en kton), 2021.

Fuente: Elaboración propia.

Las emisiones de óxido nitroso provenientes del sector residuos son debidas a los procesos de nitrificación y desnitrificación de las excretas humana que ocurren cuando se descargan a los cursos de agua o cuando son procesadas en fosas sépticas o sistemas de tratamiento de aguas residuales. En Montevideo las emisiones fueron estimadas a partir de la población del departamento y el consumo medio anual per cápita de proteínas publicado por el Instituto Nacional de Estadísticas.

Las emisiones estimadas de óxido nitroso (N<sub>2</sub>O) del sector AFOLU corresponden a las emisiones producidas exclusivamente durante el almacenamiento y tratamiento del estiércol antes de su depósito en los campos. El término estiércol incluye tanto las heces como la orina (es decir, los sólidos y líquidos) producidos por el ganado. La emisión de N<sub>2</sub>O procedente del estiércol durante su almacenamiento y tratamiento depende del contenido de nitrógeno y carbono del estiércol, así como de la duración del almacenamiento y del tipo de tratamiento.

## **5. Evolución de las emisiones de GEI 2006-2021**

A continuación, se presenta un análisis de la evolución de las emisiones de GEI de Montevideo para los distintos años de elaboración de Inventarios (2006-2021).

Durante el período 2006-2021 las emisiones de GEI de Montevideo (en miles de ton. de CO<sub>2</sub>eq.) se redujeron un 31% bajo la métrica GWP 100 AR2.

	2006	2008	2010	2012	2014	2016	2018	2019	2020	2021
<b>TOTAL</b>	<b>3898,27</b>	<b>3896,73</b>	<b>3267,85</b>	<b>3687,99</b>	<b>3054,33</b>	<b>3024,88</b>	<b>2922,04</b>	<b>2686,35</b>	<b>2533,46</b>	<b>2684,92</b>
<b>1. ENERGIA</b>	<b>3559,96</b>	<b>3505,20</b>	<b>2805,91</b>	<b>3154,87</b>	<b>2522,55</b>	<b>2473,37</b>	<b>2291,17</b>	<b>2068,71</b>	<b>1937,06</b>	<b>2128,08</b>
A1 Industrias de la Energía	2067,35	1999,14	1205,88	1518,07	743,10	671,50	544,86	461,58	490,60	610,95
A2 Industrias	285,82	208,73	197,72	198,48	257,44	270,63	229,90	91,27	79,19	74,87
A3 Transporte	960,69	1028,22	1119,97	1195,17	1260,43	1245,13	1258,85	1259,12	1125,02	1197,45
A4a Residencial	191,95	175,70	186,17	176,14	207,17	247,13	221,13	218,45	210,63	207,94
A4b Comercial y Servicios	54,16	93,42	96,16	67,00	54,41	38,97	36,43	38,29	31,61	36,87
<b>2. PROCESOS INDUSTRIALES Y USO DE PRODUCTOS</b>	<b>1,11</b>	<b>1,44</b>	<b>1,78</b>	<b>1,10</b>	<b>0,72</b>	<b>1,02</b>	<b>1,02</b>	<b>0,69</b>	<b>0,31</b>	<b>0,53</b>
B5 Carbonato de Sodio	0,72	1,14	1,58	0,97	0,67	1,02	1,02	0,69	0,31	0,53
B7 Carburo de Calcio	0,39	0,30	0,21	0,14	0,05	-	-	-	-	-
<b>3. AGRICULTURA, SILVICULTURA Y OTROS USOS DE LA TIERRA</b>	<b>10,76</b>	<b>10,30</b>	<b>9,84</b>	<b>9,39</b>	<b>8,93</b>	<b>9,57</b>	<b>9,39</b>	<b>1,94</b>	<b>1,94</b>	<b>1,94</b>
A1 Fermentación Entérica	4,43	4,37	4,32	4,26	4,20	3,95	3,82	1,83	1,83	1,83
A2 Manejo del estiércol	6,33	5,93	5,53	5,13	4,73	5,62	5,57	0,11	0,11	0,11
B Uso de la tierra	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>4. RESIDUOS</b>	<b>326,44</b>	<b>379,78</b>	<b>450,31</b>	<b>522,63</b>	<b>522,12</b>	<b>540,93</b>	<b>620,46</b>	<b>615,02</b>	<b>594,15</b>	<b>554,37</b>
A1 Disposición de residuos sólidos	294,45	345,45	420,92	481,11	487,83	503,58	538,17	586,47	565,59	525,80
D1 Tratamiento de aguas residuales industriales	11,24	13,64	8,71	20,27	13,05	13,05	13,05	4,94	4,94	4,94
D2 Tratamiento de aguas residuales domésticas	20,76	20,68	20,68	21,24	21,24	24,30	24,25	23,61	23,62	23,63
<b>PARTIDAS INFORMATIVAS</b>	<b>361,29</b>	<b>434,59</b>	<b>460,52</b>	<b>470,16</b>	<b>515,31</b>	<b>565,37</b>	<b>341,38</b>	<b>372,71</b>	<b>372,49</b>	<b>376,23</b>
Quema de biomasa	361,29	434,59	460,52	470,16	515,31	565,37	341,38	372,71	372,49	376,23

Tabla 11: Evolución de las emisiones de GEI por sector (en kton CO<sub>2</sub>eq), 2006 -2021.

Las emisiones expresadas en CO<sub>2</sub>-eq son estimadas por la métrica GWPI00 AR2

Fuente: Elaboración propia.

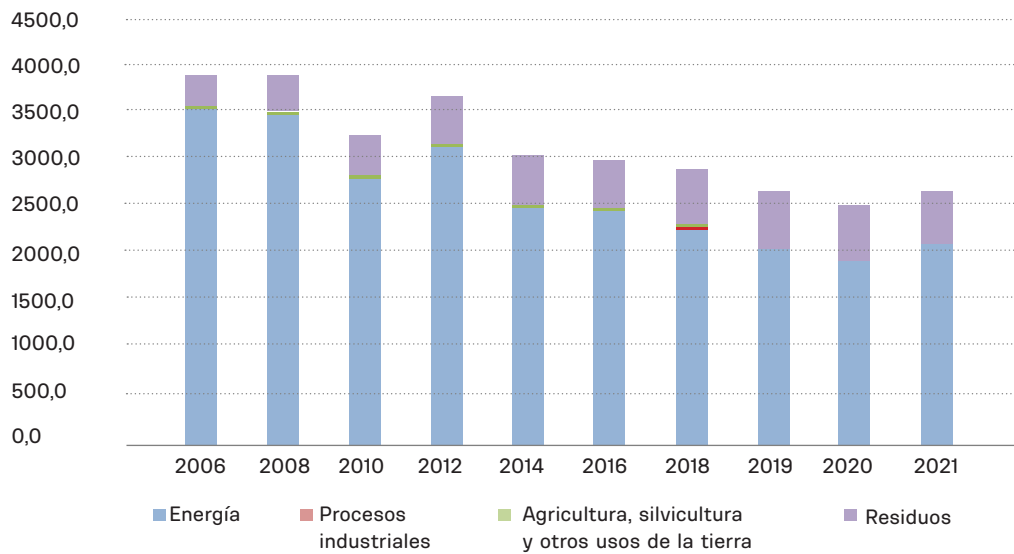


Figura 16: Evolución de las emisiones de GEI por sector (en kton CO<sub>2eq</sub>), 2006-2021.

Las emisiones expresadas en CO<sub>2eq</sub> son estimadas por la métrica GWP<sub>100</sub> AR2

Fuente: Elaboración propia.

De acuerdo a estos resultados, la disminución de las emisiones de GEI registrada durante el período se explica esencialmente por la reducción de las emisiones del sector energía que presentan una caída del 40% en el período 2006-2021. Esta caída está asociada al subsector Industrias de la energía y el cambio de la matriz eléctrica que se tradujo en una reducción de la generación de las centrales térmicas y el aumento de la generación a partir de fuentes de energía renovables.

A continuación se presenta la evolución de las emisiones de GEI para cada uno de los sectores considerados en el Inventario de Montevideo.

### Energía

Las emisiones del sector energía registraron una caída de 3560 kton CO<sub>2eq</sub> en 2006 a 2128,1 kton. CO<sub>2eq</sub> en 2021, lo que representa una caída del 40%. Como se mencionó anteriormente, esta reducción se explica por la disminución de las emisiones de las centrales de generación térmica del departamento (industrias de la energía) y el cambio en la matriz de generación eléctrica a favor del aumento de la participación de las fuentes de energía renovables.



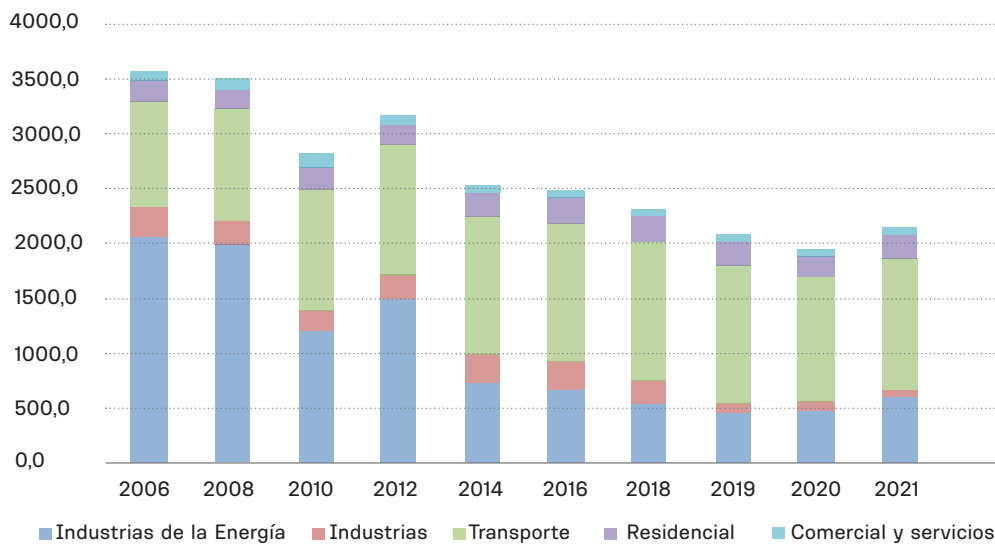


Figura 17: Emisiones de GEI sector Energía en el período 2006-2021 (en kton CO<sub>2eq</sub>).

Las emisiones expresadas en CO<sub>2eq</sub> son estimadas por la métrica GWP<sub>100,AR2</sub>

Fuente: Elaboración propia.

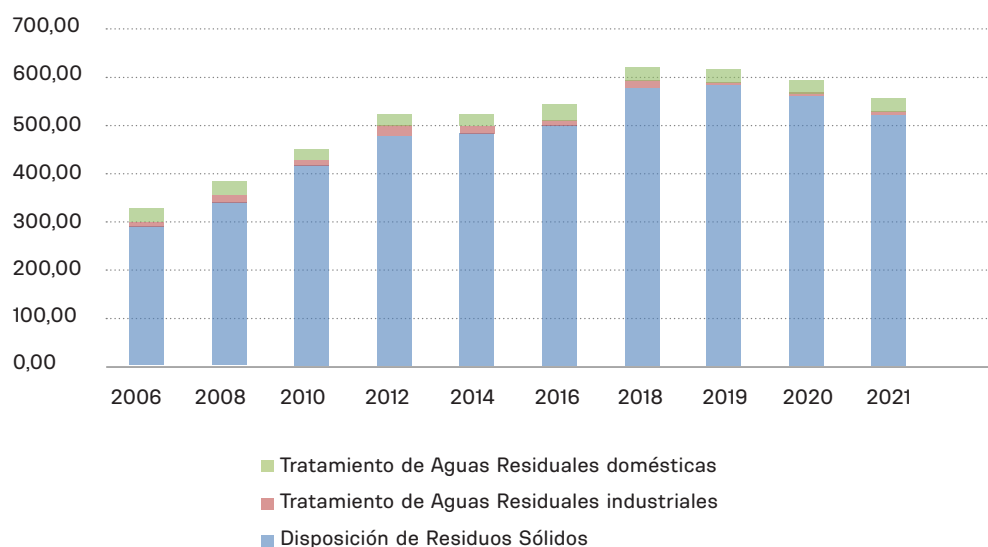
Durante el período 2006-2021 las emisiones del Transporte aumentaron un 25% como resultado del crecimiento del parque automotor. Este resultado se vincula, esencialmente, al aumento en el consumo de naftas, medido a través de la venta de combustibles en estaciones de Montevideo (Dirección Nacional de Energía, 2021) que registró un aumento de 117% en el período 2006-2021 frente a una caída del 18% de las ventas de gas oil en el mismo período.

Por su parte, las emisiones del sector Residencial registraron un aumento del 8% en el período (2006-2021).

En el caso del sector industrial, se observa una disminución del 74% de las emisiones y del 32% en el caso del sector comercial y servicios.

### Residuos (Desechos)

Las emisiones del sector Residuos registraron un aumento durante el período 2006-2021 de 326 kton de CO<sub>2eq</sub> en 2006 a 554 kton CO<sub>2eq</sub> en 2021, lo que representa un aumento del 70% en el período.



**Figura 18: Emisiones de GEI sector Residuos, en el período 2006-2021 (en kton CO<sub>2</sub>eq).**

Las emisiones expresadas en CO<sub>2</sub>eq son estimadas por la métrica GWP<sub>100 AR2</sub>

Fuente: Elaboración propia.

De acuerdo a los resultados que surgen de la figura, el aumento de las emisiones del sector está asociado al aumento de las emisiones provenientes de la disposición final de residuos sólidos que registraron un aumento del 79% en el período 2006-2021, asociado al aumento en el volumen de residuos enviados a sitios de disposición final (SDF). A partir del año 2018 se registra un aumento en el porcentaje de captura de las emisiones de metano en los SDF, representando el 12% del total de emisiones de metano generadas en el 2021 que se traduce en una reducción en las emisiones de metano proveniente del sector.

## 6. Incertidumbre

De acuerdo con las Directrices del IPCC de 2006 la estimación de incertidumbre de las emisiones y remociones de GEI es un elemento esencial en un inventario de emisiones de GEI. No está orientada a cuestionar la validez de las estimaciones realizadas sino a ayudar a priorizar los esfuerzos. Las estimaciones de las emisiones y remociones de GEI presentan incertidumbres debidas principalmente a 2 causas:

- i. Incertidumbres asociadas a los datos de actividad
- ii. Incertidumbres asociadas a los factores de emisión

Las incertidumbres dependen del gas emitido, sector, subsector o actividad que se analice, variando significativamente en cada caso. Asimismo, en virtud de las diferentes magnitudes de las emisiones obtenidas a nivel sectorial, subsectorial o de cada actividad, sus respectivas incertidumbres influyen de manera más o menos importante en la incertidumbre de las cifras totales. Este análisis, de acuerdo a las directrices del IPCC incluye dos componentes: un análisis cualitativo y cuantitativo.

En función de la información disponible, en el caso particular del Inventario de Montevideo, se realizó un análisis cualitativo.

Los datos se evalúan de acuerdo a la incertidumbre de los mismos de acuerdo a la siguiente escala:

A= Incertidumbre Alta, M = Media y B= Baja incertidumbre.

En la siguiente tabla se presenta la evaluación realizada en base al juicio de experto a cargo de la elaboración del Inventario, asumiendo que se tuvo acceso a la mejor información disponible y estimando las incertidumbres asociadas a los datos de actividad en cada caso.

Sector	Gases de efecto invernadero		
	CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O
Energía	B	M	M
Procesos industriales y uso de productos	A	nc	nc
Agricultura, silvicultura y otros usos de la tierra	A	M	M
Residuos	nc	M	M

**Tabla 12: Matriz de incertidumbres**

Fuente: Elaboración propia.

Nota: nc – no corresponde.

Las incertidumbres asociadas a los factores de emisión corresponden a los recomendados en el informe Orientación del IPCC sobre las Buenas Prácticas y la Gestión de las Incertidumbres de los Inventarios de Gases de Efecto Invernadero (IPCC, 2021).

El objeto de este análisis es identificar los sectores donde mayores esfuerzos deberían ser destinados en futuros inventarios para mejorar la exactitud y orientar las decisiones sobre la elección de las metodologías de cálculo.

## 7. Referencias

Dirección Nacional de Energía – MIEM. Balance Energético Nacional 2021.

Dirección Nacional de Energía – MIEM. Informe Encuesta de Leña 2012.

IPCC 2006. Revised IPCC Guidelines for national greenhouse inventories.

IPCC. National Greenhouse Gas Inventories Programme..

IPCC. 2021. Orientación del IPCC sobre las buenas prácticas y la gestión de la incertidumbre en los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero.

MA – SNRCC Uruguay Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero. Serie temporal 1990-2019.

MA – SNRCC, 2021. Uruguay. Cuarto Informe Bienal de Actualización a la Conferencia de las Partes en la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático.

MA – SNRCC, 2021. Uruguay. Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero 1990-2019 a la Conferencia de las Partes en la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático.

MGAP – DIEA. Censo Agropecuario 2000 y 2011.

WRI – ICLEI – C40 Cities. Protocolo Global para Inventarios de Emisión de Gases de Efecto Invernadero a Escala Comunitaria. Estándar de contabilidad y de reporte para las ciudades.

## 8. Abreviaturas

AFOLU	Agricultura, Forestación y otros usos de la Tierra
ANCAP	Administración Nacional de Combustibles Alcohol y Portland
BEN	Balance Energético Nacional
CH4	Metano
CO2	Dióxido de carbono
CO2eq	Dióxido de Carbono equivalente
DIEA	Dirección de Estadísticas Agropecuarias - Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca
DINAMA	Dirección Nacional de Medio Ambiente
GEI	Gases Efecto Invernadero
HFC	Hidrofluorocarbonados
ICLEI	Gobiernos Locales por la Sustentabilidad
IM	Intendencia de Montevideo
INE	Instituto Nacional de Estadísticas
IPCC	Panel Intergubernamental de Cambio Climático
MA	Ministerio de Ambiente
MGAP	Ministerio de Ganadería Agricultura y Pesca
MIEM	Ministerio de Industria, Energía y Minería.
MTOP	Ministerio de Transporte y Obras Públicas
MVOTMA	Ministerio de Vivienda Ordenamiento Territorial y Medio Ambiente
N2O	Oxido nitroso
OPYPA	Oficina de Programación y Política Agropecuaria
PCA	Potencial de Calentamiento Atmosférico
PFC	Perfluorocarbonados
PNUD	Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo
SF6	Hexafluoro de azufre
SNRCC	Sistema Nacional de Respuesta al Cambio Climático
UTE	Administración Nacional de Usinas y Trasmisiones Eléctricas

# 9. Anexo: Tablas Inventario 2021

## 1 - ENERGÍA

### 1-A1 EMISIONES DE CO2 POR QUEMA DE COMBUSTIBLES EN INDUSTRIAS DE LA ENERGÍA

COMBUSTIBLE		CONSUMO Ktep	Factor de Conversión TJ/Ktep	Consumo TJ	FE de Carbono kg/TJ	FE de CH4 Kg/TJ	FE de N2O kg/TJ	Emisiones CO2 GgCO2	Emisiones CH4 GgCH4	Emisiones N2O GgN2O
REFINERÍAS	Fuel oil	138,10	41,87	5.782	77.400,00	3,00	0,60	403,80	1,73E-02	3,47E-03
CENTRALES TÉRMICAS	Fuel oil	60,00	41,87	2.512	77.400,00	3,00	0,60	194,43	7,54E-03	1,51E-03
	Gasoil	3,42	41,87	143	74.100,00	3,00	0,60	10,61	4,30E-04	8,60E-05
Total kton contaminante								608,85	2,53E-02	5,06E-03

Fuente: Elaboración propia.

### 1-A2 EMISIONES DE CO2 POR QUEMA DE COMBUSTIBLES EN INDUSTRIAS

COMBUSTIBLE	CONSUMO Ktep	Factor de Conversión TJ/Ktep	Consumo TJ	FE de Carbono kg/TJ	Fracción del Carbono oxidado GgC	FE de CH4 kg/TJ	FE de N2O kg/TJ	Emisiones CO2 GgCO2	Emisiones CH4 GgCH4	Emisiones N2O GgN2O
Gas natural	4,14	41,87	173,3187	56,100	1,00	1,00	0,10	9,72	0,00	0,00
Supergas	3,32	41,868	138,9753	63,100	1,00	1,00	0,10	8,77	0,00	0,00
Propano	0,00	41,868	0,0000	61,600	1,00	1,00	0,10	0,00	0,00	0,00
Butano	0,00	41,868	0,0000	61,100	1,00	1,00	0,10	0,00	0,00	0,00
Gasoil	4,76	41,868	199,4705	74,100	1,00	3,00	0,60	14,78	0,00	0,00
Diesel Oil	0,00	41,868	0,0000	74,100	1,00	3,00	0,60	0,00	0,00	0,00
Fuel Oil	12,38	41,868	518,2963	77,400	1,00	3,00	0,60	40,12	0,00	0,00
Keroseno	0,00	41,87	0,0000	71,900	1,00	3,00	0,10	0,00	0,00	0,00
Nafta	0,31	41,868	13,0800	73,300	1,00	3,00	0,60	0,96	0,00	0,00
Leña	149,61	41,868	6.263,7005	11,200	1,00	1,00	0,10	70,15	0,01	0,00
Electricidad	80,88									
Total kton contaminante								144,50	0,01	0,00
Biomasa								70,15		
Total								74,35	0,01	0,00

Fuente: Elaboración propia.

### 1-A3 EMISIONES DE CO2 POR QUEMA DE COMBUSTIBLES EN TRANSPORTE TERRESTRE

COMBUSTIBLE	CONSUMO KTEP	Factor de Conversión TJ/Ktep	Consumo TJ	FE de Carbono kg/TJ	Fracción del Carbono oxidado GgCO2	FE de CH4 kg/TJ	FE de N2O kg/TJ	Emisiones CO2 GgCO2	Emisiones CH4 GgCH4	Emisiones N2O GgN2O
Gasolina	227,3	41,868	9.515,13	69.300	1,00	33,00	3,20	659,40	3,14E-01	3,04E-02
Gasoil	165,4	41,868	6.924,14	74.100	1,00	3,90	3,90	513,08	2,70E-02	2,70E-02
Total Kton contaminante								1.172,48	3,4E-01	5,75E-02

Fuente: Elaboración propia.

### 1-A4a EMISIONES DE CO2 POR QUEMA DE COMBUSTIBLES EN COMERCIALES Y SERVICIOS

COMBUSTIBLE	CONSUMO KTEP	Factor de Conversión TJ/Ktep	Consumo TJ	FE de Carbono kg/TJ	Fracción del Carbono oxidado GgC	FE de CH4 kg/TJ	FE de N2O kg/TJ	Emisiones CO2 GgCO2	Emisiones CH4 GgCH4	Emisiones N2O GgN2O
Gas natural	5,12	41,868	214,19	56.100	0,995	5,00	0,10	11,9557	0,0011	0,0000
Supergas	3,75	41,868	156,96	63.100	1,00	5,00	0,10	9,9042	0,0008	0,0000
Propano	0,00	41,868	0,00	61.600	1,00	5,00	0,10	0,0000	0,0000	0,0000
Gasoil	1,68	41,868	70,31	74.100	1,00	10,00	0,60	5,2096	0,0007	0,0000
Diesel Oil	0,00	41,868	0,00	74.100	1,00	10,00	0,60	0,0000	0,0000	0,0000
Fuel Oil	2,15	41,868	89,93	77.400	1,00	10,00	0,60	6,9602	0,0009	0,0001
Keroseno	0,00	41,868	0,00	71.900	1,00	10,00	0,60	0,0000	0,0000	0,0000
Gasolina	0,00	41,868	0,00	73.300	1,00	10,00	0,60	0,0000	0,0000	0,0000
Leña	8,63	41,868	361,34	112.000	1,00	300,0	4,00	40,4696	0,1084	0,0014
Electricidad	103,06		0,00							

Fuente: Elaboración propia.

Total kton contaminante	74,50	1,12E-01	1,58E-03
Biomasa	40,47		
Total	34,03	1,12E-01	1,58E-03

### 1-A4b EMISIONES DE CO2 POR QUEMA DE COMBUSTIBLES EN RESIDENCIALES

COMBUSTIBLE	CONSUMO KTEP	Factor de Conversión TJ/Ktep	Consumo TJ	FE de Carbono kg/TJ	Fracción del Carbono oxidado GgC	FE de CH4 kg/TJ	FE de N2O kg/TJ	Emisiones CO2 GgCO2	Emisiones CH4 GgCH4	Emisiones N2O GgN2O
Gas natural	20,80	41,868	870,85	56.100	0,995	5,00	0,10	48,61	4,35427E-03	8,70854E-05
Supergas	46,00	41,868	1.926,03	63.100	1,00	5,00	0,10	121,53	9,63017E-03	1,92603E-04
Propano	0,00	41,868	0,00	61.600	1,00	5,00	0,10	0,00	0,00000E+00	0,00000E+00
Gasoil	1,91	41,868	80,11520	74.100	1,00	10,00	0,60	5,94	8,01152E-04	4,80691E-05
Diesel Oil	0,00	41,868	0,00	74.100	1,00	10,00	0,60	0,00	0,00000E+00	0,00000E+00
Fuel Oil	3,16	41,868	132,44	77.400	1,00	10,00	0,60	10,25	1,32435E-03	7,94612E-05
Keroseno	1,13	41,868	47,42	71.500	1,00	10,00	0,60	3,39	4,74151E-04	2,84491E-05
Leña	55,51	41,868	2.324,06	112.000	1,00	300,0	4,00	260,30	6,97219E-01	9,29625E-03
Carbon Vegetal	1,13	41,868	47,42	112.000	1,00	200,0	1,00	5,31	9,48302E-03	4,74151E-05
Electricidad	151,87									

Fuente: Elaboración propia.

Total kton contaminante	455,3	7,233E-01	9,78E-03
Biomasa	265,6		
Total	189,7	7,233E-01	9,779E-03

### 1-ENERGÍA

	CO2 (Kton)	CH4 (Kton)	N2O (Kton)	CH4 (Kton CO2 eq)	N2O (Kton CO2 eq)	TOTAL (Kton CO2 eq)
Transporte	1.172,5	3,41E-01	5,75E-02	7,2E+00	1,78E+01	1.197,45
Residencial	189,7	7,23E-01	9,78E-03	1,5E+01	3,03E+00	207,94
Comercial y Servicios	34,0	1,12E-01	1,58E-03	2,3E+00	4,89E-01	36,87
Industrias	74,3	8,77E-03	1,10E-03	1,8E-01	3,40E-01	74,87
Industrias de la Energía	608,8	2,53E-02	5,06E-03	5,3E-01	1,57E+00	610,95
<b>Total</b>						<b>2.128,08</b>

Fuente: Elaboración propia.



## 2 - PROCESOS INDUSTRIALES Y USO DE PRODUCTOS

### 2 B5\_1 EMISIONES PROCESOS POR UTILIZACIÓN DE CARBONATO DE SODIO

	Importaciones total país (tons)	Factor de Ponderación	FE (ton CO <sub>2</sub> /t Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> )	CO <sub>2</sub> (ton)	CO <sub>2</sub> (Kton)
Uso de Carbonato de Sodio	2.591,5	49,1%	0,4	528,1	0,53

### 2 PROCESOS INDUSTRIALES Y USO DE PRODUCTOS

	CO <sub>2</sub> (Kton) (Kton CO <sub>2</sub> eq)	TOTAL (Kton CO <sub>2</sub> eq)
Carbonato de sodio	0,53	0,53
<b>Total</b>		<b>0,53</b>

Fuente: Elaboración propia.

## 3- AGRICULTURA SILVICULTURA Y USOS DE LA TIERRA

### 3- AGRICULTURA SILVICULTURA Y USOS DE LA TIERRA

Agricultura	CO <sub>2</sub> (Kton)	CH <sub>4</sub> (Kton)	N <sub>2</sub> O (Kton)	CH <sub>4</sub> (Kton CO <sub>2</sub> eq)	N <sub>2</sub> O (Kton CO <sub>2</sub> eq)	TOTAL (Kton CO <sub>2</sub> eq)
Gestión del estiércol			3,64E-04		0,11	0,11
Fermentación entérica		8,72E-02		1,83		1,83
Uso de la tierra	0,00E+00					0,00
<b>Total</b>						<b>1,94</b>

Fuente: Elaboración propia.

## 4- RESIDUOS

### 4- RESIDUOS

Residuos	CH <sub>4</sub> (Kton)	N <sub>2</sub> O (Kton)	CH <sub>4</sub> (Kton CO <sub>2</sub> eq)	N <sub>2</sub> O (Kton CO <sub>2</sub> eq)	TOTAL (Kton CO <sub>2</sub> eq)
Disposición final	25,038		525,80		525,80
Tratamiento anaerobio industrial	0,24		4,937		4,94
Excretas humanas		0,07623		23,63	23,63
<b>Total</b>					<b>554,37</b>

Fuente: Elaboración propia.

**EMISIONES TOTALES POR CATEGORIA**

	CO2 (Kton)	CH4 (Kton)	N2O (Kton)	CO2EQ (Kton)
<b>TOTAL</b>	<b>2.079,95</b>	<b>26,57</b>	<b>0,152</b>	<b>2.684,92</b>
<b>1 ENERGIA</b>	<b>2.079,42</b>	<b>1,21</b>	<b>0,075</b>	<b>2.128,08</b>
Industrias de la Energía	608,85	0,03	0,005	610,948
Industrias	74,35	0,01	0,001	74,872
Transporte	1.172,48	0,34	0,057	1.197,449
Residencial	189,72	0,72	0,010	207,941
Comercial y Servicios	34,03	0,11	0,002	36,868
<b>2 PROCESOS INDUSTRIALES Y USO DE PRODUCTOS</b>	<b>0,53</b>	<b>0,00</b>	<b>0,000</b>	<b>0,53</b>
Carbonato de sodio	0,53			0,53
<b>3 AGRICULTURA, SILVICULTURA Y OTROS USOS DE LA TIERRA</b>	<b>0,00</b>	<b>0,09</b>	<b>0,000</b>	<b>1,94</b>
Fermentación Entérica		8,72E-02		1,83
Manejo del estiércol			3,64E-04	0,11
Uso de la tierra				0,00
<b>4 RESIDUOS</b>		<b>25,27</b>	<b>0,076</b>	<b>554,37</b>
Disposición de Residuos Sólidos		25,04		525,80
Tratamiento de Aguas Residuales Industriales		0,24		4,94
Tratamiento de Aguas Residuales domésticas			0,076	23,63
<b>PARTIDAS INFORMATIVAS</b>	<b>376,23</b>			<b>376,23</b>
Quema de biomasa	376,23			376,23

