



Inventario de Gases de Efecto Invernadero 2016 Provincia de Santa Fe, Argentina.

Autoridades Provinciales

Gobernador de la Provincia de Santa Fe
Miguel Lischitz

Ministro de Medio Ambiente
Jacinto Esperanza

Secretaria de Energía
Verónica Geese

Subsecretario de Energías Renovables
Roberto Bisso

Director Provincial de Cambio Climático
Eduardo Roude

Equipo de revisiones interna y externa

Lic Marcelo Bormioli

Lic Lara Colombo

Ing Sofía Garro

Mariana Ramallo

Unidad Ejecutora del Proyecto

Coordinador del Proyecto
Prof Mg Ing Marcelo Vega

Coordinador Científico del Proyecto
Prof Dr Rubén D Piacentini

Coordinadora de Inventario
Ing Lucía Céspedes

Coordinadora de Comunicación
Julieta Fajardo



Autores*

Ing Lucía Céspedes
Prof Dr Rubén D Piacentini
Prof Mg Ing Marcelo Vega

*Del Laboratorio de Eficiencia Energética, Sustentabilidad y Cambio Climático, Instituto de Mecánica Aplicada y Estructuras, Facultad de Ciencias Exactas, Ingeniería y Agrimensura, Universidad Nacional de Rosario, Rosario, Argentina

Colaboradores

Bauza, Florencia
Castro, Juliana
Fernández, Facundo
Gennus, Noelia

Labadie, Marina
Lang, Florencia
Marchetti, Emiliano
Mottura, Anabela

Núñez, Julieta
Papa, Florencia
Santa María, Brenda
Trusendi, Tania

Colaboradores externos

Autoridades de distintas Secretarías y Direcciones de la Provincia de Santa Fe. Integrantes de Organismos públicos y privados, industrias y empresas de la Provincia de Santa Fe y de la Nación.

Profesores de la Universidad Nacional de Rosario: Dra Susana Feldman e Ing Jorge Postma.

Agradecimientos

Las autoridades de la Provincia de Santa Fe, Argentina agradecen a los Autores del presente Informe, así como la colaboración prestada por el Equipo de revisiones interna y externa, los Colaboradores e integrantes de distintas Secretarías y Direcciones de la Provincia de Santa Fe, los Integrantes de la Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable de la Nación, los distintos organismos públicos y privados, las industrias y empresas de la Provincia de Santa Fe y de la Nación y los Profesores de la Universidad Nacional de Rosario.

Inventario de Gases de Efecto Invernadero de la Provincia de Santa Fe

01 Resumen ejecutivo	6
01 Sector 1: Energía	42
02 1A-Actividades de quema de combustible.....	43
03.1A1) Industrias de la energía	49
04.1A1a) <i>Producción de electricidad y calor como actividad principal.....</i>	49
05.1A1b) <i>Refinación de Petróleo</i>	53
06.1A1c) <i>Fabricación de combustibles sólidos y otras industrias energéticas.....</i>	57
07.1A2) Industrias manufactureras y de la construcción	58
08.1A2a) <i>Industria del hierro.....</i>	58
09.1A2b) <i>Metales no ferrosos</i>	61
10.1A2c) <i>Productos químicos</i>	61
11.1A2d) <i>Pulpa, papel e imprenta.....</i>	64
12.1A2e) <i>Procesamiento de alimentos, bebidas y tabaco.....</i>	67
13.1A2f) <i>Minerales no metálicos</i>	70
14.1A2g) <i>Equipos de Transporte</i>	72
15.1A2h) <i>Maquinaria.....</i>	75
16.1A2i) <i>Minería</i>	75
17.1A2j) <i>Madera y productos de madera</i>	75
17.1A2k) <i>Construcción.....</i>	77
18.1A2l) <i>Textiles y cuero</i>	77
19.1A2m) <i>Industria no especificada</i>	79
20.1A3) Transporte	84
20.1A3a) <i>Aviación Civil.....</i>	84
21.1A3b) <i>Transporte Terrestre.....</i>	85
21.1A3c) <i>Transporte Ferroviario</i>	90
22.1A3d) <i>Navegación Marítima y Fluvial.....</i>	92
23.1A3e) <i>Otro tipo de transporte.....</i>	93
23. Conclusiones categoría Transporte	95
24.1A4) Otros Sectores	97
25.1A4a) <i>Comercial/Institucional</i>	97
25.1A4b) <i>Residencial.....</i>	99
25.1A4c) <i>Agricultura/Silvicultura/Pesca/Piscifactorías.....</i>	102
27. Conclusiones Sector Energía	108
28. Listado de Figuras del Sector 1.....	110
30. Sector 2: Procesos Industriales y Uso de Productos.....	111
31.2A- Industria de los Minerales	111
32.2A1) <i>Producción de Cemento</i>	111
33.2A2) <i>Producción de Cal</i>	112
34.2A3) <i>Producción de Vidrio</i>	113
35.2B- Industria Química	116
36.2B1) <i>Producción de amoníaco</i>	116
37.2B2) <i>Producción de ácido nítrico</i>	117
38.2B3) <i>Producción de ácido adípico.....</i>	118
39.2B4) <i>Producción de caprolactama, glioxil y ácido glioxílico.....</i>	119
40.2B5) <i>Producción de carburo</i>	119
41.2B6) <i>Producción de Dióxido de Titanio</i>	120
42.2B7) <i>Producción de Ceniza de Sosa.....</i>	120

43.2B8) Producción petroquímica y de negro de humo.....	121
44.2B9) Producción fluoroquímica	126
50.2C- Industria de los Metales.....	127
51.2C.1) Producción de hierro y acero.....	127
52. Conclusiones Sector Procesos Industriales y Uso de Productos.....	131
52.Listado de Figuras del Sector 2.....	131
70.Sector 3: Agricultura, silvicultura y otros usos de la tierra	133
71.3A1) Fermentación entérica	133
72.3A1a) Ganado	133
73.3A1ai) Vacas Lecheras.....	133
75.3A1aii) Otros vacunos.....	136
75.3A1b) Búfalos	139
77.3A1c) Ovinos	139
78.3A1d) Caprinos.....	140
78.3A1e) Camellos	141
78.3A1f) Caballos	141
78.3A1g) Mulas y asnos	141
78.3A1h) Porcinos	142
78. Conclusiones generales Fermentación Entérica	143
79.3A2) Gestión del Estiércol	145
79.3A2a) Ganado	145
79.3A2ai) Vacas Lecheras.....	145
79.3A2aii) Otros vacunos.....	151
79.3A2b) Búfalos	154
79.3A2c) Ovinos	154
79.3A2d) Caprinos.....	155
79.3A2e) Camellos	156
79.3A2f) Caballos	156
79.3A2g) Mulas y asnos	157
79.3A2h) Porcinos	158
79.3A2i) Aves de Corral.....	159
79. Conclusiones generales Gestión del Estiércol	161
80. Conclusiones generales Ganadería	163
81.3B –Tierra	166
81.3B1) Tierras forestales	166
81.3B1a) Tierras forestales que permanecen como tales	166
81.3B2) Tierra de Cultivo	177
82.3B2a) Tierra de cultivos que permanecen como tales.....	177
82.3C –Fuentes agregadas y fuentes de emisión no-CO₂ de la tierra	181
82.3C2) Encalado	182
82.3C3) Aplicación de urea	182
82.3C4) Emisiones directas de N₂O de los suelos gestionados	183
83.3C5) Emisiones indirectas de N₂O de los suelos gestionados	203
84. Conclusiones: emisiones de N₂O de los suelos gestionados y emisiones de CO₂ derivadas de la aplicación de cal y urea	206
85. Conclusiones del Sector 3: Agricultura, silvicultura y otros usos de la tierra	206
85.Listado de Figuras del Sector 3.....	208
85.Sector 4: Residuos	209
86.4.A- Eliminación de Residuos sólidos	210
87.4.D- Tratamiento y eliminación de aguas residuales	221
87.4.D.1) Tratamiento y eliminación de aguas residuales domésticas	221



87.4.D.2) Tratamiento y eliminación de aguas residuales industriales	233
88.Conclusiones Sector Residuos	244
88.Listado de Figuras del Sector 4.....	244
89. Anexo A Análisis de la tendencia de los distintos Sectores, derivada a partir de datos nacionales del periodo 2007 -2014 y extrapolación al año del Inventario, 2016	245
89. Anexo B. Datos del Sector Residuos	251
89. Anexo B1 Sistema de descarga, fracción de población atendida	251
89. Anexo B2 Sectores de Producción.....	255
99. Consideraciones generales	262



***Inventario de Gases de Efecto
Invernadero de la Provincia de Santa
Fe, año 2016***

Resumen ejecutivo



Índice

<i>Introducción</i>	8
<i>Resultados</i>	9
<i>Resultados totales</i>	9
<i>Sector Energía</i>	12
- <i>Subsector Combustión Estacionaria</i>	15
- <i>Subsector Combustión Móvil (o Transporte)</i>	16
<i>Sector Agricultura (incluyendo Ganadería), Silvicultura y Otros Usos del Suelo (ASOUS, en inglés AFOLU)</i>	17
- <i>Subsector Ganadería (Fermentación entérica y Gestión de estiércol)</i>	19
- <i>Subsector Tierras forestales que permanecen como tales</i>	24
- <i>Subsector Fuentes agregadas y fuentes de emisión no-CO2 de la tierra (Encalado, Aplicación de urea)</i>	26
- <i>Subsector Emisiones directas de N2O de suelos gestionados</i>	27
- <i>Subsector Emisiones indirectas de N2O de suelos gestionados</i>	29
- <i>Subsector Cultivo de arroz</i>	31
<i>Sector Residuos</i>	31
- <i>Subsector Residuos sólidos urbanos</i>	32
- <i>Subsector Aguas residuales</i>	33
<i>Sector Industria</i>	34
- <i>Subsector Industria de producción de metales</i>	35
- <i>Subsector Industria química</i>	37
- <i>Subsector Industria de los minerales</i>	39
<i>Conclusiones</i>	40
<i>Referencias</i>	41



1. Introducción

Los últimos informes del Panel Intergubernamental de Expertos sobre Cambio Climático (IPCC, 2013; IPCC, 2018) convocados por Naciones Unidas, han puesto en evidencia la imperiosa necesidad de realizar acciones para mitigar al menos y adaptarse a las consecuencias del aumento de la temperatura global por efecto del calentamiento que está sufriendo el planeta desde la Revolución industrial, principalmente en las últimas décadas. Dicho calentamiento está siendo producido esencialmente por los denominados *Gases de Efecto Invernadero* (abreviados con las siglas *GEI*) emitidos a la atmósfera, siendo los principales: Dióxido de Carbono (CO₂), Metano (CH₄) y Óxido nítrico (N₂O) (IPCC, 2013)¹. En consecuencia, resulta de gran importancia conocer en detalle cuánto contribuyen diferentes fuentes, procesos y actividades a las emisiones totales de dichos gases, por lo que la Provincia de Santa Fe (Argentina) ha decidido realizar un inventario de las emisiones de GEI asociado a cada actividad económica, productiva o de consumo en la Provincia. Conocer las emisiones a la atmósfera (y posibles retiros de la atmósfera, en este caso debido a la acción fotosintética de las plantas) por sectores, permitirá diagramar acciones realmente efectivas, tendientes a sus reducciones.

Este informe resumido presenta el Primer Inventario de Gases de Efecto Invernadero (GEI), para el año 2016 de la Provincia de Santa Fe. Dicho Inventario ha sido desarrollado según las indicaciones dadas en las Directrices de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático (CMNUCC), para la preparación de las Comunicaciones Nacionales de los países no-Anexo I (Directrices IPCC, 2006). Siguiendo estos lineamientos, se han analizado los distintos Sectores propuestos en esta metodología: 1-*Energía* (dividida en el Subsector *Energía Estacionaria*, relacionada esencialmente con el consumo del hábitat, de la industria y del comercio y *Energía Móvil*, relacionada con el Transporte), 2-*Procesos Industriales y Usos de Productos*, 3-*Agricultura, Silvicultura y Otros usos del suelo* (abreviada ASOUS o AFOLU, por sus siglas en inglés) y 4-*Residuos*.

En el Sector *Energía*, los datos de actividad (abreviados DA) de las fuentes de energía y de los combustibles fueron extraídos de la Compañía Administradora del Mercado Mayorista Eléctrico (CAMMESA), la Secretaría de Energía de la Nación y de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO, por sus siglas en Inglés). En el caso de gas natural se empleó la información estadística del Ente Nacional Regulador del Gas (ENARGAS).

¹otros gases de efecto invernadero necesarios de reportar a las Naciones Unidas incluyen el



hexafluoruro de azufre, los hidrofluorocarbonos y los perfluorocarbonos, los cuales no se han incluido en este primer Inventario.

En el *Sector Agricultura, Silvicultura y Otros Usos del Suelo*, se obtuvieron datos del Instituto Provincial de Estadísticas y Censos (IPEC), el Servicio Nacional de Sanidad y Calidad Agroalimentaria (SENASA), el Inventario de Gases de Efecto Invernadero de Argentina 2012 y 2014, la Subsecretaría de Recursos Naturales de la Provincia de Santa Fe, el Gobierno de Santa Fe, la Universidad Católica de Santa Fe, la Bolsa de Comercio de Santa Fe, la Bolsa de Comercio de Rosario, FAO, la asociación civil Fertilizar, la Secretaría de Agricultura de la Provincia de Santa Fe, la Cámara de la Industria Argentina de Fertilizantes y Agroquímicos, el Ministerio de Agroindustria de la Nación y la Universidad Nacional de Rosario. Aún así, no fue posible conseguir datos fehacientes y confiables sobre tierras de cultivo, asentamientos, humedales, pastizales, tierras convertidas en tierras forestales, encalado, productos de madera recolectada, por los que no se los incluyó en el presente Inventario.

Para el *Sector Residuos*, los datos fueron obtenidos a partir del Censo histórico provincia de Santa Fe, la Bolsa de Comercio de Santa Fe, el Instituto Provincial de Estadística y Censos (IPEC), la Dirección de Estadística de FAO, SENASA, la Subsecretaría de Pesca de la Nación, el Ministerio de Hacienda de la Nación, el Instituto Petroquímico Argentino, la Cámara de Cerveceros de Argentina, la Dirección de Informaciones y Estudios Económicos de la Bolsa de Comercio de Rosario y Datos de Mercosur de la Universidad Federal de Río Grande, Brasil,

En el *Sector Procesos Industriales y Usos de Productos* se tuvieron en cuenta las producciones de este Sector a nivel provincial, contactándose en forma directa o a través de internet a la empresa ACINDAR, la Unión Industrial Argentina, el Instituto Petroquímico Argentino y las empresas del vidrio Bolitas Tinka, Cristalería San Carlos y Vitrofin Ltda. Al no contar con suficiente información confiable y transparente, no se incluyó en el presente inventario el sector Uso de Productos.

Para uniformizar la información de las emisiones debidas a los distintos gases de efecto invernadero, los datos de las emisiones de los gases Metano (CH₄) y Oxido nitroso (N₂O), son convertidos a Dióxido de Carbono (CO₂eq) *equivalente*, utilizando los *Potenciales de calentamiento global* proporcionados por el Segundo Informe de Evaluación del IPCC (IPCC-SAR) de 1995. Estos coeficientes toman los siguientes valores: 1 para CO₂, 21 para CH₄ y 310 para N₂O.



2. Resultados

2.1 Resultados totales

La totalidad de las emisiones que generó la provincia de Santa Fe en el año 2016 fue estimada en **23,403 Mega Toneladas CO₂equivalente** (abreviado de ahora en más como: *MTnCO₂eq*, donde “M” indica millón y “CO₂eq” indica que las otras fuentes, CH₄ y N₂O se convirtieron a CO₂). Los valores totales y sus porcentajes relativos, por cuestiones de redondeo, pueden tener muy pequeñas diferencias.

La Tabla 1, segunda columna, presenta las contribuciones de cada Sector en orden decreciente de importancia: Energía, ASOUS (Agricultura, Silvicultura y Otros usos del suelo), Residuos e Industria.

Tabla 1. Emisiones de GEI producidas en la Provincia de Santa Fe en el año 2016, por los distintos Sectores: Energía, ASOUS (Agricultura, Silvicultura y Otros usos del suelo), Residuos e Industria. Nota: la segunda columna corresponde a datos del presente Inventario y la tercera columna, a datos desagregados del Inventario Nacional 2014 para Santa Fe y extrapolados al año 2016 (datos del Informe final).

Sector	<i>Emisiones GEI de la Prov. de Santa Fe, año 2016 (MTnCO₂eq)</i>	Emisiones GEI nacionales extrapoladas al año 2106 para la Prov. de Santa Fe (MTnCO ₂ eq)
Energía	11,537	16,58
ASOUS (Agricultura, Silvicultura y Otros usos del suelo)	10,075	9,29
Residuos	1,211	1,15
Industria	0,5795	1,39
Total	23,403	28,41

Emisiones GEI en Provincia de Santa Fe, año 2016, debidas a distintos Sectores

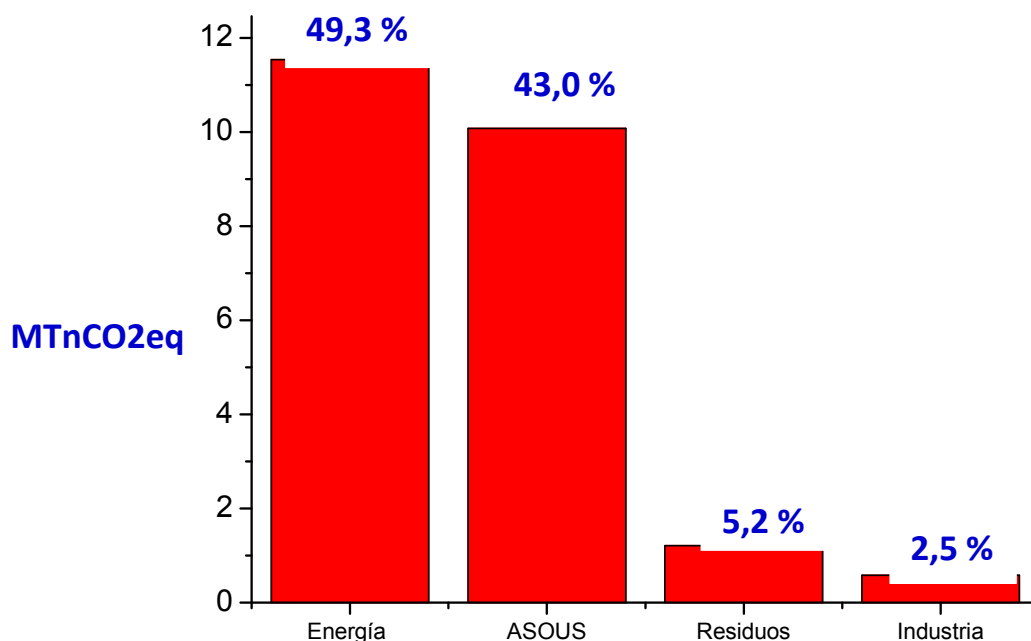


Figura 1. Contribución en orden decreciente en valor absoluto (eje vertical) y porcentaje de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) producidas en la Provincia de Santa Fe en el año 2016, por los Sectores: Energía, ASOUS (Agricultura, Silvicultura y Otros usos del suelo), Residuos e Industria.

A los fines de una comparación con los datos publicados por la Dirección de Cambio Climático de la Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable de la Nación (ver <https://inventariogei.ambiente.gob.ar>), para la provincia de Santa Fe y dado que dichos datos están dados para el año 2014 y anteriores y no para el año correspondiente al presente inventario, es posible realizar una extrapolación matemática al año 2016 (datos del Informe final). Los resultados de dicha extrapolación para cada uno de los Sectores, están detallados en la última columna de la Tabla 1. Si bien se observan diferencias, posiblemente debidas a que el presente es un primer Inventario Provincial y no se han conseguido la totalidad de los datos para el año 2016 pero de Subsectores no significativos o a la aproximación de la extrapolación (con tendencias que se mantienen en todos los casos), la diferencia relativa porcentual entre los valores de las columnas 2da y 3ra de la Tabla 1 es relativamente baja, del 17,6 %.



En la Figura 1 se detalla la contribución a las emisiones, en orden decreciente y el porcentaje relativo de los distintos Sectores, siendo el que más contribuyó en el año 2016 el Sector Energía, con un aporte de casi la mitad del total (49,3 %), siguiéndole Agricultura, Silvicultura y Otros usos del suelo (ASOUS) con una contribución también importante de 43,0 %, luego en proporciones mucho menores, Residuos con 5,2 % e Industria con 2,5 %.

Es de señalar la gran importancia que tiene la determinación de estos porcentajes, ya que permite enfocar acciones específicas hacia los Sectores y Subsectores que más contribuyen a las emisiones de gases de efecto invernadero, de modo tal de tender a una reducción significativa de los mismos, tal como lo sugiere el Panel Intergubernamental de Expertos sobre Cambio Climático, convocados por Naciones Unidas (IPCC, 2013; IPCC, 2018).

2.2 Sector Energía

El uso energético de los diversos combustibles (Sector Energía²) es el mayor emisor de GEI en la Provincia de Santa Fe, habiendo emitido **11,537 MTnCO₂eq** durante el año 2016. Dentro de este Sector se suele diferenciar en dos grandes *Subsectores: Combustión estacionaria y Combustión móvil (o Transporte)*, cuyas emisiones se detallan en la Tabla 2.

Tabla 2. Emisiones de GEI producidas por fuentes del Sector Energía en la Provincia de Santa Fe en el año 2016, desagregado los Subsectores: Combustión estacionaria y Combustión móvil (o Transporte).

Subsector	Emisiones GEI (MTnCO ₂ eq)
Combustión estacionaria	7,565
Combustión móvil (o Transporte)	3,972
Total	11,537

¹Esta categoría incluye todas las emisiones de GEI que emanan de la quema y las fugas de diversos combustibles utilizados para producción de electricidad, vapor, movimiento mecánico de maquinarias, transporte, etc. Las emisiones de usos no energéticos de combustibles no suelen incluirse aquí, sino que se declaran en el sector de Procesos industriales y uso de productos.

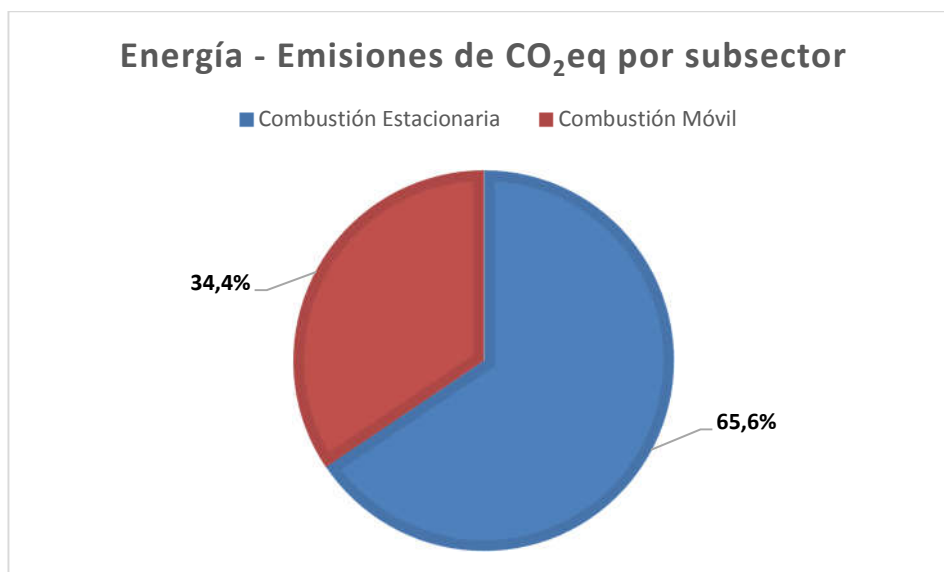


Figura 2. Contribución relativa porcentual de cada Subsector: Combustión estacionaria y Combustión móvil (o Transporte).

La contribución relativa porcentual de cada Subsector está descrita en la Figura 2, comprobándose que el mayor aporte es debido a la Combustión estacionaria, siendo de casi 2/3 (65,6 %) y el resto debido al Transporte (34,4 %).

Cabe aclarar que dentro de este subsector de Combustión estacionaria se encuentra entre otras la producción de electricidad en la Provincia que va destinada a consumo residencial, comercial e industrial.

El subsector Combustión móvil incluye las emisiones debidas al consumo de combustibles (naftas, GNC, Diesel, etc.) para el transporte de cualquier tipo (ómnibus, camiones, autos, barcos, aviones, tractores, etc).

Dentro del uso energético de los diversos combustibles (Sector Energía) es de interés evaluar, la contribución a las emisiones de GEI relacionándolas con cada *tipo de Combustible* consumido en la Provincia a esos fines, las que se detallan en la Tabla 3. La contribución relativa porcentual se presenta en la Figura 3. Se puede observar que el Gas natural es el combustible de mayor relevancia³ (41,7 %), seguido por Gasoil (37,5 %), Gasolina (nafta) (12,0 %), Fuel Oil (4,1 %) y Gas licuado de petróleo (0,75 %), sumando (96,1 %) y otras contribuciones menores.

¹En este combustible está incluido el Gas Natural consumido en las viviendas, en las industrias, en las industrias generadoras de electricidad, en vehículos a GNC, entre otros.

Tabla 3. Emisiones de GEI producidas por el Sector Energía en la Provincia de Santa Fe en el año 2016, correspondiente a las distintas contribuciones por tipo de Combustible.

Tipo de combustible	Emisiones GEI (MTnCO ₂ eq)
Gasoil	4,330
Gasolina (nafta)	1,388
Gas Natural	4,808
Fueloil	0,476
Cáscara de girasol	0,089
Licor negro	0,001
GLP (Gas licuado de petróleo)	0,086
Leña	0,001
GNC (Gas natural comprimido)	0,344
Kerosene	0,003
Aerokerosene	0,005
Biodiesel	0,001
Bioetanol	0,005
Total	11,537

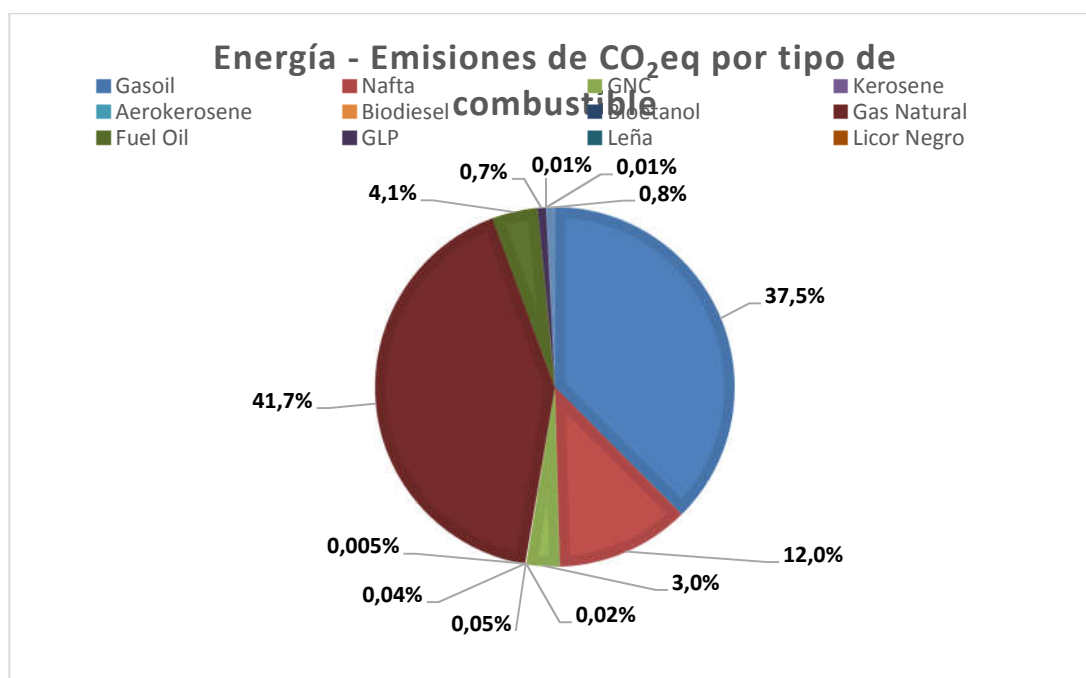


Figura 3. Contribución relativa porcentual del Sector Energía por tipo de Combustible.



2.2.1. Combustión estacionaria

Como se detalló, dentro del subsector de *Combustión estacionaria* se encuentran, entre otras, la producción de electricidad/vapor/calor (pública y privada) en la Provincia que va destinada al consumo residencial, comercial e industrial. En total en Santa Fe se emitieron en el año 2016, **7,565 MTnCO₂eq** por actividades de Combustión estacionaria.

Nuevamente es de interés desagregar ese total de 7,565 MTnCO₂eq a cada tipo de combustible utilizado. La Tabla 4 detalla la contribución a la Combustión estacionaria por tipo de Combustible.

Tabla 4. Emisiones de GEI producidas por el Subsector Combustión estacionaria en la Provincia de Santa Fe en el año 2016, correspondiente a las distintas contribuciones por tipo de Combustible.

.Combustible	Emisiones GEI (MTnCO₂eq)
GLP (gas licuado de petróleo)	0,086
Gas natural	4,808
Leña	0,001
Gasolina (nafta)	0,020
Gasoil	2,085
Kerosene	0,0001
Cáscara de Girasol	0,089
Licor negro	0,001
Fuel Oil	0,476
Total	7,565

La contribución relativa porcentual de la Combustión estacionaria por tipo de Combustible está detallada en la Figura 4. Se puede observar que el Gas natural es el combustible de mayor relevancia (63,5 %), seguido por Gasoil (27,6 %), Fuel Oil (6,3 %), Cáscara de girasol (1,2 %) y Gas licuado de petróleo (1,1%), sumando estas contribuciones 99,7 %. Las demás contribuciones (leña, nafta y kerosene) colaboran individualmente en muy pequeña proporción.

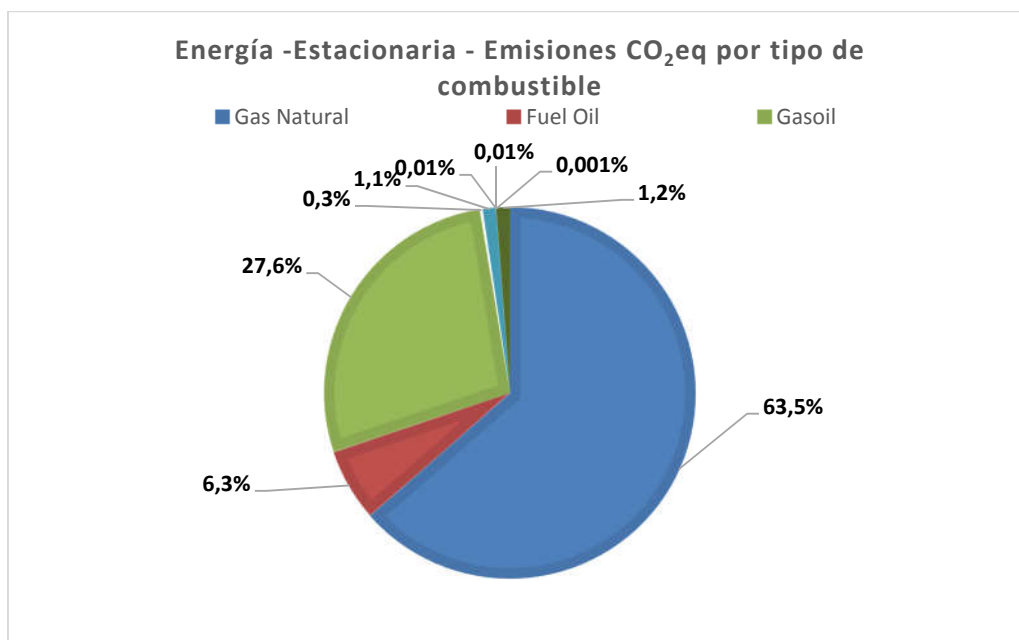


Figura 4. Contribución relativa porcentual del Sector Combustión Estacionaria por tipo de Combustible.

2.2.2. Combustión móvil (o Transporte)

En total se puede observar que por actividades de Transporte (automotor, naviero, aéreo, agrícola, etc), en la Provincia de Santa Fe se emitieron en el año 2016, **3,972 MTnCO₂eq**.

Se analiza en la Tabla 5 la contribución a esta Combustión móvil (o Transporte) de cada tipo de combustible.

Tabla 5. Emisiones de GEI producidas por el Sector Energía, Subsector Combustión móvil en la Provincia de Santa Fe en el año 2016, correspondiente a las distintas contribuciones por tipo de Combustible.

Combustible	Emisiones GEI (MTnCO ₂ ,eq)
Gasolina (nafta)	1,369
Gasoil	2,244
Kerosene	0,002
GNC	0,344
Kerosene	0,003
Aerokerosene	0,005
Biodiesel	0,001
Bioetanol	0,005
Total	3,972

La contribución relativa porcentual de la Combustión móvil por tipo de Combustible está detallada en la Figura 5. Se puede observar que el Gasoil es el combustible de mayor relevancia (56,5 %), seguido por la Gasolina (Nafta) (34,5 %) y el GNC (8,7 %), sumando 99,7 %, el resto contribuyendo en una muy pequeña proporción.

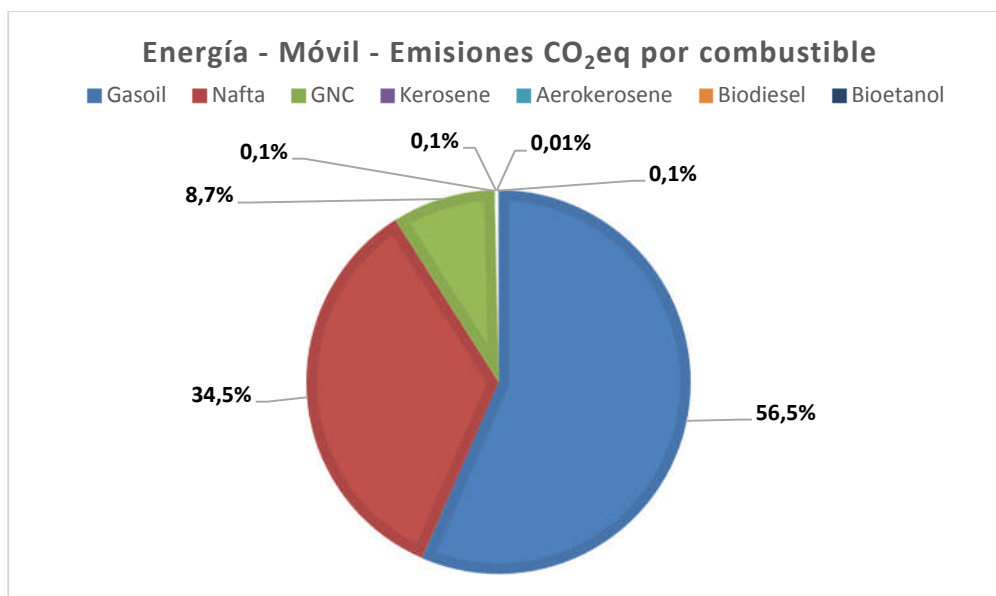


Figura 5. Contribución relativa porcentual del Subsector Combustión móvil (o Transporte) por tipo de Combustible.

2.3 Sector Agricultura (incluyendo Ganadería), Silvicultura y Otros Usos del Suelo (ASOUS, en inglés AFOLU)

La Agricultura, Ganadería, Silvicultura y Otros Usos del Suelo, tienen una contribución preponderante en relación a las actividades que se desarrollan en la Provincia de Santa Fe. En consecuencia, también serán importantes las contribuciones de los distintos Subsectores a las emisiones de gases de efecto invernadero, del año 2016.

En la Tabla 6, están detallados los valores de las emisiones de cada Subsector del Sector ASOUS (o AFOLU), el cual emitió en la Provincia de Santa Fe, en el año 2016, **10,075 MTnCO₂eq**, siendo el segundo en importancia, luego del Sector Energía.

Cabe aclarar que este sector evalúa las emisiones/absorciones asociadas a cuestiones tales como ser: la fermentación entérica del ganado, las



emisiones/absorciones de los suelos debido a cultivos y pastoreos, las emisiones/absorciones por cambios de usos de suelos, por aplicaciones de fertilizantes, la gestión del estiércol, etc.

Tabla 6. Emisiones de GEI producidas por el Sector ASOUS (o AFOLU) en la Provincia de Santa Fe en el año 2016, correspondiente a las contribuciones de los distintos Subsectores (en TnCO₂eq).

Fermentación entérica (TnCO₂eq)	Gestión del estiércol (TnCO₂eq)	Tierras forestales que permanecen como tales (TnCO₂eq)	Aplicación de urea (TnCO₂eq)	Emisiones directas N₂O suelos gestionados (TnCO₂eq)	Emisiones indirectas N₂O suelos gestionados (TnCO₂eq)	Cultivo del Arroz (TnCO₂eq)	Total (TnCO₂eq)
4 804 604,53	289 038,49	2 095 420,33	45 064,66	2 494 362,47	220 220,41	126 063,21	10 074 774,10

Las contribuciones relativas porcentuales de cada Subsector están detalladas en la Figura 6, comprobándose que la mayor contribución es debida a Fermentación entérica⁴ (47,7%), siguiéndole las Emisiones directas de Oxido Nitroso (N₂O) de los suelos gestionados (24,8 %), las Tierras forestales que permanecen como tales (20,8) %) y la Gestión del estiércol (2,9 %), contribuyendo las cuatro un 96,2 %. La Aplicación de urea, las Emisiones indirectas de Oxido Nitroso y el Cultivo de arroz colaboran con el resto en una pequeña proporción (3,8 %). Es de señalar que si se suman las contribuciones debidas a la Ganadería (Fermentación entérica y Gestión del Estiércol), las cuales totalizan un 50,6 %, superan a las de la Agricultura y Tierras forestales juntas.

⁴básicamente GEI emitidos por el ganado por la digestión de sus alimentos.

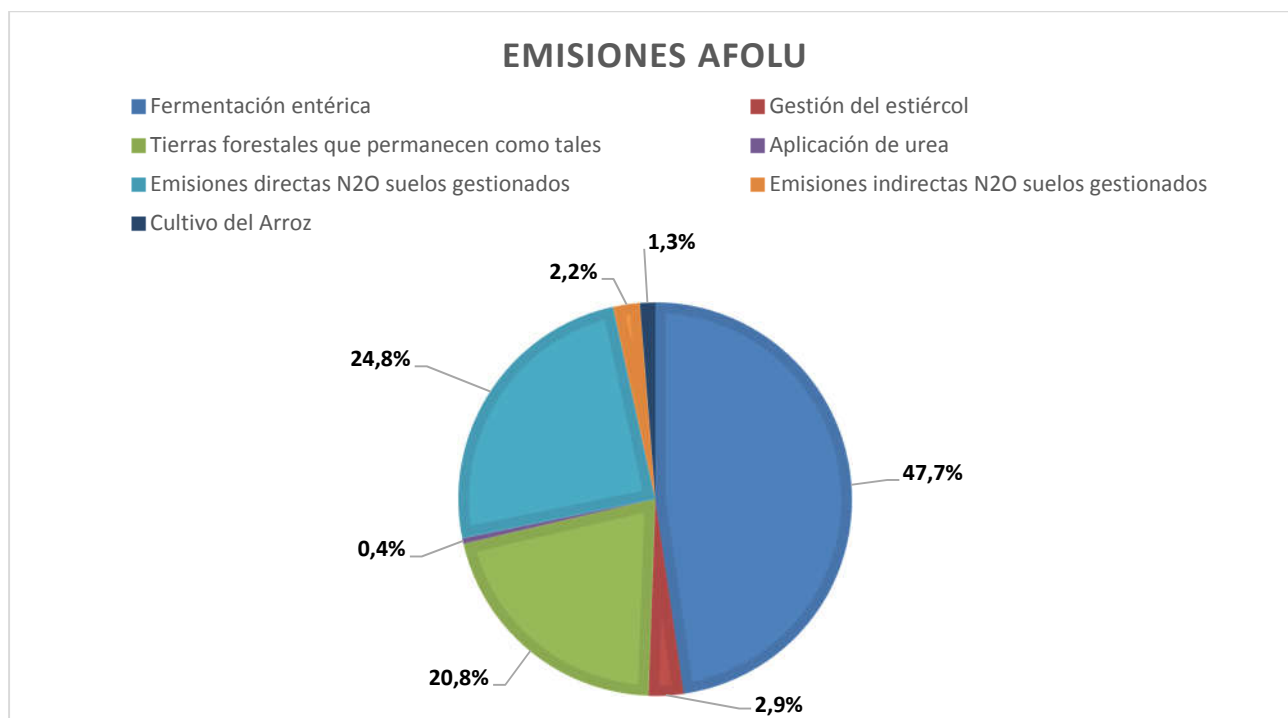


Figura 6. Contribución relativa porcentual del Sector ASOUS (o AFOLU) por tipo de actividad.

2.3.1 Subsector Ganadería (Fermentación entérica y Gestión de estiércol)

Las emisiones GEI de este subsector Ganadería de la Provincia de Santa Fe, año 2016, corresponden a un valor de **5,094 MTnCO₂eq**, habiendo contribuido la Fermentación entérica y la Gestión del estiércol, en las cantidades que se detallan en la Tabla 7.

Tabla 7. Emisiones de GEI producidas por el Subsector Ganadería en la Provincia de Santa Fe en el año 2016, correspondiente a las contribuciones de Fermentación entérica y Gestión del estiércol.

Contribución debida a	Emisiones GEI (MTnCO ₂ eq)
Fermentación entérica	4,805
Gestión del estiércol	0,289
Total	5,094

La contribución relativa porcentual de la Fermentación entérica es de 94,3 %, siendo la restante (5,7 %) debida a la Gestión del estiércol.

2.3.1.1 Fermentación entérica

Como se ha analizado, una contribución de gran importancia a las emisiones del gas de efecto invernadero Metano (CH₄) en el Subsector Ganadería es el de la *fermentación entérica*, que es debida al proceso digestivo de las especies herbívoras, mediante el cual los Hidratos de Carbono se descomponen en moléculas más sencillas por acción de microorganismos. La cantidad de Metano que se libera depende del tipo de tracto digestivo, de la edad y peso del animal y de la calidad y cantidad del alimento consumido. En esta clasificación se incluyen los animales: Bovinos de carne y de leche, Ovinos, Caprinos, Equinos (sin incluir mulas y asnos), Mulas y Asnos como clasificación aparte de la anterior y Porcinos.

Tabla 8. Emisiones de GEI en la Provincia de Santa Fe en el año 2016, correspondiente a la fermentación entérica generada por distinto tipo de ganado.

Ganado	Sistema Modal	Sistema Productivo	Emisiones CH ₄ (ton)	Emisiones (TnCO ₂ eq)
Bovino Carne	Pampeana Norte	Cría	29 104,53	611 195,13
		Invernada	17 254,85	362 351,85
	Noreste Argentino	Cría	57 469,06	1 206 850,35
		Invernada	36 420,17	764 823,48
Bovino Leche	-	-	83 965,94	1 763.284,72
Ovinos	-	-	728,06	15 289,26
Caprinos	-	-	510,23	10 714,83
Equinos (menos mulas y asnos)	-	-	2 868,07	60 229,39
Mulas y Asnos	-	-	6,90	144,90
Porcinos	-	-	462,89	9 720,63
Total			228 790,7	4 804 604,5

En la Provincia de Santa Fe, se destacan la cría intensiva en el norte y la invernada intensiva en el centro y sur y en las islas del Paraná pertenecientes esta Provincia. En la actualidad, gran parte de esta actividad ha sido desplazada de los potreros y se realiza a corral. La faena representa el 20 % del total nacional.

Los resultados de las emisiones de gases de efecto invernadero producidas por la fermentación entérica del ganado, está detallada en la Tabla 8. En la Figura 7 se puede observar la contribución relativa porcentual (de GEI debido a la fermentación entérica) por tipo de ganado, comprobándose la muy

alta contribución de los bovinos, que en su conjunto (leche y carne) abarcan el 98% de las emisiones. Esto se debe no sólo al elevado número de cabezas que se encuentran en la Provincia de Santa Fe, sino también a su carácter rumiante.

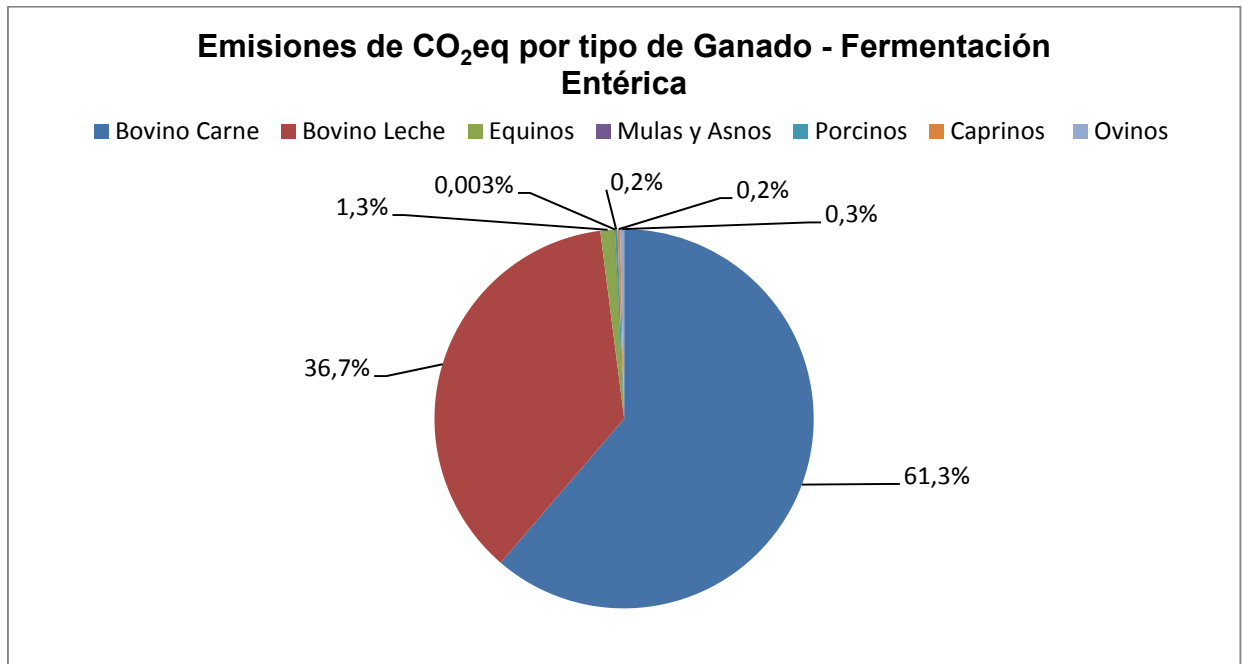


Figura 7. Contribución relativa porcentual a la fermentación entérica por tipo de ganado.

Analizando en mayor detalle la contribución del ganado bovino, se puede observar el aporte porcentual de cada Subcategoría en las Figuras 8 y 9, las cuales describen a las emisiones debidas al ganado bovino en su totalidad y al ganado bovino de carne de manera individual, respectivamente.

La Figura 8, permite determinar que la ganadería bovina de carne contribuye en un 63% en su totalidad, mientras que la ganadería bovina de leche aporta el 37% restante. Asimismo, dentro del ganado bovino de carne, se observa en la Figura 9 que en la Provincia de Santa Fe, la región Nordeste de Argentina (NEA) contribuye en un 67%, mientras que la región Pampeana Norte (PN) aporta el 33% restante.

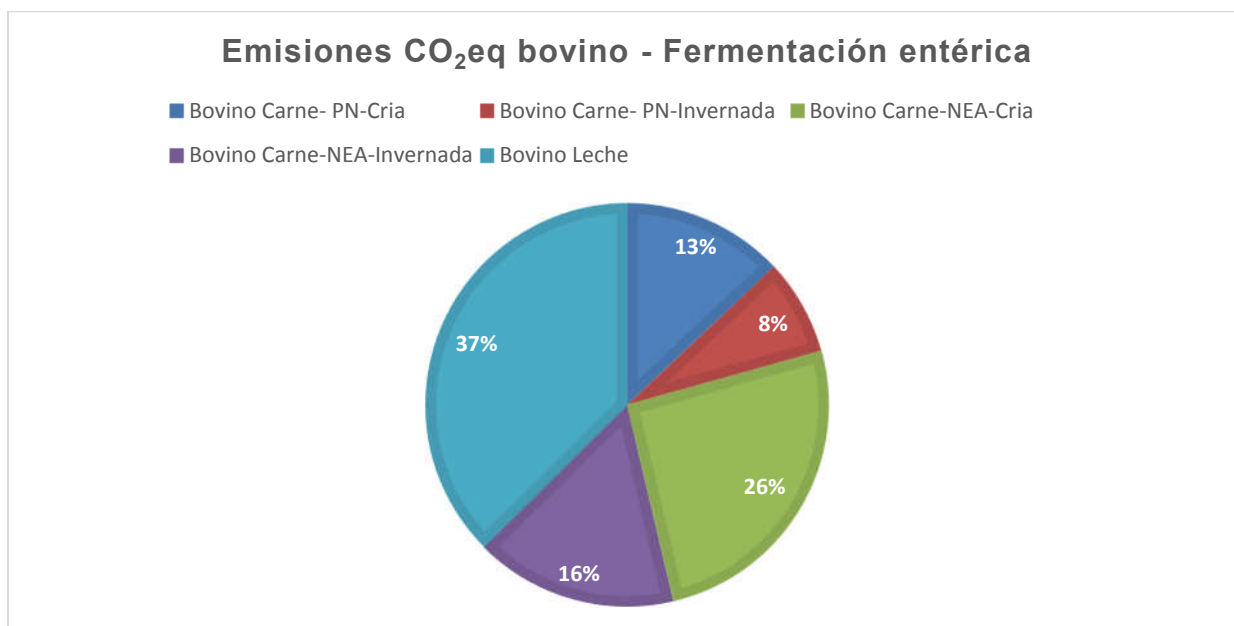


Figura 8. Contribución relativa porcentual a la fermentación entérica por ganado bovino.

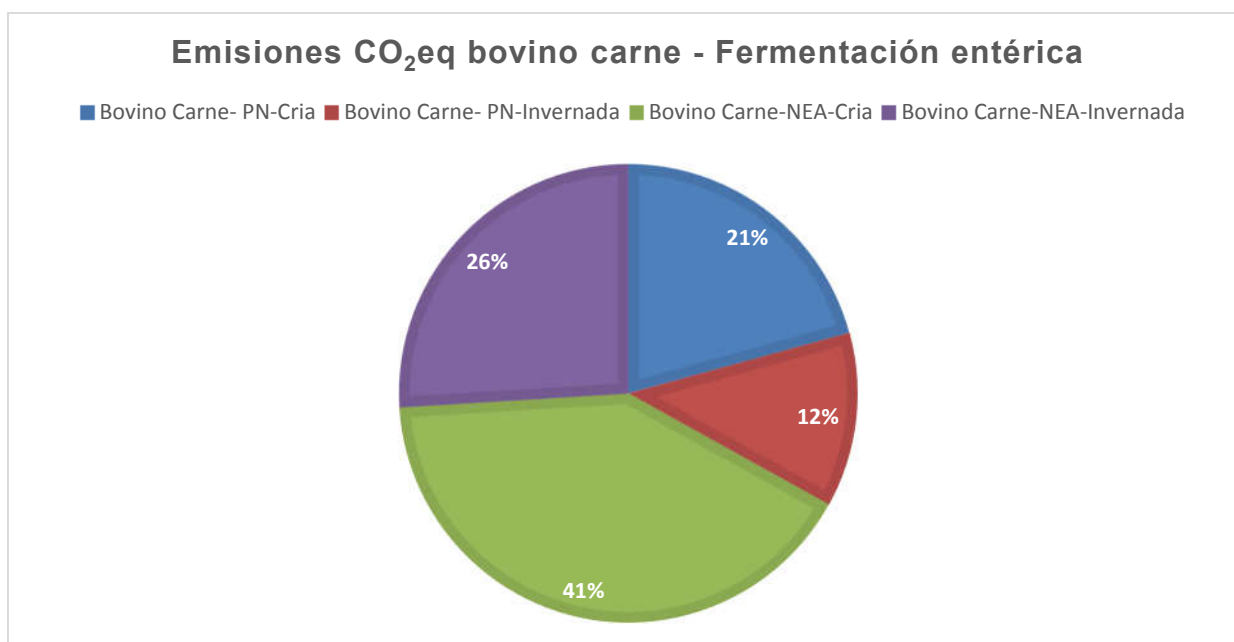


Figura 9. Contribución relativa porcentual a la fermentación entérica por ganado bovino de carne. Nota: PN indica región Pampeana Norte y NEA región Nordeste de Argentina.

Dentro de cada región, se mantiene el patrón de una mayor contribución del modelo productivo de cría por sobre el modelo de invernada. Si se comparan las emisiones correspondientes a la actividad de la cría para ambas regiones, se



puede observar una contribución del 62%, en contraposición al 38% correspondiente a invernada.

2.3.1.2 Gestión del estiércol

Durante su almacenamiento y tratamiento, el estiércol producido por el ganado (fracción sólida y fracción líquida) se descompone bajo condiciones anaeróbicas, generando Metano (CH_4). Estas condiciones se dan principalmente cuando se gestionan grandes cantidades de animales en una superficie confinada (feedlots, tambos, aves de corral, entre otros).

Los principales factores que inciden en las emisiones de Metano (CH_4) son: a) la cantidad de estiércol que se produce, la cual depende de la tasa de producción de desechos por animal y b) la porción que se descompone anaeróbicamente, que depende del tipo de gestión del estiércol. En general, si se almacena o procesa como líquido, el estiércol emite grandes cantidades de CH_4 , debido a su descomposición anaeróbica, mientras que si se maneja como sólido o si se deposita en pasturas, produce menores cantidades de dicho gas, al ser parcialmente aeróbica su descomposición.

Tabla 9. Emisiones de GEI, en la Provincia de Santa Fe en el año 2016, correspondiente a la gestión del estiércol, por distinto tipo de ganado.

Tipo de Ganado	Emisiones CH_4 (ton)	Emisiones N_2O (ton)	Emisiones (TnCO_2eq)
Bovino Carne	1 458,31	293,64	121 651,57
Bovino Leche	688,81	398,17	137 896,66
Asnos y mulas	0,62	N/A	13,04
Aves de corral	116,76	15,83	7 358
Caprinos	17,35	N/A	364,30
Equinos (menos asnos y mulas)	261,31	N/A	5 487,57
Ovinos	21,84	N/A	458,68
Porcinos	462,89	19,64	15.808,91
Totales	3 027,89	727,27	289 038,49

Por su parte, las emisiones directas de Oxido nitroso (N_2O) se producen a través de la nitrificación y desnitrificación combinadas del Nitrógeno contenido en el estiércol. Depende de su contenido de Nitrógeno y de Carbono, así como del tiempo de almacenamiento y del tipo de tratamiento. La fracción de Nitrógeno

orgánico excretado (Urea y Acido úrico) que se mineraliza a Nitrógeno amoniacal durante la recolección y almacenamiento del estiércol, depende principalmente del tiempo, aunque también influye, en menor medida, la temperatura.

Las emisiones de gases de efecto invernadero producidas por la gestión del estiércol del ganado en 2016, en la Provincia de Santa Fe, se encuentran detalladas en la Tabla 9.

En la Figura 10 están indicadas las contribuciones por tipo de ganado. Como se puede observar, los bovinos lecheros presentan la mayor contribución, seguidos los bovinos de carne. El ganado bovino, en su totalidad, contribuye cerca del 90%. Esto se debe a que el estiércol del ganado bovino lechero se gestiona como laguna anaeróbica no cubierta, el cual presenta emisiones de Oxido nitroso (N_2O) elevadas. El estiércol del ganado bovino de carne se gestiona en su mayoría como pastoreo, con lo cual se informa en la categoría de "Emisiones de N_2O de suelos gestionados".

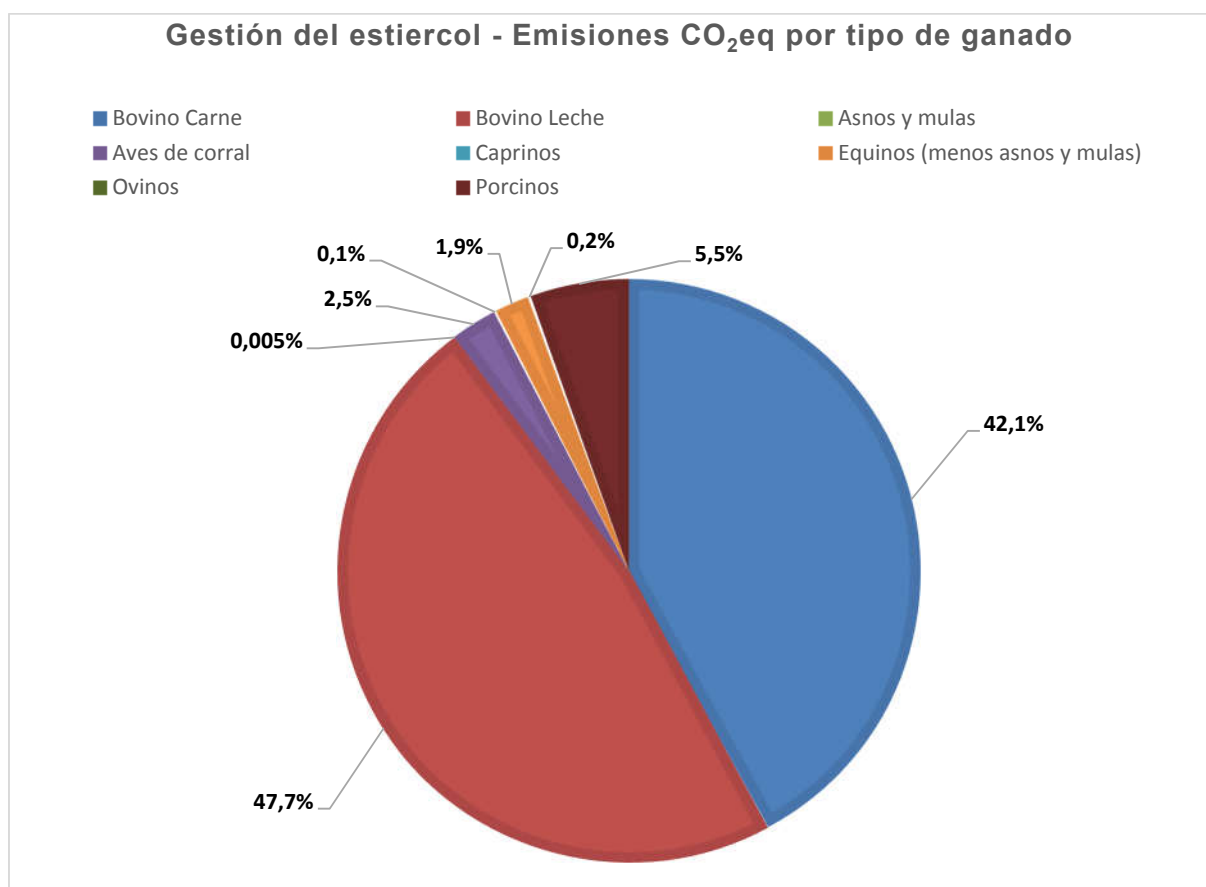


Figura 10. Contribución relativa porcentual a la Gestión de estiércol por tipo de ganado.



2.3.2 Subsector Tierras forestales que permanecen como tales

En esta sección se incluye el análisis de tierras que han sido tierras forestales durante un lapso mayor que el que se necesita para modificar los niveles de Carbono en el suelo. Por defecto (según Directrices IPCC 2006), este lapso corresponde a 20 años. Asimismo, de acuerdo a las Directrices IPCC 2006, si no se dispone de datos respecto a la conversión de la tierra y al período de transición, se supone, por defecto, que toda la tierra con bosques gestionados pertenece a la presente categoría, por lo que las emisiones y absorciones (debidas estas últimas a la fotosíntesis de las plantas) de gases de efecto invernadero (GEI) se estiman dentro de esta categoría. Para estimar los procesos de absorción y emisión de las tierras forestales que permanecen como tales, se incluyen los siguientes depósitos de Carbono: biomasa aérea y subterránea, materia orgánica muerta (que a su vez abarca madera muerta y hojarasca) y suelo (incluye Carbono orgánico hasta profundidad determinada, 30 cm por defecto, raíces vivas y muertas y materia orgánica muerta menor a 2 mm). Dado que estos procesos varían según diversos factores del lugar, los tipos de bosques o plantaciones, las etapas de desarrollo de la arboleda y las prácticas de manejo, se recomienda segmentar las tierras forestales en subcategorías. En el presente inventario se subdividieron los datos según zonas ecológica y climática. En primer lugar, Santa Fe pertenece a la zona climática (según división del IPCC) correspondiente a templado cálido húmedo. En segundo lugar, se distinguen diversas ecorregiones en la Provincia, las cuales se agruparán en Parque Chaqueño y Espinal, dada la disponibilidad de factores. Estas ecorregiones se encuentran ampliamente descriptas en el libro “Las Ecorregiones. Su conservación y las áreas naturales protegidas de la provincia de Santa Fe”, del Ministerio del Medioambiente de Santa Fe (dirección y compilación de Néstor Ricardo Biasatti).

En esta sección se presentan los emisiones/absorciones correspondientes al depósito biomasa, en el cual las ganancias (por captura de gases de efecto invernadero) corresponden al crecimiento de la biomasa aérea y subterránea y las pérdidas (por emisiones a la atmósfera de estos gases), a la recogida de rollizos y de madera combustible, a las perturbaciones provocadas por incendios, insectos, enfermedades, etc. Cuando se producen tales pérdidas, también se reduce la biomasa subterránea y se transforma en materia orgánica muerta.

Tabla 10. Ganancias (por absorciones) y pérdidas (por emisiones) de GEI, en la Provincia de Santa Fe en el año 2016, correspondiente a Tierras forestales que



permanecen como tales. Tabla Superior: Definiciones relativas al Cambio anual de las existencias de Carbono y Tabla Inferior: Categorías de bosques en relación a las posibilidades de absorción y de emisión de gases de efecto invernadero.

Definición	Ecorregión	Emisiones (TnCO ₂ eq)
Incremento anual de las reservas de Carbono debido al incremento de la biomasa en tierras forestales que siguen siendo tierras forestales	Parque chaqueño	721 920,00
	Espinal	121 401,00
Pérdida anual de Carbono por remoción de bosques	Parque chaqueño	49 024,00
	Espinal	0,00
Pérdida anual de Carbono en la biomasa por remoción de madera combustible	Parque chaqueño	1 198 956,52
	Espinal	166 818,75
Cambio anual en las existencias de biomasa aérea y subterránea para tierras forestales que permanecen como tales	Parque chaqueño	-526 060,52
	Espinal	-45 417,75

Categoría	Absorciones (TnCO ₂ eq)	Emisiones (TnCO ₂ eq)	Emisiones netas (TnCO ₂ eq)
Parque chaqueño	2 647 040,00	4 575 928,58	-1 918 888,58
Espinal	445 137,00	611 668,75	-166 531,75
Total	3 092 177,00	5 187 597,33	-2 095 420,33

En conclusión, durante el año 2016 en la Provincia de Santa Fe se produjo una reducción en las existencias de Carbono debido a la pérdida de biomasa para tierras forestales que permanecen como tales (suma de los valores de las líneas segunda y tercera de la Tabla 10. Superior) de *1 414 800 toneladas de Carbono*, mientras que el aumento anual en las existencias de Carbono debido al crecimiento de biomasa para tierras forestales que permanecen como tales es de *843 320 toneladas de Carbono*. En consecuencia, de la última fila de la Tabla 10. Superior, es posible constatar que el cambio anual en las existencias de Carbono de la biomasa aérea y subterránea para tierras forestales que permanecen como tales fue de *-571 480 toneladas de Carbono*. Es decir que el balance entre las ganancias de biomasa y las pérdidas resulta en una pérdida neta de Carbono de esta última cantidad de toneladas.

En relación al balance neto de absorciones y emisiones de CO₂, la Tabla 10. Inferior, muestra que el resultado final es de emisiones de unas **2,095**



MTnCO₂eq. *Es de señalar que en este caso, por convención, el signo menos (-) en la última columna indica emisiones netas.*

2.3.3 Subsector Fuentes agregadas y fuentes de emisión no-CO₂ de la tierra

En la presente sección se incluyen las emisiones de óxido nitroso (N₂O) de suelos gestionados, incluidas las indirectas provenientes de los agregados de Nitrógeno (N) a la tierra, debidos a deposición y lixiviación, así como las emisiones de Dióxido de Carbono (CO₂) producidas por los agregados de materiales de encalado y de fertilizantes con contenido de urea.

2.3.3.1 Encalado

En este Primer Inventario Provincial no se estima esta contribución debida a la cal, por falta de datos. Es de destacar que en el último Inventario Nacional tampoco se informa la presente categoría.

2.3.3.2 Aplicación de urea

El agregado de urea a los suelos durante la fertilización conlleva una pérdida de CO₂ que se fija en el proceso de producción industrial. La urea (CO(NH₂)₂) se convierte en amonio (NH₄⁺), ión hidroxilo (OH⁻), y bicarbonato (HCO₃⁻) en presencia de agua y de enzimas de ureasa. A su vez, el bicarbonato se convierte en CO₂ y agua.

Los resultados se detallan en la Tabla 11.

Tabla 11. Emisiones de GEI, en la Provincia de Santa Fe en el año 2016, correspondiente a la aplicación de urea.

Tipo de fertilizante	Emisiones C (ton)	Factor de conversión C-CO ₂	Emisiones (TnCO ₂ eq)
UAN	1 222,19	3,67	4 481,35
Urea	11 068,18	3,67	40 583,31
Total			45 064,66

En conclusión, la aplicación de urea emite un total de **45 065 toneladas de CO₂eq** en Santa Fe en 2016.

2.3.4 Subsector Emisiones directas de N₂O de suelos gestionados

El Oxido nitroso (N₂O) se produce de manera natural en los suelos a través de la nitrificación y desnitrificación. La primera es la oxidación microbiana aeróbica del amonio en nitrato, mientras que la segunda es la reducción microbiana anaeróbica del nitrato en Nitrógeno gaseoso (N₂). El N₂O es un producto intermedio en la secuencia de reacción de la desnitrificación y un producto derivado de la nitrificación que se fuga de las células microbianas al suelo y de allí a la atmósfera. Uno de los principales factores de control es la disponibilidad de N inorgánico en el suelo. En esta sección, se consideran las emisiones/absorciones asociadas a los agregados netos de N a los suelos producidos por el hombre, tales como fertilizantes, depósitos de estiércol, residuos agrícolas, barros cloacales, etc o bien por la mineralización de N en la materia orgánica del suelo, producida por la gestión de suelos orgánicos o por cambios en los cultivos o usos del suelo, en suelos minerales. Estas emisiones se producen tanto por vía directa desde los suelos, como por vía indirecta, que puede ser: a partir de la volatilización del Amoníaco y Óxidos de Nitrógeno (con x = 1 o 2) NO_x de los suelos gestionados y de la combustión de los combustibles fósiles y quemado de biomasa, con la subsiguiente deposición de estos gases y sus productos en suelos y agua. Además, a partir de la lixiviación y escurrimiento del N.

Las emisiones directas de N₂O se producen por un incremento del N disponible, que se genera por agregados de N de origen antropogénico, por cambios en el uso del suelo o en las prácticas de manejo de los mismos, que resulten en la mineralización del N orgánico del suelo. Las fuentes consideradas incluyen: fertilizantes sintéticos, deposición de excretas en pasturas, residuos de cosecha, mineralización de N relacionada con la pérdida de materia orgánica del suelo como resultado de cambios en el uso de la tierra o en la gestión de suelos minerales y el drenaje de suelos orgánicos.

Los resultados de las emisiones directas de N₂O y su conversión a CO₂eq se encuentran detalladas en la Tabla 12.

Tabla 12. Emisiones de GEI, en la Provincia de Santa Fe en el año 2016, correspondiente a las Emisiones directas de Oxido nitroso (N₂O) de los suelos gestionados.

Subsector	Emisiones directas de N ₂ O-N (kg N ₂ O-N)	Factor de conversión N ₂ O-N a N ₂ O	Emisiones N ₂ O (ton)	Emisiones (TnCO ₂ eq)
Fertilizantes sintéticos	145 259,04	1,571428571	228,26	70 761,91
Residuos de cosecha	3 165 577,97	1,571428571	4 974,48	1 542 088,70
Orina y estiércol de animales de pastoreo	1 809 555,15	1,571428571	2 843,59	881 511,87
Total (TnCO₂eq)				2 494 362,47

En conclusión, las emisiones directas de N₂O de suelos gestionados en Santa Fe durante el 2016 conllevan **2,494 MTnCO₂eq**.

La contribución de cada Subsector se puede observar en la Figura 11.

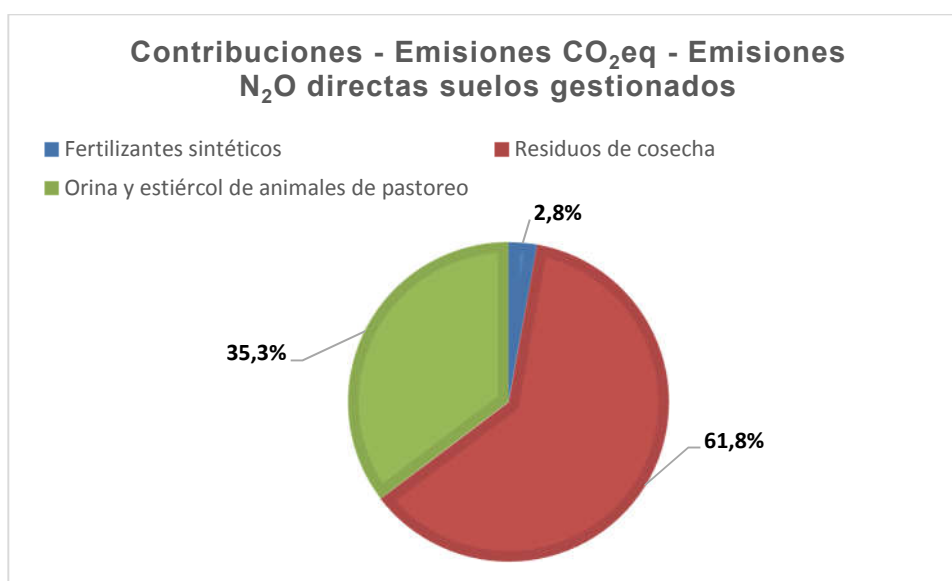


Figura 11. Contribución relativa porcentual de las emisiones directas de N₂O de los suelos gestionados.

Los residuos de cosecha son responsables de la mayor parte de las emisiones de la presente categoría (61,8 %), seguidos por la orina y estiércol de los animales de pastoreo (35,3 %), totalizando ambos 97,1 %. Finalmente, con una contribución pequeña se encuentran los fertilizantes sintéticos (2,8 %).



2.3.5 Subsector Emisiones indirectas de N₂O de suelos gestionados

Además de las emisiones directas de N₂O de los suelos gestionados que se producen por vía directa, también tienen lugar emisiones de N₂O por vías indirectas, tales como la volatilización de N como NH₃ y NO_x.

Los resultados de las emisiones correspondientes a la presente categoría se detallan en la Tabla 13.

Tabla 13. Emisiones de GEI, en la Provincia de Santa Fe en el año 2016, correspondiente a las Emisiones indirectas de Oxido nitroso (N₂O) de los suelos gestionados.

Emisiones N-N ₂ O (kg)	Factor de conversión N ₂ O-N a N ₂ O	Emisiones N ₂ O (ton)	Emisiones (TnCO ₂ eq)
452 065,36	1,5714	710,388426	220 220,41

En el año 2016, en la Provincia de Santa Fe, las emisiones indirectas de N₂O en suelos gestionados conllevaron la emisión de 0,220 **MTnCO₂eq**.

En resumen, las emisiones de N₂O de los suelos gestionados y las emisiones de CO₂ derivadas de la aplicación de urea, en 2016 en la Provincia de Santa Fe corresponden a **2,76 MTnCO₂eq**.

En la Figura 12 están representadas las contribuciones de cada Subsector.

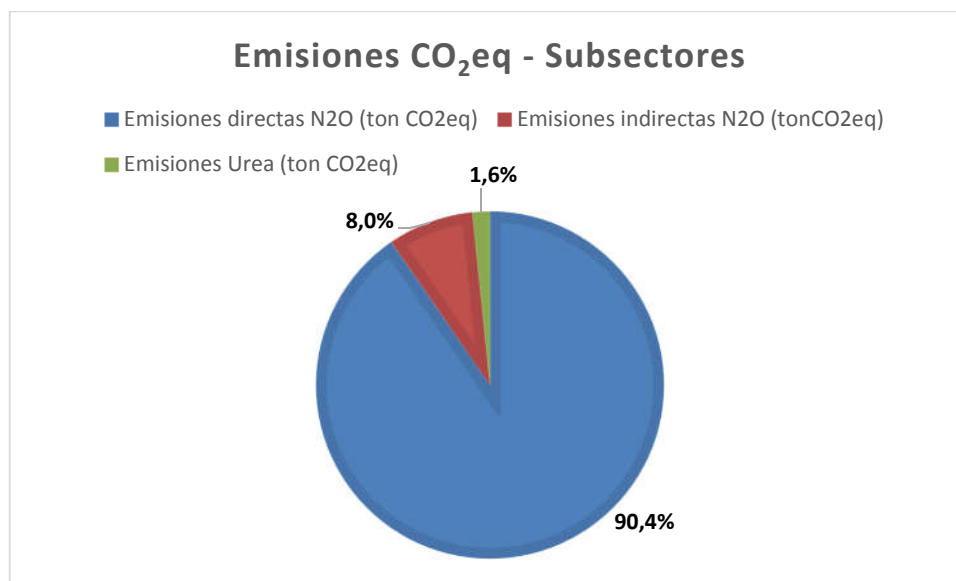


Figura 12. Contribución relativa porcentual de las emisiones directas de N₂O de los suelos gestionados, debidas a los diferentes Subsectores.

En particular, las emisiones directas de N₂O presentan una contribución ampliamente mayoritaria (90,4 %), frente a las indirectas de N₂O (8,0 %), sumando entre ambas (98,4 %) y el resto a las emisiones de CO₂ asociadas a la aplicación de urea (1,6 %).

2.3.6 Subsector Cultivo de arroz

La descomposición anaeróbica de la materia orgánica en los arrozales inundados produce Metano (CH₄), cuya cantidad anual emitida depende de la cantidad y duración de los cultivos, de los regímenes hídricos previos al período de cultivo y de los abonos orgánicos e inorgánicos del suelo, así como del tipo de suelo y la temperatura.

La Provincia de Santa Fe es la tercera productora de arroz a nivel nacional, luego de Corrientes y Entre Ríos, representando el 19% del área total cosechada durante el año 2016. Particularmente, la cadena arrocerá santafesina se desarrolla hacia el este de la provincia, en los márgenes del Río Paraná de los departamentos de San Javier y Garay.

En la Tabla 14, se presentan los resultados correspondientes al Cultivo de arroz, para la Provincia de Santa Fe, el año 2016, siendo sus emisiones **0,126 MTnCO₂eq**.

Tabla 14. Emisiones de GEI en la Provincia de Santa Fe en el año 2016, correspondientes al Cultivo de arroz.

Emisiones de CH ₄ (tonelada)	Emisiones (TnCO ₂ eq)
6 003,01	126 063,21

2.4 Sector Residuos

El Sector Residuos o Desechos (Categoría 4 del IPCC) incluye no solo los Residuos Sólidos Urbanos sino también los Industriales, así como las aguas residuales residenciales e industriales cualquiera sea su gestión. En esta categoría, la Provincia de Santa Fe emitió **1,211MTnCO₂eq** durante el año 2016.

En la Tabla 15 se detallan las emisiones desagregadas en dos subcategorías o subsectores: *Residuos sólidos urbanos* y *Aguas residuales*.

Tabla 15. Emisiones de GEI producidas por el Sector Residuos en la Provincia de Santa Fe en el año 2016, correspondientes a los Subsectores: Residuos sólidos urbanos y Aguas residuales.

Subsector	Emisiones GEI (MTnCO ₂ eq)
Residuos sólidos urbanos	0,758
Aguas residuales	0,453
Total	1,211

La mayor contribución porcentual relativa a las emisiones de gases de efecto invernadero está dada por las Aguas residuales (62,5 %), siendo el resto debida a Residuos sólidos urbanos (37,5 %).

2.4.1 Subsector Residuos sólidos urbanos

En la Tabla 16 se describe la emisión del gas de efecto invernadero Metano (CH₄) expresada en millones de toneladas de CO₂equivalente, producida por los Residuos Sólidos Urbanos de la Provincia de Santa Fe, en el año 2016, en cada uno de los Nodos geográfico-administrativos en los que se divide la Provincia: Nodo 1, Reconquista; Nodo 2, Rafaela; Nodo 3, Santa Fe; Nodo 4, Rosario y Nodo 5, Venado Tuerto.

Tabla 16. Emisión de Metano (en MTnCO₂eq) en el 2016, en los distintos Nodos geográfico-administrativos de la Provincia de Santa Fe.

Emisiones de Metano (CH ₄)	Nodo 1 (MTnCO ₂ eq)	Nodo 2 (MTnCO ₂ eq)	Nodo 3 (MTnCO ₂ eq)	Nodo 4 (MTnCO ₂ eq)	Nodo 5 (MTnCO ₂ eq)	Total (MTnCO ₂ eq)
	0,0592	0,0639	0,158	0,401	0,0756	0,758

En la Figura 13 están representadas las contribuciones porcentuales relativas de cada Nodo al total de las emisiones de Metano en el año 2016. Es posible observar que la mayor contribución (52,9%) proviene del Nodo 4 (Gran Rosario) dado el gran número de personas que lo habitan (alrededor de 1.75 millones de habitantes), siguiéndole los Nodos 3 (20,8 %), 5 (10,0 %), 2 (8,4 %) y 1 (7,8 %).

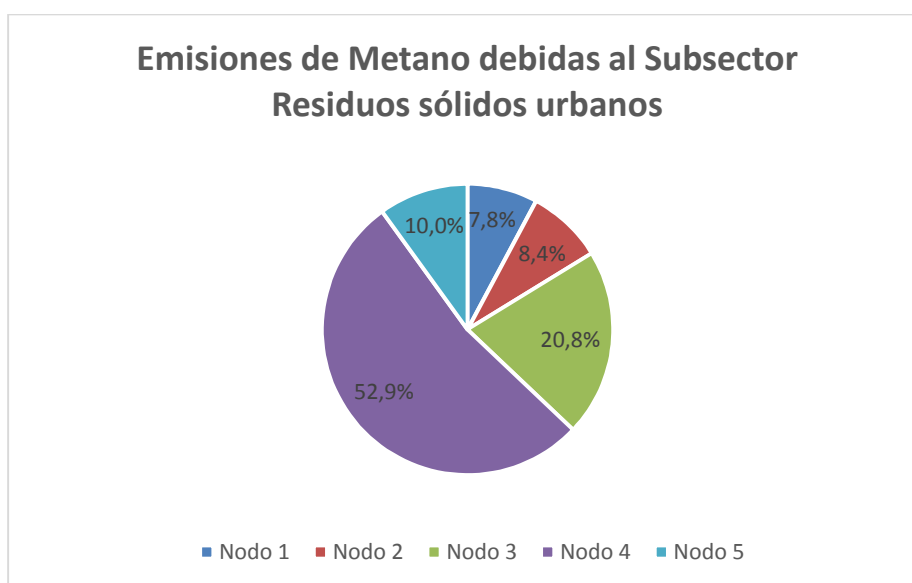


Figura 13 Contribución relativa porcentual de las emisiones de Metano (detalladas en Tabla 16 como TnCO₂eq) debidas al Subsector Residuos sólidos urbanos, por Nodo geográfico-administrativo de la Provincia de Santa Fe, en el año 2016.

2.4.2 Subsector Aguas residuales

En este Subsector se estiman las emisiones de Dióxido de Carbono equivalente total, donde el aporte se da por el Metano (CH₄) producido por la degradación anaeróbica de las Aguas Residuales Domésticas/Comerciales y por las Aguas Residuales Industriales y las emisiones de Oxido nitroso (N₂O) producidas por las Aguas Residuales Humanas. Las emisiones debidas a este Subsector ascienden a **0,4534 MTCO₂eq**.

La Tabla 17 detalla las contribuciones a las emisiones de la Provincia de Santa Fe del año 2016, debidas a Aguas residuales.

Tabla17. Emisiones de gases de efecto invernadero Metano (CH₄) y Oxido nitroso (N₂O) (en MTnCO₂eq) en el 2016, en la Provincia de Santa Fe, debidas a Aguas residuales.

Categoría	Emisiones (MTnCO ₂ eq)
Doméstico (debidas a CH ₄)	0,1887
Industrial (debidas a CH ₄)	0,2005
Efluentes domésticos (debidas a N ₂ O)	0,0642
Total	0,4534

En la Figura 14 se detalla la contribución relativa porcentual del Subsector Aguas

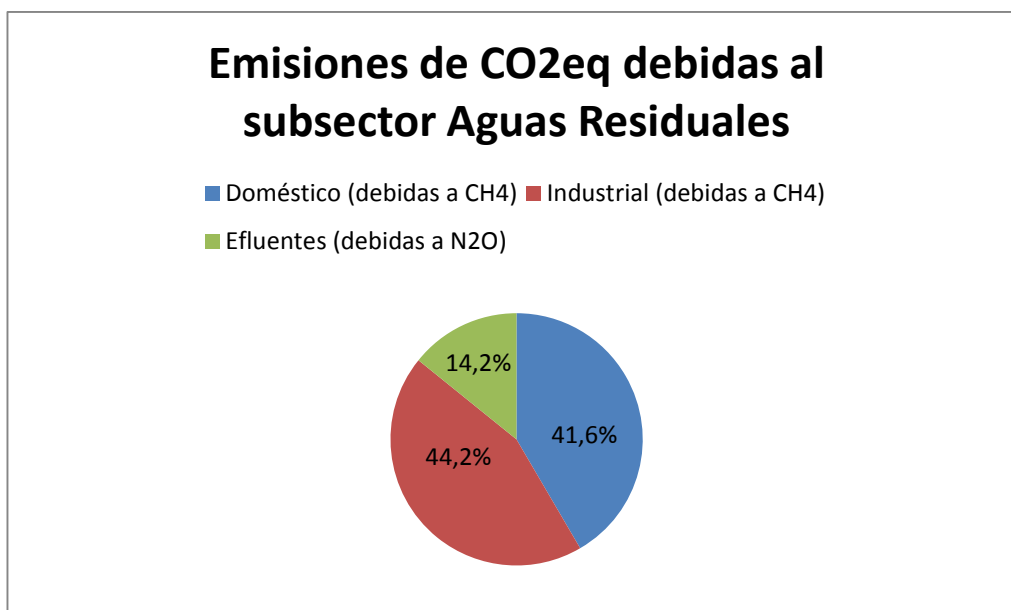


Figura 14. Contribución relativa porcentual del Subsector Aguas residuales a las emisiones de gases de efecto invernadero (CH₄ y N₂O), por tipo de categoría: Doméstico, Industrial y Efluentes domésticos.

residuales, a las de emisiones de Metano (CH₄) debidas a las Categorías: Doméstico (41,6 %) e Industrial (44,2 %) y de Oxido nitroso (N₂O) debida a Efluentes domésticos (14,2%), siendo la contribución del Metano la más importante.

La Categoría principal que influye en las emisiones es la de *pasta y papel*, lo cual se debe principalmente a la gran generación de agua residual en el proceso de fabricación. Al comparar esta Categoría con las demás fuentes de



gases de efecto invernadero resulta ser muy superior, ya que en la Provincia de Santa Fe existen varias empresas de gran importancia en la producción de estos productos, como lo es Celulosa Argentina SA. El siguiente grupo (donde junto al de pasta y papel abarcan casi el 90% de las emisiones totales) es la categoría *Otras*, debido a que incluye varios tipos de productos como: Arroz, Frutas, Verduras, Lácteos, Aceites que se producen de manera significativa a nivel provincial.

2.5 Sector Industria

El Sector Industria (Categoría 2 del IPCC⁵) incluye las emisiones asociadas a los procesos de fabricación de productos industriales y uso de productos. No se incluyen aquí (tal como lo solicita el IPCC) las emisiones vinculadas al uso de combustibles para producción de energía en la industria, extracción, procesamiento y transporte de combustibles ni transporte de sustancias, las que ya están consideradas en el Sector Energía.

En la Provincia de Santa Fe se emitieron **0,5795 MTnCO₂eq** de gases de efecto invernadero asociadas a este sector, durante el año 2016. Los Subsectores preponderantes, o mayoritarios, evaluados en este primer inventario provincial han sido cuyas emisiones asociadas: *Industria de producción de metales (hierro y acero)*, *Industria química (petroquímica)* e *Industria de los minerales (vidrio)*, se detallan en la Tabla 18.

Tabla 18. Emisiones GEI producidas por el Sector Industria en la Provincia de Santa Fe en el año 2016, correspondiente a los Subsectores: Industria de producción de metales (hierro y acero), Industria Química (petroquímica) e Industria de los minerales (vidrio).

Subsector	Emisiones GEI (MTnCO ₂ eq)
Industria de producción de metales (hierro y acero)	0,500
Industria química (petroquímica)	0,0794
Industria de los minerales (vidrio)	0,000052
Total	0,5795

⁵ Procesos industriales y Usos de Productos.

La contribución relativa porcentual de cada Subsector está descrita en la Figura 15, comprobándose que el mayor aporte (en este Sector) proviene de la Industria de producción de metales (hierro y acero) (86,3 %) y el resto debido prácticamente a la Industria química (petroquímica) (13,7 %), dado que la contribución de la Industria de los minerales (entre las que se encuentra la del vidrio) es mínima comparada con las demás.

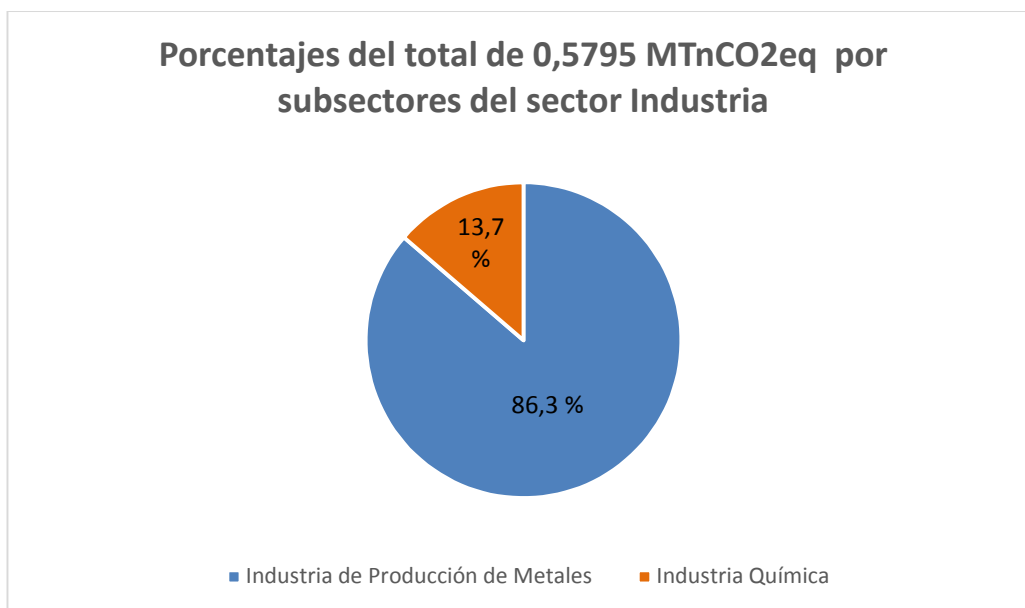


Figura15. Contribución relativa porcentual de los Subsectores de producción de metales (hierro y acero) y de industria química (petroquímica). El subsector industria de los minerales no aparece aquí por su baja relación porcentual.

A continuación se presenta un análisis por Subsector.

2.5.1 Subsector Industria de producción de metales (Categoría 2.C del IPCC)

El presente Subsector está representado en la Provincia de Santa Fe principalmente por la gran Acería ACINDAR, instalada en Villa Constitución, siendo las demás industrias de este tipo varios órdenes de magnitud menores en sus producciones, por lo que los resultados se concentran esencialmente en esta acería.

De acuerdo a las Directrices IPCC 2006, la producción de hierro y acero debe incluir: instalaciones principales que producen tanto hierro como acero, instalaciones secundarias de fabricación de acero solamente, plantas de producción de hierro y producción de coque metalúrgico fuera de la instalación. Las emisiones de GEI asociadas a la producción de coque metalúrgico, a partir de la carbonización a altas temperaturas del carbón, se considera un uso energético del combustible fósil, por lo que se reportan en el Sector Energía.

La diferencia principal entre el hierro y el acero se halla en el porcentaje de Carbono: el acero es hierro con un porcentaje de Carbono de entre el 0,03% y el 1,075%.

La producción del acero puede realizarse a partir del mineral de hierro o bien de chatarra de acero reciclada. El primer caso, incluye la producción de coque, los altos hornos y los hornos básicos de Oxígeno o de reverbero. El acero bruto se produce en un horno básico de Oxígeno a partir del arrabio (producto obtenido de la primera fusión del hierro en los altos hornos que contiene más Carbono que el acero o que el hierro forjado) producido por el alto horno y luego se procesa para obtener productos acabados de acero. El arrabio también puede procesarse para obtener directamente productos de hierro. En el segundo caso, se utilizan hornos de arco eléctrico.

Los resultados de las emisiones de gases de efecto invernadero asociadas a la producción de hierro y acero se detallan en la Tabla 19.

Tabla 19. Emisiones GEI producidas en la Provincia de Santa Fe en el año 2016, correspondiente al Subsector Industria de producción de metales (hierro y acero).

Producto	Emisiones (TnCO ₂)	Emisiones (TnCH ₄)	Emisiones (TnCO ₂ eq)
Hierro reducido directo	421 124,20	0,00	421 124,20
Acero crudo	79 294,72	0,00	79 294,72
Total	500 418,92	0,00	500 418,92

En conclusión, las emisiones asociadas a los procesos productivos de hierro y acero (no consumo de energía) han sido de **0,500 MTnCO₂eq** durante el 2016 en la Provincia de Santa Fe. Dicho valor no incluye las emisiones asociadas al consumo o uso de energía (calor, electricidad, etc.) de dicha actividad, las que están consideradas en el reporte del Sector Energía.

La proporción relativa porcentual de las distintas contribuciones a las emisiones debidas a esta industria: hierro reducido directo y acero crudo, está representada en la Figura 16.

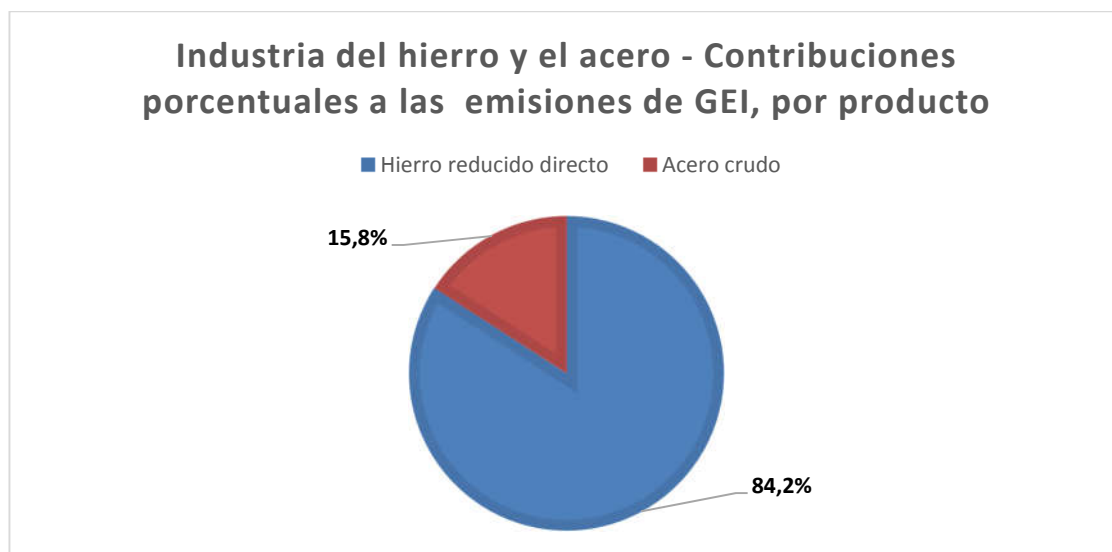


Figura 16. Contribución relativa porcentual de la Industria del hierro y del acero, desagregadas de acuerdo a si el proceso es a partir de mineral de hierro (hierro reducido directo, detallado en color azul), o bien a partir de chatarra (Acero crudo, en naranja).

Como se observa en dicha Figura 16, el proceso a través de hierro reducido directo presenta la mayor contribución a las emisiones de CO₂ con el 84,2 %. Siendo la del proceso a partir de acero crudo del 15,8 %.

2.5.2 Subsector Industria química (Categoría 2.B del IPCC)

En esta sección se calculan las emisiones de gases de efecto invernadero que resultan de la producción de diversos compuestos químicos inorgánicos y orgánicos, que contribuyen de manera significativa a los niveles de emisiones mundiales y nacionales.

Se ha incluido la industria petroquímica, ya que utiliza combustibles fósiles primarios (gas natural, petróleo, carbón) o productos de refinería de petróleo como materias primas de sus propios procesos⁶.

Es así que en este ítem se estiman las emisiones de gases de efecto invernadero provenientes de la producción de metanol, etileno y propileno, dicloruro de etileno, óxido de etileno y acrilonitrilo, así como de la producción de negro de humo. El negro de humo no es considerado en sí un producto petroquímico, pero en su proceso de producción se utilizan sustancias petroquímicas como alimentación. Las Directrices del IPCC 2006 consideran

⁶ En particular, en este inventario, no se han incluido las producciones de amoníaco, ácido nítrico, ácido adípico, caprolactama, glioxil, ácido glioxílico, carburo, dióxido de titanio, ceniza de



sosa y clorodifluorometano, por no existir industrias de este tipo en la Provincia de Santa Fe, en el año 2016.

estos productos por su relevancia en las emisiones asociadas a estas industrias, dado los volúmenes de producción mundial. Sin embargo, se alienta a incluir otros productos relevantes para el sector analizado. En este inventario se incluyen además los siguientes productos de la industria petroquímica producidos en Santa Fe: anhídrido ftálico, caucho estireno-butadieno, etileno, etilbenceno.

En la Tabla 20 se encuentran detalladas las emisiones asociadas a la producción petroquímica descrita en el párrafo anterior, para la Provincia de Santa Fe durante el año 2016. Además, se incluyen otras emisiones debidas a los Óxidos de Nitrógeno (NO_x , con $x = 1$ y 2) y los Compuestos Orgánicos Volátiles No-Metano (COVNM), las cuales no se incluyen en el balance de emisiones CO_2eq .

Al igual que en el Subsector de Industrias de Metales, no se incluyen las emisiones asociadas al consumo o uso de energía (calor, electricidad, etc.) por parte de la Industria Petroquímica, lo que ya se encuentra estimado en el Sector Energía.

Tabla 20. Emisiones GEI y otras emisiones (NO_x y Compuestos Orgánicos Volátiles No-Metano o COVNM) producidas por el Sector Industria Petroquímica en la Provincia de Santa Fe en el año 2016, por tipo de producto.

Producto	Emisiones GEI			Otras emisiones	
	Emisiones de CO_2 (ton)	Emisiones de CH_4 (ton)	Emisiones (TnCO_2eq)	Emisiones de NO_x (ton)	Emisiones COVNM (ton)
Metanol	14 437,50	86,25	16 248,75	N/A	N/A
Etileno	50 593,13	117,00	53 050,13	1,56	54,6
Anhídrido ftálico	N/A	N/A	N/A	N/A	78,75
Caucho estireno - butadieno	N/A	N/A	N/A	N/A	117,45
Estireno	N/A	480,00	10 080,00	N/A	2 160,00
Totales	65 030,63	683,25	79 378,88	1,56	2 410,80

En conclusión, la Industria Petroquímica y de Negro de Humo en la Provincia de Santa Fe, emitió **79 379 TnCO₂eq** durante el año 2016. Desagregándolas por cada sustancia química, la Figura 17 muestra los pesos porcentuales por,

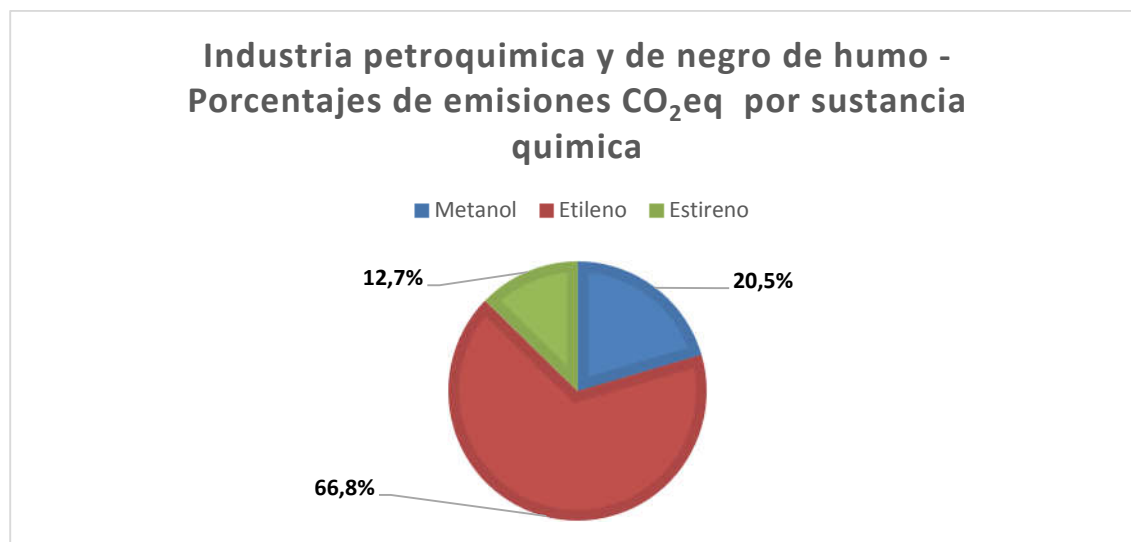


Figura 17. Contribución relativa porcentual a la Industria petroquímica y de negro de humo, de distintas sustancias químicas.

productos correspondiendo a Etileno la mayor proporción (66,8 %), siguiéndolo Metanol (20,5 %) y luego Estireno (12,7 %).

2.5.3 Industria de los minerales (Categoría 2.A del IPCC)

Este Subsector incluye las emisiones de CO₂equivalente provenientes de procesos que utilizan materias primas carbonatadas para la elaboración de productos minerales industriales. La principal vía de liberación de CO₂ es la calcinación de los compuestos carbonatados, durante la cual se forma óxido metálico mediante la aplicación de calor, según la reacción: $\text{CaCO}_3 + \text{calor} \rightarrow \text{CaO} + \text{CO}_2$.

Generalmente en este Subsector se encuentran las emisiones asociadas a tres tipos de industrias (dado su mayor contribución a las emisiones mundiales), la producción de cemento, la de cal y la de vidrio.

Se incluye en el presente inventario, sólo la producción del vidrio, ya que en la Provincia de Santa Fe, en el año 2016 no ha habido producción de cemento y de cal.



La industria del vidrio puede dividirse en cuatro categorías principales: recipientes, vidrios planos (ventanas), fibras de vidrio y vidrios especiales. Las dos primeras representan la mayor cantidad del vidrio comercializado, el cual está compuesto de sílice (SiO_2), sosa (Na_2O) y cal (CaO), con pequeñas cantidades de alúmina (Al_2O_3), otros álcalis y tierras alcalinas.

Las principales materias primas del vidrio que emiten CO_2 durante el proceso de fundición son la piedra caliza (CaCO_3), la dolomita $\text{Ca,Mg}(\text{CO}_3)_2$ y la ceniza de sosa (Na_2CO_3). En la práctica, los fabricantes de vidrio utilizan también chatarra de vidrio reciclada, la cual proviene de la recuperación in situ de vidrios rotos en el proceso, o bien retenciones exteriores a la planta, proveniente de programas de reciclaje o recolección informal.

Tabla 21. Emisiones GEI producidas en la Provincia de Santa Fe en el año 2016, correspondiente al Subsector Industria de los Minerales.

Producto	Emisiones (Tn CO_2)	Emisiones (Tn CH_4)	Emisiones (Tn CO_2eq)
Cemento	0,00	0,00	0,00
Cal	0,00	0,00	0,00
Vidrio	52,92	0,00	52,92
Total	52,92	0,00	52,92

Las emisiones han sido calculadas en base a los datos aportados por 3 empresas que producían vidrio en la Provincia de Santa Fe, en el año 2016, dando esto una contribución de **52,92 toneladas de CO_2eq** , la cual es muy pequeña, comparada con las otras industrias. Los resultados se observan en la Tabla 21.

3. Conclusiones

En base a los resultados presentados anteriormente, se obtienen las siguientes conclusiones:

- ✓ La Provincia de Santa Fe en el año 2016 emitió a la atmósfera 23,403 Millones de toneladas de CO_2eq , siendo las contribuciones de los distintos Sectores, las siguientes en orden decreciente (con sus respectivos porcentajes) :



11,537 Millones de toneladas de CO₂eq para el Sector Energía (49,3 %),
10,075 Millones de toneladas de CO₂eq para AFOLU (43 %),
1,211 Millones de toneladas de CO₂eq para Residuos (5,2 %) y
0,5795 Millones de toneladas de CO₂eq para Industria (2,5 %).

- ✓ Tal como se mencionó en la Introducción, es de gran importancia conocer detalladamente la contribución a las emisiones de gases de efecto invernadero total y por Sector, para de este modo poder diagramar acciones tendientes a sus reducciones.

Referencias

- *Directrices del IPCC (Panel Intergubernamental de Expertos sobre Cambio Climático), 2006 (disponible en <https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/spanish/>).*
 - *IPCC (Panel Intergubernamental de Expertos sobre Cambio Climático). Informe del Grupo de Trabajo 1: "Cambio climático 2013: Bases físicas". Publicado por Cambridge University Press, 2013 (disponible en www.ipcc.ch).*
 - *IPCC (Panel Intergubernamental de Expertos sobre Cambio Climático). Informe especial sobre: "Global warming of 1.5 °C". Publicado por Cambridge University Press, 2018 (disponible en www.ipcc.ch).*
 - *3ra Comunicación Nacional de la República Argentina a la Convención Marco de Naciones Unidas sobre Cambio Climático. "Inventario de Gases de Efecto Invernadero de la República Argentina-Año 2012". Publicado en 2014 (disponible en <https://www.argentina.gob.ar/ambiente/sustentabilidad/cambioclimatico/comunicacionnacional/tercera>).*
-

Sector 1: Energía

La energía constituye uno de los sectores económicos con mayor impacto en las actividades productivas y de la vida cotidiana, ya que el uso de la energía se da en todos los niveles y su disponibilidad y costo son fundamentales para el desarrollo industrial y social. En general, en Santa Fe, los sistemas de energía funcionan por combustión de combustibles fósiles, proceso en el que estos se convierten principalmente en Dióxido de carbono (CO_2) y agua (H_2O), liberando la energía química del combustible en forma de calor. Este calor se puede utilizar para generar electricidad o para el transporte. El Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático de Naciones Unidas (IPCC, por sus siglas en inglés) define a la *quema del combustible* como “la oxidación intencional de materiales dentro de un aparato diseñado para suministrar calor o trabajo mecánico a un proceso, o para utilizar fuera del aparato”.

El sector Energía descrito por la metodología detallada en las Directrices 2006 del IPCC incluye todas las emisiones de gases de efecto invernadero provenientes de la combustión y las fugas de combustible en:

1. Explotación de fuentes primarias de energía.
2. Conversión de fuentes primarias a formas más fácilmente utilizables en refinerías y centrales eléctricas.
3. Transmisión y distribución de combustibles.
4. Uso de combustibles para energía estacionaria y móvil.

Cada una de estas categorías puede producir emisiones por combustión y fugitivas, o por escape sin combustión. Normalmente, las emisiones fugitivas representan *sólo una pequeña parte* y están relacionadas a la extracción, transformación y transporte de energía primaria, por lo que *no están incluidas en el presente Inventario* para la provincia de Santa Fe. Algunos ejemplos son la fuga de gas natural y las emisiones de Metano (CH_4) durante la minería carbonífera y la quema en antorcha durante la extracción y la refinación del petróleo/gas.

Es importante destacar que las emisiones de CO_2 de los combustibles de biomasa no se incluyen en los cálculos, sino que se presentan a modo informativo, pero si se estiman las emisiones de CH_4 provenientes de la quema de biomasa en este sector Energía. A su vez, las emisiones derivadas del uso no energético de hidrocarburos fósiles en los procesos industriales (alimentación a proceso, lubricantes, solventes,



entre otros) se declaran en el Sector 2. Procesos Industriales y Uso de Productos (PIUP o IPPU, por sus siglas en Inglés).

Es de señalar que este es un Primer Inventario de Gases de Efecto Invernadero de la Provincia de Santa Fe, por lo que contiene la mayor cantidad de información que se ha podido recabar en **este y los demás Sectores, siendo factible de ser perfeccionado (tal como es el caso del Informe similar a nivel nacional) con los sucesivos nuevos Informes provinciales.**

1A-Actividades de quema de combustible

Las actividades consideradas dentro de esta sección como fuentes de emisiones debido a la quema de combustibles son:

Código IPCC	Nombre	Definición
1A1	<u>Industria de la Energía</u>	Emisiones de los combustibles quemados por la extracción de combustibles o por las industrias de producción energética.
1A1a	<i>Producción de electricidad y calor como actividad principal</i>	Emisiones de: los productores de electricidad como actividad principal, la generación combinada de calor y energía, y las centrales de calor. Refiere a las empresas cuya actividad principal es la de suministrar energía al público. Deben incluirse las emisiones procedentes del uso de combustibles en el sitio propio. Las emisiones de los auto productores, es decir, empresas que generan electricidad/calor para su propio uso, como actividad que respalda sus actividades primarias deben asignarse al sector en que fueron generadas y no en esta categoría.
1A1ai	<i>Generación de electricidad</i>	Emisiones de todos los usos de combustible para la generación de electricidad de productores como actividad principal, excepto las centrales combinadas de calor y energía.



1A1aii	<i>Generación combinada de calor y energía</i>	Emisiones de la producción de calor y energía eléctrica de los productores como actividad principal para vender al público en una única instalación.
1A1aiii	<i>Centrales de calor</i>	Producción de calor por parte de los productores como actividad principal, para vender mediante una red de tuberías.
1A1b	<i>Refinación de petróleo</i>	Todas las actividades de combustión que respaldan la refinación de los productos del petróleo incluyen la quema en el sitio para la generación de electricidad y calor para uso propio. No incluye las emisiones por evaporación que ocurren en la refinería. Estas deben declararse por separado en 1B2a(este punto se trata de la categoría “Emisiones Fugitivas provenientes de la fabricación de combustibles – Petróleo”).
	<i>Fabricación de combustibles sólidos y otras industrias energéticas</i>	Emisiones de la quema de combustibles usados durante la fabricación de productos secundarios y terciarios con combustibles sólidos en el sitio propio, incluida la producción de carbón vegetal. Incluye, asimismo, la quema para la generación de electricidad y calor para el uso propio en estas industrias.
1A1ci	<i>Fabricación de combustibles sólidos</i>	Emisiones de la quema de combustibles para la producción de coques de carbón, briquetas de carbón de lignito y el combustible de composición.
1A1cii	<i>Otras industrias de la energía</i>	Emisiones de la quema provenientes del uso de energía de las industrias energéticas en sus propios sitios, no mencionadas anteriormente o para las que no hay datos disponibles por separado. Incluye las emisiones procedentes del uso de la energía propia para la producción de carbón vegetal, bagazo, aserrín, tallos de planta de algodón y carbonización de biocombustibles, como así también combustible usado para minería de carbón, extracción de petróleo y gas y el procesamiento y la refinación del gas natural. Incluye también las emisiones de procesamiento

		previo a la quema para la captura y el almacenamiento de CO ₂ . Las emisiones de la quema procedentes del transporte en ductos deben declararse en 1A3e(Transporte – otro transporte).
1A2	<u>Industrias manufactureras y de la construcción</u>	Emisiones por la quema de combustibles en la industria. Incluye la quema para la generación de electricidad y calor para el uso propio en estas industrias. Las emisiones de la quema de combustibles en hornos para coque que se producen dentro de la industria del hierro y del acero deben declararse en 1A1c. Las emisiones del sector de la industria deben especificarse por subcategorías que se corresponden con las de la Clasificación Industrial Internacional Estándar (ISIC, del inglés).
1A2a	<i>Hierro y acero</i>	Grupo 271 y Clase 2731 de Clasificación Industrial Internacional Uniforme de la ONU.
1A2b	<i>Metales no ferrosos</i>	Grupo 272 y Clase 2732 de Clasificación Industrial Internacional Uniforme de la ONU.
1A2c	<i>Productos químicos</i>	División 24 de Clasificación Industrial Internacional Uniforme de la ONU.
1A2d	<i>Pulpa, papel e imprenta</i>	Divisiones 21 y 22 de Clasificación Industrial Internacional Uniforme de la ONU.
1A2e	<i>Procesamiento de alimentos, bebidas y tabaco</i>	Divisiones 15 y 16 de Clasificación Industrial Internacional Uniforme de la ONU.
1A2f	<i>Minerales no metálicos</i>	División 26 de Clasificación Industrial Internacional Uniforme de la ONU.
1A2g	<i>Equipos de transporte</i>	Divisiones 34 y 35 Clasificación Industrial Internacional Uniforme de la ONU.
1A2h	<i>Maquinaria</i>	Divisiones 28, 29, 30, 31, 32 de Clasificación Industrial Internacional Uniforme de la ONU.
1A2i	<i>Minería y cantería</i>	Divisiones 13 y 14 de Clasificación Industrial Internacional Uniforme de la ONU.

1A2j	<i>Madera y productos de madera</i>	División 20 de Clasificación Industrial Internacional Uniforme de la ONU.
1A2k	<i>Construcción</i>	División 45 de Clasificación Industrial Internacional Uniforme de la ONU.
1A2l	<i>Textiles y cuero</i>	Divisiones 17,18,19 de Clasificación Industrial Internacional Uniforme de la ONU.
1A2m	<i>Industria no especificada</i>	Divisiones 25, 33, 36, 37 de Clasificación Industrial Internacional Uniforme de la ONU.
1A3	<u><i>Transporte</i></u>	Emisiones de la quema y evaporación de combustible para todas las actividades de transporte (a exclusión del transporte militar), independientemente del sector, especificado por las subcategorías que se presentan a continuación.
1A3a	<i>Aviación civil</i>	Emisiones de la aviación civil internacional y de cabotaje. Abarca el uso civil comercial de aviones, incluido: tráfico regular y chárter para pasajeros y carga, taxis aéreos y aviación general. La división entre vuelos internacionales/cabotaje debe determinarse en base a los lugares de salida y de llegada de cada etapa de vuelo. Queda excluido el uso de combustible para transporte terrestre en los aeropuertos, que se declara en 1A3e, Otros transportes. Quedan también excluidos los combustibles para quema estacionaria en aeropuertos; esto se declara en la categoría adecuada de combustión estacionaria.
1A3ai	<i>Aviación internacional</i>	Emisiones de vuelos que salen de un país y llegan a otro. Incluyen despegues y aterrizajes.
1A3aii	<i>Aviación de cabotaje</i>	Emisiones del tráfico civil de cabotaje de pasajeros y de carga que aterriza y llega al mismo país (vuelos comerciales, privados, agrícolas, etc.), incluyendo despegues y aterrizajes. Excluye los militares, que deben declararse en 1A5b.

1A3b	<i>Transporte terrestre</i>	Emisiones de la quema y evaporación que emanan del uso de combustibles en vehículos terrestres, incluido el uso de vehículos agrícolas sobre carreteras pavimentadas.
1A3bi	<i>Automóviles</i>	Emisiones de automóviles principalmente para el transporte de personas y habitualmente con una capacidad de 12 personas o menos.
1A3bii	<i>Camiones para servicio ligero</i>	Emisiones de vehículos para el transporte de cargas ligeras o que están equipados con características especiales tales como tracción en las cuatro ruedas para operación fuera de carreteras.
1A3biii	<i>Camiones para servicio pesado y autobuses</i>	Emisiones vehículos designados como tales en el país en que están registrados. Habitualmente, el peso bruto del vehículo oscila entre los 3500 y los 3900 kg o más para camiones pesados y los autobuses están calificados para transportar más de 12 personas.
1A3biv	<i>Motocicletas</i>	Emisiones de todo vehículo motorizado diseñado para viajar con no más de 3 ruedas en contacto con el pavimento y que pese menos de 680 kg.
1A3c	<i>Ferrocarriles</i>	Emisiones del transporte por ferrocarriles, tanto en rutas de tráfico de carga como de pasajeros.
1A3d	<i>Navegación marítima y fluvial</i>	Emisiones de combustibles usados para impulsar naves marítimas y fluviales, incluyendo aerodeslizadores y aliscafos, pero excluyendo naves pesqueras. La división entre rutas internacionales/nacionales debe determinarse en base a los puertos de salida y de llegada y no por la bandera o nacionalidad del barco.
1A3di	<i>Navegación marítima y fluvial internacional</i>	Emisiones de combustibles usados por naves que se dedican a la navegación internacional marítima y fluvial. La navegación internacional puede ser en mares, lagos internos o vías fluviales o por aguas costeras. Incluye las emisiones de viajes que salen desde un país y llegan a otro. Excluye el consumo de

		barcos pesqueros (véase Otros sectores – Pesca).
1A3dii	<i>Navegación marítima y fluvial nacional</i>	Emisiones de combustibles usados por barcos de todas las banderas que salen y llegan dentro de un mismo país (excluye la pesca, que debe declararse bajo 1A4ciii y los viajes militares, que deben declararse en 1a5b).
1A4	<u>Otros sectores</u>	Emisiones de las actividades de quema, incluida la quema para la generación de electricidad y calor para el uso propio en estas industrias.
1A4a	<i>Comercial/institucional</i>	Emisiones de la quema de combustibles en edificios comerciales e institucionales. Divisiones 41,50,51,52,55,63 a 67, 70 a 75, 80,85,90 a 93, 99 de Clasificación Industrial Internacional Uniforme de la ONU.
1A4b	<i>Residencial</i>	Emisiones por la quema de combustibles en hogares.
1A4c	<i>Agricultura/silvicultura/pesca/ piscifactorías</i>	Emisiones de la quema de combustibles utilizados en agricultura, silvicultura, pesca e industrias pesqueras, tales como piscifactorías. Se excluye el transporte agrícola por autopistas. División 1,2,5 de Clasificación Industrial Internacional Uniforme de la ONU.
1A4ci	<i>Estacionarias</i>	Emisiones de combustibles quemados en bombas, secado de granos, invernaderos hortícolas y otras quemas de agricultura, silvicultura o quemas estacionarias en la industria pesquera.
1A4cii	Vehículos todo terreno y otra maquinaria	Emisiones de combustibles quemados en vehículos de tracción en granjas y en bosques.
1A4ciii	Pesca (combustión móvil)	Emisiones de combustible usado en pesca de cabotaje, costera y en alta mar. La pesca debe cubrir las naves de todas las banderas que hayan repostado en el país (incluida la pesca internacional).
1A5	<u>No especificado</u>	Emisiones de quema de combustibles que no se hayan especificado en otro lugar. Incluye las emisiones de los combustibles enviados a militares en



		el país y a militares de otros países que no participan en operaciones multilaterales.
1A5a	<i>Estacionarias</i>	Emisiones de quema de combustibles en fuentes estacionarias que no se hayan especificado en otro lugar.
1A5b	<i>Móvil</i>	Emisiones de vehículos y otras maquinarias, marina y aviación (que no se hayan incluido en 1A4cii ni en ningún otro lugar).
1A5bi	<i>Móvil (componente de aviación)</i>	Emisiones de aviación de la quema de combustibles que no se hayan especificado en otro lugar. Incluye las emisiones de combustible enviado a las fuerzas militares del país, como así también el combustible enviado dentro de aquel país, pero usado por las fuerzas militares de otros países que no participan en operaciones multilaterales.
1A5bii	<i>Móvil (componente de sector marítimo y fluvial)</i>	Emisiones marítimas y fluviales de la quema de combustibles que no se hayan especificado en otro lugar. Incluye las emisiones de combustible enviado a las fuerzas militares del país, como así también el combustible enviado dentro de aquel país, pero usado por las fuerzas militares de otros países que no participan en operaciones multilaterales.
1A5biii	<i>Móvil (otros)</i>	Todas las demás emisiones de fuentes móviles no incluidas en ningún otro lugar.
-	<u><i>Operaciones multilaterales (informativo)</i></u>	Emisiones de los combustibles utilizados en operaciones multilaterales, conforme a la Carta de las Naciones Unidas. Se incluyen las emisiones del combustible entregado a los militares del país y a los militares de otros países.

1A1) Industrias de la energía

1A1a) Producción de electricidad y calor como actividad principal

Datos de actividad

En el caso de Santa Fe, no existe la producción de calor como actividad principal ni plantas de generación combinada de calor y electricidad, por lo que la actividad incluye sólo la generación pública de electricidad. El dato de actividad corresponde entonces a la cantidad de combustible quemado en las plantas de generación de la red eléctrica. Estos fueron obtenidos de la página web de CAMMESA(<https://aplic.cammesa.com/portalscomb/1>), para cada una de las centrales de la Provincia de Santa Fe:

1. Sorrento, Rosario
2. ENARSA, Brigadier López
3. Secco, Ceres
4. Secco, Rafaela
5. ENARSA, Rufino
6. Secco, Venado Tuerto
7. Vuelta de Obligado,
8. Molino Río de la Plata,
9. José de San Martín.

Los datos de actividad utilizados se pueden observar en la Tabla1A1a.1

Tabla1A1a.1: Datos de Actividad - Combustión Estacionaria - Producción de electricidad y calor como actividad principal				
Combustible	Tecnología	Consumo	Unidad	Fuente
Fuel Oil	Turbina a Vapor	142.115,41	Toneladas	CAMMESA
Gas Natural	Turbina a Gas	474.832,90	Dam³ (*)	
	Ciclo Combinado	592.030,40		
	Turbina a Vapor	30.290,90		
Gas Oil	Motor Diesel	15.939,40	m³	
	Turbina a gas	205.877,00		
	Ciclo Combinado	283.585.40		

(*) Decámetro cúbico.

Factor de emisión

Se utilizan los factores de emisión propuestos por defecto en las Directrices 2006 de IPCC para los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero (ver <https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/spanish/index.html>), como se detallan en la Tabla1A1a.2.

Tabla1A1a.2: Factores de emisión - Combustión Estacionaria - Producción de electricidad y calor como actividad principal

Combustible	Tecnología	FE CO ₂ (ton CO ₂ /TJ)	Fuente	FE CH ₄ (kg CH ₄ /TJ)	FE N ₂ O (kg N ₂ O /TJ)	FE NO _x (kg NO _x /TJ)	FE CO (kg CO/TJ)	FE COVNM (kg COVNM /TJ)	FE SO ₂ (kg SO ₂ /TJ)	Fuente
Fuel Oil	Turbina a Vapor	77,40	Directrices IPCC 2006	0,90	0,30	200,00	15,00	10,00	198,02	Segundo Informe Bienal de Actualización de la República Argentina a la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático
Gas Natural	Turbina a Gas	56,10		6,00	2,40	190,00	46,00	5,00	0,00	
	Ciclo Combinado	56,10		6,00	2,40	190,00	46,00	5,00	0,00	
	Turbina a Vapor	56,10		0,10	2,40	250,00	18,00	5,00	0,00	
Gas Oil	Turbina a Gas	74,10		3,00	0,60	300,00	21,00	5,00	36,28	
	Ciclo Combinado	74,10		3,00	0,60	300,00	21,00	5,00	36,28	
	Motor Diesel	74,10		4,00	0,60	1.300,00	350,00	100,00	36,28	

Es de señalar que en esta Tabla1A1a.2 (y en otras tablas del presente informe) se incluyen, además de los gases de efecto invernadero necesarios de reportar, como ser Dióxido de Carbono (CO₂), Metano (CH₄) y Óxido nitroso (N₂O), otros gases no necesarios de reportar y que tienen efectos secundarios, tales como: Óxidos de nitrógeno (NO_x, con x = 1 y 2), Monóxido de carbono (CO), Dióxido de azufre (SO₂) y Compuestos orgánicos volátiles no-metano (COVNM). Sin embargo, es sólo a título informativo, ya que no se contabilizan en el Inventario General.

Metodología

Las emisiones totales de los distintos gases de efecto invernadero se calculan como la sumatoria de las emisiones correspondientes al consumo de cada tipo de combustible (gasoil, fueloil, gas natural) para cada tipo de tecnología (turbina de vapor, turbina de gas, combustión interna). Para el caso del CO₂ y el SO₂, los factores de emisión sólo dependen del tipo de combustible. Para el resto de los gases, los factores de emisión también dependen de la tecnología con la cual se realiza la combustión.

Se utiliza la ecuación 2.2 del Volumen 2 de las Directrices 2006 de IPCC, empleando el Nivel 1 de cálculo, tanto para esta ecuación como para las demás del presente Sector.

$$Emisión = \sum_a (Volumen Combustibles_a * Factor de Emisión_a)$$

- a: tipo de combustible
- FE: factor de emisión

Resultados

En la Tabla1A1a.3 se pueden observar los resultados de las emisiones de gases de efecto invernadero para la presente sección.

Tabla1A1a.3: Emisiones de Gases de Efecto Invernadero – Combustión Estacionaria – Industrias de la Energía

Combustible	Tecnología	Emisión CO ₂ (ton)	Emisión CH ₄ (ton)	Emisión N ₂ O (ton)	Emisión CO ₂ eq (ton)	Emisión NO _x (ton)	Emisión CO (ton)	Emisión COVNM (ton)	Emisión SO ₂ (ton)
Producción de electricidad y calor como actividad principal									
Fuel Oil	Turbina a Vapor	444.389,21	5,17	1,72	445.031,68	1.148,29	86,12	57,41	1.136,92
Gas Natural	Turbina a Gas	660.963,55	70,69	28,28	671.213,79	2.238,56	541,97	58,91	0,00
	Ciclo Combinado	824.101,53	88,14	35,26	836.881,71	2.791,07	675,73	73,45	0,00
	Turbina a Vapor	42.164,69	0,08	1,80	42.725,46	187,90	13,53	3,76	0,00
Gas Oil	Turbina a Gas	554.308,07	22,44	4,49	556.170,73	2.244,16	157,09	37,40	271,39
	Ciclo Combinado	763.532,00	30,91	6,18	766.097,71	3.091,22	216,39	51,52	373,83
	Motor Diesel	42.915,62	2,32	42.915,62	43.071,99	752,91	202,71	57,92	21,01
Totales		3.332.374,66	219,74	42.993,34	3.361.193,07	12.454,11	1.893,53	340,37	1.803,16



Conclusiones

Como se puede observar en la Tabla1A1a.3, **las emisiones totales de CO₂ equivalente (CO₂eq) producidas por la generación de electricidad como actividad principal en Santa Fe durante el año 2016 ascienden a 3.361.193 toneladas de CO₂eq**(donde CO₂equivalente indica que se consideran las emisiones debidas a CO₂ y también a CH₄ y N₂O, transformando estas dos últimas a CO₂, mediante coeficientes denominados *Potencial de Calentamiento Global*, que toman valores 21 para CH₄ y 310 para N₂O, según las Directrices 2006 de IPCC).

Como se puede observar en la siguiente figura, el gas natural es el combustible de mayor contribución (46%), seguido por el gasoil (41%) y por el fueloil (13%). Asimismo, es necesario destacar la contribución de cada tipo de tecnología: para el caso del gas natural, el ciclo combinado alcanza el 54%, seguido de la turbina a vapor con el 43% y en último lugar se encuentra la turbina a vapor con el 2%; en el caso del gasoil, nuevamente el ciclo combinado se encuentra en primer lugar con el 56%, seguido por la turbina a gas con el 41% y la turbina a vapor con el 3%.

Industrias de la Energía - Producción de electricidad como actividad principal - Emisiones de CO₂eq por combustible y tecnología

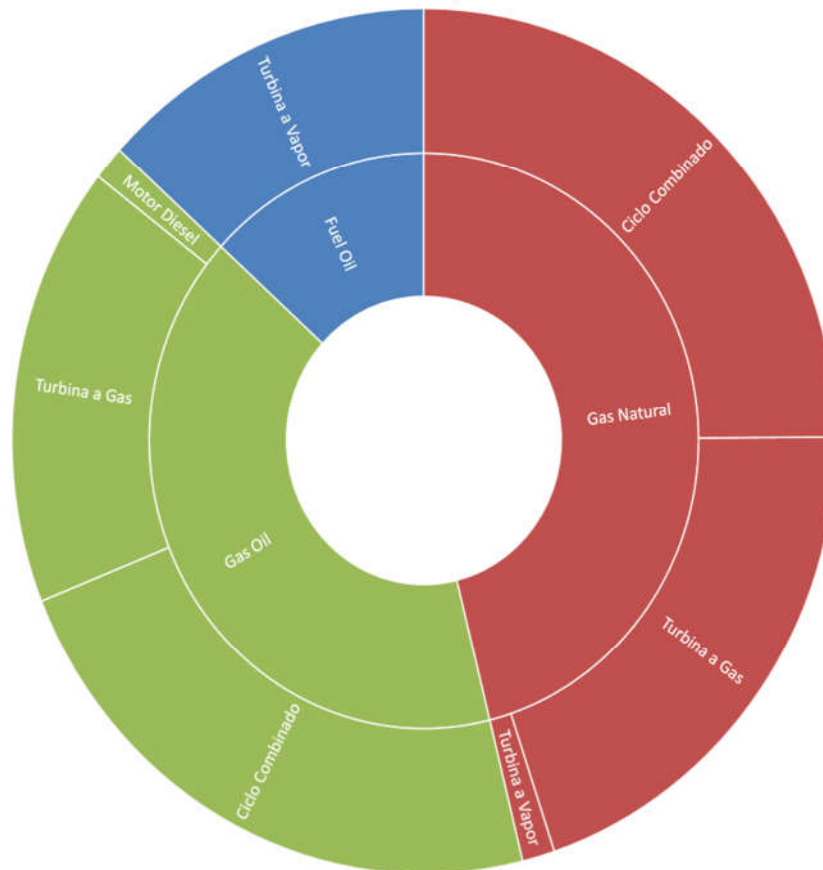


Figura 1. 1: Contribución porcentual de las Industrias de la Energía por combustible y tecnología

1A1b) Refinación de Petróleo

Datos de actividad

El dato de actividad de la presente sección corresponde al volumen de combustible utilizado para la generación de electricidad, calor u otro tipo de energías en las industrias de la refinación de petróleo, discriminados en producción de calor y autoproducción de electricidad donde sea posible. Se considera autogenerador a un consumidor de electricidad que genera energía eléctrica como producto secundario, siendo su propósito principal la producción de bienes y/o servicios. Se trata de empresas que poseen su propia central, generalmente de menor potencia, producen su energía eléctrica y ocasionalmente venden el sobrante al mercado. Estos actores



utilizan los mismos combustibles que las centrales de servicio público, pero también puede encontrarse la utilización de residuos vegetales, gases de proceso, leña o bagazo.

En el caso del gas natural, este fue obtenido de los datos operativos de ENARGAS, sección I.13, “Gas entregado a grandes usuarios industriales, por rama de actividad y provincia” (rama destilería). Este consumo de gas es total, no pudiéndose desagregar en producción de electricidad y calor. Es decir, que se decide priorizar la calidad de datos ciertos a pesar de obtener una desagregación menor.

Para el resto de los combustibles, los datos se obtuvieron del Informe Estadístico del Sector Eléctrico 2016. Dichos datos sólo corresponden a la autoproducción de electricidad, sin incluir la producción de calor, por lo que, para preservar la calidad de los datos, se informa solamente la autoproducción de electricidad para los combustibles distintos del gas natural (para el cual se incluye tanto la autoproducción de electricidad como de calor).

Por otro lado, el Informe Estadístico del Sector Eléctrico 2016 informa combustibles utilizados en la industria para la autoproducción de electricidad por provincia. Asimismo, informa el porcentaje de contribución de cada rama de la industria sólo para el nivel nacional, no provincial. Por lo tanto, se utilizó el porcentaje de contribución de las refinerías para cada tipo de combustible a nivel nacional y se asume que este porcentaje de uso se replica en la provincia de Santa Fe. Es de destacar que el valor total de industrias será preciso, la estimación sólo aplica para la desagregación en subcategorías correspondientes a los tipos de industrias.

En la Tabla 1A1b.4 se observan las estimaciones realizadas:

Tabla 1A1b.4: Combustibles utilizados para la refinación de petróleo por porcentaje de contribución nacional						
Combustible	Total Nacional Combustible (ton)	Total Nacional Refinería (ton)	Porcentaje Refinería	Total Provincial Combustible (ton)	Total Provincial Refinería (ton) (aplicando porcentaje nacional)	Fuente
Gasoil	49.121,08	148,30	0,30	586,00	1,77	Informe Estadístico del Sector Eléctrico 2016
Fueloil	180.031,76	131.446,00	73,01	9.747,00	7.116,55	

En la Tabla 1A1b.5 se pueden observar los datos de actividad utilizados.

Tabla 1A1b.5: Datos de Actividad - Combustión Estacionaria – Refinación de Petróleo			
Combustible	Consumo	Unidad	Fuente
Fuel Oil	7.116,55	Toneladas	Informe Estadístico del Sector Eléctrico 2016
Gas Natural	50.238.000,00	m ³	https://www.enargas.gob.ar/secciones/transporte-y-distribucion/datos-operativos-subsec.php?sec=1&subsec=12&subsecord=13
Gas Oil	1,77	Toneladas	Informe Estadístico del Sector Eléctrico 2016

Factor de emisión

Se utilizan los factores de emisión presentados por defecto en las Directrices del IPCC 2006. Los mismos se encuentran en la Tabla 1A1b.6.

Tabla 1A1b.6: Factores de emisión - Combustión Estacionaria – Refinación del Petróleo									
Combustible	FE CO ₂ (ton CO ₂ /TJ)	FE CH ₄ (kg CH ₄ /TJ)	FE N ₂ O (kg N ₂ O/TJ)	Fuente	FE NO _x (kg NO _x /TJ)	FE CO (kg CO/TJ)	FE COVNM (kg COVNM/TJ)	FE SO ₂ (kg SO ₂ /TJ)	Fuente
Fuel Oil	77,4	3,00	0,6	Segundo Informe Bienal de Actualización de la República Argentina a la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático	200	15	5	198,02	Segundo Informe Bienal de Actualización de la República Argentina a la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático
Gas natural	56,1	1,00	0,1	Directrices IPCC 2006	150	20	5	0	
Gas Oil	74,1	3,00	0,6	Segundo Informe Bienal de Actualización de la República Argentina a la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático	200	15	5	36,28	

Metodología

Las emisiones de los gases de efecto invernadero se calculan como la sumatoria de las emisiones correspondientes al consumo de cada tipo de combustible (gasoil, fuel oil, gas natural). Se utiliza la ecuación 2.2 del Volumen 2 de las Directrices del IPCC de 2006, considerando el Nivel 1 de cálculo.

$$Emisión = \sum_a (Volumen Combustibles_a * Factor de Emisión_a)$$

Resultados

En la Tabla 1A1b.7 se pueden observar los resultados de las emisiones de gases de efecto invernadero producidas durante la refinación de petróleo.

Tabla 1A1b.7: Emisiones de Gases de Efecto Invernadero – Combustión Estacionaria – Refinación del Petróleo								
Combustible	Emisión CO ₂ (ton)	Emisión CH ₄ (ton)	Emisión N ₂ O (ton)	Emisión CO ₂ eq (ton)	Emisión NO _x (ton)	Emisión CO (ton)	Emisión COVNM (ton)	Emisión SO ₂ (ton)
Fuel Oil	22.253,15	0,86	0,17	22.324,74	57,5	4,31	1,44	56,93
Gas Natural	69.930,89	1,25	0,12	69.995,71	186,98	24,93	6,23	0
Gas Oil	5,64	0,0002	0,00005	5,66	0,02	0,001	0,0004	0,003
Totales	92.189,68	2,11	0,3	92.326,11	244,5	29,24	7,67	56,94

Conclusiones

Las emisiones totales de CO₂eq producidas por la refinación del petróleo en la Provincia de Santa Fe durante el año 2016 alcanzan las 92.326 toneladas de CO₂eq.

Como se puede observar en la siguiente figura, el combustible que emite la mayor cantidad de toneladas de CO₂eq es el gas natural (75,81%), seguido por el fuel oil (24,18%) y muy por debajo se encuentra el gasoil (0,006%).

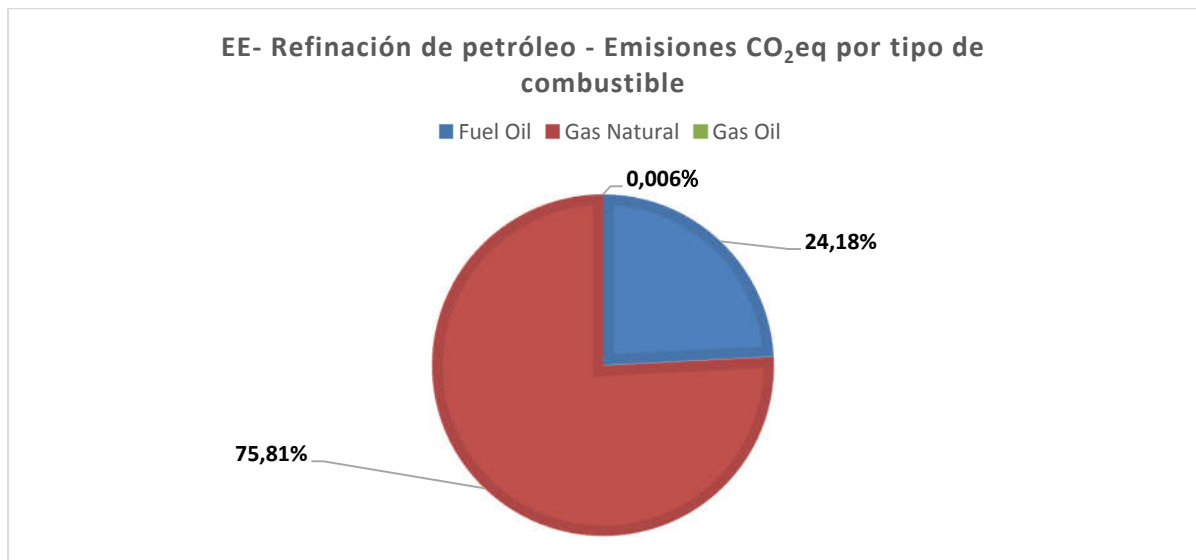


Figura 1. 2: Contribución relativa porcentual de la Refinación de petróleo por tipo de combustible.

1A1c) Fabricación de combustibles sólidos y otras industrias energéticas

No se registran datos relativos a esta sección (producción de coque, etc).

Conclusiones categoría Industrias de la Energía

La categoría Industrias de la Energía emitió en la Provincia de Santa Fe en 2016, 3.453.519 toneladas de CO₂eq. La contribución de cada una de las dos subcategorías que la componen se puede observar en el siguiente gráfico, comprobándose que la casi totalidad corresponde a la Producción de calor y electricidad (97,33 %), siendo el resto la refinación de petróleo (2,67 %):

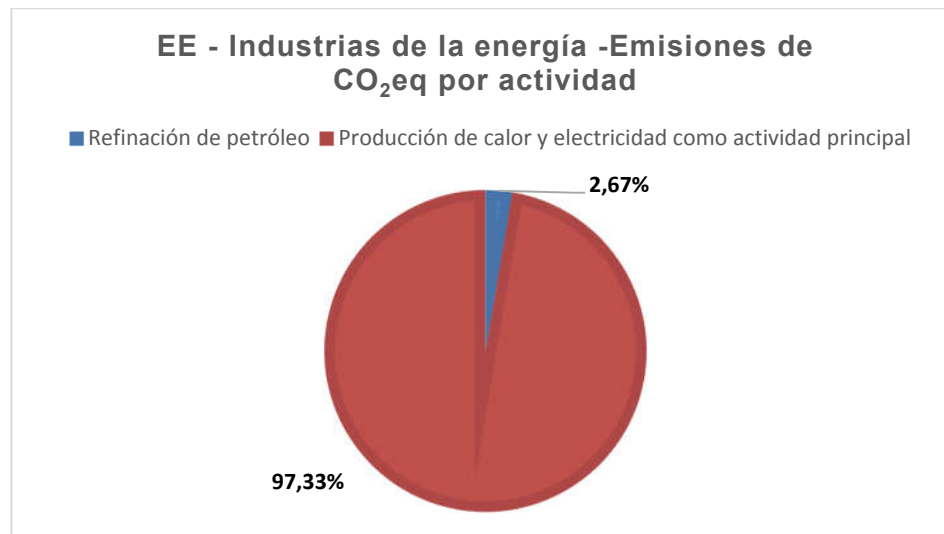


Figura 1. 3: Contribución relativa porcentual de la Industria de la Energía por actividad.

Asimismo, se presenta en el siguiente gráfico un análisis de la contribución por tipo de combustible para el sector en su totalidad, siendo la principal contribución la del Gas natural (46,93 %), seguido por Gas oil (39,53 %) y por Fuel oil (13,53 %):

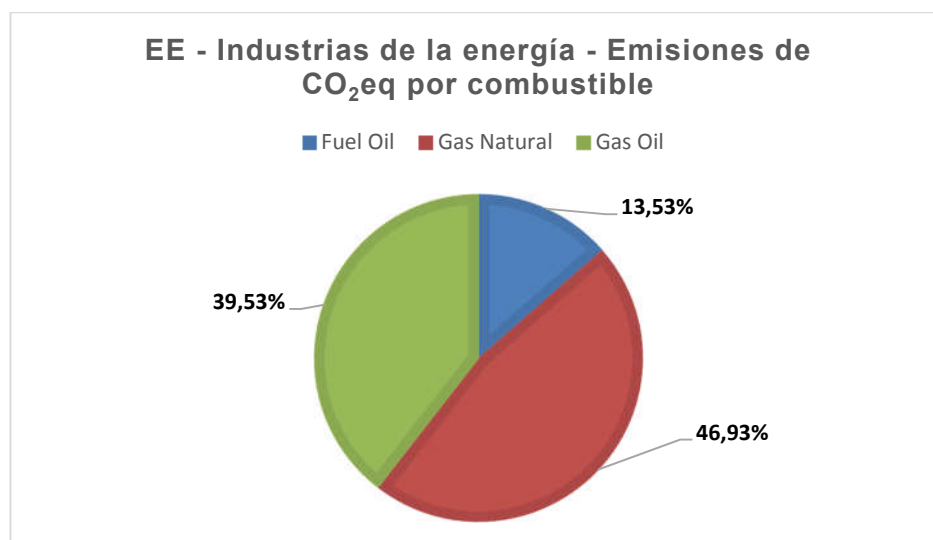


Figura 1. 4: Contribución relativa porcentual de la Industria de la Energía por tipo de combustible.

1A2) Industrias manufactureras y de la construcción

Esta sección incluye el cálculo de las emisiones por la quema de combustibles en las industrias manufactureras y de la construcción, teniendo en cuenta la generación de electricidad y calor propio. Las actividades presentadas en el Informe Estadístico del Sector Eléctrico que no estén listadas en las Directrices 2006 de IPCC se incluyen en la categoría “Industrias no Especificadas”.

1A2a) Industria del hierro

Datos de actividad

El dato de actividad corresponde al volumen de combustible utilizado en la industria del hierro y el acero, discriminados en producción de calor y autoproducción de electricidad, donde sea posible.

En primero lugar, el volumen de gas natural fue obtenido de los datos operativos de ENARGAS, sección I.13, “Gas entregado a grandes usuarios industriales, por rama de actividad y provincia” (ramas metalúrgicas ferrosa y siderurgia). Este consumo de gas es total, no pudiéndose desagregar en producción de electricidad y calor. Es decir, que se prioriza la calidad de datos certeros a pesar de obtener una desagregación menor.

Para el resto de los combustibles, los datos se obtuvieron del Informe Estadístico del Sector Eléctrico 2016. Dichos datos sólo corresponden a la autoproducción de electricidad, sin incluir la producción de calor. Sin embargo, como se puede observar en el Segundo Informe Bienal de Actualización de la República Argentina a la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático, sólo el gas se utiliza para producción de calor, no así el fueloil ni el gasoil.

Por otro lado, el Informe Estadístico del Sector Eléctrico 2016 informa combustibles utilizados en la industria en general para la autoproducción de electricidad por provincia. Asimismo, informa el porcentaje de contribución de cada rama de la industria sólo para el nivel nacional, no provincial. Por lo tanto, se utilizó el porcentaje de

contribución de las industrias metalúrgicas, ferrosas y siderúrgicas para cada tipo de combustible a nivel nacional y se asume que este porcentaje de uso se replica en la provincia de Santa Fe. Es de destacar que el valor total de industrias será preciso, la estimación sólo aplica para la desagregación en subcategorías correspondientes a los tipos de industrias.

En la Tabla1A2a.8 se observan las estimaciones realizadas:

Tabla1A2a.8: Combustibles utilizados para la industria del hierro y el acero por porcentaje de contribución nacional						
Combustible	Total Nacional Combustible (ton)	Total Nacional Hierro y Acero (ton)	Porcentaje Hierro y Acero	Total Provincial Combustible (ton)	Total Provincial Hierro y Acero (ton) (aplicado porcentaje nacional)	Fuente
Gasoil	49.121,08	4,00	0,01	586,00	0,05	Informe Estadístico del Sector Eléctrico 2016
Fueloil	180.031,76	22.021,00	12,23	9.747,00	1.192,23	

Los datos de actividad utilizados se encuentran en la Tabla1A2a.9.

Tabla1A2a.9: Datos de Actividad - Combustión Estacionaria - Hierro y Acero			
Combustible	Consumo	Unidad	Fuente
Gas Natural	263.839.000	m ³	https://www.enargas.gob.ar/secciones/transporte-y-distribucion/datos-operativos-subsec.php?sec=1&subsec=12&subsecord=13
Fueloil	1.192,23	Toneladas	Informe Estadístico del Sector Eléctrico 2016
Gasoil	0,05	Toneladas	

Factor de emisión

Se utilizan los factores de emisión presentados por defecto en las Directrices del IPCC 2006. Los mismos se encuentran en la Tabla1A2a.10.

Tabla1A2a.10: Factores de emisión - Combustión Estacionaria - Hierro y Acero									
Combustible	FE CO₂ (ton CO₂/TJ)	FE CH₄ (kgCH₄/TJ)	FE N₂O (kgN₂O/TJ)	Fuente	FE NO_x (kg NO_x/TJ)	FE CO (kg CO/TJ)	FE COVNM (kg COVNM/TJ)	FE SO₂ (kg SO₂/TJ)	Fuente

Gas Natural	56,10	1,00	0,10	Directrices IPCC 2006	150,00	30,00	5,00	0,00	Segundo Informe Bial de Actualización de la República Argentina a la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático
Fueloil	77,40	3,00	0,60		200,00	10,00	5,00	198,02	
Gasoil	74,10	3,00	0,60		200,00	10,00	5,00	36,28	

Metodología

Las emisiones de los gases de efecto invernadero se calculan como la sumatoria de las emisiones correspondientes al consumo de cada tipo de combustible, a partir de la siguiente ecuación, que corresponde a la ecuación 2.2 del Volumen 1 de las Directrices del IPCC 2006, considerando el Nivel 1 de cálculo.

$$Emisión = \sum_a (Volumen Combustibles_a * Factor de Emisión_a)$$

Resultados

En la Tabla1A2a.11 se pueden observar los resultados de las emisiones de gases de efecto invernadero para las industrias del hierro y el acero.

Tabla1A2a .11: Emisiones de Gases de Efecto Invernadero – Combustión Estacionaria - Hierro y Acero								
Combustible	Emisiones CO ₂ (ton)	Emisiones CH ₄ (ton)	Emisiones N ₂ O (ton)	Emisiones CO ₂ eq (ton)	Emisiones NO _x (ton)	Emisiones CO (ton)	Emisiones COVNM (ton)	Emisiones SO ₂ (ton)
Gas Natural	367.261,75	6,55	0,65	367.602,17	981,98	196,40	32,73	0,00
Fueloil	3.728,05	0,14	0,03	3.740,04	9,63	0,72	0,48	9,54
Gasoil	0,15	0,00001	0,000001	0,15	0,0004	0,00002	0,00001	0,0001
Totales	370.989,95	6,69	0,68	371.342,37	991,62	196,88	32,97	9,54

Conclusiones

Las emisiones deCO₂eq producidas por las industrias del hierro y el acero en la Provincia de Santa Fe durante el año 2016 alcanzan las371.342 toneladas de CO₂eq.

Como se puede observar en la siguiente figura, prácticamente la totalidad de las emisiones de CO₂eq provienen del uso del gas natural (98,99 %), siendo la del fueloil de sólo el 1,01 % y del gasoil mucho menor que ambas (0,00004 %):

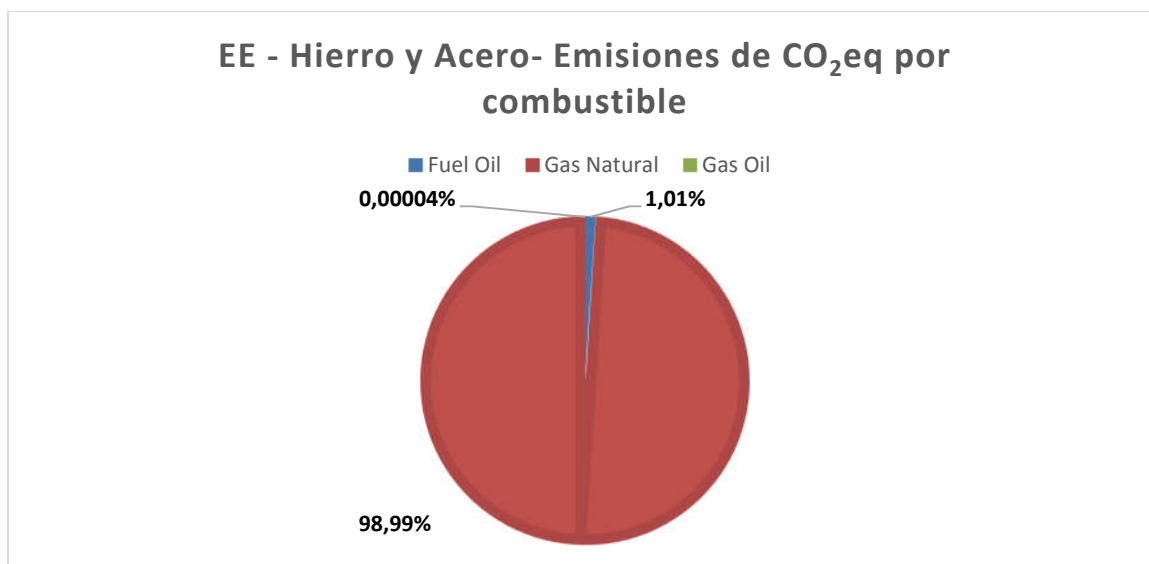


Figura 1. 5: Contribución relativa porcentual de la Industria del hierro y del acero por tipo de combustible.

1A2b) Metales no ferrosos

La presente categoría no se incluye en los cálculos, ya que según los datos operativos de ENARGAS no se consume gas natural en este tipo de industrias en Santa Fe. Asimismo, en el Segundo Informe Bienal de Actualización de la República Argentina a la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático, se informa que a nivel nacional sólo se utiliza gas natural en esta sección, por lo que tampoco aplica el resto de los combustibles a nivel provincial.

1A2c) Productos químicos

Datos de actividad

El volumen de combustible utilizado en la industria química corresponde al dato de actividad para la presente sección, discriminados en producción de calor y autoproducción de electricidad, donde sea posible.



Por una parte, el volumen de gas natural fue obtenido de los datos operativos de ENARGAS, sección I.13, “Gas entregado a grandes usuarios industriales, por rama de actividad y provincia” (rama química). Este consumo de gas es total, no pudiéndose desagregar en producción de electricidad y calor. Se prioriza, de esta manera, la calidad de datos certeros, a pesar de obtener una desagregación menor.

Para el resto de los combustibles, los datos se obtuvieron del Informe Estadístico del Sector Eléctrico 2016, los cuales corresponden a la autoproducción de electricidad, sin incluir la producción de calor. Sin embargo, como se puede observar en el Segundo Informe Bienal de Actualización de la República Argentina a la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático, sólo el gas natural se utiliza para producción de calor, no así el gasoil.

Por otro lado, el Informe Estadístico del Sector Eléctrico 2016 informa combustibles utilizados en la industria en general para la autoproducción de electricidad por provincia. Asimismo, informa el porcentaje de contribución de cada rama de la industria sólo para el nivel nacional, no provincial. Por lo tanto, se utilizó el porcentaje de contribución de las industrias químicas para cada tipo de combustible a nivel nacional y se asume que este porcentaje de uso se replica en la provincia de Santa Fe. Es de destacar que el valor total de industrias será preciso, la estimación sólo aplica para la desagregación en subcategorías correspondientes a los tipos de industrias.

En la Tabla 1A2c.12 se observan las estimaciones realizadas.

Tabla 1A2c.12: Combustibles utilizados para la industria química por porcentaje de contribución nacional						
Combustible	Total Nacional Combustible (ton)	Total Nacional Química (ton)	Porcentaje Química	Total Provincial Combustible (ton)	Total Provincial Química (ton) (aplicado porcentaje nacional)	Fuente
Gasoil	49.121,08	304,40	0,62	586,00	3,63	Informe Estadístico del Sector Eléctrico 2016

Los datos de actividad utilizados están detallados en la Tabla 1A2c.13.

Tabla 1A2c.13: Datos de Actividad - Combustión Estacionaria - Química			
Combustible	Consumo	Unidad	Fuente
Gas Natural	77.107.000,00	m ³	https://www.enargas.gob.ar/secciones/transporte-y-distribucion/datos-operativos-subsec.php?sec=1&subsec=12&subsecord=13
Gasoil	3,63	Toneladas	Informe Estadístico del Sector Eléctrico 2016

Factor de emisión

Se utilizan los factores de emisión presentados por defecto en las Directrices del IPCC 2006. Los mismos se encuentran en la Tabla 1A2a.10.

Metodología

Ídem sección 1A2a.

Resultados

En la Tabla 1A2c.14 se pueden observar los resultados de las emisiones de gases de efecto invernadero para las industrias químicas.

Tabla 1A2c.14: Emisiones de Gases de Efecto Invernadero - Combustión Estacionaria - Química								
Combustible	Emisiones CO ₂ (ton)	Emisiones CH ₄ (ton)	Emisiones N ₂ O (ton)	Emisiones CO ₂ eq (ton)	Emisiones NO _x (ton)	Emisiones CO (ton)	Emisiones COVNM (ton)	Emisiones SO ₂ (ton)
Gas Natural	107.332,32	1,91	0,19	107.431,81	286,98	57,40	9,57	0,00
Gasoil	11,57	0,00047	0,000094	11,61	0,0312	0,00234	0,00078	0,0057
Totales	107.343,89	1,91	0,19	107.443,42	287,02	57,39	9,57	0,01



Conclusiones

En la Provincia de Santa Fe, durante el año 2016 se emitieron 107.443 toneladas de CO₂eq debido al consumo de combustible estacionario en las industrias químicas.

Como se puede deducir a partir de los datos presentados, prácticamente la totalidad de las emisiones proviene del gas natural.

1A2d) Pulpa, papel e imprenta

Datos de actividad

El volumen de combustible utilizado en la industria de la pulpa, el papel y la imprenta corresponde al dato de actividad, separados en producción de calor y autoproducción de electricidad, donde sea posible.

Por una parte, el volumen de gas natural fue obtenido de los datos operativos de ENARGAS, sección I.13, "Gas entregado a grandes usuarios industriales, por rama de actividad y provincia" (rama celulósica y papelera). Este consumo de gas es total, no pudiéndose desagregar en producción de electricidad y calor. Se prioriza, de esta manera, la calidad de datos certeros, a pesar de obtener una desagregación menor.

El volumen del resto de los combustibles se obtuvo del Informe Estadístico del Sector Eléctrico 2016, los cuales corresponden a la autoproducción de electricidad, sin incluir la producción de calor. Como se puede observar en el Segundo Informe Bienal de Actualización de la República Argentina a la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático, ni el gasoil ni el fueloil se utilizan para producción de calor, sólo la leña y el bagazo, del cual no se han podido obtener, al momento, datos fiables para la producción de calor (para la producción de electricidad no se utiliza bagazo en Santa Fe, según el informe Estadístico del Sector Eléctrico 2016).



Por otro lado, el Informe Estadístico del Sector Eléctrico 2016 informa combustibles utilizados en la industria en general para la autoproducción de electricidad por provincia. Asimismo, informa el porcentaje de contribución de cada rama de la industria sólo para el nivel nacional, no provincial. Por lo tanto, se utilizó el porcentaje de contribución de las industrias de la pulpa, papel e imprenta para cada tipo de combustible a nivel nacional y se asume que este porcentaje de uso se replica en la provincia de Santa Fe. Es de destacar que el valor total de industrias será preciso, la estimación sólo aplica para la desagregación en subcategorías correspondientes a los tipos de industrias.

Es de señalar que, siguiendo los lineamientos de las Directrices del IPCC 2006, las emisiones de CO₂ correspondientes al consumo de biomasa (leña y licor negro en este caso) no se incluyen dentro del cálculo de emisiones totales del inventario, debido al balance neutro de CO₂ de todos los combustibles de origen biológico. Estas emisiones se declaran en el sector AFOLU, para evitar el cómputo doble. Sin embargo, las emisiones de CH₄ y N₂O, no obstante, se incluyen en el sector Energía y en los totales porque su efecto es además de los cambios en las existencias estimados en el sector AFOLU. Por lo tanto, las emisiones de CO₂eq de dichos combustibles informados corresponderán solamente a las emisiones de CH₄ y N₂O asociadas.

En la Tabla1A2d.15 se observan las estimaciones realizadas.

Tabla1A2d.15: Combustibles utilizados para la industria de la pulpa, papel e imprenta por porcentaje de contribución nacional						
Combustible	Total Nacional Combustible (ton)	Total Nacional pulpa, papel e imprenta (ton)	Porcentaje pulpa, papel e imprenta	Total Provincial Combustible (ton)	Total Provincial pulpa, papel e imprenta (ton) (aplicado porcentaje nacional)	Fuente
Gasoil	49.121,08	30,68	0,06	586,00	0,37	Informe Estadístico del Sector Eléctrico 2016
Fueloil	180.031,76	23.323,80	12,96	9.747,00	1.262,76	
Leña	956.753,00	395.755,00	41,36	15.092,00	6.242,71	
Licor Negro	778.243,00	778.243,00	100,00	52.200,00	52.200,00	

Los datos de actividad utilizados están detallados en la Tabla1A2d.16.

Tabla1A2d.16: Datos de Actividad - Combustión Estacionaria - Pulpa, Papel e Imprenta			
Combustible	Consumo	Unidad	Fuente
Gas Natural	76.134.000,00	m ³	https://www.enargas.gob.ar/secciones/transporte-y-distribucion/datos-operativos-subsec.php?sec=1&subsec=12&subsecord=13

Gasoil	0,37	Toneladas	Informe Estadístico del Sector Eléctrico 2016
Fuel Oil	1.262,76	Toneladas	
Leña	6.242,71	Toneladas	
Licor Negro	52.200,00	Toneladas	

Factor de emisión

Se utilizan los factores de emisión presentados por defecto en las Directrices del IPCC 2006. Los mismos se encuentran en la Tabla1A2a.10 y en la Tabla1A2d.17 y se añaden los factores correspondientes a la leña y el licor negro, que son característicos de la presente sección.

Tabla1A2d.17: Factores de emisión - Combustión Estacionaria - Pulpa, Papel e Imprenta

Combustible	FE CO ₂ (ton CO ₂ /TJ)	FE CH ₄ (kg CH ₄ /TJ)	FE N ₂ O (kgN ₂ O/TJ)	Fuente	FE NO _x (kg NO _x /TJ)	FE CO (kg CO/TJ)	FE COVNM(kg COVNM/TJ)	FE SO ₂ (kg SO ₂ /TJ)	Fuente
Leña	112,00	30,00	4,00	Directrices IPCC 2006	100,00	2.000,00	50,00	256,41	Segundo Informe Bienal de Actualización de la República Argentina a la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático
Licor Negro (otros primarios)	100,00	30,00	4,00		100,00	4.000,00	50,00	0,00	

Metodología

Ídem sección 1A2a.



Resultados

En la Tabla1A2a.18 se pueden observar los resultados de las emisiones de gases de efecto invernadero para las industrias de la pulpa, papel e imprenta.

Tabla1A2a.18: Emisiones de Gases de Efecto Invernadero - Combustión Estacionaria - Pulpa, Papel e Imprenta

Combustible	Emisiones CO ₂ (ton)	Emisiones CH ₄ (ton)	Emisiones N ₂ O (ton)	Emisiones CO ₂ eq (ton)	Emisiones NO _x (ton)	Emisiones CO (ton)	Emisiones COVNM (ton)	Emisiones SO ₂ (ton)
Gas Natural	105.977,91	1,89	0,19	106.076,14	283,36	56,67	9,45	0,00
Gasoil	1,17	0,00005	0,000009	1,17	0,003	0,00016	0,00008	0,001
Fueloil	3.948,60	0,15	0,03	3.961,31	10,20	0,51016	0,26	10,10
Leña	10.907,27	2,92	0,39	182,11	9,74	194,77265	4,87	24,97
Licor Negro	60.552,00	18,17	2,42	1.132,32	60,55	2.422,08	30,28	0,00
Totales	181.386,95	23,13	3,03	111.353,06	363,86	2.674,04	44,85	35,07

Conclusiones

En la Provincia de Santa Fe, durante el año 2016, se emitieron 111.353 toneladas de CO₂eq debido al consumo de combustible en la combustión estacionaria en las industrias de la pulpa, papel e imprenta.

En el siguiente gráfico están detalladas las contribuciones de cada tipo de combustible, observándose que predomina ampliamente el gas natural (95,26 %), siguiéndole el fueloil (3,56 %) y las demás contribuciones con menos del 1,1 %.

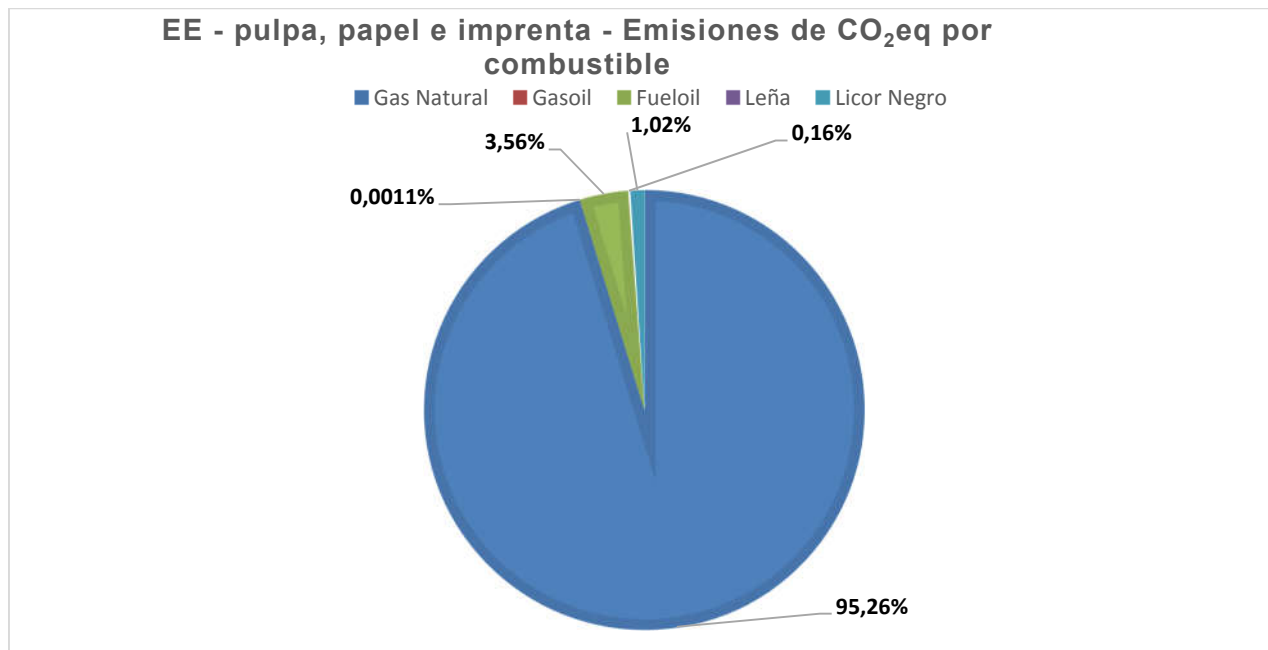


Figura 1. 6: Contribución relativa porcentual de la Industria de pulpa, papel e imprenta por tipo de combustible.

1A2e) Procesamiento de alimentos, bebidas y tabaco

Datos de actividad

Los datos de actividad de la presente sección corresponden al volumen de combustible estacionario utilizado, discriminados en producción de calor y autoproducción de electricidad donde sea posible.

Por su parte, el volumen de gas natural fue obtenido de los datos operativos de ENARGAS, sección I.13, “Gas entregado a grandes usuarios industriales, por rama de actividad y provincia” (ramas: aceitera, alimenticia, bebidas y frigorífica). Este consumo de gas es total, no pudiéndose desagregar en producción de electricidad y calor. Se prioriza la calidad de datos certeros, a pesar de obtener una desagregación menor.

Para el resto de los combustibles, los datos se obtuvieron del Informe Estadístico del Sector Eléctrico 2016, los cuales corresponden a la autoproducción de electricidad, sin incluir la producción de calor. Sin embargo, como se puede observar en el Segundo Informe Bienal de Actualización de la República Argentina a la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático, sólo el gas natural y el bagazo se utilizan para la producción de calor.

Asimismo, el Informe Estadístico del Sector Eléctrico 2016 informa combustibles utilizados en la industria engeneral para la autoproducción de electricidad por provincia. Sin embargo, informa el porcentaje de contribución de cada rama de la industria sólo para el nivel nacional, no provincial. Por lo tanto, se utilizó el porcentaje de contribución de las industrias de procesamiento de alimentos, bebidas y tabaco para cada tipo de combustible a nivel nacional y se asume que este porcentaje de uso se replica en la provincia de Santa Fe. Es de destacar que el valor total de industrias será preciso, la estimación sólo aplica para la desagregación en subcategorías correspondientes a los tipos de industrias.

En la Tabla1A2e.19 se observan las estimaciones realizadas.

Tabla1A2e.19: Combustibles utilizados para la industria de alimentos, bebidas y tabaco por porcentaje de contribución nacional						
Combustible	Total Nacional Combustible (ton)	Total Nacional alimentos, bebidas y tabaco (ton)	Porcentaje alimentos, bebidas y tabaco	Total Provincial Combustible (ton)	Total Provincial alimentos, bebidas y tabaco (ton) (aplicado porcentaje nacional)	Fuente
Gasoil	49.121,08	875,00	1,78	586,00	10,44	Informe Estadístico del Sector Eléctrico 2016
Fueloil	180.031,76	3.241,00	1,80	9.747,00	175,47	
Leña	956.753,00	23.190,00	2,42	15.092,00	365,80	
Cáscara de Girasol	339.217,00	339.216,59	100,00	75.657,59	75.657,49	

Se utiliza los mismos criterios ya mencionados acerca de los combustibles de origen biológico.

Los datos de actividad se pueden observar en la Tabla1A2e.20.

Tabla1A2e.20: Datos de Actividad - Combustión Estacionaria – Alimentos, Bebidas y Tabaco			
Combustible	Consumo	Unidad	Fuente
Gas Natural	1.005.141.000	m ³	https://www.enargas.gob.ar/secciones/transporte-y-distribucion/datos-operativos-subsec.php?sec=1&subsec=12&subsecord=13
Gasoil	10,44	Toneladas	Informe Estadístico del Sector Eléctrico 2016
Fuel Oil	175,47	Toneladas	
Leña	365,80	Toneladas	
Cáscara de Girasol	75.657,49	Toneladas	

Factor de emisión

Se utilizan los factores de emisión presentados por defecto en las Directrices del IPCC 2006. Los mismos se encuentran en la Tabla 1A2a.10 y en la Tabla 1A2d.17. Es de señalar que en la Tabla 1A2e.21 se añaden los factores de emisión para la cáscara de girasol, los cuales corresponden a la categoría “otros primarios” definidos a nivel nacional.

Tabla 1A2e.21: Factores de emisión - Combustión Estacionaria - Alimentos, Bebidas y Tabaco								
Combustible	FE CO ₂ (ton CO ₂ /TJ)	FE CH ₄ (kg CH ₄ /TJ)	FE N ₂ O (kg N ₂ O/TJ)	FE NO _x (kg NO _x /TJ)	FE CO (kg CO/TJ)	FE COVNM (kg COVNM/TJ)	FE SO ₂ (kg SO ₂ /TJ)	Fuente
Cáscara de Girasol	100,00	30,00	4,00	100,00	4.000,00	50,00	0,00	Segundo Informe Bienal de Actualización de la República Argentina a la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático

Metodología

Ídem sección 1A2a.

Resultados

En la Tabla 1A2e.22 se pueden observar los resultados de las emisiones de gases de efecto invernadero para las industrias de alimentos, bebidas y tabaco.

Tabla 1A2e.22: Emisiones de Gases de Efecto Invernadero – Combustión Estacionaria - Alimentos, Bebidas y Tabaco								
Combustible	Emisiones CO ₂ (ton)	Emisiones CH ₄ (ton)	Emisiones N ₂ O (ton)	Emisiones CO ₂ eq (ton)	Emisiones NO _x (ton)	Emisiones CO (ton)	Emisiones COVNM (ton)	Emisiones SO ₂ (ton)
Gas Natural	1.399.148,14	24,94	2,49	1.400.445,03	3.741,04	748,21	124,70	0,000
Gasoil	33,26	0,001	0,0003	33,37	0,09	0,004	0,002	0,016
Fueloil	548,69	0,02	0,004	550,45	1,42	0,071	0,04	1,40
Leña	639,13	0,17	0,02	10,67	0,57	11,41	0,29	1,46
Cáscara de Girasol	87.762,69	26,33	3,51	89.403,86	87,76	3.510,51	43,88	0,000
Totales	1.488.131,91	51,46	6,03	1.490.443,38	3.830,88	4.270,20	168,91	2,88

Conclusiones

Durante el año 2016, en la Provincia de Santa Fe, se emitieron 1.490.443 toneladas de CO₂eq debido al consumo de combustible estacionario en las industrias de los alimentos, bebidas y tabaco.

En el siguiente gráfico se pueden observar las contribuciones por tipo de combustible, siendo la más significativa, la del gas natural (93,96 %), siguiéndole la cáscara de girasol (6 %) y las demás con contribuciones muy inferiores.

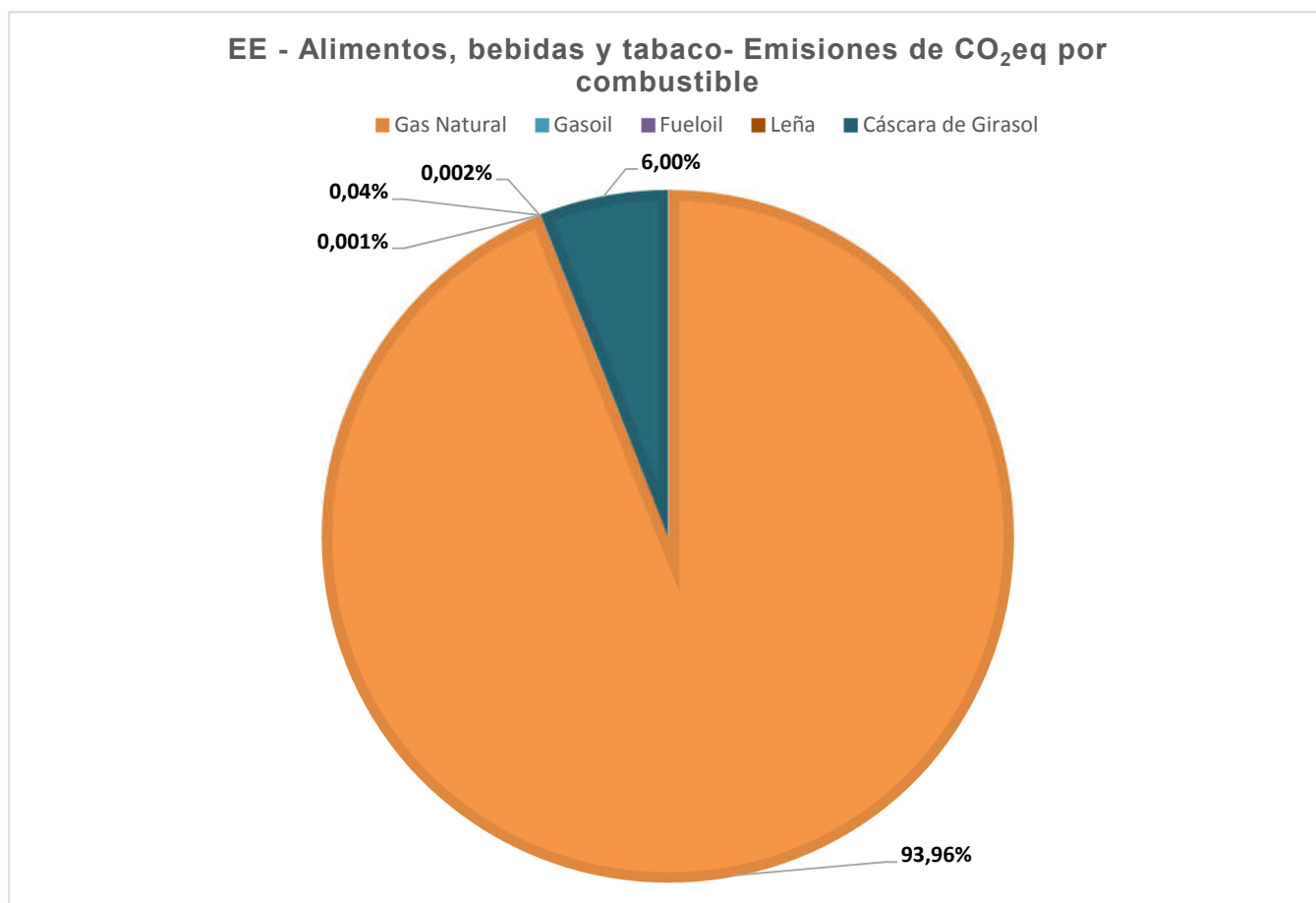


Figura 1. 7: Contribución relativa porcentual de la Industria de Alimentos, bebidas y tabaco por tipo de combustible.



1A2f) Minerales no metálicos

Datos de actividad

El volumen de combustible estacionario utilizado para la industria de los minerales no metálicos corresponde al dato de actividad, discriminados en producción de calor y autoproducción de electricidad, donde sea posible.

En primer lugar, el volumen de gas natural fue obtenido de los datos operativos de ENARGAS, sección I.13, “Gas entregado a grandes usuarios industriales, por rama de actividad y provincia” (ramas: cerámica, cristalería) (la rama cementera no se incluye porque la Provincia de Santa Fe no presenta este tipo de industria). Este consumo de gas es total, no pudiéndose desagregar en producción de electricidad y calor. Se prioriza la calidad de datos certeros, a pesar de obtener una desagregación menor.

En segundo lugar, para el resto de los combustibles, los datos se obtuvieron del Informe Estadístico del Sector Eléctrico 2016, los cuales corresponden a la autoproducción de electricidad, sin incluir la producción de calor. Sin embargo, como se puede observar en el Segundo Informe Bienal de Actualización de la República Argentina a la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático, sólo el gas natural se utiliza para la producción de calor, por lo que se presenta la información completa.

Asimismo, el Informe Estadístico del Sector Eléctrico 2016 informa combustibles utilizados en la industria en general para la autoproducción de electricidad por provincia. Sin embargo, informa el porcentaje de contribución de cada rama de la industria sólo para el nivel nacional, no provincial. Por lo tanto, se utilizó el porcentaje de contribución de las industrias de minerales no metálicos para cada tipo de combustible a nivel nacional y se asume que este porcentaje de uso se replica en la provincia de Santa Fe. Es de destacar que el valor total de industrias será preciso, la estimación sólo aplica para la desagregación en subcategorías correspondientes a los tipos de industrias.

En la Tabla 1A2f.23 se presentan las estimaciones realizadas.

Tabla 1A2f.23: Combustibles utilizados para la industria de minerales no metálicos por porcentaje de contribución nacional						
Combustible	Total Nacional Combustible (ton)	Total Nacional Minerales no Metálicos (ton)	Porcentaje Minerales no Metálicos	Total Provincial Combustible (ton)	Total Provincial Minerales no Metálicos (ton) (aplicado porcentaje nacional)	Fuente
Gasoil	49.121,08	607,84	1,24	586,00	7,25	Informe Estadístico del Sector Eléctrico 2016

Los valores de datos de actividad utilizados se pueden observar en la Tabla 1A2f.24.

Tabla 1A2f.24: Datos de Actividad - Combustión Estacionaria - Minerales no Metálicos			
Combustible	Consumo	Unidad	Fuente
Gas Natural	23.759.000,00	m ³	https://www.enargas.gob.ar/secciones/transporte-y-distribucion/datos-operativos-subsec.php?sec=1&subsec=12&subsecord=13
Gasoil	7,25	Toneladas	Informe Estadístico del Sector Eléctrico 2016

Factor de emisión

Se utilizan los factores de emisión que corresponden a los presentados por defecto en las Directrices del IPCC 2006. Los mismos se encuentran en la Tabla 1A2a.10.

Metodología

Ídem sección 1A2a.

Resultados

En la Tabla 1A2f.25 se pueden observar los resultados de las emisiones de gases de efecto invernadero para las industrias de minerales no metálicos.

Tabla 1A2f.25: Emisiones de Gases de Efecto Invernadero – Combustión Estacionaria - Minerales no metálicos								
Combustible	Emisiones CO ₂ (ton)	Emisiones CH ₄ (ton)	Emisiones N ₂ O (ton)	Emisiones CO ₂ eq (ton)	Emisiones NO _x (ton)	Emisiones CO (ton)	Emisiones COVNM (ton)	Emisiones SO ₂ (ton)
Gas Natural	33.072,34	0,5895	0,05895	33.102,99	88,43	17,69	2,9476	0,0000
Gasoil	23,10	0,0009	0,00019	23,18	0,06	0,0031	0,0016	0,0113
Totales	33.095,44	0,5905	0,05914	33.126,17	88,49	17,6889	2,9492	0,0113

Conclusiones

Durante el año 2016, en la Provincia de Santa Fe, se emitieron 33.126 toneladas de CO₂eq debido al consumo de combustible estacionario en las industrias de minerales no metálicos.

Prácticamente la totalidad de las emisiones se debe a la quema del gas natural.

1A2g) Equipos de Transporte

Datos de actividad

El volumen de combustible estacionario utilizado para la industria de equipos de transporte corresponde al dato de actividad, discriminados en producción de calor y autoproducción de electricidad donde sea posible.

En primer lugar, el volumen de gas natural fue obtenido de los datos operativos de ENARGAS, sección I.13, “Gas entregado a grandes usuarios industriales, por rama de actividad y provincia” (rama automotriz). Este consumo de gas es total, no pudiéndose desagregar en producción de electricidad y calor. Se prioriza la calidad de datos certeros, a pesar de obtener una desagregación menor.

En segundo lugar, para el resto de los combustibles, los datos se obtuvieron del Informe Estadístico del Sector Eléctrico 2016, los cuales corresponden a la autoproducción de electricidad, sin incluir la producción de calor. Sin embargo, como se

puede observar en el Segundo Informe Bienal de Actualización de la República Argentina a la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático, sólo el gas natural se utiliza para la producción de calor, por lo que se presenta la información completa.

Asimismo, el Informe Estadístico del Sector Eléctrico 2016 informa combustibles utilizados en la industria en general para la autoproducción de electricidad por provincia. Sin embargo, informa el porcentaje de contribución de cada rama de la industria sólo para el nivel nacional, no provincial. Por lo tanto, se utilizó el porcentaje de contribución de las industrias de equipos de transporte para cada tipo de combustible a nivel nacional y se asume que este porcentaje de uso se replica en la provincia de Santa Fe. Es de destacar que el valor total de industrias será preciso, la estimación sólo aplica para la desagregación en subcategorías correspondientes a los tipos de industrias.

En la Tabla1A2g.26 se observa la estimación realizada.

Tabla1A2g.26: Combustibles utilizados para la industria de Equipos de Transporte por porcentaje de contribución nacional						
Combustible	Total Nacional Combustible (ton)	Total Nacional Equipos de Transporte (ton)	Porcentaje Equipos de Transporte	Total Provincial Combustible (ton)	Total Provincial Equipos de Transporte (ton) (aplicado porcentaje nacional)	Fuente
Gasoil	49.121,08	69,00	0,14	586,00	0,82	Informe Estadístico del Sector Eléctrico 2016

Los datos utilizados se pueden observar en la Tabla1A2g.27.

Tabla1A2g.27: Datos de Actividad - Combustión Estacionaria –Equipos de Transporte			
Combustible	Consumo	Unidad	Fuente
Gas Natural	5.605.000,00	m ³	https://www.enargas.gob.ar/secciones/transporte-y-distribucion/datos-operativos-subsec.php?sec=1&subsec=12&subsecord=13
Gasoil	0,82	Toneladas	Informe Estadístico del Sector Eléctrico 2016

Factor de emisión

Se utilizan los factores de emisión presentados por defecto en las Directrices del IPCC 2006. Los mismos se encuentran en la Tabla 1A2a.10.

Metodología

Ídem sección 1A2a.

Resultados

En la Tabla 1A2g.28 se pueden observar los resultados de las emisiones de gases de efecto invernadero para las industrias de equipos de transporte.

Tabla 1A2g.28: Emisiones de Gases de Efecto Invernadero – Combustión Estacionaria – Equipos de Transporte

Combustible	Emisiones CO ₂ (ton)	Emisiones CH ₄ (ton)	Emisiones N ₂ O (ton)	Emisiones CO ₂ eq (ton)	Emisiones NO _x (ton)	Emisiones CO (ton)	Emisiones COVNM (ton)	Emisiones SO ₂ (ton)
Gas Natural	7.802,11	0,1391	0,01391	7.809,35	20,86	4,17	0,6954	0,00
Gasoil	2,62	0,0001	0,00002	2,63	0,01	0,0004	0,0002	0,0013
Totales	7.804,74	0,1392	0,01393	7.811,98	20,87	4,1726	0,6956	0,0013

Conclusiones

Durante el año 2016, en la Provincia de Santa Fe, se emitieron 7.812 toneladas de CO₂eq debido al consumo de combustible estacionario en las industrias de equipos de transporte.

Como se observa, prácticamente la totalidad de las emisiones se debe a la quema del gas natural.

1A2h) Maquinaria

La presente categoría no se informa dada la falta de datos certeros al momento (es de destacar que tampoco se informa a nivel nacional).



1A2i) Minería

Dado que en Santa Fe no se encuentran industrias mineras metalíferas y no se disponen de datos de uso de combustible en la industria minera de rocas de aplicación, no se incluyen cálculos para esta sección.

1A2j) Madera y productos de madera

Datos de actividad

El volumen de combustible estacionario utilizado para la industria de la madera y los productos de madera corresponde al dato de actividad, discriminados en producción de calor y autoproducción de electricidad siempre que sea posible.

Por una parte, el volumen de gas natural fue obtenido de los datos operativos de ENARGAS, sección I.13, "Gas entregado a grandes usuarios industriales, por rama de actividad y provincia" (rama maderera). En dichas Tablas no se registran consumos de gas para esta actividad en la Provincia de Santa Fe durante el año 2016.

Por otra parte, para el resto de los combustibles, los datos se obtuvieron del Informe Estadístico del Sector Eléctrico 2016, los cuales corresponden a la autoproducción de electricidad, sin incluir la producción de calor.

Asimismo, el Informe Estadístico del Sector Eléctrico 2016 informa combustibles utilizados en la industria en general para la autoproducción de electricidad por provincia. Sin embargo, informa el porcentaje de contribución de cada rama de la industria sólo para el nivel nacional, no provincial. Por lo tanto, se utilizó el porcentaje de contribución de las industrias madereras para cada tipo de combustible a nivel nacional y se asume que este porcentaje de uso se replica en la provincia de Santa Fe. Es de destacar que el valor total de industrias será preciso, la estimación sólo aplica para la desagregación en subcategorías correspondientes a los tipos de industrias.

En la Tabla 1A2j.29 se observa la estimación realizada.

Tabla 1A2j.29: Combustibles utilizados para la industria de Madera y productos de madera por porcentaje de contribución nacional						
Combustible	Total Nacional Combustible (ton)	Total Nacional Madera y productos de madera (ton)	Porcentaje Madera y productos de madera	Total Provincial Combustible (ton)	Total Provincial Madera y productos de madera (ton) (aplicado porcentaje nacional)	Fuente
Gasoil	49.121,08	20,62	0,04	586,00	0,25	Informe Estadístico del Sector Eléctrico 2016
Leña	956.753,00	537.808,00	56,21	15.092,00	8.483,48	

Los datos utilizados se pueden observar en la Tabla 1A2j.30.

Tabla 1A2j.30: Datos de Actividad - Combustión Estacionaria - Madera y Productos de Madera			
Combustible	Consumo	Unidad	Fuente
Gasoil	0,25	m3	https://www.enargas.gob.ar/secciones/transporte-y-distribucion/datos-operativos-subsec.php?sec=1&subsec=12&subsecord=13
Leña	8.483,48	Toneladas	Informe Estadístico del Sector Eléctrico 2016

Para el caso de combustibles de origen biológico se mantienen los lineamientos mencionados anteriormente, según los cuales sólo se contabilizan en el total de las emisiones de CO₂eq las emisiones de CH₄ y N₂O asociadas, ya que las de CO₂ se informan en AFOLU, por su carácter biogénico.

Factor de emisión

Se utilizan los factores de emisión presentados por defecto en las Directrices del IPCC 2006. Los mismos se encuentran en la Tabla 1A2a.10 y 1A2d.17.

Metodología

Ídem sección 1A2a.

Resultados

En la Tabla1A2j.31 se pueden observar los resultados de las emisiones de gases de efecto invernadero para las industrias madereras.

Tabla1A2j.31: Emisiones de Gases de Efecto Invernadero - Combustión Estacionaria - Madera y Productos de Madera								
Combustible	Emisiones CO ₂ (ton)	Emisiones CH ₄ (ton)	Emisiones N ₂ O (ton)	Emisiones CO ₂ eq (ton)	Emisiones NO _x (ton)	Emisiones CO (ton)	Emisiones COVNM (ton)	Emisiones SO ₂ (ton)
Gasoil	0,784	0,00003	0,00001	0,79	0,0021	0,00016	0,0001	0,0004
Leña	14.822,342	3,97027	0,52937	247,48	13,234	264,6847	6,6171	33,9339
Totales	14.823,126	3,97030	0,52938	248,27	13,236	264,6848	6,6172	33,9343

Conclusiones

Durante el año 2016, en la Provincia de Santa Fe, se emitieron 248,27 toneladas de CO₂eq debido al consumo de combustible estacionario en las industrias madereras. Como se observa, prácticamente la totalidad de las emisiones se debe a la quema de leña.

1A2k) Construcción

La presente categoría no se informa al momento por falta de datos certeros (se destaca tampoco se informa a nivel nacional).

1A2l) Textiles y cuero

Datos de actividad

El volumen de combustible estacionario utilizado para las industrias textiles y del cuero, discriminados en producción de calor y autoproducción de electricidad siempre que sea posible, corresponde al dato de actividad.

Por una parte, el volumen de gas natural fue obtenido de los datos operativos de ENARGAS, sección I.13, "Gas entregado a grandes usuarios industriales, por rama de

actividad y provincia” (ramas cuero y textil). Para el caso de las industrias textiles, ENARGAS no informa consumos para la Provincia de Santa Fe.

Por otra parte, para el resto de los combustibles, los datos se obtuvieron del Informe Estadístico del Sector Eléctrico 2016, los cuales corresponden a la autoproducción de electricidad, sin incluir la producción de calor. Asimismo, el Informe Estadístico del Sector Eléctrico 2016 informa combustibles utilizados en la industria en general para la autoproducción de electricidad por provincia. Sin embargo, informa el porcentaje de contribución de cada rama de la industria sólo para el nivel nacional, no provincial. Por lo tanto, se utilizó el porcentaje de contribución de las industrias textiles y del cuero para cada tipo de combustible a nivel nacional y se asume que este porcentaje de uso se replica en la provincia de Santa Fe. Es de destacar que el valor total de industrias será preciso, la estimación sólo aplica para la desagregación en subcategorías correspondientes a los tipos de industrias.

En la Tabla 1A2I.32 se observa la estimación realizada.

Tabla 1A2I.32: Combustibles utilizados para la industria textil y del cuero por porcentaje de contribución nacional						
Combustible	Total Nacional Combustible (ton)	Total Nacional textil y del cuero (ton)	Porcentaje textil y del cuero	Total Provincial Combustible (ton)	Total Provincial textil y del cuero (ton) (aplicado porcentaje nacional)	Fuente
Gasoil	49.121,08	18,00	0,04	586,00	0,21	Informe Estadístico del Sector Eléctrico 2016

Los datos utilizados se pueden observar en la Tabla 1A2I.33.

Tabla 1A2I.33: Datos de Actividad - Combustión Estacionaria - Textil y Cuero			
Combustible	Consumo	Unidad	Fuente
Gas Natural	8.174.000,00	m ³	https://www.enargas.gob.ar/secciones/transporte-y-distribucion/datos-operativos-subsec.php?sec=1&subsec=12&subsecord=13
Gasoil	0,21	Toneladas	Informe Estadístico del Sector Eléctrico 2016

Factor de emisión

Se utilizan los factores de emisión presentados por defecto en las Directrices del IPCC 2006. Los mismos se encuentran en la Tabla 1A2a.10.

Metodología

Ídem sección 1A2a.

Resultados

En la Tabla 1A2I.34 se pueden observar los resultados de las emisiones de gases de efecto invernadero para las industrias textiles y del cuero.

Tabla 1A2I.34: Emisiones de Gases de Efecto Invernadero - Combustión Estacionaria - Textil y Cuero								
Combustible	Emisiones CO ₂ (ton)	Emisiones CH ₄ (ton)	Emisiones N ₂ O (ton)	Emisiones CO ₂ eq (ton)	Emisiones NO _x (ton)	Emisiones CO (ton)	Emisiones COVNM (ton)	Emisiones SO ₂ (ton)
Gas Natural	11.378,14	0,20282	0,0202819	11.388,69	30,423	6,08457	1,01409	0,00
Gasoil	0,68	0,00003	0,00000554	0,69	0,002	0,0001	0,00005	0,0003
Totales	11.378,826	0,20285	0,0202874	11.389,37	30,425	6,0847	1,01414	0,0003

Conclusiones

Las industrias textiles y de cuero emitieron 11.389 toneladas de CO₂eq en la Provincia de Santa Fe durante el año 2016.

Es posible comprobar, de la Tabla 1A2I.34, que prácticamente la totalidad de las emisiones se debe al gas natural.

1A2m) Industria no especificada

Como ya se ha especificado anteriormente, aquellas industrias que estén informadas en ENARGAS, pero no estén listadas dentro de las categorías del IPCC, se incluyen bajo esta sección. Estas corresponden a: Petroquímica y Otras Industrias.

Datos de actividad

En este caso se utiliza el volumen de gas natural, obtenido de los datos operativos de ENARGAS, sección I.13, "Gas entregado a grandes usuarios industriales, por rama de actividad y provincia" (ramas Otras Industrias y Petroquímica).

Los datos utilizados se pueden observar en la Tabla 1A2m.35.

Tabla 1A2m.35: Datos de Actividad - Combustión Estacionaria - Industria no especificada				
Combustible	Rama de Actividad	Consumo	Unidad	Fuente
Gas Natural	Petroquímica	138.199.000,00	m ³	https://www.enargas.gob.ar/secciones/transporte-y-distribucion/datos-operativos-subsec.php?sec=1&subsec=12&subsecord=13
	Otras	1.120.000,00		

Factor de emisión

Se utiliza el factor de emisión presentado por defecto en las Directrices del IPCC 2006. El mismo se encuentra en la Tabla 1A2a.10.

Metodología

Ídem sección 1A2a.

Resultados

En la Tabla 31A2m.36 se pueden observar los resultados de las emisiones de gases de efecto invernadero para las industrias no especificadas.

Tabla 1A2m.36: Emisiones de Gases de Efecto Invernadero - Combustión Estacionaria – Industria no especificada									
Combustible	Rama de Actividad	Emisiones CO ₂ (ton)	Emisiones CH ₄ (ton)	Emisiones N ₂ O (ton)	Emisiones CO ₂ eq (ton)	Emisiones NO _x (ton)	Emisiones CO (ton)	Emisiones COVNM (ton)	Emisiones SO ₂ (ton)
Gas Natural	Petroquímica	192.371,89	3,43	0,343	192.550,20	514,36	102,87	17,15	0,00
	Otras	1.559,03	0,03	0,003	1.560,48	4,17	0,83	0,14	0,00
Totales		193.930,92	3,46	0,346	194.110,68	518,53	103,71	17,28	0,00

Conclusiones

Las industrias no especificadas emitieron 194.111 toneladas de CO₂eq en la Provincia de Santa Fe durante el año 2016.

Conclusiones categoría Industrias Manufactureras y de la Construcción

La contribución de cada subcategoría por combustible se puede observar en la Tabla 31A2m.37.

Tabla 31A2m.37: Emisiones de Gases de Efecto Invernadero - Combustión Estacionaria - Industrias Manufactureras y de la Construcción

Rama	Combustible	Emisiones CO ₂ (ton)	Emisiones CH ₄ (ton)	Emisiones N ₂ O (ton)	Emisiones CO ₂ eq (ton)	Emisiones NO _x (ton)	Emisiones CO (ton)	Emisiones COVNM (ton)	Emisiones SO ₂ (ton)
Hierro y Acero	Gas Natural	367.261,75	6,55	0,65	367.602,17	981,98	196,40	32,73	0,00
	Fueloil	3.728,05	0,14	0,03	3.740,04	9,63	0,48	0,24	9,54
	Gasoil	0,15	0,00001	0,000001	0,15	0,00041	0,00002	0,00001	0,00007
Productos químicos	Gas Natural	107.332,32	1,91	0,19	107.431,81	286,98	57,40	9,57	0,00
	Gasoil	11,57	0,00047	0,0001	11,61	0,03	0,0016	0,0008	0,01
Pulpa, Papel e Imprenta	Gas Natural	105.977,91	1,89	0,19	106.076,14	283,36	56,67	9,45	0,00
	Gasoil	1,17	0,00005	0,00001	1,17	0,0031	0,0002	0,0001	0,0006
	Fueloil	3.948,60	0,15	0,03	3.961,31	10,20	0,51	0,26	10,10
	Leña	10.907,27	2,92	0,39	182,11	9,74	194,77	4,87	24,97
	Licor Negro	60.552,00	18,17	2,42	1.132,32	60,55	2.422,08	30,28	0,00
Procesamiento de Alimentos, Bebidas y Tabaco	Gas Natural	1.399.148,14	24,94	2,49	1.400.445,03	3.741,04	748,21	124,70	0,00
	Gasoil	33,26	0,0013	0,0003	33,37	0,09	0,004	0,002	0,02
	Fueloil	548,69	0,02	0,004	550,45	1,42	0,07	0,04	1,40
	Leña	639,13	0,17	0,02	10,67	0,57	11,41	0,29	1,46
	Cáscara de Girasol	87.762,69	26,33	3,51	89.403,86	87,76	3.510,51	43,88	0,00
Minerales no Metálicos	Gas Natural	33.072,34	0,59	0,06	33.102,99	88,43	17,69	2,95	0,00
	Gasoil	23,10	0,0009	0,00019	23,18	0,06	0,0031	0,0016	0,01
Equipos de Transporte	Gas Natural	7.802,11	0,14	0,01	7.809,35	20,86	4,17	0,70	0,00
	Gasoil	2,62	0,0001	0,00002	2,63	0,01	0,0004	0,0002	0,0013
Madera y Productos de Madera	Gasoil	0,78	0,00003	0,00001	0,79	0,002	0,0001	0,0001	0,0004
	Leña	14.822,34	3,97	0,53	247,48	13,23	264,68	6,62	33,93
Textiles y Cuero	Gas Natural	11.378,14	0,20	0,02	11.388,69	30,42	6,08	1,01	0,00
	Gasoil	0,68	0,00003	0,00001	0,69	0,00185	0,00014	0,00005	0,00033
Industria No especificada	Gas Natural	193.930,92	3,46	0,35	194.110,68	518,53	103,71	17,28	0,00
Totales		2.408.885,75	91,56	10,91	2.327.268,69	6.144,92	7.594,85	284,85	81,45

La categoría Industrias Manufactureras y de la Construcción emitió 2.327.269 toneladas de CO₂eq en la Provincia de Santa Fe, en 2016.

Las contribuciones relativas porcentuales de las Industrias manufactureras, por rama de actividad, por combustible y por ambas contribuciones en conjunto, se detallan en los gráficos a continuación:

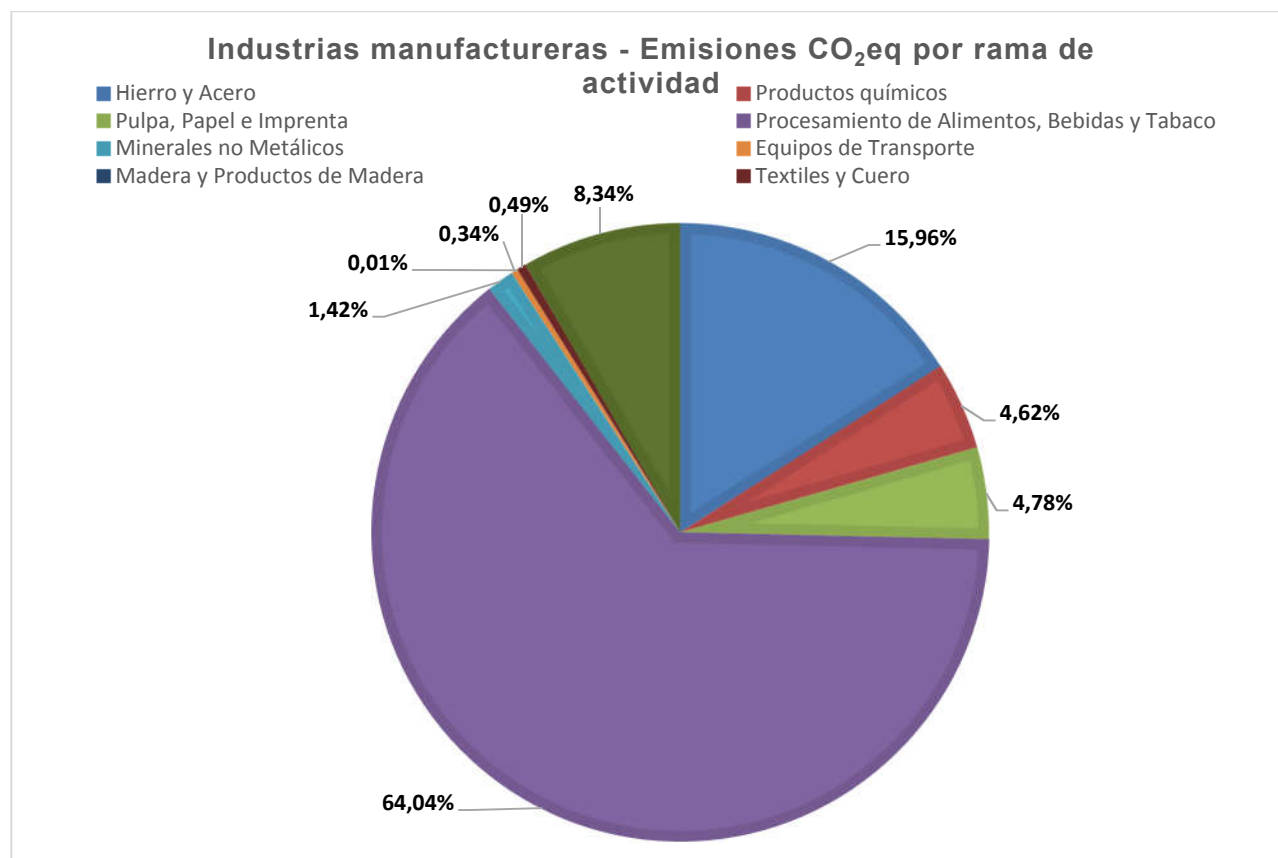


Figura 1. 8: Contribución relativa porcentual de las Industrias manufactureras por actividad.

Las industrias manufactureras que más emiten son las de procesamiento de alimentos, bebidas y tabaco (64.04 %), siguiéndoles las de hierro y del acero (15,96 %), las industrias no especificadas (8,34 %), las de pulpa, papel e imprenta (4,78 %) y la de productos químicos (4,62 %). Las demás industrias manufactureras colaboran en menos de 1,5 %.

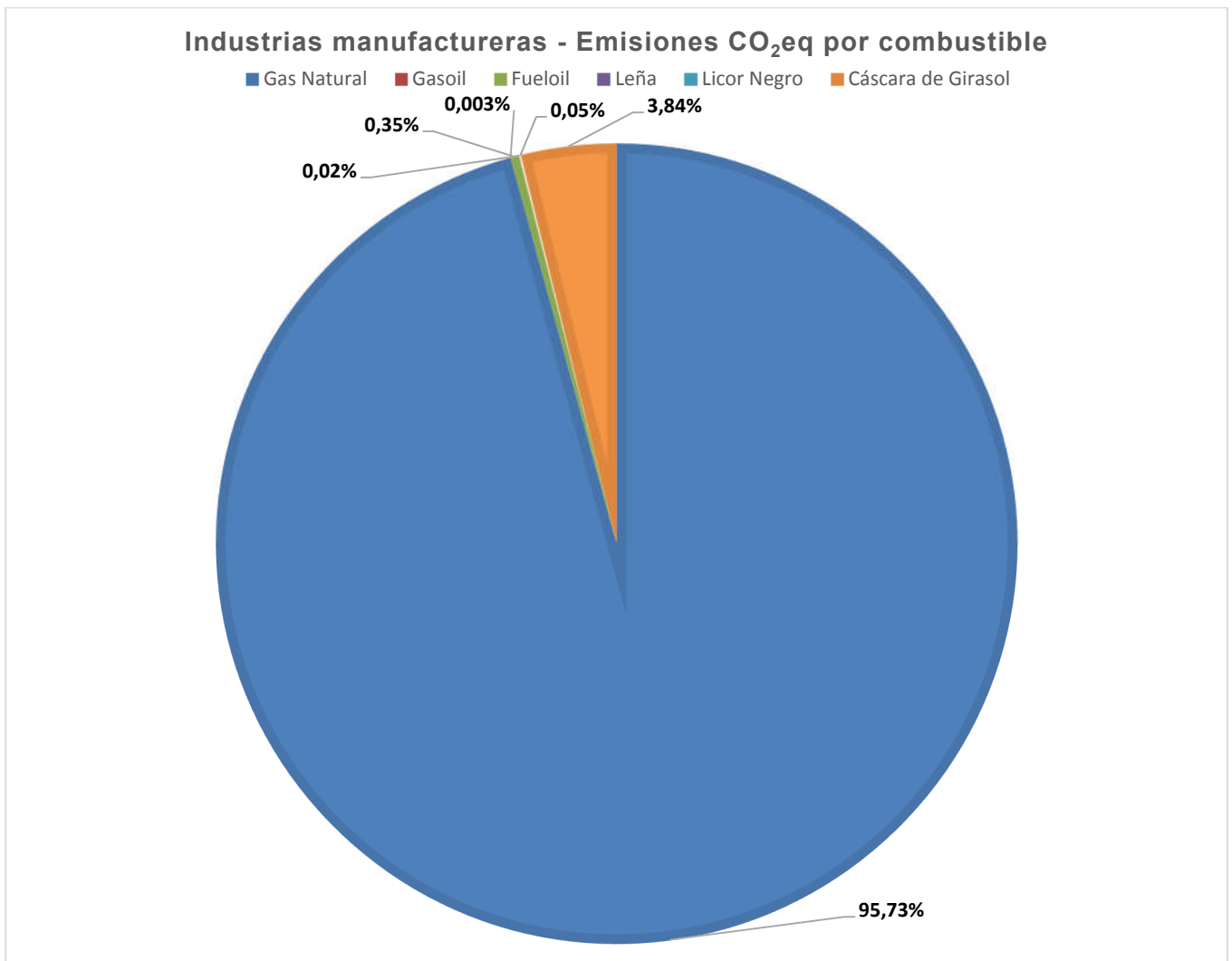
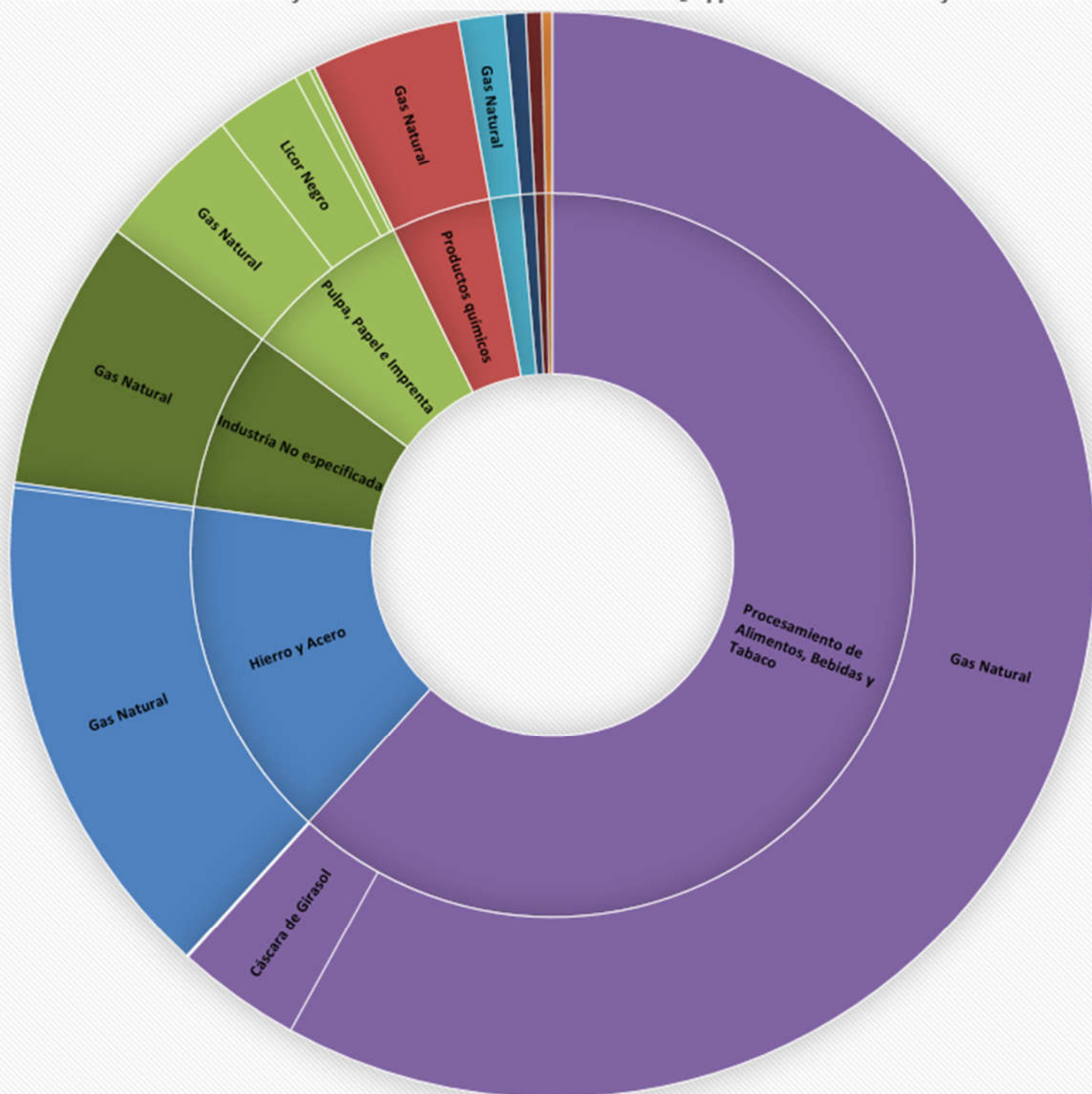


Figura 1. 9: Contribución relativa porcentual de las Industrias manufactureras por tipo de combustible.

En relación al tipo de combustible, el gas natural es el que sobresale ampliamente (95,73 %), seguido de cáscara de girasol (3,84 %) y las demás, con menos del 1 %.

Industrias Manufactureras y de la construcción- Emisiones de CO₂eq por rama de actividad y combustible



- | | |
|--------------------------------|--|
| ■ Hierro y Acero | ■ Productos químicos |
| ■ Pulpa, Papel e Imprenta | ■ Procesamiento de Alimentos, Bebidas y Tabaco |
| ■ Minerales no Metálicos | ■ Equipos de Transporte |
| ■ Madera y Productos de Madera | ■ Textiles y Cuero |
| ■ Industria No especificada | |



Figura 1. 10: Contribución relativa porcentual de la Industria de Alimentos, bebidas y tabaco por rama de actividad y tipo de combustible.

1A3) Transporte

Este sector incluye la quema y evaporación del combustible para todas las actividades del transporte.

1A3a) Aviación Civil

En esta categoría se estiman las emisiones de la aviación civil y comercial, tanto internacional como de cabotaje.

Datos de actividad

Los datos de actividad se obtienen de las Tablas dinámicas de “Refinación y Comercialización de Petróleo, Gas y Derivados”, de la Secretaría Nacional de Gobierno de la Energía. El aerokerosene y kerosene de las Tablas “Bunker Internacional” y “Bunker Cabotaje”, corresponde a combustibles aéreos (el resto de los combustibles se informa en el Subsector Navegación).

En la Tabla 1A3a.38 se presentan los datos de actividad correspondientes.

Tabla 1A3a.38: Datos de actividad Aviación Civil			
Tipo de Transporte	Tipo de Combustible	Volumen (m3)	Fuente
Aviación Civil	Aerokerosene	2.097	https://www.argentina.gob.ar/energia/hidrocarburos/refinacion-y-comercializacion-de-petroleo-gas-y-derivados-Tablas-dinamicas

Factor de emisión

Se utilizan los factores de emisión empleados a nivel nacional para garantizar coherencia con los resultados. Se considera que los mismos representan aproximadamente la tecnología existente en la Argentina.

En la Tabla1A3a.39 se resumen los factores de emisión utilizados.

Tabla1A3a.39: Factores de emisión Aviación Civil									
Tipo de Transporte	Tipo de Combustible	FE CO ₂ (tonCO ₂ /TJ)	FE CH ₄ (kgCH ₄ /TJ)	FE N ₂ O (kgN ₂ O)/TJ)	FE NOX (kgNOX/TJ)	FE CO (kgCO/TJ)	FE SO ₂ (kgSO ₂ /TJ)	FE COVNM (kgCOVNM/TJ)	Fuente
Aviación Civil	Aerokerosene	71,50	0,50	2	250	100	45,35	50	Segundo informe bienal de actualización de la República Argentina a la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el cambio climático. Anexos 1 y 2

Metodología

En base a los datos de actividad y a los factores de emisión se obtienen las emisiones de CO₂eq a partir de la siguiente ecuación, que corresponde a la ecuación 3.6.1 del Volumen 1 de las Directrices del IPCC:

$$\text{Emisiones} = \text{Factor de emisión} * \text{Volumen de Combustible}$$

Resultados

Los resultados de las emisiones de gases de efecto invernadero para el sector de aviación civil se muestran en la Tabla1A3a.40:

Tabla1A3a.40: Emisiones de gases de efecto invernadero - Aviación Civil									
Tipo de Transporte	Tipo de Combustible	Emisiones CO ₂ (ton)	Emisiones CH ₄ (ton)	Emisiones N ₂ O (ton)	Emisiones CO ₂ eq (ton)	Emisiones NOX (ton)	Emisiones CO (ton)	Emisiones SO ₂ (ton)	Emisiones COVNM (ton)
Aviación Civil	Aerokerosene	5.342,62	0,04	0,15	5.389,73	18,68	7,47	3,39	3,74

Conclusiones

Como se observa, la aviación civil emite 5.390 toneladas de CO₂eq en la Provincia de Santa Fe durante el año 2016.



1A3b) Transporte Terrestre

Esta categoría incluye automóviles de pasajeros (particulares), camiones de carga ligera y pesada, autobuses, motocicletas, tractores de remolque y autobuses.

En el presente inventario, se incluyen las siguientes categorías, con las siguientes nomenclaturas:

- Al público: refiere al transporte carretero privado (automóviles, motocicletas, utilitarios, etc.)
- Transporte de carga: refiere a camiones de transporte de carga tanto ligera como pesada.
- Transporte Público de pasajeros: incluye transporte público urbano e interurbano.

Datos de actividad

Los datos de actividad fueron obtenidos de la Secretaría Nacional de Gobierno de la Energía, particularmente de las Tablas dinámicas de “Refinación y Comercialización de Petróleo, Gas y Derivados” (ventas al mercado). El consumo de GNC, por su parte, se obtuvo de los datos operativos de ENARGAS, sección I.09.a. Es de destacar que este último combustible se obtiene para el transporte terrestre en su totalidad, sin mayor desagregación.

Asimismo, se tienen en cuenta los porcentajes de corte de biodiesel y bioetanol, en diésel y nafta, respectivamente. La Resolución 37/2016 establece el porcentaje obligatorio de bioetanol, el cual asciende al 12% a partir de 2016. Por su parte, el porcentaje de biodiesel se mantiene en el 10% desde 2014, de acuerdo a la Resolución 390/2014. Es de destacar que estas resoluciones se aplican sólo a uso automotor.

Las emisiones provenientes de los biocombustibles se declaran como elemento separado informativo, debido al balance neutro de CO₂ de todos los combustibles de origen biológico. Es decir, que, tal como lo especifican las Directrices del IPCC 2006 en su volumen 2, capítulo 3, sección 3.2.1.1, aunque las emisiones de CO₂ del Carbono biogénico no estén incluidas en los totales nacionales, la quema de biocombustibles en las fuentes móviles genera CH₄ y N₂O antropogénicos, que deben calcularse y declararse en las estimaciones de las emisiones. Considerando que el corte es obligatorio y que todas las ventas, tanto de diésel como de nafta, llevan el corte

aplicado, se calculó en cada caso el porcentaje de biocombustible presente, restando del total de diésel el porcentaje de biodiesel y reportando ambos datos por separado. Del mismo modo, para el caso de la nafta, al total reportado como dato de actividad se le restó el porcentaje de bioetanol y ambos datos son reportados por separado.

En la Tabla 1A3b.41 se describen los datos de actividad.

Tabla 1A3b.41: Datos de actividad Transporte Terrestre			
Tipo de Transporte	Tipo de Combustible	Volumen (m³)	Fuente
Al público	Gasoil	661.011	https://www.argentina.gob.ar/energia/hidrocarburos/refinacion-y-comercializacion-de-petroleo-gas-y-derivados-Tablas-dinamicas
	Biodiesel	73.446	
	Gasolina	567.319	
	Bioetanol	77.362	
	Kerosene	1.093	
Transporte Público	Gasoil	58.869	
	Biodiesel	6.541	
	Gasolina	32	
	Bioetanol	4	
Transporte de Carga	Gasoil	72.283	
	Biodiesel	8.031	
	Gasolina	1.398	
	Bioetanol	191	
Transporte terrestre total	GNC	235.473.000	https://www.enargas.gob.ar/secciones/transporte-y-distribucion/datos-operativos-subsec.php?sec=1&subsec=10&subsecord=10

Factores de emisión

Se utilizan los factores de emisión empleados a nivel nacional para garantizar coherencia con los resultados. Se considera que los mismos representan aproximadamente las tecnologías de vehículos existentes en la Argentina. En la Tabla 1A3b.42 se presentan los factores de emisión utilizados.

Tabla 1A3b.42: Factores de Emisión Transporte Terrestre

Tipo de Transporte	Tipo de Combustible	FE CO ₂ (tonCO ₂ /TJ)	FE CH ₄ (kgCH ₄ /TJ)	FE N ₂ O (kgN ₂ O/TJ)	FE NO _x (kgNO _x /TJ)	FE CO (kgCO/TJ)	FE SO ₂ (kgSO ₂ /TJ)	FE COVNM (kgCOVNM/TJ)	Fuente
Al público	Gasoil (*)	74,1	3,9	3,9	350	350	36,28	85	Segundo informe bienal de actualización de la República Argentina a la convención marco de las naciones unidas sobre el cambio climático. Anexos 1 y 2
	Biodiesel	70,8	3	0,6	100	1000	0	50	
	Gasolina (**)	69,3	25	8	600	8000	4,51	1500	
	Bioetanol	70,8	25	8	700	8300	0	1400	
	Kerosene	71,5	0,5	2	250	100	45,35	50	
Transporte Público	Gasoil	74,1	3,9	3,9	1000	900	36,28	200	
	Biodiesel	70,8	3	0,6	100	1000	0	50	
	Gasolina (**)	69,3	25	8	600	8000	4,51	1500	
	Bioetanol	70,8	25	8	700	8300	0	1400	
Transporte de Carga	Gasoil	74,1	3,9	3,9	1000	900	36,28	200	
	Biodiesel	70,8	3	0,6	100	1000	0	50	
	Gasolina	69,3	25	8	900	7900	4,51	800	
	Bioetanol	70,8	25	8	700	8300	0	1400	
Transporte terrestre total	GNC	56,1	92	3	210	120	0	20	

(*) Se realizó un promedio entre factores de emisión correspondientes a autos y utilitarios.

(**) Se adoptó el factor de emisión Motonafta (t).

Metodología

Para obtener las emisiones de gases de efecto invernadero se utiliza la siguiente ecuación, correspondiente a la ecuación 3.2.3 del Volumen 1 de las Directrices del IPCC 2006:

$$Emisión = \sum_a (Volumen Combustibles_a * Factor de Emisión_a)$$

- a: tipo de combustible

Resultados

Los resultados se muestran en las Tablas 1A3b.43 y 1A3b.44, discriminados por tipo de transporte y tipo de combustible, respectivamente. La Tabla 1A3b.45, por su parte, presenta las emisiones por uso de biocombustibles a título informativo, dado que, como ya se ha explicado, estas emisiones son biogénicas y no se incluyen en el Inventario general.

Tabla1A3b.43: Emisiones de Gases de Efecto Invernadero por tipo de transporte - Transporte Terrestre

Tipo de Transporte	Tipo de Combustible	Emisiones CO ₂ (ton)	Emisiones CH ₄ (ton)	Emisiones N ₂ O (ton)	Emisiones CO ₂ eq (ton)	Emisiones NO _x (ton)	Emisiones CO (ton)	Emisiones SO ₂ (ton)	Emisiones COVNM (ton)
Al público	Gasoil	1.779.721	94	94	1.810.726	8.406	8.406	871	2.042
	Gasolina	1.295.797	467	150	1.351.986	11.219	149.587	84	28.048
	Kerosene	2.785	0,019	0,078	2.809	10	4	2	2
Transporte Público	Gasoil	158.501	8	8	161.262	2.139	1.925	78	428
	Gasolina	72	0	0	75	1	8	0	2
Transporte de Carga	Gasoil	194.615	10	10	198.006	2.626	2.364	95	525
	Gasolina	31.939	12	4	33.324	415	3.641	2	369
Transporte terrestre total	GNC	327.777	538	18	344.498	1.227	701	0	117
TOTAL		3.791.207	1.129	283	3.902.686	26.043	166.636	1.132	31.531

Tabla1A3b.44: Emisiones de Gases de Efecto Invernadero por tipo de combustible – Transporte Terrestre

Tipo de Combustible	Emisiones CO ₂ (ton)	Emisiones CH ₄ (ton)	Emisiones N ₂ O (ton)	Emisiones CO ₂ eq (ton)	Emisiones NO _x (ton)	Emisiones CO (ton)	Emisiones SO ₂ (ton)	Emisiones COVNM (ton)
Gasoil	2.132.837	112	112	2.169.994	13.172	12.695	1.044	2.995
Gasolina	1.311.746	473	151	1.368.626	11.494	151.383	85	28.074
Kerosene	2.785	0	0,078	2.809	10	4	2	2
GNC	327.777	538	18	344.498	1.227	701	0	117
TOTAL	3.775.144	1.123	281	3.885.927	25.902	164.783	1.131	31.187

Tabla1A3b.45: Emisiones de Gases de Efecto Invernadero Biocombustibles - Transporte Terrestre

Tipo de Transporte	Tipo de Combustible	Emisiones CO ₂ (ton)	Emisiones CH ₄ (ton)	Emisiones N ₂ O (ton)	Emisiones CO ₂ eq (ton)	Emisiones NO _x (ton)	Emisiones CO (ton)	Emisiones SO ₂ (ton)	Emisiones COVNM (ton)
Al público	Biodiesel	125.179,50	5,30	1,06	440,25	176,81	1.768,07	0	88,40
	Bioetanol	116.680,87	41,20	13,18	4.952,34	1.153,62	13.678,69	0	2.307,25
Transporte Público	Biodiesel	11.148,40	0,47	0,09	39,21	15,75	157,46	0	7,87
	Bioetanol	6,52	0,002	0,001	0,28	0,06	0,76	0	0,13
Transporte de Carga	Biodiesel	13.688,58	0,58	0,12	48,14	19,33	193,34	0	9,67
	Bioetanol	287,59	0,10	0,03	12,21	2,84	33,72	0	5,69
TOTAL		266.991,46	47,66	14,49	5.492,43	1.368,42	15.832,05	0,00	2.419,01

Conclusiones

En conclusión, considerando biocombustibles y combustibles fósiles, por el transporte terrestre en Santa Fe durante el año 2016 se emitieron 3.891.420 toneladas de CO₂eq.

El próximo gráfico muestra la influencia de cada tipo de combustible a las emisiones para la presente sección:

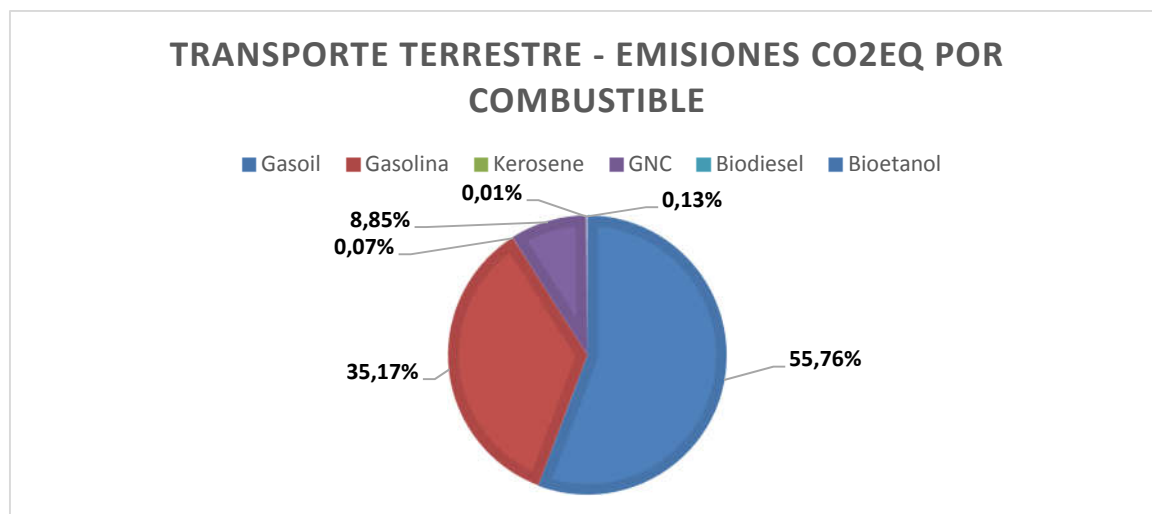


Figura 1. 11: Contribución relativa porcentual del Transporte terrestre por tipo de combustible.

Como se puede observar, el gasoil es el que mayor importancia reviste, (55,76 %) seguido por la gasolina (nafta) (35,17 %) y el GNC (8,85 %), teniendo los restantes combustibles una contribución muy inferior.

1A3c) Transporte Ferroviario

En esta sección se estiman las emisiones del transporte por ferrocarriles, tanto en rutas de tráfico de carga como de pasajeros.

Datos de Actividad

Los datos de actividad fueron obtenidos de la Secretaría Nacional de Gobierno de la Energía, de las Tablas dinámicas de "Refinación y Comercialización de Petróleo, Gas



y Derivados”. En esta categoría se incluyen los datos para “transporte ferroviario” informado en dichas Tablas.

A continuación, se presentan los datos de actividad utilizados en la Tabla1A3c.46.

Tabla1A3c.46: Datos de actividad Transporte Ferroviario			
Tipo de Transporte	Tipo de Combustible	Volumen (m ³)	Fuente
Ferroviano	Gasol	3.053	https://www.argentina.gob.ar/energia/hidrocarburos/refinacion-y-comercializacion-de-petroleo-gas-y-derivados-Tablas-dinamicas

Factores de emisión

Se utilizan los factores de emisión empleados a nivel nacional, dado que se considera que los mismos representan aproximadamente las tecnologías existentes en la Argentina.

En la Tabla1A3c.47 se muestran los factores de emisión utilizados.

Tabla1A3c.47: Factores de emisión Transporte Ferroviario									
Tipo de Transporte	Tipo de Combustible	FE CO ₂ (tonCO ₂ /TJ)	FE CH ₄ (kgCH ₄ /TJ)	FE N ₂ O (kgN ₂ O/TJ)	FE NO _x (kgNO _x /TJ)	FE CO (kgCO/TJ)	FE SO ₂ (kgSO ₂ /TJ)	FE COVNM (kgCOVNM/TJ)	Fuente
Ferroviano	Gasol	74,10	4,15	28,6	1.200	1.000	36	200	Segundo informe bienal de actualización de la República Argentina a la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el cambio climático. Anexos 1 y 2

Metodología

En base al consumo de combustible y a los factores de emisión, se obtienen las emisiones a partir de la siguiente ecuación, correspondiente a la ecuación 3.4.1 del Volumen 1 de las Directrices del IPCC 2006:

$$Emisiones = Factor\ de\ emisión * Volumen\ de\ Combustible$$



Resultados

En la Tabla 1A3c.48 se detallan los resultados obtenidos para las emisiones de gases de efecto invernadero directos e indirectos:

Tabla 1A3c.48: Emisiones de gases de efecto invernadero Transporte Ferroviario

Tipo de Transporte	Tipo de Combustible	Emisiones CO ₂ (ton)	Emisiones CH ₄ (ton)	Emisiones N ₂ O (ton)	Emisiones CO ₂ eq (ton)	Emisiones NOX (ton)	Emisiones CO (ton)	Emisiones SO ₂ (ton)	Emisiones COVNM (ton)
Ferrovioario	Gasoil	8.220	0,46	3	9.213,15	133	111	4	22

Conclusiones

En la Provincia de Santa Fe, en el año 2016, debido al transporte ferroviario, se emitieron 9.213 toneladas de CO₂eq.

1A3d) Navegación Marítima y Fluvial

En esta sección se incluyen las emisiones por uso de combustibles para impulsar embarcaciones fluviales.

Datos de Actividad

Los datos de actividad fueron obtenidos de las Tablas dinámicas de “Refinación y Comercialización de Petróleo, Gas y Derivados”, de la Secretaría Nacional de Gobierno de la Energía. En esta categoría se incluyen los datos de todos los combustibles excepto aerokerosene para “Bunker Cabotaje” y “Bunker Internacional” informado en dichas Tablas.

A continuación, se presentan los datos de actividad utilizados en la Tabla 1A3d.49.

Tabla1A3d.49: Datos de actividad Navegación			
Tipo de Transporte	Tipo de Combustible	Volumen (m³)	Fuente
Navegación	Gasoil	24.104	https://www.argentina.gob.ar/energia/hidrocarburos/refinacion-y-comercializacion-de-petroleo-gas-y-derivados-Tablas-dinamicas

Factores de emisión

Se utilizan los factores de emisión utilizados en el inventario nacional de gases de efecto invernadero a los fines de garantizar la coherencia de los resultados. Se considera que representan aproximadamente las tecnologías existentes en la Argentina.

En la Tabla1A3d.50 se muestran los factores de emisión utilizados.

Tabla1A3d.50: Factores de emisión Navegación									
Tipo de Transporte	Tipo de Combustible	FE CO ₂ (tonCO ₂ /TJ)	FE CH ₄ (kgCH ₄ /TJ)	FE N ₂ O (kgN ₂ O/TJ)	FE NO _x (kgNO _x /TJ)	FE CO (kgCO/TJ)	FE SO ₂ (kgSO ₂ /TJ)	Factor de Emisión COVNM (kgCOVNM/TJ)	Fuente
Navegación	Gasoil	74,1	7	2	1.500	1.000	36	200	Segundo informe bienal de actualización de la República Argentina a la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático. Anexos 1 y 2

Metodología

A partir del consumo de combustible y del factor de emisión, se obtienen las emisiones empleadas a partir de la siguiente ecuación, que corresponde a la ecuación 3.5.1 de las Directrices del IPCC 2006:

$$\text{Emisiones} = \text{Factor de emisión} * \text{Volumen de Combustible}$$

Resultados

En la Tabla 1A3d.51 se pueden observar los resultados de emisiones de gases de efecto invernadero para el sector navegación fluvial.

Tabla 1A3d.51: Emisiones de gases de efecto invernadero Navegación

Tipo de Transporte	Tipo de Combustible	Emisiones CO ₂ (ton)	Emisiones CH ₄ (ton)	Emisiones N ₂ O (ton)	Emisiones CO ₂ eq (ton)	Emisiones NO _x (ton)	Emisiones CO (ton)	Emisiones SO ₂ (ton)	Emisiones COVNM (ton)
Navegación	Gasoil	63.121,74	5,96	1,70	63.775,11	1.277,77	851,85	30,90	170,37

Conclusiones

El sector de navegación fluvial emite, en la Provincia de Santa Fe durante el año 2016, 63.775 toneladas de CO₂eq.

1A3e) Otro tipo de transporte

En este sector se incluye la quema de combustibles en actividades no especificadas o que no hayan sido incluidas en otra categoría.

Datos de actividad

A los fines del presente inventario se incluyen: las categorías “S/N” y “Estado” de los datos obtenidos de las Tablas dinámicas “Refinación y Comercialización de Petróleo, Gas y Derivados”.

En el sector Estado, la Secretaría de Energía de la Nación establece lo siguiente: “se informarán sólo aquellas ventas que tengan un precio final diferenciado del precio en surtidor, que sean realizadas a la Administración Pública Nacional, Provincial y Municipal, se trate tanto de administración central como de organismos descentralizados o autárquicos, tanto las que se realicen en forma directa como las realizadas a través de Estaciones de Servicio vinculadas o Distribuidores”.

En la Tabla 1A3e.52 se observan los datos de actividad utilizados.

Tabla1A3e.52: Datos de actividad Otros Sectores			
Tipo de Transporte	Tipo de Combustible	Volumen (m ³)	Fuente
Otros Sectores (Estado+S/N)	Gasoil	685	https://www.argentina.gob.ar/energia/hidrocarburos/refinacion-y-comercializacion-de-petroleo-gas-y-derivados-Tablas-dinamicas
	Gasolina	75	

Factores de emisión

Se utilizan los factores de emisión empleados en el inventario nacional de gases de efecto invernadero a los fines de garantizar la coherencia de los resultados. En este caso se consideran los factores de emisión correspondientes al transporte terrestre.

En la Tabla1A3e.53, se observan los factores de emisión utilizados.

Tabla1A3e.53: Factores de emisión Otros Sectores					
Tipo de Transporte	Tipo de Combustible	FE CO ₂ (tonCO ₂ /TJ)	FE CH ₄ (kgCH ₄ /TJ)	FE N ₂ O (kgN ₂ O/TJ)	Fuente
Otros Sectores (Estado+S/N)	Gasoil	74,1	7	2	Segundo informe bienal de actualización de la República Argentina a la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático. Anexos 1 y 2
	Gasolina	69,3	25	8	

Metodología

Ídem sección 1A3b.

Resultados

En la Tabla1A3e.54 se observan los resultados de emisiones de gases de efecto invernadero para otros sectores. No se han calculado las emisiones de gases indirectos, ya que no se especifica el tipo de transporte y los factores de emisión difieren significativamente entre los mismos.

Tabla1A3e.54: Emisiones de gases de efecto invernadero Otros Sectores					
Tipo de Transporte	Tipo de Combustible	Emisiones CO ₂ (ton)	Emisiones CH ₄ (ton)	Emisiones N ₂ O (ton)	Emisiones CO ₂ eq (ton)
Otros Sectores (Estado+S/N)	Gasoil	1.844,31	0,10	0,10	1.876,44
	Gasolina	171,31	0,06	0,02	178,73
Totales		2.015,62	0,16	0,12	2.055,17

Conclusiones

Las categorías “Otros sectores” emiten, en la Provincia de Santa Fe, 2.055,17 toneladas de CO₂eq.

Conclusiones categoría Transporte

En total se puede observar que en Santa Fe se emitieron en el año 3.971.853 toneladas de CO₂ equivalente por actividades de Transporte.

La contribución de cada tipo de transporte se puede observar a continuación, comprobándose que la gran mayoría de las emisiones proviene del transporte terrestre (98 %):

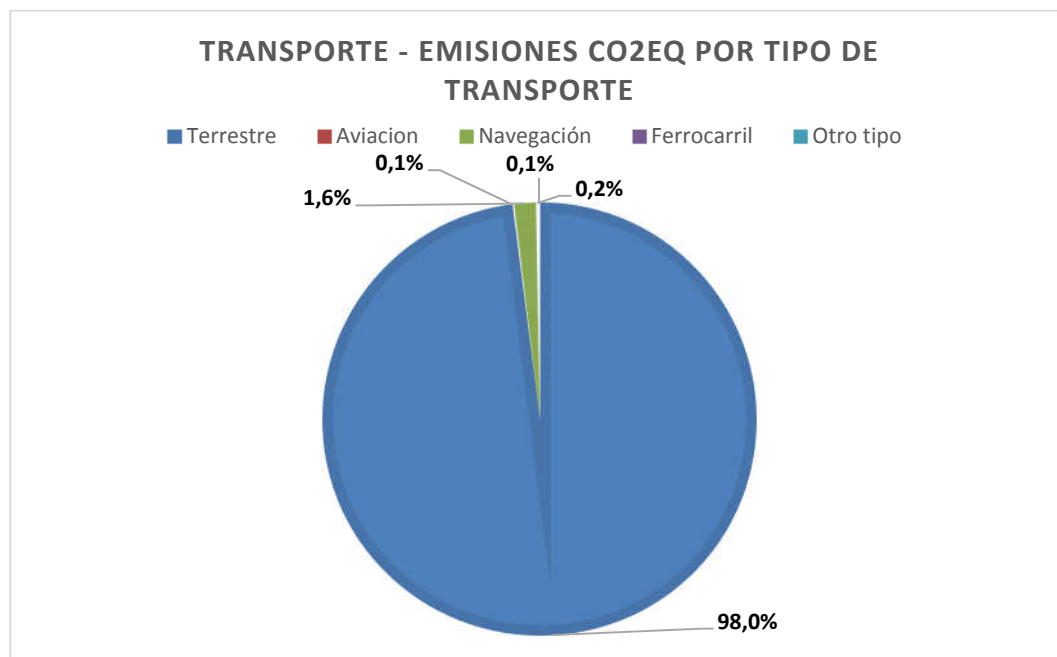


Figura 1. 12: Contribución relativa porcentual del Transporte por tipo de transporte.

Por último, la contribución por cada tipo de combustible se puede observar a continuación, siendo en este caso el combustible de mayor contribución el gasoil (56,5 %), siguiéndole la nafta (43,5 %) y el GNC (8,7 %), los demás colaborando menos del 1 %:

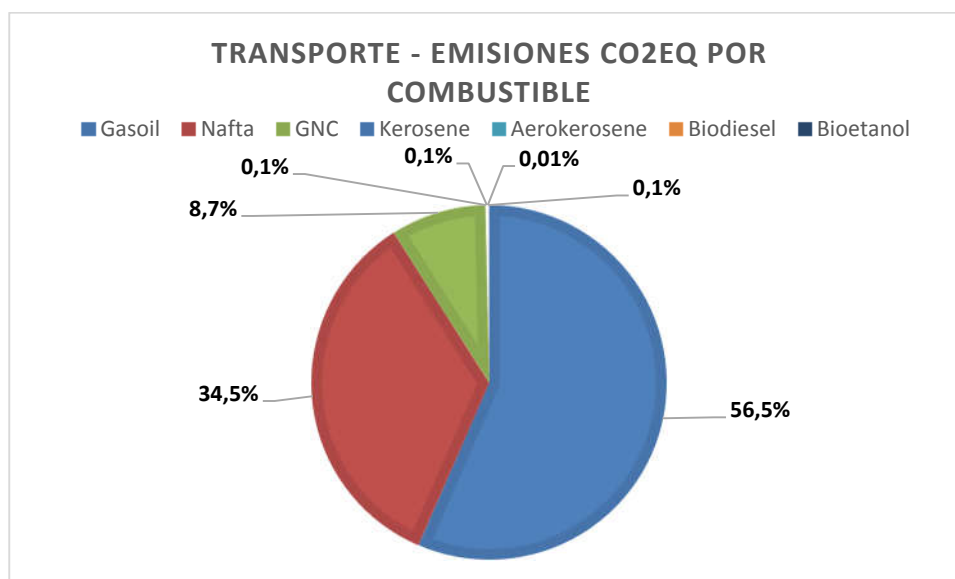


Figura 1. 13: Contribución relativa porcentual del Transporte por tipo de combustible.

1A4) Otros Sectores

1A4a) Comercial/Institucional

Datos de actividad

Los datos de actividad corresponden a los consumos de combustibles en la actividad comercial e institucional. Para el caso del gas natural, este fue obtenido de los datos operativos de ENARGAS, sección 1.10 “Gas Entregado y Nro. Usuarios, por Tipo de Usuario y Provincia”, para las categorías comercial y entes oficiales. Para el gas licuado de petróleo (GLP), se obtienen los datos de la Secretaría de Energía para el consumo total de GLP en Santa Fe. Se tienen en cuenta los porcentajes adjudicados a cada sector para el consumo de dicho combustible a nivel nacional en el Balance Energético Nacional y se asume que se replican a nivel provincial. Las estimaciones realizadas se indican en la Tabla 1A4a.55.

Tabla 1A4a.55: Consumo GLP para la actividad Comercial/Institucional en Santa Fe 2016

Consumo GLP total nacional (TEP)	Consumo GLP Comercial /Institucional Nacional (TEP)	Fuente	Porcentaje GLP Comercial/ Institucional nacional	Consumo GLP total Santa Fe (ton)	Fuente	Consumo GLP Comercial/ Institucional Santa Fe (aplicando porcentaje nacional) (ton)
1.897.816,80	227.738,02	Balance Energético Nacional 2016	12	32.405,90	Secretaría de Energía de la Nación	3.888,71

Debido a la falta de información oficial para esta sección, no se incluye el cálculo del combustible leña.

Los datos utilizados se pueden observar en la Tabla 1A4a.56.

Tabla 1A4a.56: Datos de Actividad - Combustión Estacionaria - Comercial/Institucional			
Combustible	Consumo	Unidad	Fuente
Gas Natural	76.542.000,00	m ³	https://www.enargas.gob.ar/secciones/transporte-y-distribucion/datos-operativos-subsec.php?sec=1&subsec=10&subsecord=10
GLP	3.888,71	toneladas	Secretaría de Energía

Factor de emisión

Se utilizan los factores de emisión presentados en el Segundo Informe Bial de Actualización de la República Argentina a la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático. Los mismos se encuentran en la Tabla 1A4a.57.

Tabla 1A4a.57: Factores de emisión - Combustión Estacionaria - Comercial/Institucional

Combustible	FE CO ₂ (ton CO ₂ /TJ)	FE CH ₄ (kg CH ₄ /TJ)	FE N ₂ O (kg N ₂ O/TJ)	FE NO _x (kg NO _x /TJ)	FE CO (kg CO/TJ)	FE COVNM (kg COVNM/TJ)	FE SO ₂ (kg SO ₂ /TJ)	Fuente
Gas Natural	56,10	1,00	0,10	150,00	50,00	5,00	0,00	Segundo Informe Bial de Actualización de la República Argentina a la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático
GLP	63,10	1,00	0,10	150,00	50,00	5,00	4,23	

Metodología

Ídem sección 1A2a.

Resultados

En la Tabla1A4a.58 se pueden observar los resultados de las emisiones de gases de efecto invernadero para el sector comercial/institucional.

Tabla1A4a.58: Emisiones de Gases de Efecto Invernadero - Combustión Estacionaria - Comercial/Institucional								
Combustible	Emisiones CO ₂ (ton)	Emisiones CH ₄ (ton)	Emisiones N ₂ O (ton)	Emisiones CO ₂ eq (ton)	Emisiones NO _x (ton)	Emisiones CO (ton)	Emisiones COVNM (ton)	Emisiones SO ₂ (ton)
Gas Natural	106.545,84	1,90	0,19	106.644,60	284,88	94,96	9,50	0,00
GLP	11.606,35	0,18	0,02	11.615,92	27,590	9,20	0,92	0,78
Totales	118.152,20	2,08	0,21	118.260,52	312,47	104,16	10,42	0,78

Conclusiones

El sector comercial/industrial emitió 118.261 toneladas de CO₂eq en la Provincia de Santa Fe durante el año 2016 por la combustión estacionaria.

En el siguiente gráfico se puede observar la contribución por tipo de combustible, siendo la mayor la del gas natural (90,18 %) y el resto el GLP (9,82 %):

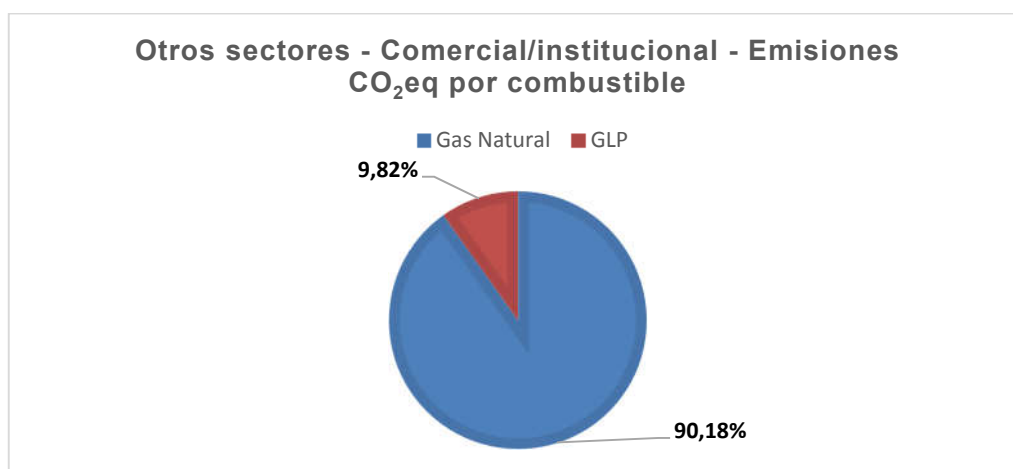


Figura 1. 14: Contribución relativa porcentual de Otros sectores (comercial/industrial) relativos a Transporte por tipo de combustible.

1A4b) Residencial

Datos de actividad

Los datos de actividad corresponden a los consumos de combustibles en la actividad residencial. Para el caso del gas natural, este fue obtenido de los datos operativos de ENARGAS, sección 1.10 “Gas Entregado y Nro. Usuarios, por Tipo de Usuario y Provincia”, para la categoría residencial. Para el gas licuado de petróleo (GLP), se obtienen los datos de la Secretaría de Energía para el consumo total de GLP en Santa Fe, se tienen en cuenta los porcentajes adjudicados a cada sector para el consumo de dicho combustible a nivel nacional en el Balance Energético Nacional y se asume que se replican a nivel provincial. Las estimaciones realizadas se indican en la Tabla 1A4b.59.

Tabla 1A4b.59: Consumo GLP para la actividad Residencial en Santa Fe 2016						
Consumo GLP total nacional (TEP)	Consumo GLP Residencial Nacional (TEP)	Fuente	Porcentaje GLP Residencial nacional	Consumo GLP total Santa Fe (ton)	Fuente	Consumo GLP Residencial Santa Fe (aplicando porcentaje nacional) (ton)
1.897.816,80	1.366.428,10	Balance Energético Nacional 2016	72	32.405,90	Secretaría de Energía Nacional	23.332,25

*Nota: TEP indica Tonelada equivalente petróleo.

En cuanto a la leña, se obtuvieron datos del documento “Análisis Espacial del Balance Energético Derivado de Biomasa. Metodología Wisdom. Provincia de Santa Fe”, de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO). Como ya se ha especificado, sólo se contabilizan las emisiones de CO₂eq correspondientes a las emisiones de CH₄ y N₂O, debido a que la leña es un combustible de origen biológico.

Los datos de actividad utilizados se pueden observar en la Tabla 1A4b.60.

Tabla 1A4b.60: Datos de Actividad - Combustión Estacionaria - Residencial			
Combustible	Consumo	Unidad	Fuente
Gas Natural	611.724.000,00	m ³	https://www.enargas.gob.ar/secciones/transporte-y-distribucion/datos-operativos-subsec.php?sec=1&subsec=10&subsecord=10
GLP	23.332,25	toneladas	Secretaría de Energía
Leña	13.688,00	toneladas	“Análisis Espacial del Balance Energético Derivado de Biomasa. Metodología Wisdom. Provincia de Santa Fe”

Factor de emisión

Se utilizan los factores de emisión presentados en el Segundo Informe Bienal de Actualización de la República Argentina a la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático. Los mismos se encuentran en las Tablas 1A4a.57 y 1A4b.61.

Tabla 1A4b.61: Factores de emisión - Combustión Estacionaria - Residencial

Combustible	FE CO ₂ (ton CO ₂ /TJ)	FE CH ₄ (kgCH ₄ / TJ)	FE N ₂ O (kgN ₂ O/TJ)	FE NO _x (kg NO _x / TJ)	FE CO (kgCO/TJ)	FE COVNM (kg COVNM /TJ)	FE SO ₂ (kg SO ₂ /TJ)	Fuente
Leña	112,00	30,00	4,00	100,00	5000,00	600,00	256,41	Segundo Informe Bienal de Actualización de la República Argentina a la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático

Metodología

Ídem sección 1A2a.

Resultados

En la Tabla 1A4b.62 se pueden observar los resultados de las emisiones de gases de efecto invernadero para el sector comercial/institucional.

Tabla 1A4b.62: Emisiones de Gases de Efecto Invernadero - Combustión Estacionaria - Residencial

Combustible	Emisiones CO ₂ (ton)	Emisiones CH ₄ (ton)	Emisiones N ₂ O (ton)	Emisiones CO ₂ eq (ton)	Emisiones NO _x (ton)	Emisiones CO (ton)	Emisiones COVNM (ton)	Emisiones SO ₂ (ton)
Gas Natural	851.514,86	15,18	1,52	852.304,14	2.276,78	758,93	75,89	0,00
GLP	69.638,13	1,10	0,11	69.695,52	165,54	55,18	5,52	4,67
Leña	23.915,67	6,41	0,85	399,31	21,35	1.067,66	128,12	54,75
Totales	945.068,66	22,69	2,48	922.398,96	2.463,67	2.585,52	209,53	59,42

Conclusiones

El sector residencial emitió 922.399 toneladas de CO₂eq en la Provincia de Santa Fe durante el año 2016 por la combustión estacionaria.

En el siguiente gráfico se puede observar la contribución por tipo de combustible, siendo el gas natural el de mayor contribución (92,40 %), siguiéndole el GLP (7,56 %) y la leña (0,04 %):

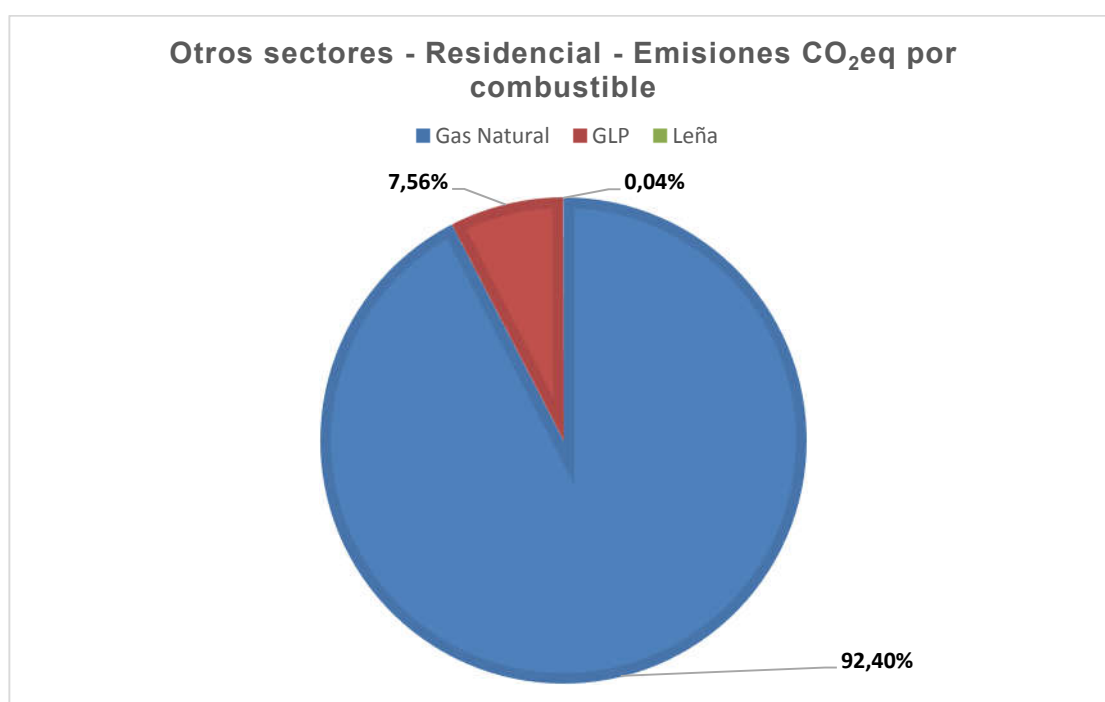


Figura 1. 15: Contribución relativa porcentual de Otros sectores (residencial) relativo a Transporte por tipo de combustible.

1A4c) Agricultura/Silvicultura/Pesca/Piscifactorías

Datos de actividad



El consumo de combustibles para las actividades estacionarias relacionadas a la Agricultura/Silvicultura/Pesca/Piscifactorías, así como aquel relacionado a la combustión móvil en vehículos todo terreno y otra maquinaria y pesca corresponden a los datos de actividad. Para el gas licuado de petróleo (GLP), se obtienen los datos de la Secretaría de Energía para el consumo total de GLP en Santa Fe. Se tienen en cuenta los porcentajes adjudicados a cada sector para el consumo de dicho combustible a nivel nacional en el Balance Energético Nacional y se asume que se replican a nivel

Tabla1A4c.63: Consumo GLP para la actividad Agricultura/Silvicultura/Pesca/Piscifactorías en Santa Fe 2016

Consumo GLP total nacional (TEP)	Consumo GLPAgricultura/ Silvicultura/ Pesca/ Piscifactorías Nacional (TEP)	Fuente	Porcentaje GLP Agricultura/ Silvicultura/ Pesca/ Piscifactorías	Consumo GLP total Santa Fe (ton)	Fuente	Consumo GLPAgricultura/ Silvicultura/ Pesca/Piscifactorías Santa Fe (aplicando porcentaje nacional) (ton)
1.897.816,80	94.890,84	Balance Energético Nacional 2016	5	32.405,90	Secretaría de Energía Nacional	1.620,30

provincial. Las estimaciones realizadas se indican en la Tabla1A4c.63:

Asimismo, el resto de los combustibles se obtuvieron de la Secretaría de Energía Nacional, para la Provincia de Santa Fe.

El gas natural no se informa en la presente sección, dada la falta de información al respecto.

Los datos de actividad utilizados se encuentran en la Tabla1A4c.64.

Tabla1A4c.64: Datos de Actividad - Combustión Estacionaria - Agricultura/Silvicultura/Pesca/Piscifactoría			
Combustible	Consumo	Unidad	Fuente
GLP	1.620,30	Toneladas	Balance Energético Nacional
Kerosene	25,60	m ³	http://res1104.se.gob.ar/consultaprecios.eess.php
Nafta	8.534		
Gasoil	266.321,69		

Factor de emisión

Se utilizan los factores de emisión presentados en el Segundo Informe Bial de Actualización de la República Argentina a la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático. Los mismos se encuentran en la Tabla1A4c.65.

Tabla1A4c.65: Factores de emisión - Combustión Estacionaria - Agricultura/Silvicultura/Pesca/Piscifactoría								
Combustible	FE CO ₂ (ton CO ₂ /TJ)	FE CH ₄ (kgCH ₄ /TJ)	FE N ₂ O (kgN ₂ O/TJ)	FE NO _x (kg NO _x /TJ)	FE CO (kg CO/TJ)	FE COVNM(kg COVNM /TJ)	FE SO ₂ (kg SO ₂ /TJ)	Fuente
GLP	63,10	1,00	0,10	150,00	50,00	50,00	4,23	Segundo Informe Bial de Actualización de la República Argentina a la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático
Kerosene	71,50	3,00	0,60	100,00	20,00	5,00	45,35	
Nafta	69,30	3,00	0,60	1.200,00	1.000,00	200,00	4,51	
Gasoil	74,10	3,00	0,60	1.200,00	1.000,00	200,00	36,28	

Metodología

Ídem sección 1A2a.

Resultados

En la Tabla1A4c.66se pueden observar los resultados de las emisiones de gases de efecto invernadero para el sector comercial/institucional.

Tabla1A4c.66: Emisiones de Gases de Efecto Invernadero - Combustión Estacionaria - Agricultura/Silvicultura/Pesca/Piscifactoría								
Combustible	Emisiones CO ₂ (ton)	Emisiones CH ₄ (ton)	Emisiones N ₂ O (ton)	Emisiones CO ₂ eq (ton)	Emisiones NO _x (ton)	Emisiones CO (ton)	Emisiones COVNM (ton)	Emisiones SO ₂ (ton)
GLP	0,08	0,008	4835,98	4.839,97	11,50	3,832	3,832	0,32
Kerosene	0,003	0,001	65,22	65,45	0,09	0,02	0,005	0,04
Nafta	0,84	0,17	19.492,28	19.562,31	337,53	281,27	56,25	1,27
Gasoil	29,03	5,81	717.050,78	719.460,30	11.612,16	9.676,80	1.935,36	351,07
Totales	29,95	5,98	741.444,26	743.928,03	11.961,27	9.961,92	1.995,45	352,71

Conclusiones

El sector Agricultura/Silvicultura/Pesca/Piscifactoría emitió 743.928 toneladas de CO₂eq en la Provincia de Santa Fe durante el año 2016.

En el siguiente gráfico se puede observar la contribución por tipo de combustible, siendo la más importante la del gasoil (96,71 %), siguiéndole la nafta (2,63 %) y las demás con menos del 1 %.

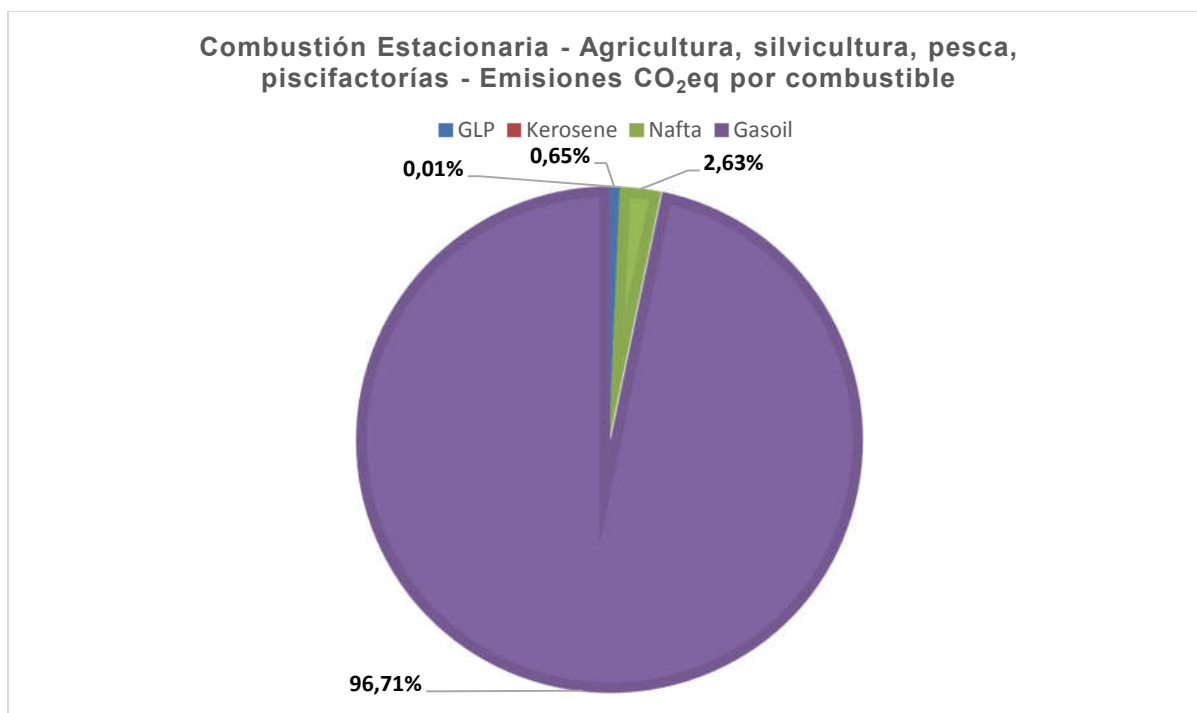


Figura 1. 16: Contribución relativa porcentual de la Combustión estacionaria, subsector Agricultura, silvicultura, pesca y piscifactorías por tipo de combustible.

Conclusiones Otros Sectores

La categoría “Otros Sectores” emitió durante el año 2016 en la Provincia de Santa Fe 1.784.590 toneladas de CO₂eq.

En el próximo gráfico se puede observar la contribución por sector y por tipo de combustible para la categoría “Otros Sectores”. El sector residencial es el mayor contribuyente, (51,69%), seguido por el sector agricultura, silvicultura, pesca, piscifactorías, (41,69%)y, por último, el sector comercial/institucional (6,63%).

Otros sectores- Emisiones CO₂eq por sector y tipo de combustible

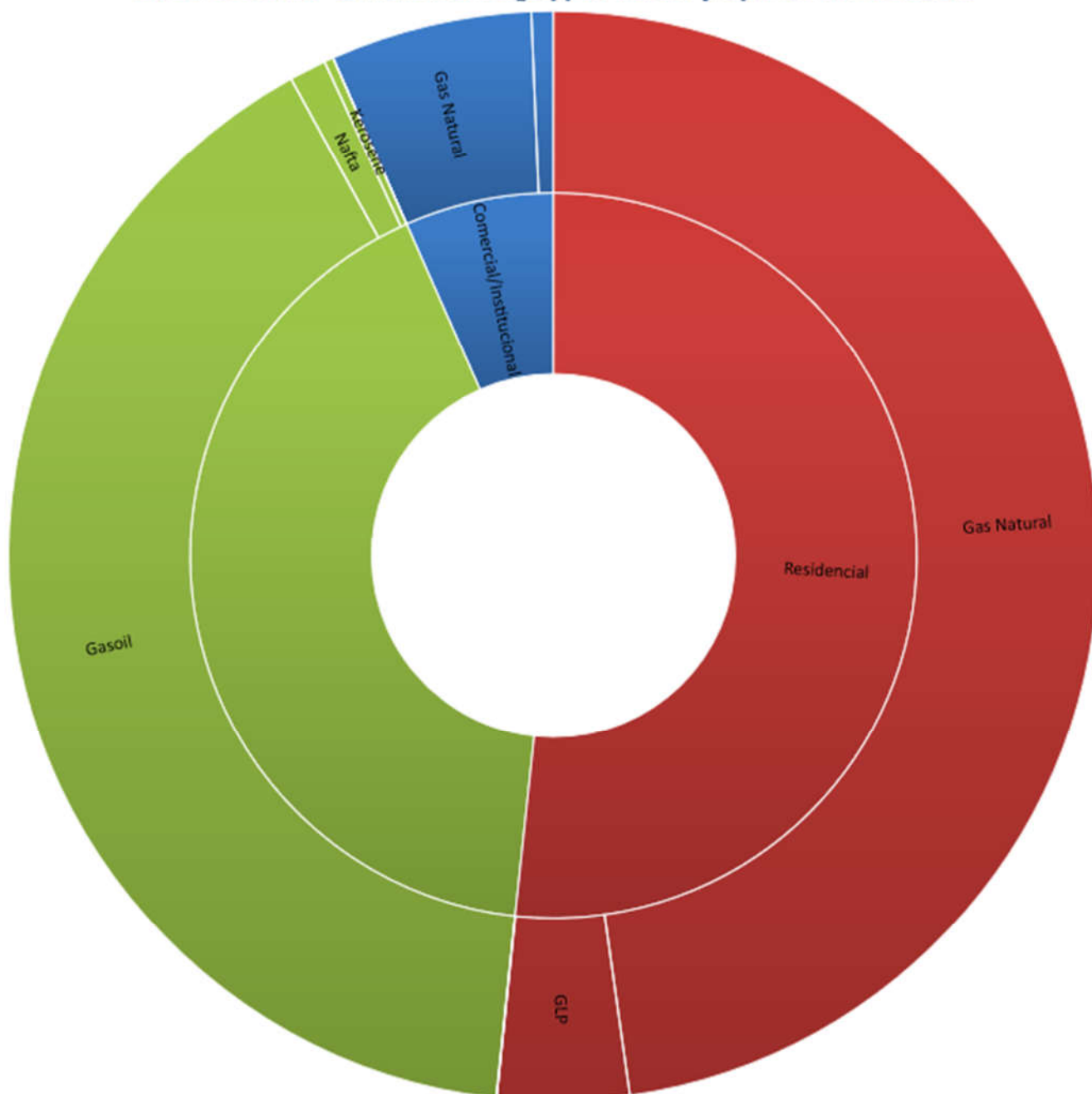


Figura 1. 17: Contribución relativa porcentual de la Combustión estacionaria, subsector Otros sectores por sector de actividad y tipo de combustible.

Si se analiza la contribución por tipo de combustible, se observa que el gas natural es el que más contribuye (53,74 %), siguiéndole el gasoil (40,32 %) y los demás con contribuciones menores:

Otros sectores - Emisiones CO₂eq por combustible

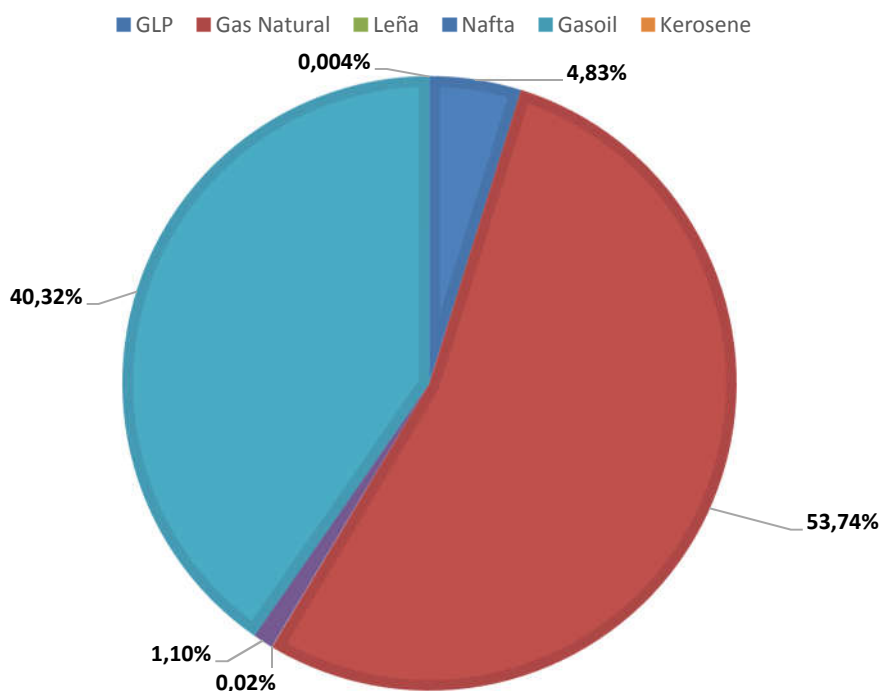


Figura 1. 18: Contribución relativa porcentual de la Combustión estacionaria, subsector Otros sectores por tipo de combustible.

Conclusiones Combustión Estacionaria

Por la combustión estacionaria (excluye la combustión móvil), se emitieron 7.565.375 toneladas de CO₂eq en la Provincia de Santa Fe, durante el año 2016.

Las contribuciones de cada sector se pueden observar en el siguiente gráfico, con el mayor porcentaje correspondiente a las industrias de la energía (45,65 %), siguiéndole las manufactureras y de la construcción (30,76 %) y otros sectores (23,59 %):

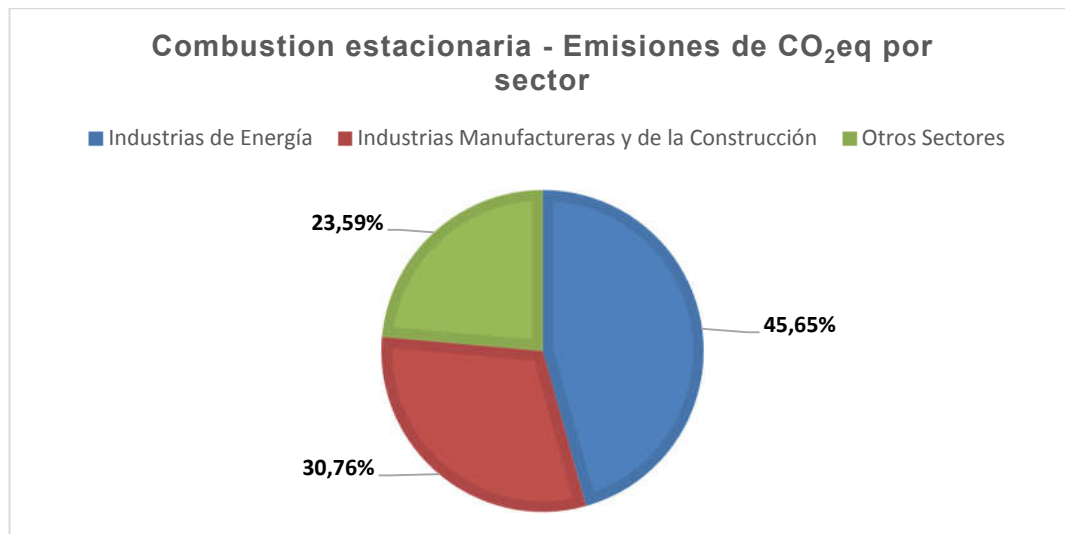


Figura 1. 19: Contribución relativa porcentual de la Combustión estacionaria por sector de actividad.

Analizando las contribuciones por combustible se puede concluir, como se observa en el siguiente gráfico, que el gas natural es el que prevalece (63,55 %), seguido por el gasoil (27,56 %) y el fueloil (6,29 %), siendo las demás contribuciones menores al 1,2 %:

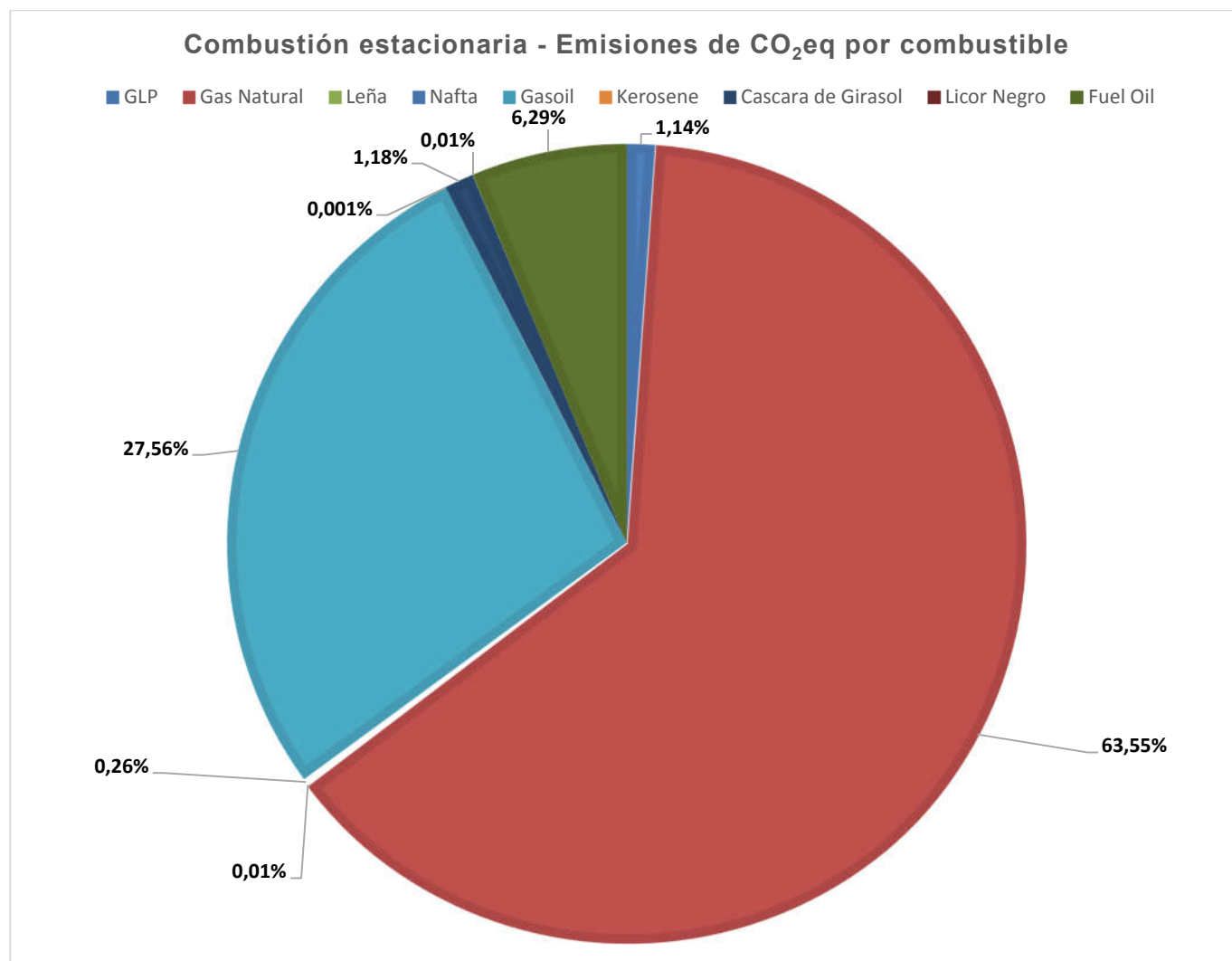


Figura 1. 20: Contribución relativa porcentual de la Combustión estacionaria por tipo de combustible.

Conclusiones Sector Energía

En conclusión, el Sector Energía emitió en la Provincia de Santa Fe 11.537.230 toneladas de CO₂eq durante el año 2016. La mayor contribución de las combustiones a las emisiones de gases de efecto invernadero es la Estacionaria (65.6 %), siendo el resto aportado por la Móvil (34,4 %):

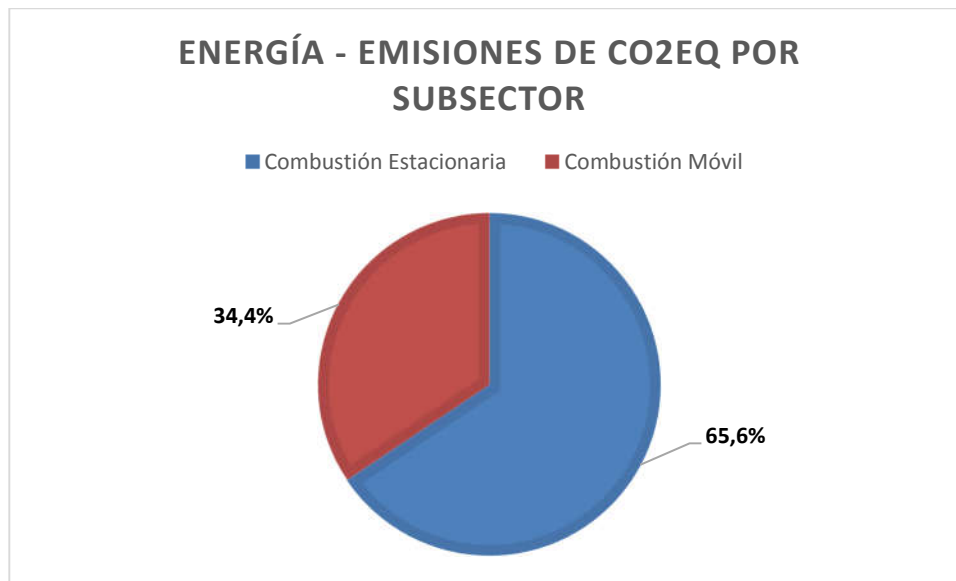


Figura 1. 21: Contribución relativa porcentual del Sector Energía por Subsector.

Asimismo, la contribución de cada combustible se puede observar en el siguiente gráfico, a partir del cual se concluye que el gas natural es de mayor relevancia (41,7 %), seguidos por el gasoil (37,5 %), la nafta (o gasolina) (12,0 %), el fueloil (4,1 %), el GNC (3,0%), siendo las demás contribuciones menores al 1 %.

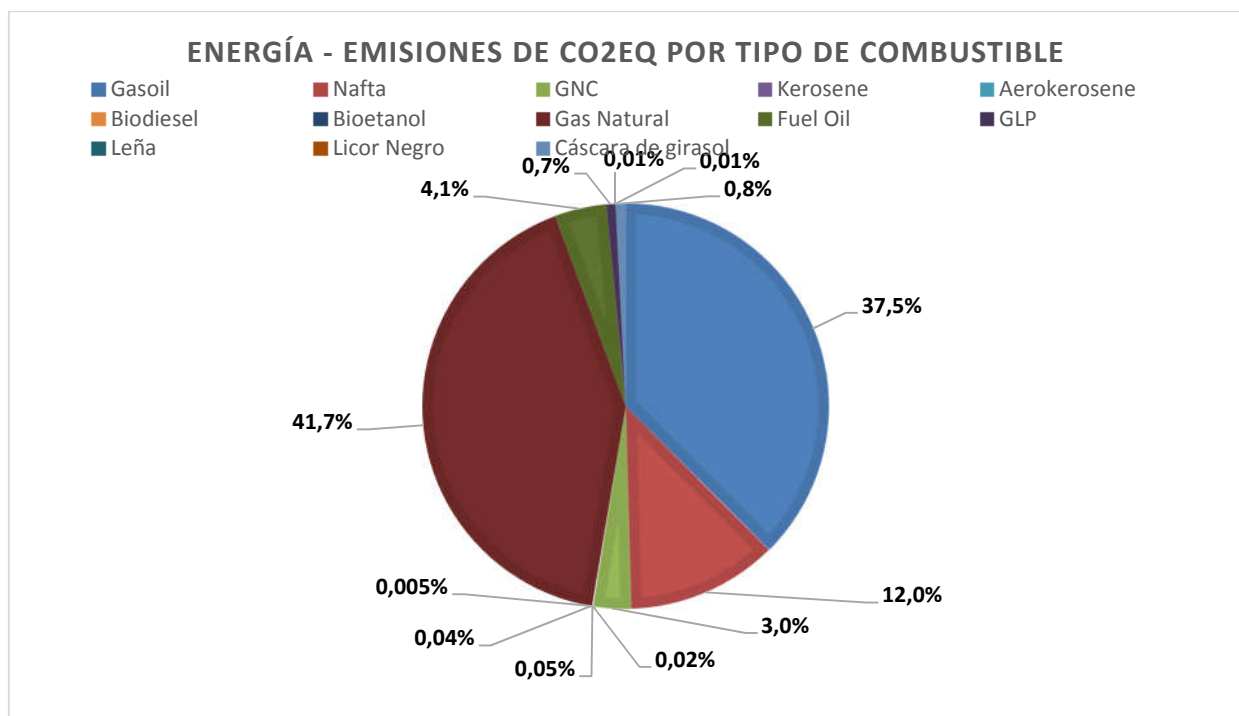


Figura 1. 22: Contribución relativa porcentual del Sector Energía por tipo de combustible.

Listado de Figuras del Sector 1

Figura 1. 1: Contribución porcentual de las Industrias de la Energía por combustible y tecnología	55
Figura 1. 2: Contribución relativa porcentual de la Refinación de petróleo por tipo de combustible.	59
Figura 1. 3: Contribución relativa porcentual de la Industria de la Energía por actividad.	60
Figura 1. 4: Contribución relativa porcentual de la Industria de la Energía por tipo de combustible.	60
Figura 1. 5: Contribución relativa porcentual de la Industria del hierro y del acero por tipo de combustible.	64
Figura 1. 6: Contribución relativa porcentual de la Industria de pulpa, papel e imprenta por tipo de combustible.	71
Figura 1. 7: Contribución relativa porcentual de la Industria de Alimentos, bebidas y tabaco por tipo de combustible.	74
Figura 1. 8: Contribución relativa porcentual de las Industrias manufactureras por actividad.	87
Figura 1. 9: Contribución relativa porcentual de las Industrias manufactureras por tipo de combustible.	88
Figura 1. 10: Contribución relativa porcentual de la Industria de Alimentos, bebidas y tabaco por rama de actividad y tipo de combustible.	90
Figura 1. 11: Contribución relativa porcentual del Transporte terrestre por tipo de combustible.	96
Figura 1. 12: Contribución relativa porcentual del Transporte por tipo de transporte. ...	102
Figura 1. 13: Contribución relativa porcentual del Transporte por tipo de combustible.	103
Figura 1. 14: Contribución relativa porcentual de Otros sectores (comercial/industrial) relativos a Transporte por tipo de combustible.	105
Figura 1. 15: Contribución relativa porcentual de Otros sectores (residencial) relativo a Transporte por tipo de combustible.	108
Figura 1. 16: Contribución relativa porcentual de la Combustión estacionaria, subsector Agricultura, silvicultura, pesca y piscifactorías por tipo de combustible.	111
Figura 1. 17: Contribución relativa porcentual de la Combustión estacionaria, subsector Otros sectores por sector de actividad y tipo de combustible.	112
Figura 1. 18: Contribución relativa porcentual de la Combustión estacionaria, subsector Otros sectores por tipo de combustible.	113
Figura 1. 19: Contribución relativa porcentual de la Combustión estacionaria por sector de actividad.	114
Figura 1. 20: Contribución relativa porcentual de la Combustión estacionaria por tipo de combustible.	115

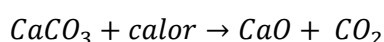


<i>Figura 1. 21: Contribución relativa porcentual del Sector Energía por Subsector.</i>	<i>116</i>
<i>Figura 1. 22: Contribución relativa porcentual del Sector Energía por tipo de combustible.</i>	<i>116</i>

Sector 2: Procesos Industriales y Uso de Productos

2A- Industria de los Minerales

Este capítulo presenta la metodología para calcular las emisiones de Gases de Efecto Invernadero provenientes de procesos para la elaboración de productos minerales industriales. La principal vía de liberación de CO₂ es la calcinación de los compuestos carbonatados, durante la cual se forma óxido metálico mediante la aplicación de calor:



Se hace énfasis en tres categorías de industrias, dadas sus importantes contribuciones a las emisiones mundiales: la producción de cemento, de cal y de vidrio. Sin embargo, las Directrices IPCC 2006 también incluye las emisiones provenientes del consumo de carbonatos en una variedad de otras industrias de los minerales, tales como las cerámicas, los usos de la ceniza de sosa y el consumo de carbonatos en la producción de magnesita no metalúrgica.

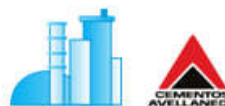
Es de señalar que este es un Primer Inventario de Gases de Efecto Invernadero de la Provincia de Santa Fe, por lo que contiene la mayor cantidad de información que se ha podido recabar en este y los demás Sectores, siendo factible de ser perfeccionado (tal como es el caso del Informe similar a nivel nacional) con los sucesivos nuevos Informes provinciales.

2A1) Producción de Cemento

No se ha incluido esta sección, dada la información provista por la Asociación de Fabricantes de Cemento Portland del país, según la cual no se produce cemento en la provincia de Santa Fe.



- ▶ Barker
- ▶ Catamarca - El Alto
- ▶ L'Amali
- ▶ Olavarría
- ▶ LomaSer
- ▶ Ramallo
- ▶ San Juan
- ▶ Sierras Bayas
- ▶ Zapala



- ▶ San Luis - El Gigante
- ▶ Olavarría - San Jacinto



- ▶ Campana
- ▶ Capdeville
- ▶ Malagueño
- ▶ Puesto Viejo
- ▶ Yocsina



- ▶ Comodoro Rivadavia
- ▶ Pico Truncado

Figura 2. 1: Distribución Geográfica de Plantas de Producción de Cemento. Fuente: <http://www.afcp.org.ar/index.php?IDM=14&mpal=2&alias=Distribucion-Geografica-de-las-plantas>.

2A2) Producción de Cal

No se ha incluido esta sección, dada la información provista por la Cámara Argentina de Empresarios Mineros, según la cual no se produce cal en la provincia de Santa Fe.

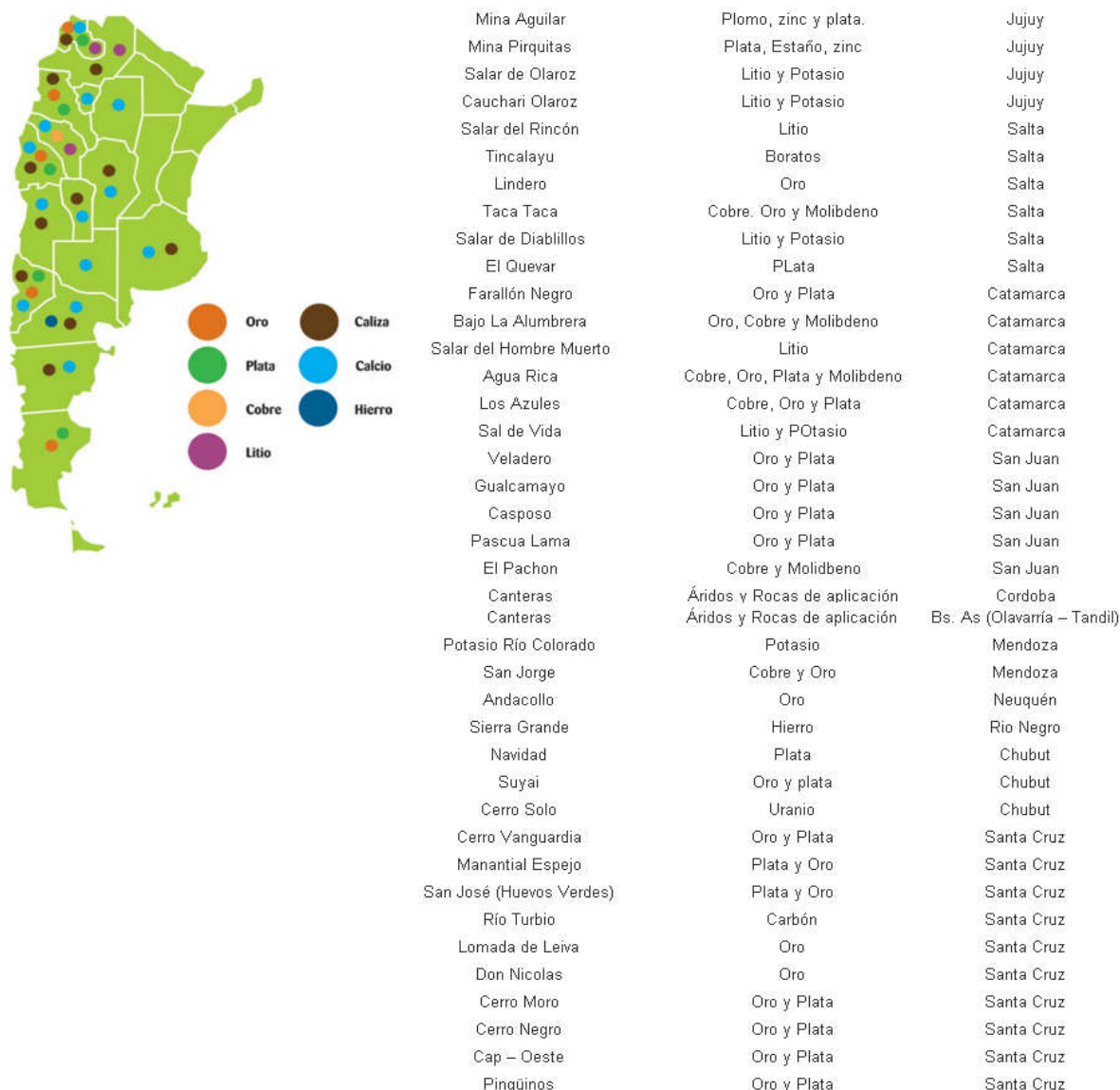


Figura 2. 2: Distribución Geográfica de Plantas de Producción de Cal. Fuente: <http://www.caem.com.ar/proyectos/>.

2A3) Producción de Vidrio

La industria del vidrio puede dividirse en cuatro categorías principales: recipientes, vidrios planos (ventanas), fibras de vidrio y vidrios especiales. Las dos primeras representan la mayor cantidad del vidrio comercializado, el cual está compuesto de sílice (SiO_2), sosa (Na_2O) y cal (CaO), con pequeñas cantidades de alúmina (Al_2O_3) y otros álcalis y tierras alcalinas.

Las principales materias primas del vidrio que emiten CO₂ durante el proceso de fundición son la piedra caliza (CaCO₃), la dolomita CaMg(CO₃)₂ y la ceniza de sosa (Na₂CO₃). Sin embargo, en la práctica, los fabricantes de vidrio utilizan también chatarra de vidrio reciclada, la cual proviene de la recuperación in situ de vidrios rotos en el proceso u otros desperdicios o de retenciones exteriores a la planta, proveniente de programas de reciclaje o recolección informal.

Datos de actividad

Para obtener el dato de actividad, que corresponde a la masa del vidrio producida en la Provincia de Santa Fe durante el año 2016, se refirió a la página web de la Oferta Industrial de Santa Fe (www.oisfe.com.ar). En dicho portal, se filtró el sector 26, que corresponde a “fabricación de productos minerales no metálicos”, subsectores 26101 “Fabricación de envases de vidrio”, 26102 “fabricación y elaboración de vidrio plano” y 26109 “fabricación y elaboración de productos de vidrio n.c.p.”. El subsector 26101 no arroja resultados para la provincia.

De allí se obtuvieron 34 resultados, los cuales fueron consultados por vía telefónica. Estos pueden observarse en la Tabla 2A3.1.

Tabla 2A3.1: Empresas de fabricación y elaboración de vidrio plano y productos de vidrio ncp			
Sector	Subsector	Nombre o razón social	Fuente
26	26102	Abelleira Sebastián Andrés	www.oisfe.com.ar
		Flexiplass SRL	
		José M. Fontella e Hijos SACIF	
		Sosa Julio Antonio	
		Vitromax SRL	
	26109	Adalid Rufino Gualberto	
		AvianiEduardo	
		Benassi Cristal Fino SRL	
		Bianchi Luis Antonio	
		BraidotJavier y PicciniWalter Germán	
		CarnottaGustavo M y MazzuchiniLeonardo	
		CarrioJosé	
		Casa ReymundoSRL	
		ChiarloVíctorHugo ChiarloÁngel Albin (Bolitas TinkaSA)	
		Coop. De t.c. VitrofinLTDA.	

	Coppari Gabriel Gustavo y Martín Ariel
	Cristalería María Luján SRL
	Cristalería San Carlos SA
	Derudi Roberto Aquiles
	FlexiglassSRL
	HuserFabio Leonel
	IturratCristina Nélica
	José M.Fontela e hijos SACIF
	LlodraTomas
	MullerLucindoCelestino
	Pérez Lidia Lucero
	RadicciHugo Raúl
	RedigondaMarcelo Javier
	Ricardo Bueloni y CIASC
	RuminMaría Eugenia
	ScheimbergVidrios SA
	SprSRL
	Toledo Daniel Alejandro
	Vidrios BraviSA

De estos 34, solamente 4 informan efectivamente la producción de vidrio y no sólo la comercialización.

Factores de emisión

Se utiliza el factor de emisión por defecto indicado por las Directrices del IPCC 2006. Asimismo, se considera la proporción de chatarra de vidrio o cullet por defecto indicada en el Capítulo 2, del Volumen 3 de las Directrices del IPCC 2006. Los valores de la proporción de Cullet y del factor de emisión se encuentran detallados en la Tabla 2A3.2.

Tabla 2A3.2: Factores de Emisión - Industria del vidrio			
Nombre	Valor	Unidad	Fuente
Proporción de Cullet	0,5	-	Directrices IPCC 2006
Factor de emisión de CO ₂	0,2	Toneladas de CO ₂ /toneladas de vidrio	

Metodología

Para calcular las emisiones de CO₂ relacionadas a la producción de vidrio se utiliza Nivel 1, por lo que el cálculo se basará en la ecuación 2.10 del Capítulo 2 del Volumen 3 de las Directrices de IPCC 2006:

$$Emisiones\ CO_2 = M_g * FE * (1 - CR)$$

Donde:

- Emisiones CO₂: emisiones de CO₂ proveniente de la producción de vidrio, toneladas CO₂eq.
- Mg: masa de vidrio producida, ton.
- FE: factor de emisión por defecto para la fabricación del vidrio, tonCO₂/ton vidrio
- CR: proporción de cullet para el proceso, fracción.

Resultados

Los resultados se pueden observar en la Tabla 2A3.3.

Tabla 2A3.3: Emisiones de Gases de Efecto Invernadero - Industria del vidrio	
Emisiones de CO ₂ (toneladas CO ₂ eq)	
52,92	

Conclusiones

Se concluye que la Industria del vidrio emitió 52,92 toneladas de CO₂eq en la Provincia de Santa Fe durante el año 2016.

2B- Industria Química

En esta sección se calculan las emisiones de gases de efecto invernadero que resultan de la producción de diversos químicos inorgánicos y orgánicos, los cuales se ha demostrado que contribuyen significativamente a niveles de emisiones mundiales y nacionales.

2B1) Producción de amoníaco

No se ha incluido esta sección, dada la información provista por el Instituto Petroquímico de Argentina, según el cual no se produce amoníaco en la Provincia de Santa Fe.

AMONÍACO						
NCM: 2814.10.00 (Anhidro) 2814.20.00 (En disolución acuosa)						
AÑO	PRODUCCION (t)	IMPORTACION (t)	EXPORTACION (t)	CONSUMO APARENTE (t)	VALOR COMERCIO EXTERIOR (US\$/t) IMPORTACION (CIF)	EXPORTACION (FOB)
2007	674.127	92	57.045	617.174	—	309
2008	572.280	86	31.858	540.508	—	662
2009	690.559	903	12.520	678.942	549	316
2010	597.323	1.042	12.039	586.326	551	413
2011	758.699	860	54.188	705.371	724	503
2012	757.297	222	36.400	721.119	1.137	573
2013	734.205	2	45.293	688.914	—	465
2014	639.848	1	28.095	611.754	—	555
2015	608.529	23	34.005	574.547	—	417
2016	740.893	2	382	740.513	—	—

PRODUCTOR	LOCALIZACION	CAPACIDAD INSTALADA (t/a al 31/12/16)	PROCESO	MATERIAS PRIMAS
FÁBRICA MILITAR RIO TERCERO	Río Tercero (Córdoba)	12.000 ⁽¹⁾	STEC	Gas Natural
BUNGE ARGENTINA S.A.	Campana (Bs. As.)	115.000	Químico	Gas Natural
PROFERTIL S.A.	Bahía Blanca (Bs.As.)	785.880	Haldor Topsoe	Gas Natural

ESTRUCTURA DEL MERCADO LOCAL EN 2016 (porcentual)	
Urea	96
Varios (Fertilizante, refrigeración e industria química)	4

PROYECTOS APROBADOS Y/O EN EJECUCIÓN	
Empresa: Nitratos Austin S.A. (subsidiaria de Austin Powder International Inc.) Localización de la planta: El Galpón, Prov. de Salta Capacidad instalada: 59.000 t/a	Materias Primas: Gas Natural Fecha probable de puesta en marcha: Primer semestre 2018

Fuente: Información estadística de la industria petroquímica y química de la Argentina. 37ª edición. Instituto Petroquímico de Argentina

2B2) Producción de ácido nítrico

No se ha incluido esta sección, dada la información provista por el Instituto Petroquímico de Argentina, según el cual no se produce ácido nítrico en la Provincia de Santa Fe.

ÁCIDO NÍTRICO						
NCM: 2808.00.10						
AÑO	PRODUCCION (t)	IMPORTACION (t)	EXPORTACION (t)	CONSUMO APARENTE (t)	VALOR COMERCIO EXTERIOR (US\$/t)	
					IMPORTACION (CIF)	EXPORTACION (FOB)
2007	28.311	1.967	1.121	29.157	566	381
2008	26.343	4.294	1.177	29.460	622	455
2009	28.411	3.818	1.289	30.940	540	511
2010	27.422	3.494	1.429	29.487	561	534
2011	29.298	4.462	1.205	32.555	607	554
2012	32.338	2.601	1.149	33.790	594	702
2013	28.373	2.315	953	29.735	626	731
2014	30.724	1.623	1.037	31.310	629	742
2015	26.625	1.909	675	27.859	506	830
2016	16.766	4.505	477	20.794	472	713

PRODUCTOR	LOCALIZACION	CAPACIDAD INSTALADA (t/a al 31/12/16)	PROCESO	MATERIAS PRIMAS
FÁBRICA MILITAR RÍO TERCERO	Río Tercero (Córdoba)	39.000	Oxidación de Amoniaco	Amoniaco
FRÍO INDUSTRIAS ARGENTINAS S.A.	Villa Mercedes (San Luis)	10.730 ⁽¹⁾	Oxidación de Amoniaco	Amoniaco

ESTRUCTURA DEL MERCADO LOCAL EN 2016 (porcentual)		
TDI	95	
Varios	5	

PROYECTOS APROBADOS Y/O EN EJECUCIÓN	
Empresa: Nitratos Austin S.A. (subsidiaria de Austin Powder International Inc.)	Materias Primas: Amoniaco
Localización de la planta: El Galpón, Prov. de Salta	Fecha probable de puesta en marcha: Primer semestre 2018
Capacidad Instalada: 59.000 t/a	

Fuente: Información estadística de la industria petroquímica y química de la Argentina. 37ª edición.
Instituto Petroquímico de Argentina

2B3) Producción de ácido adípico

No se ha incluido esta sección, dada la información provista por el Instituto Petroquímico Argentina, según el cual no se produce ácido adípico en la Argentina.

ÁCIDO ADÍPICO							
NCM: 2917.12.10							
AÑO	PRODUCCION (t)	IMPORTACION (t)	EXPORTACION (t)	CONSUMO APARENTE (t)	VALOR COMERCIO EXTERIOR (US\$/t)	IMPORTACION (CIF)	EXPORTACION (FOB)
2007	—	23.850	—	23.850	1.602	—	—
2008	—	22.397	—	22.397	1.665	—	—
2009	—	20.358	—	20.358	1.395	—	—
2010	—	30.060	1	30.059	1.982	—	—
2011	—	30.221	—	30.221	2.270	—	—
2012	—	24.494	300	24.194	1.677	—	2.250
2013	—	30.351	—	30.351	1.657	—	—
2014	—	29.665	266	29.399	1.596	—	2.215
2015	—	9.536	—	9.536	1.476	—	—
2016	—	4.311	—	4.311	1.145	—	—
PRODUCTOR	LOCALIZACION	CAPACIDAD INSTALADA (t/a al 31/12/16)		PROCESO	MATERIAS PRIMAS		
No hay							
ESTRUCTURA DEL MERCADO LOCAL EN 2016 (porcentual)							
Poliéster poliéster para poliuretanos y Plastificantes para PVC							
100							

Fuente: Información estadística de la industria petroquímica y química de la Argentina. 37ª edición. Instituto Petroquímico de Argentina

2B4) Producción de caprolactama, glioxil y ácido glioxílico

No se ha incluido esta sección, dada la información provista por el Instituto Petroquímico Argentina, según el cual no se produce caprolactama en la Argentina.

CAPROLACTAMA						
NCM: 2933.71.00						
AÑO	PRODUCCION (t)	IMPORTACION (t)	EXPORTACION (t)	CONSUMO APARENTE (t)	VALOR COMERCIO EXTERIOR (US\$/t)	
					IMPORTACION (CIF)	EXPORTACION (FOB)
2007	—	4.498	—	4.498	2.369	—
2008	—	4.918	—	4.918	2.479	—
2009	—	3.035	—	3.035	1.727	—
2010	—	2.028	—	2.028	2.352	—
2011	—	947	—	947	3.273	—
2012	—	1.051	—	1.051	2.619	—
2013	—	805	—	805	2.478	—
2014	—	689	—	689	2.359	—
2015	—	852	—	852	1.785	—
2016	—	562	—	562	1.384	—
PRODUCTOR	LOCALIZACION	CAPACIDAD INSTALADA (t/a al 31/12/16)		PROCESO	MATERIAS PRIMAS	
No hay						
ESTRUCTURA DEL MERCADO LOCAL EN 2016 (porcentual)						
Nylon 6		100				

Fuente: Información estadística de la industria petroquímica y química de la Argentina. 37ª edición. Instituto Petroquímico de Argentina



En cuanto al glioxil y al ácido glioxílico, no se encuentran registros de su fabricación en la Argentina.

2B5) Producción de carburo

En esta sección se incluye el cálculo de emisiones de gases de efecto invernadero derivadas de la producción de carburo de silicio y carburo de calcio. De acuerdo a lo establecido por la Cámara de la Industria Química y Petroquímica Argentina, el carburo de

calcio (http://www.ciqyp.org.ar/Default.aspx?&gv608_gvac=2&tabid=185&gv608_gvff1=224&gv608_gvfl1=2) y el carburo de silicio (http://www.ciqyp.org.ar/Default.aspx?&gv608_gvac=2&tabid=185&gv608_gvff1=225&gv608_gvfl1=2) sólo se producen en la planta Electrometalúrgica Andina SAIC, la cual se encuentra en Chimbas, San Juan.

2B6) Producción de Dióxido de Titanio

No se ha incluido esta sección, dada la información provista por el Instituto Petroquímico Argentina, según el cual no se produce dióxido de titanio en la Argentina.

DIOXIDO DE TITANIO						
NCM: 3206.11.11/19 (tipo rutilo) 3206.11.20 (tipo anatasa)						
AÑO	PRODUCCION (t)	IMPORTACION (t)	EXPORTACION (t)	CONSUMO APARENTE (t)	VALOR COMERCIO EXTERIOR (US\$/t) IMPORTACION (CIF)	EXPORTACION (FOB)
2007	—	34.485	55	34.430	2.158	—
2008	—	33.835	87	33.748	2.315	—
2009	—	69.538	8	69.530	1.254	—
2010	—	36.103	44	36.059	2.561	—
2011	—	40.203	14	40.189	3.453	—
2012	—	33.813	213	33.600	4.006	—
2013	—	38.748	164	38.584	3.106	—
2014	—	37.431	60	37.371	2.914	—
2015	—	44.261	51	44.210	2.540	—
2016	—	32.608	49	32.559	2.212	—
PRODUCTOR LOCALIZACION CAPACIDAD INSTALADA (t/a al 31/12/16)						
No hay						

Fuente: Información estadística de la industria petroquímica y química de la Argentina. 37° edición. Instituto Petroquímico de Argentina

2B7) Producción de Ceniza de Sosa

No se ha incluido esta sección, dada la información provista por el Instituto Petroquímico Argentina, según el cual no se produce ceniza de sosa (o carbonato de sodio) en Santa Fe.

CARBONATO DE SODIO (Soda Solvay)						
NCM: 2836.20.10 (Anhidro) 2836.20.90 (los demás)						
AÑO	PRODUCCION (t)	IMPORTACION (t)	EXPORTACION (t)	CONSUMO APARENTE (t)	VALOR COMERCIO EXTERIOR (US\$/t) IMPORTACION (CIF)	EXPORTACION (FOB)
2007	S/D	143.934	31.017	S/D	182	199
2008	215.190	140.021	33.633	321.578	227	269
2009	216.850	112.742	19.971	309.621	265	282
2010	225.760	93.594	17.446	301.908	221	243
2011	218.480	132.454	11.799	339.135	226	318
2012	233.570	159.757	7.471	385.856	252	351
2013	222.775	117.392	4.593	335.574	248	364
2014	235.920	149.524	2.957	382.487	241	363
2015	S/D	116.975	3.375	S/D	252	353
2016	S/D	167.926	1.375	S/D	262	349
PRODUCTOR						
LOCALIZACION		CAPACIDAD INSTALADA (t/a al 31/12/16)				
ALCALIS DE LA PATAGONIA S.A.I.C.		San Antonio Oeste (Río Negro) 250.000 ⁽¹⁾				

Fuente: Información estadística de la industria petroquímica y química de la Argentina. 37º edición. Instituto Petroquímico de Argentina

2B8) Producción petroquímica y de negro de humo

La industria petroquímica utiliza combustibles fósiles primarios (gas natural, petróleo, carbón) o productos de refinería de petróleo como materias primas de sus propios procesos. En esta sección se estiman las emisiones de gases de efecto invernadero provenientes de la producción de metanol, etileno y propileno, dicloruro de etileno, óxido de etileno y acrilonitrilo, así como de la producción de negro de humo. El negro de humo no es considerado un producto petroquímico, pero en su proceso de producción se utilizan sustancias petroquímicas como alimentación. Las Directrices del IPCC 2006 consideran estos productos por su volumen de producción mundial y sus emisiones asociadas. Sin embargo, se alienta a incluir otros productos relevantes para el área analizada. En este caso, se incluirán además los siguientes productos de la industria

petroquímica producidos en Santa Fe: Anhídrido ftálico, Cauchoestireno-butadieno, Estireno y Etilbenceno.

Datos de actividad

Todos los datos de actividad, es decir, la producción anual de cada producto químico mencionado de la Provincia de Santa Fe del año 2016, se obtuvieron de la 37ª Edición de la Información Estadística de la Industria Petroquímica y Química de la Argentina, del Instituto Petroquímico Argentino. Dichos datos corresponden a capacidad instalada, por lo que se utilizó el porcentaje de la capacidad instalada utilizada realmente, para obtener la producción anual. La utilización de la capacidad instalada en la industria para el año 2016 se obtuvo de la Unión Industrial Argentina, la cual tiene un valor de 75%.

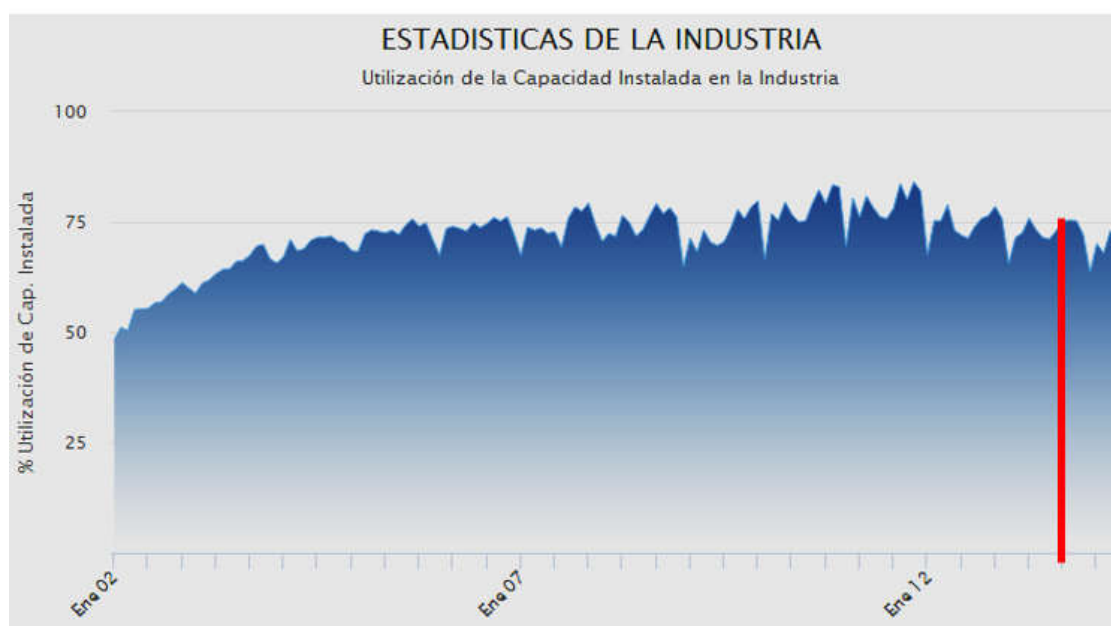


Figura 2. 3: Utilización de la Capacidad Instalada en la Industria. Fuente: <http://www.uia.org.ar/estadistica/show/26>

Los datos de actividad se pueden observar en la Tabla 2B8.1.

Tabla 2B8.1: Datos de Actividad - Industria petroquímica y de negro de humo					
Producto	Capacidad instalada (ton)	Fuente	Utilización de la capacidad instalada (%)	Fuente	Producción anual (ton)
Metanol	50.000	37ª Edición de la Información Estadística de la Industria Petroquímica	75	http://www.uia.org.ar/estadistica/show/26	37.500
Etileno - Lurgi Linde	21.000				15.750
Etileno - Fish	31.000				23.250



Anhídrido ftálico	17.500	y Química de la Argentina - Instituto Petroquímico Argentino			13.125
Caucho estireno - butadieno	54.000				40.500
Estireno	160.000				120.000

Factores de emisión

Dado que se utiliza el Nivel 1 para el cálculo de las emisiones de la presente sección, se emplean los factores de emisión establecidos por defecto en las Directrices del IPCC 2006 (Volumen 3, capítulo 3). En primer lugar, para el caso del CO₂, sólo se incluyen el metanol y el etileno, dado que son los únicos que emiten dicho gas por su proceso productivo. Como se puede observar en la 37^a Edición de la Información Estadística de la Industria Petroquímica y Química de la Argentina del Instituto Petroquímico Argentino, la industria de Santa Fe que produce Metanol es ARAUCO Argentina SA, ubicada en Puerto General San Martín. Dicha empresa utiliza el proceso Lurgi Convencional, con gas natural como materia prima. Por su parte, la industria que produce etileno es Pampa Energía S.A, con dos sucursales, una en San Lorenzo y otra en Puerto General San Martín. En cada una de las mismas utiliza tecnologías diferentes: Lurgi-Linde para el primer caso (con nafta y propano como sustancia de alimentación), y Fish para el segundo caso (con propano como sustancia de alimentación). Así, para cada caso se utiliza el factor de emisión presentado en las Directrices del IPCC 2006, para la sustancia de alimentación correspondiente (para el caso donde se utiliza nafta y propano se realiza un promedio de ambos factores).

Los factores de CO₂ utilizados se pueden observar en la Tabla 2B8.2.

Tabla 2B8.2: Factores de Emisión CO₂ - Industria petroquímica y de negro de humo					
Producto	Sustancia de alimentación	Proceso	Fuente	Factor de Emisión CO₂ (tonCO₂/ton Producto)	Fuente
Metanol	Gas natural	Proceso Convencional de Lurgi	37a Edición de la Información Estadística de la Industria Petroquímica y Química de la Argentina - Instituto Petroquímico Argentino	0,385	Directrices del IPCC de 2006
Etileno	Nafta + propano	Lurgi - Linde		1,385	
	Propano	Fish		1,04	

Ahora, para el caso del CH₄, éste se calcula para el caso del metanol, etileno y estireno, dado que son los que emiten dicho gas por su proceso productivo. Por su parte, los NO_x sólo se emiten por la producción de etileno, mientras que los COVNM se emiten por la producción de anhídrido ftálico, estireno, caucho estireno – butadieno y de etileno. Las emisiones de CO y SO₂ no aplican a las sustancias consideradas.

Los factores de emisión considerados se encuentran en las Tablas 2B8.3a y 2B8.3b.

Tabla 2B8.3a: Factores de Emisión de Gases de Efecto Invernadero de CH₄ - Industria petroquímica y de negro de humo		
Producto	Factor de Emisión CH₄ (kgCH₄/ton Producto)	Fuente
Metanol	2,30	Directrices del IPCC de 2006
Etileno – Nafta	3,00	
Etileno – Propano	3,00	
Anhídrido ftálico	N/A	-
Caucho estireno – butadieno	N/A	-
Estireno	4,00	Tercera Comunicación Nacional De La República Argentina a La Convención Marco De Las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático

Tabla 2B8.3b: Factores de Emisión de Gases de Efecto Invernadero de gases indirectos - Industria petroquímica y de negro de humo			
Producto	Factor de Emisión COVNM (kgCOVNM/ton Producto)	Factor de Emisión NO _x (kgNO _x /ton Producto)	Fuente
Metanol	N/A	N/A	Tercera Comunicación Nacional De La República Argentina a La Convención Marco De Las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático
Etileno - Nafta	1,40	0,04	
Etileno - Propano			
Anhídrido ftálico	6,00	N/A	
Caucho estireno - butadieno	2,90	N/A	
Estireno	18.00	N/A	

Metodología

En primer lugar, se explica la metodología utilizada para calcular las emisiones de CO₂, para cada producto químico (nivel 1), la cual se basa en la ecuación 3.15 del capítulo 3 del volumen 3 de las Directrices del IPCC 2006:

$$ECO_{2i} = PP_i FE_i \frac{GAF}{100}$$

- ECO_{2i}: emisiones de CO₂ de la producción de la sustancia petroquímica *i*, en toneladas.
- PP_i: producción anual de la sustancia petroquímica primaria *i*, en toneladas.
- FE_i: factor de emisión de CO₂ para la sustancia petroquímica *i*, en tonCO₂/ton Sustancia
- GAF: factor de ajuste geográfico, porcentaje. Se aplica para dar cuenta de la variabilidad regional de la eficiencia energética de los fraccionadores de vapor. Sólo se aplica a la producción de etileno.

Las únicas dos sustancias que emiten CO₂ son el metanol y el etileno, por lo que se calculará solamente para estas dos sustancias. Asimismo, el GAF para Sudamérica de acuerdo a las Directrices del IPCC 2006 es de 110%.

Ahora, para el cálculo de las emisiones de CH₄ se utiliza asimismo el método de nivel 1. Estas pueden ser emisiones fugitivas (bridas, válvulas, etc.) y/o a emisiones provenientes de los venteos (combustión incompleta de gases residuales en antorcha o sistemas de recuperación de energía). Se utilizan las ecuaciones 3.24 y 3.25 del capítulo 3 del volumen 3 de las Directrices del IPCC 2006

$$ECH_{4,fugitivas,i} = \sum_i PP_i FEf_i$$

$$ECH_{4,venteos,i} = \sum_i PP_i FEp_i$$

- ECH_{4,fugitivas,i}: emisiones fugitivas de CH₄ de la producción del producto petroquímico *i*, kg.
- ECH_{4,venteos,i}: emisiones de CH₄ de venteo de proceso de la producción del producto petroquímico *i*, kg.
- PP_i: producción anual de la sustancia petroquímica primaria *i*, en toneladas.
- FEf_i: factor de emisión de CH₄ fugitivo para la sustancia petroquímica *i* (kgCH₄/tnSustancia)



- FE_{pi} : factor de emisión de CH_4 de los venteos del proceso para la sustancia petroquímica i ($kgCH_4/tnSustancia$)

Sin embargo, se presentan las emisiones de CH_4 en su totalidad, sin dicha segregación, en base a los factores de emisión por defecto del IPCC, como ya se ha explicado.

Resultados

En la Tabla 2B8.4 se encuentran detallados los resultados de las emisiones de gases de efecto invernadero correspondientes a la producción petroquímica para la Provincia de Santa Fe, durante el año 2016.

Producto	Emisiones de CO₂ (ton)	Emisiones de CH₄ (ton)	Emisiones CO₂eq (ton)	Emisiones de NOX (ton)	Emisiones COVNM (ton)
Metanol	14.437,50	86,25	16.248,75	N/A	N/A
Etileno	50.593,13	117,00	53.050,13	1,56	54,6
Anhídrido ftálico	N/A	N/A	N/A	N/A	78,75
Caucho estireno - butadieno	N/A	N/A	N/A	N/A	117,45
Estireno	N/A	480,00	10.080,00	N/A	2.160,00
Totales	65.030,63	683,25	79.378,88	1,56	2.410,80

Conclusiones

En conclusión, la Industria Petroquímica y de Negro de Humo emitió 79.379 toneladas de CO₂eq en la Provincia de Santa Fe durante el año 2016. Las contribuciones de cada sustancia química se pueden observar en la Figura 2B8.1. La mayor contribución a las emisiones es debida al Etileno (66.83 %), seguida de Metanol (20,47 %) y de Estireno (12,70 %).

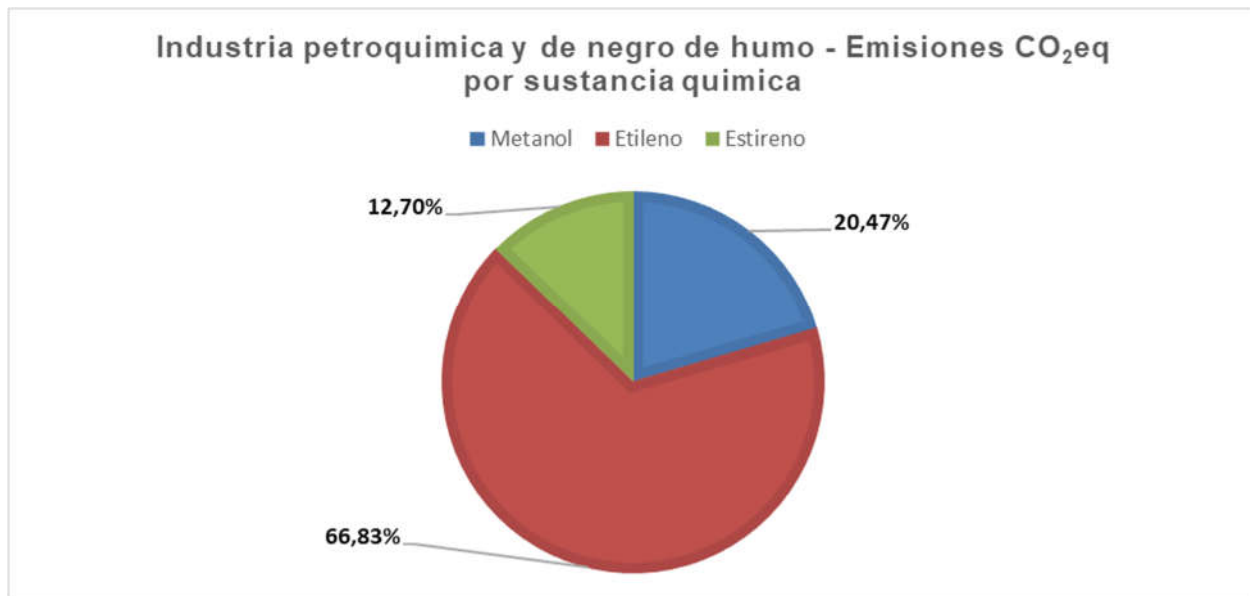


Figura 2. 4: Contribución porcentual relativa de la industria química y de negro de humo por tipo de sustancia química.

2B9) Producción fluoroquímica

No existen plantas productoras de clorodifluorometano (HCFC-22 o CHClF_2) en la Provincia de Santa Fe. Por lo tanto, no se incluye el cálculo de las emisiones de trifluorometano (HFC-23 o CHF_3) provenientes de la producción del HCFC-22.

Conclusiones categoría Industrias Químicas

De esta manera, se puede observar que Santa Fe se destaca por su producción petroquímica, siendo la única subcategoría aplicable.

Por lo tanto, la categoría Industria Química es responsable de la emisión de 79.379 toneladas de CO₂eq.

2C- Industria de los Metales

2C1) Producción de hierro y acero



La producción de hierro y acero incluye: instalaciones principales que producen tanto hierro como acero, instalaciones secundarias de fabricación de acero solamente, plantas de producción de hierro y producción de coque metalúrgico fuera de la instalación. La diferencia principal entre el hierro y el acero se halla en el porcentaje de Carbono: el acero es hierro con un porcentaje de carbono de entre el 0,03% y el 1,075%. El acero conserva las características metálicas del hierro en estado puro, pero la adición de carbono y de otros elementos tanto metálicos como no metálicos, mejora sus propiedades fisicoquímicas, sobre todo su resistencia. Existen muchos tipos de acero según los elementos aleantes que estén presentes. Cada tipo de acero permitirá diferentes aplicaciones y usos, lo que lo hace un material versátil y muy difundido en la vida moderna, donde podemos encontrarlo ampliamente.

La producción del acero puede realizarse a partir del mineral de hierro o de chatarra de acero reciclada. En el primer caso, incluye la producción de coque, los altos hornos y los hornos básicos de oxígeno o de reverbero. El acero bruto se produce en un horno básico de oxígeno a partir del arrabio (producto obtenido de la primera fusión del hierro en los altos hornos que contiene más carbono que el acero o que el hierro forjado) producido por el alto horno y luego se procesa para obtener productos acabados de acero. El arrabio también puede procesarse para obtener directamente productos de hierro. En el segundo caso, se utilizan hornos de arco eléctrico.

La producción de coque metalúrgico, a partir de la carbonización a altas temperaturas del carbón, se considera un uso energético del combustible fósil, por lo que se consideran en el sector Energía.

Luego de la producción de coque, el mineral de hierro y otros materiales que contienen hierro pueden aglomerarse en las plantas de sinterización, antes de pasar por el alto horno. La sinterización es un proceso de fabricación de piezas sólidas moldeadas, que consiste en compactar a alta presión varios polvos metálicos, para luego someterlos a un proceso térmico, a una temperatura inferior a la de fusión. El cisco de hierro es el material más utilizado en este proceso. La oxidación del cisco produce emisiones de CO₂. Otras descargas gaseosas de la producción de sinterizado contienen también metano.

Por su parte, los pellets se forman a partir de materiales de hierro en un proceso a elevadas temperaturas, que reduce el tamaño de las partículas. Esta operación incluye molido, secado, granulación y tratamiento térmico. Las plantas pueden estar en las

minas de hierro o puertos de embarque, o pueden también estar dentro de la planta de producción de hierro y acero.

Sin embargo, la mayor parte del CO₂ emitido por estas industrias proviene del uso del Carbono para convertir el mineral de hierro en hierro metálico. Para lograr esto, el Carbono se lleva al alto horno en forma de coque, emitiendo gas de alto horno. Aquí, el Oxígeno de gran pureza se combina con el Carbono contenido en el hierro en una reacción exotérmica que funde la carga, al mismo tiempo que disminuye el contenido de Carbono. Si se utiliza chatarra de acero reciclado, se realiza una fundición utilizando la energía eléctrica que se aplica a la carga a través de electrodos de Carbono. En estas instalaciones, las emisiones de CO₂ se asocian al consumo de electrodos de Carbono.

Datos de actividad

Los datos de actividad se obtuvieron principalmente a partir de la información provista por el mayor productor de hierro y acero de la Provincia de Santa Fe

De esta manera, los datos de actividad indicados por dicha responsable se encuentran en la Tabla 2C1.1.

Tabla 2C1.1: Datos de Actividad - Industria del hierro y el acero			
Toneladas acero crudo	Fuente	Toneladas de hierro reducido directo (hierro esponja)	Fuente
991.184,00	Elisabet Williams, Gerente de Área Medio Ambiente de ACINDAR	601.606,00	Elisabet Williams, Gerente de Área Medio Ambiente de ACINDAR

Factores de Emisión

Los factores de emisión correspondientes a CO₂, tanto para hierro reducido directo como para acero crudo, se obtuvieron de las Directrices IPCC 2006, utilizando nivel 1 para el cálculo de las emisiones. Para el CH₄, se utilizaron valores indicados en la Tercera Comunicación Nacional de la República Argentina a la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático, para el caso del Hierro Reducido Directo, y en las Directrices IPCC 2006, para el caso del acero crudo. En último este caso, se indica en la página 4.28 del capítulo 4 del volumen 3 que sólo se emite CH₄ por la fabricación de coque, sinterizado e Hierro Reducido Directo, no así para el acero crudo. Sin embargo, en la Tercera Comunicación Nacional no se indican emisiones de CH₄

para el Hierro Reducido Directo. Todos los valores adoptados se pueden observar en la Tabla 2C1.2.

Tabla 2C1.2: Factores de emisión- Industria del hierro y el acero					
Producto	Proceso productivo	FE CO ₂ (ton CO ₂ /ton producto)	Fuente	FE CH ₄ (ton CH ₄ /ton producto)	Fuente
Hierro reducido directo	N/A	0,7	Cuadro 4.1 del capítulo 4 del volumen 3 de las directrices IPCC 2006	0,00	Tercera Comunicación Nacional. Tabla A2.4
Acero crudo	Horno de arco eléctrico	0,08		0,00	Directrices IPCC 2006

Metodología

Para el cálculo de las *emisiones de CO₂ en la producción de coque metalúrgico* se utilizará el método de nivel 1, ya que no se cuenta con la información necesaria para utilizar el nivel 2. El nivel 1 supone que todo el coque producido se utiliza in situ, es decir, que todos los productos derivados del horno se transfieren fuera de la instalación y que todo el gas de horno de coque producido se quema in situ para la recuperación de energía. **Por esto se deben contabilizar en el Sector Energía (Producción de combustibles sólidos).**

$$E_{CO_2} = Coque (tn) * FE_{CO_2}$$

$$E_{CH_4} = Coque (tn) * FE_{CH_4}$$

Ahora, para el cálculo de *emisiones de CO₂ de la producción de hierro y acero*, se utiliza el método de nivel 1, el cual consiste en multiplicar los factores de emisión por defecto por los datos sobre producción provincial. Las Directrices del IPCC recomiendan determinar la fracción de acero que se produce en cada proceso de fabricación (hornos básicos de oxígeno, BOF, hornos de arco eléctrico, EAF, y hornos de solera, OHF):

$$Hierro y acero = E_{CO_2-NO ENERGÍA} = BOF * FE_{BOF} + EAF * FE_{EAF} + OHF * FE_{OHF}$$

- BOF: cantidad de acero crudo producido en BOF, toneladas.
- EAF: cantidad de acero crudo producido en EAF, toneladas.



- OHF: cantidad de acero crudo producido en OHF, toneladas.

Además, se deben estimar por separado las emisiones de CO₂ de la producción de arrabio que no se convierte en acero:

$$\text{Producción de arrabio} = E_{CO_2-NO\text{ ENERGÍA}} = IP * FE_{IP}$$

- IP: cantidad de producción de arrabio no convertido en acero, toneladas

En caso de que exista, se debe calcular por separado la producción por el método de hierro reducido directo (DRI):

$$\text{Hierro reducido directo} = E_{CO_2-NO\text{ ENERGÍA}} = DRI * FE_{DRI}$$

- DRI: cantidad de producción de hierro reducido directo, toneladas

Asimismo, el IPCC establece como buena práctica estimar las emisiones de la producción de sinterizado y de pellets, siempre que no se posea información detallada sobre los materiales de proceso.

$$\text{Producción de sinterizado} = E_{CO_2-NO\text{ ENERGÍA}} = SI * FE_{SI}$$

$$\text{Producción de pellets} = E_{CO_2-NO\text{ ENERGÍA}} = P * FE_P$$

- SI: cantidad de sinterizado producido, toneladas
- P: cantidad de pellets producidos, toneladas

En cuanto a las emisiones de CH₄, estas se producen cuando en el horno de producción de sinterizado o de hierro se calientan materiales que contienen Carbono, liberando compuestos volátiles, incluido el CH₄. En los hornos abiertos o parcialmente cubiertos, la mayoría de los compuestos volátiles se quema por encima de la carga, en la campana extractora y en los conductos de evacuación de las descargas gaseosas, produciendo CO₂, pero algunos permanecen sin reaccionar, como el CH₄ y los compuestos orgánicos volátiles diferentes del metano (COVDM).

$$\text{Producción de sinterizado} = E_{CH_4-NO \text{ ENERGÍA}} = SI * FE_{SI}$$

$$\text{Producción de arrabio} = E_{CH_4-NO \text{ ENERGÍA}} = IP * FE_{IP}$$

$$\text{Hierro reducido directo} = E_{CH_4-NO \text{ ENERGÍA}} = DRI * FE_{DRI}$$

Resultados

Los resultados de las emisiones de gases de efecto invernadero asociadas a la producción de hierro y acero se pueden encontrar en la Tabla 2C1.3.

Tabla 2C1.3: Emisiones - Industria del hierro y el acero			
Producto	Emisiones CO ₂ (ton)	Emisiones CH ₄ (ton)	Emisiones CO ₂ eq (ton)
Hierro reducido directo	421.124,20	0,00	421.124,20
Acero crudo	79.294,72	0,00	79.294,72
Total	500.418,92	0,00	500.418,92

Conclusiones Sector Procesos Industriales y Uso de Productos

En conclusión, la producción de hierro y acero (no energía) emitió 500.419 toneladas de CO₂eq durante el 2016 en Santa Fe.

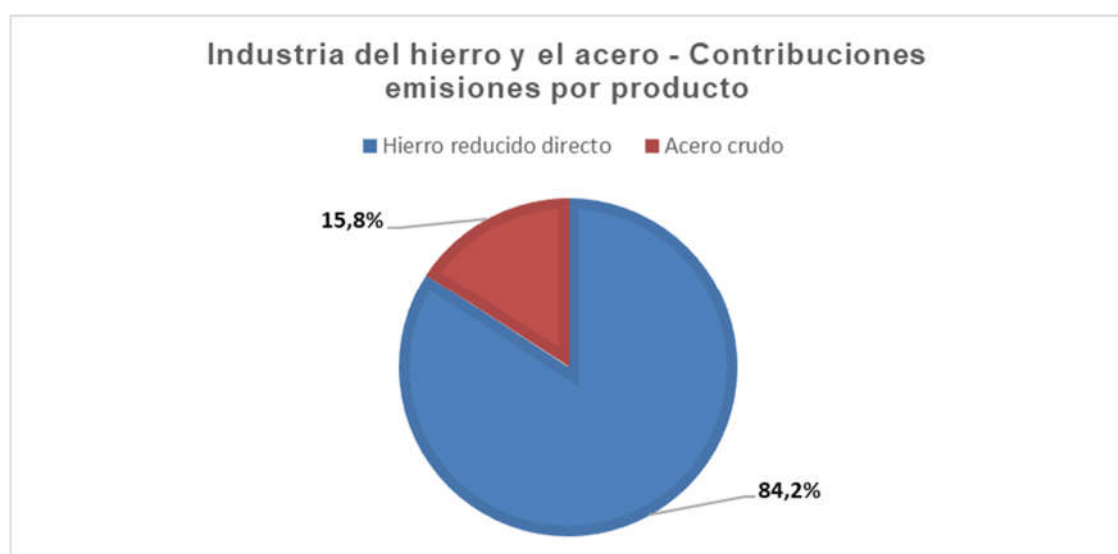




Figura 2. 5: Contribución relativa porcentual de la Industria del porcentual de acero, desagregadas de acuerdo a si el proceso es a partir de mineral de hierro, o bien acero crudo.

Como se observa en la Figura 2C1.1, el hierro reducido directo presenta la mayor contribución a las emisiones de CO₂(84,2 %) y el resto corresponde al acero crudo (15,8 %).

Listado de Figuras del Sector 2.

<i>Figura 2. 1: Distribución Geográfica de Plantas de Producción de Cemento. Fuente: http://www.afcp.org.ar/index.php?IDM=14&mpal=2&alias=Distribucion-Geografica-de-las-plantas.</i>	119
<i>Figura 2. 2: Distribución Geográfica de Plantas de Producción de Cal. Fuente: http://www.caem.com.ar/proyectos/.</i>	120
<i>Figura 2. 3: Utilización de la Capacidad Instalada en la Industria. Fuente: http://www.uia.org.ar/estadistica/show/26</i>	129
<i>Figura 2. 4: Contribución porcentual relativa de la industria química y de negro de humo por tipo de sustancia química.</i>	134
<i>Figura 2. 5: Contribución relativa porcentual de la Industria del porcentual de acero, desagregadas de acuerdo a si el proceso es a partir de mineral de hierro, o bien acero crudo.</i>	140



Sector 3: Agricultura, silvicultura y otros usos de la tierra

La Agricultura, Ganadería, Silvicultura y Otros Usos del Suelo, tienen una contribución preponderante en relación a las actividades que se desarrollan en la Provincia de Santa Fe. En consecuencia, también serán importantes las contribuciones de los distintos Subsectores a las emisiones de gases de efecto invernadero, del año 2016.

Cabe aclarar que este sector evalúa las emisiones/absorciones asociadas a cuestiones tales como ser: la fermentación entérica del ganado, las emisiones/absorciones de los suelos debido a cultivos y pastoreos, las emisiones/absorciones por cambios de usos de suelos, por aplicaciones de fertilizantes, la gestión del estiércol, etc.

3A – Ganado

3A1) Fermentación entérica

3A1a) Ganado

El ganado genera emisiones de Metano por fermentación entérica debido al proceso digestivo de las especies herbívoras, mediante el cual los hidratos de Carbono se descomponen en moléculas más sencillas por acción de microorganismos. La cantidad de Metano que se libera depende del tipo de tracto digestivo, de la edad y peso del animal y de la calidad y cantidad del alimento consumido.

En Santa Fe, se destacan la cría intensiva en el norte y la invernada intensiva en el centro y sur y en las islas del Paraná (pertenecientes a la Provincia de Santa Fe). En la actualidad, gran parte de esta actividad ha sido desplazada de los potreros y se realiza a corral. La faena representa el 20 % del total nacional.

3A1ai) Vacas Lecheras

Datos de actividad

Los datos de población de ganado bovino de leche se obtuvieron del Instituto Provincial de Estadísticas y Censos (IPEC), los cuales se pueden observar en la Tabla3A1ai.1. Es de destacar que Santa Fe es la segunda provincia productora de leche del país, representando el 28% del total país. La cuenca lechera santafesina, ubicada en el centro oeste, constituye la región productora más importante de América Latina. El complejo lechero santafesino cuenta con alrededor de 4.300 tambos, que ocupan 1.500 hectáreas¹.

Tabla 3A1ai.1: Datos de actividad -Fermentación entérica				
Ganado	Sistema Modal	Sistema Productivo	Cabezas (n°)	Fuente
Bovino Carne	Pampeana Norte	Cría	447.762	http://www.ipec.santafe.gov.ar/encganadera/vacuno/provincia-16.php
		Invernada	363.260	
	Noreste Argentino	Cría	889.614	
		Invernada	378.588	
Bovino Leche	-	-	688.810	
Ovinos	-	-	145.612	https://www.argentina.gob.ar/senasa/ovinos-sector-primario
Caprinos	-	-	102.046	https://www.argentina.gob.ar/senasa/caprinos-sector-primario
Equinos (menos mulas y asnos)	-	-	159.337	https://www.argentina.gob.ar/senasa/mercados-y-estadisticas/estadisticas/animal-estadisticas/equinos/equinos-sector-primario
Mulas y Asnos	-	-	690	http://www.senasa.gob.ar/cadena-animal/equinos/informacion/informes-y-estadisticas
Porcinos	-	-	462.887	http://www.ipec.santafe.gov.ar/encganadera/porcino/provincia-16.php

Factor de emisión

¹[https://www.santafe.gov.ar/index.php/web/content/view/full/112058/\(subtema\)/93794](https://www.santafe.gov.ar/index.php/web/content/view/full/112058/(subtema)/93794)



Para el caso del ganado bovino de leche, se utilizan los factores de emisión presentados para la provincia de Santa Fe en el Segundo Informe Bienal de Actualización de la República Argentina a la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático, que corresponden a un nivel 2 de cálculo. Estos factores se determinan a partir de los sistemas productivos característicos de cada cuenca lechera.

Los factores de emisión utilizados se observan en la Tabla 3A1ai.2.

Tabla 3A1ai.2: factores de emisión -Fermentación entérica				
Ganado	Sistema Modal	Sistema Productivo	FE CH₄ (kgCH₄/cabeza)	Fuente
Bovino Carne	Pampeana Norte	Cría	65	Segundo informe bienal de actualización de la República Argentina a la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático. Anexo 1 y 2
		Invernada	47,5	
	Noreste Argentino	Cría	64,6	
		Invernada	96,2	
Bovino Leche	-	-	121,9	Directrices IPCC 2006. Volumen 4, Capítulo 10, Cuadro 10.10
Ovinos	-	-	5,00	
Caprinos	-	-	5,00	
Equinos (menos mulas y asnos)	-	-	18,00	
Mulas y Asnos	-	-	10,00	
Porcinos	-	-	1,00	

Metodología

Se utilizó nivel 2 para vacunos lecheros, dado que se cuenta con información local para esta categoría principal. Para calcular las emisiones de gases de efecto invernadero correspondientes a la presente categoría se utilizó la ecuación 10.19 del capítulo 10, del volumen 4 de las Directrices IPCC 2006:

$$EmisionesCH_4 = N * FE$$

- N = números de cabezas de ganado lechero
- FE: factor de emisión (ton CH₄/cabeza)

Resultados

Los resultados de las emisiones de gases de efecto invernadero producidas por la fermentación entérica del ganado lechero se puede observar en la Tabla 3A1ai.3,

donde además se detallan las emisiones generadas por el ganado bovino de carne y los demás ganados y calculadas en los ítems 3A1a a 3A1h.

Tabla 3A1ai.3: Emisiones de gases de efecto invernadero -Fermentación entérica				
Ganada	Sistema Modal	Sistema Productivo	Emisiones CH₄ (ton)	Emisiones CO₂eq (ton)
Bovino Carne	Pampeana Norte	Cría	29.104,53	611.195,13
		Invernada	17.254,85	362.351,85
	Noreste Argentino	Cría	57.469,06	1.206.850,35
		Invernada	36.420,17	764.823,48
Bovino Leche	-	-	83.965,94	1.763.284,72
Ovinos	-	-	728,06	15.289,26
Caprinos	-	-	510,23	10.714,83
Equinos (menos mulas y asnos)	-	-	2.868,07	60.229,39
Mulas y Asnos	-	-	6,90	144,90
Porcinos	-	-	462,89	9.720,63
Totales			228.790,7	4.804.604,5

Conclusiones

Se concluye que la **fermentación entérica de los bovinos lecheros en la Provincia de Santa Fe** emitió **1.763.284 toneladas de CO₂ equivalente (CO₂eq)** en 2016.

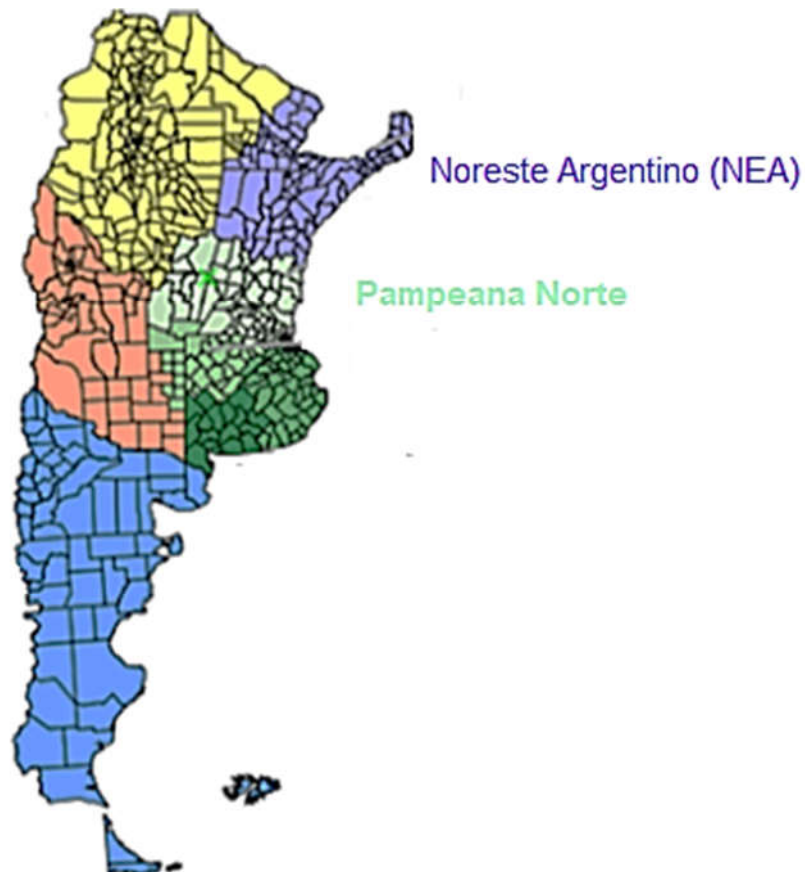
3A1aii) Otros vacunos

Datos de actividad

Los datos de población de ganado bovino de carne se obtuvieron del IPEC. Los mismos se encuentran detallados en la Tabla 3A1ai.1.

Dichos datos deben ser diferenciados de acuerdo a la región Argentina propuesta por el informe coordinado por Daniel Rearte, del Instituto Nacional de Tecnología

Agropecuaria“. La producción de carne en la Argentina”²: Pampeana, Noreste Argentino (NEA), Noroeste Argentina (NOA) y Semiárida y Patagonia. Estas regiones presentan condiciones climáticas y ambientales similares. Sin embargo, dada la complejidad de la región Pampeana, se decide dividir dicha zona en Norte, Sudeste, Sudoeste y Oeste. Como se puede observar en el siguiente mapa, Santa Fe se encuentra dividida en dos regiones: NEA y Pampeana Norte:



Mapa: Regionalización y Sistemas Modales utilizados

Fuente: Elaboración propia en base al Segundo informe bienal de actualización de la República Argentina a la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático. Anexo 1 y 2.

En la Tabla 3A1aii.4 se encuentran distinguidos los departamentos santafesinos que pertenecen a cada región, ya que los datos de actividad obtenidos están diferenciados por departamento.

²http://www.produccion-animal.com.ar/informacion_tecnica/origenes_evolucion_y_estadisticas_de_la_ganaderia/48-ProdCarneArg_esp.pdf

Tabla 3A1aii.4: Regiones Santa Fe		
Tipo	Fuente	Departamentos
Pampeana Norte	Segundo informe bienal de actualización de la República Argentina a la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático. Anexo 1 y 2	Belgrano
		Caseros
		Castellanos
		Constitución
		General López
		Iriondo
		La Capital
		Las Colonias
		Rosario
		San Jerónimo
		San Lorenzo
		San Martín
NEA		Garay
		General Obligado
		9 de Julio
		San Cristóbal
		San Javier
		San Justo
Vera		

Asimismo, los datos de actividad se encuentran diferenciados por modelo productivo: cría e invernada, de acuerdo a lo informado por IPEC.

Factor de emisión

Se utilizaron los factores de emisión presentados en el Segundo Informe Bienal de Actualización de la República Argentina a la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático, correspondientes a las regiones NEA y Pampeana Norte, para cría e invernada, como se puede observar en la Tabla 3A1ai.2.

Metodología

Se utilizó nivel 2 para vacunos de carne, dado que se cuenta con información local para esta categoría principal. Se calculan cuatro subcategorías: NEA Cría, NEA Invernada, Pampeana Norte Cría y Pampeana Norte Invernada a partir de las siguientes



ecuaciones, correspondientes a las ecuaciones 10.19 y 10.20, del capítulo 10, del volumen 4 de las Directrices IPCC 2006:

$$EmisionesCH_{4i,j} = N_{i,j} * FE_{i,j}$$

- N = números de cabezas de ganado vacuno
- FE: factor de emisión (ton CH₄/cabeza)
- i: Región (Pampeana o NEA)
- j: Modelo productivo (Cría e Invernada)

$$Total\ CH_4\ entérico: \sum_{i,j} emisiones\ CH_{4i,j}$$

- Total CH₄ entérico: emisiones de CH₄ totales para la categoría ganado bovino de carne.

Resultados

Las emisiones de gases de efecto invernadero producidas por la fermentación entérica del ganado bovino de carne se puede observar en la Tabla 3A1ai.3.

Conclusiones

La fermentación entérica del ganado bovino de carne de la Provincia de Santa Fe emitió 2.945.221 toneladas de CO₂eq en 2016.

3A1b) Búfalos

No se consideran esta categoría de ganado en Santa Fe.

3A1c) Ovinos

Datos de actividad



La población de ganado ovino se obtuvo del SENASA, los cuales se pueden observar en la Tabla 3A1ai.1.

Factor de emisión

Se utilizan los factores de emisión por defecto otorgados por las Directrices IPCC 2006 para países en desarrollo. Dichos factores se observan en la Tabla 3A1ai.2.

Metodología

En conformidad con lo expuesto en el Inventario de Gases de Efecto Invernadero de Argentina, se utilizó nivel 1 para el cálculo de las emisiones, a partir de la ecuación 10.19 del capítulo 10 del volumen 4 de las Directrices IPCC 2006:

$$EmisionesCH_4 = N * FE$$

- N = números de cabezas de ganado ovino
- FE: factor de emisión (ton CH₄/cabeza)

Resultados

Los resultados de las emisiones de gases de efecto invernadero producidas por la fermentación entérica del ganado ovino se puede observar en la Tabla 3A1ai.3.

Conclusiones

Se concluye que **la fermentación entérica de los ovinos de la Provincia de Santa Fe emitió 15.289 toneladas de CO₂eq en 2016.**

3A1d) Caprinos

Datos de actividad



Los datos de stock de caprinos se obtuvieron a partir del SENASA y se pueden observar en la Tabla 3A.2.

Factor de emisión

Se utilizan los factores de emisión por defecto calculados por las Directrices IPCC 2006 para países en desarrollo, los cuales se observan en la Tabla 3A1ai.3.

Metodología

Ídem sección 3A1c, para caprinos.

Resultados

Los resultados de las emisiones de gases de efecto invernadero producidas por la fermentación entérica del ganado caprino se encuentran en la Tabla 3A1ai.3.

Conclusiones

La fermentación entérica de los caprinos de la Provincia de Santa Fe emitió 10.715 toneladas de CO₂eq en 2016.

3A1e) Camellos

No se consideran esta categoría de ganado en Santa Fe.

3A1f) Caballos

Datos de actividad

Los datos de stock de los equinos de la Provincia de Santa Fe se obtuvieron a partir del SENASA. Se consideran las categorías: padrillos, caballo, yegua y potrillo.

La población equina se observa en la Tabla 3A1ai.1.



Factor de emisión

Se utilizan los factores de emisión por defecto informados por las Directrices IPCC 2006 para países en desarrollo, observados en la Tabla 3A1ai.2.

Metodología

Ídem sección 3A1c, para equinos.

Resultados

Los resultados de las emisiones de gases de efecto invernadero producidas por la fermentación entérica de los caballos se encuentran en la Tabla 3A1ai.3.

Conclusiones

Se emitieron 60.229 toneladas de CO₂eq en la Provincia de Santa Fe en 2016 por la fermentación entérica de los caballos.

3A1g) Mulas y asnos

Datos de actividad

Los datos de población de mulas y asnos de la Provincia de Santa Fe se obtuvieron a partir del SENASA. Se consideran las categorías: mulas, asnos y burros, los cuales se pueden observar en la Tabla 3A1ai.1.

Factor de emisión

Se utilizan los factores de emisión por defecto para mulas y asnos informados por las Directrices IPCC 2006 para países en desarrollo. Se resumen en la Tabla 3A1ai.2.

Metodología

Ídem sección 3A1c, para mulas y asnos.



Resultados

Las emisiones de gases de efecto invernadero producidas por la fermentación entérica de las mulas y asnos se encuentran en la Tabla 3A1ai.3.

Conclusiones

Se emitieron 144,90 toneladas de CO₂eq en la Provincia de Santa Fe en 2016 por la fermentación entérica de mulas y asnos.

3A1h) Porcinos

Datos de actividad

El stock de porcinos en la Provincia de Santa Fe se obtuvo del IPEC y se pueden observar en la Tabla 3A1ai.1.

Factor de emisión

Se utilizan los factores de emisión por defecto informados por las Directrices IPCC 2006 para países en desarrollo. Se observan en la Tabla 3A1ai.3.

Metodología

Ídem sección 3A1c, para porcinos.

Resultados

Los resultados relacionados a las emisiones de gases de efecto invernadero producidas por la fermentación entérica de los porcinos en la Provincia de Santa Fe se encuentran en la Tabla 3A1ai.3.

Conclusiones

La fermentación entérica de los porcinos de la Provincia de Santa Fe emitió 9.721 toneladas de CO₂eq en el año 2016.

Conclusiones generales Fermentación Entérica

En conclusión, se puede observar que la fermentación entérica emitió un total de 4.804.604 toneladas de CO₂eq en la Provincia de Santa Fe en el año 2016.

En el siguiente grafico se puede observar la contribución por tipo de ganado, donde se observa la considerable contribución de los bovinos, que en su conjunto (leche y carne) abarcan el 98% de las emisiones. Esto se debe no sólo al elevado número de cabezas que se encuentran en la Provincia de Santa Fe, sino también a su carácter rumiante.

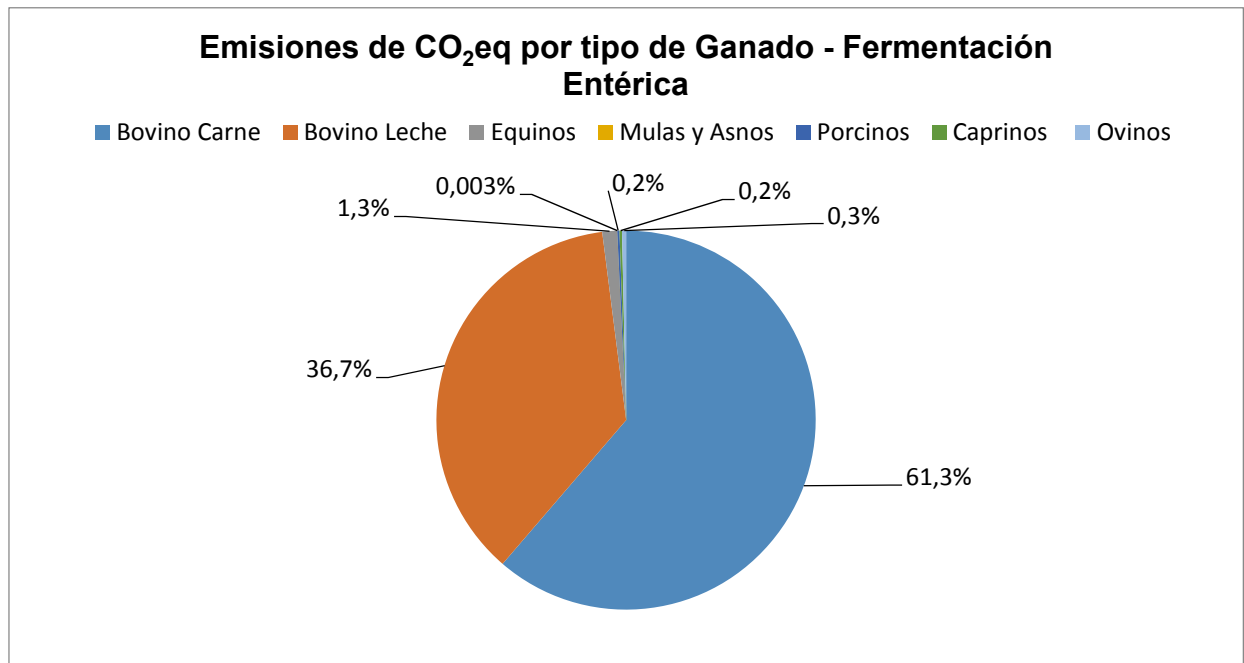


Figura 3. 1: Contribución relativa porcentual a la fermentación entérica por tipo de ganado.

Analizando en mayor detalle la contribución del ganado bovino, se puede observar el aporte de cada subcategoría en los siguientes gráficos, los cuales analizan al ganado bovino en su totalidad y al ganado bovino de carne de manera individual, respectivamente:

Emisiones CO₂eq bovino - Fermentación entérica

■ Bovino Carne- PN-Cria ■ Bovino Carne- PN-Invernada ■ Bovino Carne-NEA-Cria
■ Bovino Carne-NEA-Invernada ■ Bovino Leche

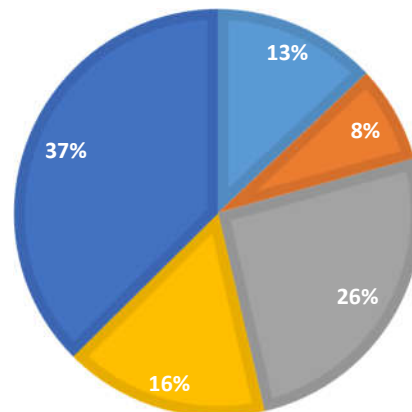


Figura 3. 2: Contribución relativa porcentual a la fermentación entérica por ganado bovino.

Emisiones CO₂eq bovino carne - Fermentación entérica

■ Bovino Carne- PN-Cria ■ Bovino Carne- PN-Invernada ■ Bovino Carne-NEA-Cria ■ Bovino Carne-NEA-Invernada

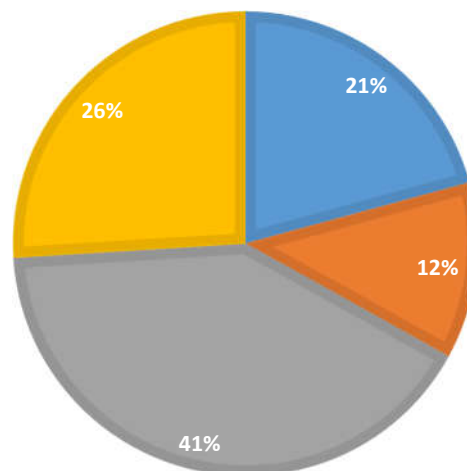


Figura 3. 3: Contribución relativa porcentual a la fermentación entérica por ganado bovino de carne. Nota: PN indica región Pampeana Norte y NEA región Nordeste de Argentina.



Como se puede deducir a partir de los anteriores gráficos, la ganadería bovina de carne contribuye en un 63% en su totalidad, mientras que la ganadería bovina de leche aporta el 37% restante. Asimismo, dentro del ganado bovino de carne, se observa que el NEA contribuye en un 67%, mientras que la región Pampeana Norte aporta el 33% restante. Dentro de cada región, se mantiene el patrón de una mayor contribución del modelo productivo de cría por sobre el modelo de invernada. Si se comparan las emisiones correspondientes a la actividad de la cría para ambas regiones, se puede observar una contribución del 62%, en contraposición al 38% correspondiente a invernada.

3A2) Gestión del Estiércol

Durante su almacenamiento y tratamiento, el estiércol (fracción sólida y fracción líquida) se descompone bajo condiciones anaeróbicas, produciendo metano (CH_4). Estas condiciones se dan principalmente cuando se gestionan grandes cantidades de animales en una superficie confinada (feedlots, tambos, aves de corral, entre otros).

Los principales factores que inciden en las emisiones de CH_4 son la cantidad de estiércol que se produce, que depende de la tasa de producción de desechos por animal y de la porción que se descompone anaeróbicamente, que depende del tipo de gestión del estiércol. En general, si se almacena o procesa como líquido, el estiércol emite grandes cantidades de CH_4 debido a su descomposición anaeróbica, mientras que si se maneja como sólido o si se deposita en pasturas produce menores cantidades de dicho gas al ser parcialmente aeróbica su descomposición.

Por su parte, las emisiones directas de óxido nítrico (N_2O) se producen a través de la nitrificación y desnitrificación combinadas del nitrógeno contenido en el estiércol. Depende de su contenido de Nitrógeno y de Carbono, así como del tiempo de almacenamiento y tipo de tratamiento. Las emisiones indirectas provienen de pérdidas de nitrógeno volátil que se producen fundamentalmente en forma de amoníaco y NO_x . La fracción de nitrógeno orgánico excretado (urea y ácido úrico) que se mineraliza a nitrógeno amoniacal durante la recolección y almacenamiento del estiércol depende del tiempo principalmente, aunque también influye, en menor medida, la temperatura.

3A2a) Ganado

3A2ai) Vacas Lecheras

Datos de actividad

El número de cabezas de vacas lecheras corresponden a aquellos utilizados en la sección de fermentación entérica.

Factor de emisión

Para el caso del CH₄, se utilizan los factores de emisión por defecto informados por las Directrices IPCC 2006. En este caso en particular se utilizan aquellos que refieren a un clima templado para América Latina. Se observan en la Tabla 3A2.5.

Para el caso del N₂O, se utilizaron las tasas de excreción anuales de nitrógeno (N_{ex}) indicadas por el Segundo informe bienal de actualización de la República Argentina a la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático, como se puede observar en la Tabla 3A2.6. En cuanto a la fracción de la excreción total anual de nitrógeno de cada especie de ganado que se gestiona en cada sistema de gestión del estiércol (MS), dado que no está permitida la distribución diaria de estiércol en Argentina, se supuso que toda la actividad de bovinos de leche utiliza lagunas anaeróbicas no cubiertas (ver Tabla 3A2.7). En consecuencia, el factor de emisión para emisiones directas de N₂O de cada sistema de gestión del estiércol (FE₃), será igual a 0, tal como se indica en la Tabla 3A2.8.

Tabla 3A2.5: Gestión del Estiércol -Factor de Emisión CH ₄				
Tipo de Ganado	Región	Modelo Productivo	FE CH ₄ (kg CH ₄ /cab/año)	Fuente
Bovino Carne	NEA	Cría	0,61	Segundo informe bienal de actualización de la República Argentina a la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático. Anexo 1 y 2
		Invernada	1,21	
	Pampeana Norte	Cría	0,6	
		Invernada	0,52	
Bovino Leche	-	-	1	
Asnos y mulas	-	-	0,9	
Aves de corral	-	-	0,02	
Caprinos	-	-	0,17	
Equinos (menos asnos y mulas)	-	-	1,64	

Ovinos	-	-	0,15
Porcinos	-	-	1

Tabla 3A2.6: Gestión del Estiércol -Nex (kgN/cabeza/año)				
Tipo de Ganado	Región	Modelo Productivo	Nex (kgN/cab/año)	Fuente
Bovino Carne	NEA	Cría	34,7	Segundo informe bienal de actualización de la República Argentina a la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático. Anexo 1 y 2
		Invernada	67,3	
	Pampeana Norte	Cría	47	
		Invernada	42,6	
Bovino Leche	-	-	105,1	
Asnos y mulas	-	-	22	
Aves de corral	-	-	0,3	
Caprinos	-	-	15	
Equinos (menos asnos y mulas)	-	-	40	
Ovinos	-	-	9	
Porcinos	-	-	9	

Tabla 3A2.7: Gestión del Estiércol -MS (participación stock en sistema de gestión)					
Tipo de Ganado	Región	Modelo Productivo	Sistema de Gestión de Estiércol	MS (fracción)	Fuente
Bovino Carne	NEA	Cría	Pastura	1,00	Inventario de Gases de Efecto Invernadero de la República Argentina – Año 2012
		Invernada	Pastura	1,00	
	Pampeana Norte	Cría	Pastura	1,00	Segundo informe bienal de actualización de la República Argentina a la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático. Anexo 1 y 2
		Invernada	Corral de Engorde	0,53	
			Pastura	0,48	
Bovino Leche	-	-	Laguna anaeróbica no cubierta	1,00	
Asnos y mulas	-	-	Pastura	1,00	
Aves de corral	-	-	Estiércol de aves de corral con hojarasca	0,50	
			Estiércol de aves de corral sin hojarasca	0,50	
Caprinos	-	-	Pastura	1,00	



Equinos (menos asnos y mulas)	-	-	Pastura	1,00	
Ovinos	-	-	Pastura	1,00	
Porcinos	-	-	Laguna anaeróbica no cubierta	0,75	
			Pastura	0,25	

Tabla3A2.8: Gestión del Estiércol - FE ₃ (kg N ₂ O-N/kg N)			
Sistema de Gestión de Estiércol	Definición	FE3 (kg N ₂ O-N/kg N)	Fuente
Pastura/Pra do/ Pradera	Se deja que el estiércol de los animales en pasturas o prados permanezca como tal, sin gestionarse.	Las emisiones directas e indirectas de N ₂ O relacionadas con el estiércol depositado en suelos agrícolas y en sistemas de pasturas, prados y praderas se tratan en "Emisiones de N ₂ O de suelos gestionados"	Directrices IPCC 2006
Corral de engorde	Una zona de confinación pavimentada o no sin cobertura vegetativa alguna de la que el estiércol acumulado puede retirarse periódicamente. Los corrales de engorde se encuentran habitualmente en los climas secos, pero también se emplean en climas húmedos.	0,02	
Laguna anaeróbica no cubierta	Las lagunas anaeróbicas se diseñan y se operan para combinar estabilización de desechos con almacenamiento. Habitualmente, se utiliza el sobrenadante de la laguna para retirar el estiércol de las instalaciones de confinamiento relacionadas con ésta. Las lagunas anaeróbicas se diseñan para diversos períodos de almacenamiento (de hasta un año o más), según la región climática, la tasa de carga de sólidos volátiles y de otros factores operativos. El agua de la laguna puede reciclarse como agua para limpieza o usarse para irrigar y fertilizar campos.	0	

Estiércol de aves de corral con hojarasca	Similar a los sistemas de camas profundas. Comúnmente se emplea para lotes de aves de cría y para la producción de pollos para carne (parrilleros) y otras aves.	0,001	
Estiércol de aves de corral sin hojarasca	Puede ser similar a pozos abiertos en instalaciones cerradas de confinación de animales o puede diseñarse y operarse para secar el estiércol a medida que se acumula. Esto último se conoce como sistema elevado de gestión del estiércol y constituye una forma de fabricación pasiva de compost en filas cuando se lo diseña y opera correctamente.	0,001	

En cuanto a las emisiones indirectas de N₂O, se utilizaron los valores por defecto indicados por las Directrices del IPCC 2006, tanto para el porcentaje de nitrógeno del estiércol gestionado que se volatiliza como NH₃ y NO_x en el sistema de gestión de estiércol, como para el factor de emisión para emisiones de N₂O resultantes de la deposición atmosférica de N en la superficie del suelo o agua. El primero se encuentra en la Tabla3A2.9, mientras que el segundo es igual a 0,01kg N₂O-N/kg N para todos los casos.

Tabla 3A2.9: Gestión del Estiércol - Fracción de Pérdida de N del MMS debido a la volatilización de N-NH ₃ y N-NO _x			
Tipo de ganado	Sistema de Gestión de Estiércol	FracGas (%)	Fuente
Bovino Carne	Corral de engorde	30	Directrices IPCC 2006. Cuadro 10.22 del capítulo 10 del volumen 4
Bovino Leche	Laguna anaeróbica abierta	35	
Aves de corral	Con cama	40	
	Sin cama	55	
Porcinos	Laguna anaeróbica abierta	40	

Metodología

Los cálculos para las emisiones de CH₄ se realizan en base al nivel 1, utilizando la ecuación 10.22 del capítulo 10 del volumen 4 de las Directrices IPCC 2006:

$$EmisionesCH_4 = N * FE CH_4$$

- N = números de cabezas de vacas lecheras
- FE CH₄: factor de emisión gestión estiércol (ton CH₄/cabeza)

Para el caso de N_2O , también se utiliza el nivel 1, tanto para las emisiones directas como indirectas. Las emisiones directas se calculan a partir de la ecuación 10.25 del capítulo 10 del volumen 4 de las Directrices IPCC 2006:

$$Emisiones\ N_2O\ directas = \left[\sum_S \left[\sum_T (N(t) * Nex(t) * MS(t,s)) \right] * FE_3 \right] * \frac{44}{28}$$

- 44/28 es el factor de conversión de emisiones de N_2O -N a emisiones de N_2O .
- S: sistema de gestión de estiércol
- T: categoría de ganado

Las emisiones indirectas para el nivel 1 incluye la volatilización del N como NH_3 y NO_x , las cuales se obtienen a partir de la ecuación 10.26 del Capítulo 10 del volumen 4 de las Directrices IPCC 2006

$$N_{volatilización-MMS} = \sum_S \left[\sum_T [(N_T * Nex(t) * MS_{(T,S)}) * (\frac{Frac_{GasMS}}{100})_{(T,S)}] \right]$$

Donde

- $N_{volatilización-MMS}$: cantidad de nitrógeno del estiércol que se pierde por volatilización del NH_3 y NO_x , kgN/año
- $Frac_{GasMS}$: porcentaje de nitrógeno del estiércol gestionado para la categoría de ganado T que se volatiliza como NH_3 y NO_x en el sistema de gestión de estiércol S, %.

Luego, estas emisiones se transforman en emisiones de N_2O a través de la ecuación 10.27 del Capítulo 10 del volumen 4 de las Directrices IPCC 2006:

$$N_2O_{G(mm)} = (N_{volatilización-MMS} * FE_4) * \frac{44}{28}$$

Donde:



- $N_2O_{G(mm)}$: emisiones indirectas de N_2O por la volatilización de N de la gestión del estiércol del país, $kgN_2O/año$.
- FE_4 : factor de emisión para emisiones de N_2O resultantes de la deposición atmosférica de N en la superficie del suelo o agua. $kgN_2O-N/kgNH_3-N+NO_x-N$ volatilizado).

Resultados

Los resultados relacionados a las emisiones de gases de efecto invernadero producidas por la gestión del estiércol del ganado bovino lechero en 2016 la Provincia de Santa Fe se encuentran en la Tabla 3A2.10, donde además se detallan las emisiones generadas por el ganado bovino de carne y los demás ganados y calculadas en los ítems 3A2a a 3A2i.

Tabla 3A2.10: Gestión del Estiércol - Emisiones de Gases de Efecto Invernadero por tipo de ganado			
Tipo de Ganado	Emisiones CH4 (ton)	Emisiones N2O (ton)	Emisiones CO2eq (ton)
Bovino Carne	1458,31	293,64	121.651,57
Bovino Leche	688,81	398,17	137.896,66
Asnos y mulas	0,62	N/A	13,04
Aves de corral	116,76	15,83	7.358
Caprinos	17,35	N/A	364,30
Equinos (menos asnos y mulas)	261,31	N/A	5.487,57
Ovinos	21,84	N/A	458,68
Porcinos	462,89	19,64	15.808,91
Totales	3.027,89	727,27	289.038,49

Conclusiones

La gestión del estiércol del ganado bovino lechero de la Provincia de Santa Fe emitió 137.897 toneladas de CO_2eq en el año 2016.

3A2a) Otros vacunos

Datos de actividad

Los datos de actividad corresponden a aquellos utilizados en la sección de fermentación entérica.

Factor de emisión

Para el caso del CH₄, se utilizan los factores de emisión informados en el Segundo informe bienal de actualización de la República Argentina a la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático. Anexo 1 y 2, correspondientes respectivamente a la región Pampeana Norte (cría e internada) y NEA (cría e internada). Los mismos se detallan en la Tabla3A2.5.

Para el caso del N₂O, se utilizaron las N_{ex} también empleadas a nivel nacional para las regiones y los modelos productivos mencionados. Se pueden encontrar en la Tabla 3A2.6. En cuanto a la MS, el 100% de la cría en el NEA y en la región Pampeana Norte se gestiona como pasturas, ya que la mayor parte de su dieta se basa en campos naturales, de acuerdo a los sistemas modales de cría del Segundo informe bienal de actualización de la República Argentina a la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático. Para la internada, por su parte, se considera, por lo expuesto en los sistemas modales de internada del mismo documento que, para la región pampeana norte, sólo los sistemas de internada 1 y 7 “intensivo a corral” de machos y hembras, respectivamente, se gestionan como corral de engorde, mientras que los restantes se gestionan como pastoreo.

Así, observando las ponderaciones de cada sistema productivo, se puede obtener el MS de pasturas y corral de engorde para internada en la región Pampeana Norte:

	Machos						Hembras	
Ponderación	SI 1	SI 2	SI 3	SI 4	SI 5	SI 6	SI 7	SI 8
%	25	20	35	5	5	10	80	20

Figura: ponderación de los sistemas de internada – Región Pampeana Norte

Fuente: Segundo informe bienal de actualización de la República Argentina a la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático

Para el NEA, dada la falta de datos, se utilizaron datos del Inventario de Gases de Efecto Invernadero de la República Argentina – Año 2012, asumiendo que dichos porcentajes aplican solamente a invernada.

Región	Confinado (% stock)	Pastoreo (% stock)
Pampeana - Sudeste	9,8%	90,2%
Pampeana - Sudoeste	0,0%	100,0%
Pampeana - Oeste	16,9%	83,1%
Pampeana - Norte	44,0%	56,0%
NEA	0,0%	100,0%
NOA	16,3%	83,7%
Semiárida	13,1%	86,9%
Patagónica	67,3%	32,7%

Figura: participación del stock de bovino de carne en sistemas gestionados

Fuente: Inventario de Gases de Efecto Invernadero de la República Argentina – Año 2012

Es de destacar que el estiércol gestionado como pastura se informa en la sección "Emisiones de N₂O de suelos gestionados", no en la presente categoría, de acuerdo a lo indicado por el IPCC en sus Directrices 2006. Los MS utilizados se pueden observar en la Tabla3A2.7.

Los FE₃ se indican en la Tabla3A2.8.

En cuanto a las emisiones indirectas de N₂O, se utilizaron los valores por defecto indicados por las Directrices del IPCC 2006, tanto para el Frac_{GasMS}, como para el FE₄. El primero se encuentra en la Tabla3A2.9, mientras que el segundo es igual a 0,01kg N₂O-N/kg N para todos los casos.

Metodología

Los cálculos para las emisiones de CH₄ se realizan en base al nivel 2. Se utiliza la ecuación 10.22 del capítulo 10 del volumen 4 de las Directrices IPCC 2006:

$$EmisionesCH_4 = N * FECH_4$$

El factor de emisión dependerá asimismo de la región y del modelo productivo.



Para el caso de las emisiones directas de N_2O , también se utiliza el nivel 2, definidas por la ecuación 10.25 del capítulo 10 del volumen 4 de las Directrices IPCC 2006:

$$N_2O_{directas} = \left[\sum_S \left[\sum_T (N(t) * Nex(t) * MS(t, s)) \right] * FE_3 \right] * \frac{44}{28}$$

El N_{ex} dependerá también de la región y del modelo productivo.

Las emisiones indirectas se calculan con nivel 1 (utilizando la ecuación 10.26 del capítulo 10 del volumen 4 de las Directrices IPCC 2006), dada la falta de información acerca de la proporción de lixiviación. Sin embargo, se utilizan factores nacionales tales como el MS y Nex.

$$N_{volatilización-MMS} = \sum_S \left[\sum_T [(N_T * Nex(t) * MS_{(T,S)}) * (\frac{Frac_{GasMS}}{100})_{(T,S)}] \right]$$

Luego, estas emisiones se transforman en emisiones de N_2O a través de la ecuación 10.27 del Capítulo 10 del volumen 4 de las Directrices IPCC 2006:

$$N_2O_{G(mm)} = (N_{volatilización-MMS} * FE_4) * \frac{44}{28}$$

Resultados

Las emisiones de gases de efecto invernadero producidas por la gestión del estiércol del ganado bovino lechero en la Provincia de Santa Fe en el año 2016 se encuentran en la Tabla 3A2.10.

Conclusiones

En 2016, en la Provincia de Santa Fe se emitieron 121.651 toneladas de CO_2eq por la gestión del estiércol del ganado bovino de carne.

3A2b) Búfalos

No se consideran esta categoría de ganado en Santa Fe.



3A2c) Ovinos

Datos de actividad

El número de cabezas del ganado ovino de la provincia de Santa Fe del año 2016 corresponden a los utilizados en la sección de fermentación entérica.

Factor de emisión

Para el caso del CH₄, se utilizan los factores de emisión por defecto informados por las Directrices IPCC 2006. En este caso en particular se utilizan aquellos que refieren a un clima templado para países en desarrollo. Se detalla en la Tabla3A2.5.

Por su parte, para el N₂O, se utilizaron las N_{ex} indicadas en el Segundo informe bienal de actualización de la República Argentina a la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático, tal como se puede observar en la Tabla3A2.6. En cuanto a la MS, siguiendo los lineamientos establecidos a nivel nacional, se asume que todo el estiércol se gestiona de manera extensiva en pasturas (ver Tabla3A2.7), por lo que se informará en la sección “Emisiones de N₂O de suelos gestionados”, no en la presente categoría. En consecuencia, no se aplica FE₃.

Metodología

Ídem sección 3A2ai para CH₄. Las emisiones de N₂O no aplican a la presente sección, sino que se informan en la categoría “Emisiones de N₂O de suelos gestionados”, como ya se ha especificado.

Resultados

Las emisiones de gases de efecto invernadero totales producidas por la gestión del estiércol del ganado ovino en 2016 la Provincia de Santa Fe se encuentran en la Tabla 3A.10.

Conclusiones



En conclusión, se observa que la gestión del estiércol del ganado ovino de la Provincia de Santa Fe emitió 458,7 toneladas de CO₂eq en el año 2016.

3A2d) Caprinos

Datos de actividad

El número de cabezas de los caprinos de la provincia de Santa Fe del año 2016 son los mismos utilizados en la sección de fermentación entérica.

Factor de emisión

Para el caso del CH₄, se utilizan los factores de emisión informados como valores por defecto en las Directrices IPCC 2006. En este caso, se utiliza el correspondiente a clima templado para países en desarrollo. Se puede encontrar el factor utilizado en la Tabla3A2.5.

En cuanto al factor de emisión correspondiente al N₂O, se utilizaron las N_{ex} indicadas en el Segundo informe bienal de actualización de la República Argentina a la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático. Anexo 1 y 2, como se observa en la Tabla3A2.6. Las MS, por su parte, se detallan en la Tabla3A2.7. Siguiendo los lineamientos nacionales, se asume que todo el estiércol de caprinos se gestiona de manera extensiva en pasturas, por lo cual se informará en la sección “Emisiones de N₂O de suelos gestionados”, no en la presente categoría. En consecuencia, no aplica en este caso el FE₃.

Metodología

Ídem sección 3A2c.

Resultados

Los resultados asociados a las emisiones de gases de efecto invernadero producidas por la gestión del estiércol de los caprinos de la Provincia de Santa Fe durante el año 2016 se encuentran en la Tabla 3A.10.



Conclusiones

La gestión del estiércol de los caprinos de la Provincia de Santa Fe emitió 364,3 toneladas de CO₂eq en el año 2016.

3A2e) Camellos

No se consideran esta categoría de ganado en Santa Fe.

3A2f) Caballos

Datos de actividad

Los datos de actividad correspondientes al ganado equino (excluyendo mulas y asnos) de la provincia de Santa Fe del año 2016 corresponden a aquellos informados en la sección de fermentación entérica.

Factor de emisión

Para el caso del CH₄, se utilizan los factores de emisión por defecto presentados en las Directrices IPCC 2006. Para este caso, se utiliza el valor correspondiente a clima templado para países en desarrollo, como se puede observar en la Tabla 3A2.5.

En cuanto a los valores correspondientes al N₂O, se utilizan las N_{ex} informadas en el Segundo informe bienal de actualización de la República Argentina a la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático, como se observa en la Tabla 3A2.6. La MS utilizada se resume en la Tabla 3A2.7. En concordancia con los lineamientos nacionales, se asume que todo el estiércol se gestiona de manera extensiva en pasturas, por lo cual se informará en la sección “Emisiones de N₂O de suelos gestionados”. En consecuencia, no aplica en este caso el FE₃.

Metodología

Ídem sección 3A2c.



Resultados

Los resultados obtenidos sobre las emisiones de gases de efecto invernadero producidas por la gestión del estiércol de los equinos de la Provincia de Santa Fe durante el año 2016 se observan en la Tabla 3A2.10.

Conclusiones

Se concluye que la gestión del estiércol de los equinos (excepto mulas y asnos) de la Provincia de Santa Fe emitió 5.487,6 toneladas de CO₂eq en el año 2016.

3A2g) Mulas y asnos

Datos de actividad

Los datos de actividad correspondientes a mulas y asnos de la provincia de Santa Fe del año 2016 corresponden a los informados en la sección de fermentación entérica.

Factor de emisión

Para el caso del CH₄, se utilizan los factores de emisión por defecto presentados en las Directrices del IPCC 2006. En este caso, se emplea el valor correspondiente a clima templado para países en desarrollo, detallado en la Tabla 3A2.5.

En cuanto a los valores correspondientes al N₂O, se utilizan las N_{ex} informadas por el Segundo informe bienal de actualización de la República Argentina a la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático, como se observa en la Tabla 6. Por su parte, la MS utilizada, como se indica en la Tabla 3A2.9, refiere a la totalidad del estiércol gestionado en pasturas (de acuerdo a los lineamientos nacionales). Por lo tanto, se informará en la sección “Emisiones de N₂O de suelos gestionados” y no aplica el FE₃.

Metodología

Ídem sección 3A2c.



Resultados

Los resultados obtenidos acerca de las emisiones de gases de efecto invernadero producidas por la gestión del estiércol de mulas y asnos de la Provincia de Santa Fe durante el año 2016 se encuentran en la Tabla 3A2.10.

Conclusiones

En conclusión, en la Provincia de Santa Fe, durante el año 2016, la gestión del estiércol de mulas y asnos emitió 13 toneladas de CO₂eq en el año 2016.

3A2h) Porcinos

Datos de actividad

El número de cabezas de ganado porcino corresponde a aquellos utilizados en la sección de fermentación entérica.

Factor de emisión

Para el caso del CH₄, se utilizan los factores de emisión por defecto informados por las Directrices IPCC 2006. En este caso se utilizan aquellos que refieren a un clima templado para América Latina, como se detalla en la Tabla 3A2.5.

Ahora bien, en el caso del N₂O, se utilizó la N_{ex} utilizada en el Segundo informe bienal de actualización de la República Argentina a la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático, como se puede observar en la Tabla 3A2.6. En cuanto a la MS, tal como se establece en el Segundo informe bienal de actualización de la República Argentina a la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático. Anexo 1 y 2, se considera que el 75% del estiércol se gestiona a través de lagunas anaeróbicas no cubiertas, mientras que el 25% restante por pasturas (ver Tabla 3A2.7). De esta manera, las emisiones correspondientes a pasturas se incluyen en la sección “Emisiones de N₂O de suelos gestionados”, mientras que las relativas a lagunas anaeróbicas no cubiertas se informan en la presente sección. Sin embargo, considerando los valores dispuestos por el IPCC para este último sistema de gestión del estiércol, el FE₃ es igual a 0, como se detalla en la Tabla 3A2.8.



En cuanto a las emisiones indirectas de N_2O , se utilizaron los valores por defecto indicados por las Directrices del IPCC 2006, tanto para el $Frac_{GasMS}$, como para el FE_4 . El primero se encuentra en la Tabla 3A2.9, mientras que el segundo es igual a 0,01kg N_2O-N/kg N para todos los casos.

Metodología

Ídem sección 3A2ai.

Resultados

Los resultados relacionados a las emisiones de gases de efecto invernadero producidas por la gestión del estiércol del ganado porcino en 2016 la Provincia de Santa Fe se observan en la Tabla 3A2.10.

Conclusiones

La gestión del estiércol del ganado porcino de la Provincia de Santa Fe emitió 15.808,9 toneladas de CO_2eq en el año 2016.

3A2i) Aves de Corral

Datos de actividad

El número de cabezas de aves de corral se obtiene de información dispuesta por SENASA, la cual informa que en Argentina existen 139.000.000 de cabezas de aves de corral, con una participación del 4,2% por parte de la Provincia de Santa Fe. De esta manera, los datos de actividad utilizados son los detallados en la Tabla 3A2i.11.

Tabla 3A2i.11: Gestión del Estiércol – Cabezas de Aves de Corral				
Cabezas de aves de corral Argentina	Fuente	Participación Santa Fe	Fuente	Cabezas de aves de corral Santa Fe

139.000.000	http://www.se.nasa.gob.ar/cadena-animal/aves/industria	0,042	http://www.se.nasa.gob.ar/cadena-animal/aves/industria	5.838.000
-------------	---	-------	---	------------------

Factor de emisión

Para el caso del CH₄, se utilizan los factores de emisión por defecto informados por las Directrices IPCC 2006. En este caso se utilizan aquellos que refieren a un clima templado para países en desarrollo, como se detalla en la Tabla 3A2.5.

Considerando el N₂O, se utilizó la N_{ex} utilizada a nivel nacional, indicadas por defecto por el IPCC para América Latina, como se puede observar en la Tabla 3A2.6. En cuanto a la MS, como se establece en el Segundo informe bienal de actualización de la República Argentina a la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático. Anexo 1 y 2, se considera que el estiércol de las aves de corral se gestiona a con y sin cama en partes iguales. El sistema de gestión con cama equivale al nombrado en las Directrices del IPCC 2006 como “Estiércol de aves de corral con hojarasca”. Mientras que aquel denominado “sin cama” corresponde a “Estiércol de aves de corral sin hojarasca” (ver Tabla 3A2.7). Los valores de FE₃ para cada uno de estos tipos de sistemas se detallan en la Tabla 3A2.8.

En cuanto a las emisiones indirectas de N₂O, se utilizaron los valores por defecto indicados por las Directrices del IPCC 2006, tanto para el Fra_{CGasMS}, como para el FE₄. El primero se encuentra en la Tabla 3A2.9, mientras que el segundo es igual a 0,01kg N₂O-N/kg N para todos los casos.

Metodología

Ídem sección 3A2ai.

Resultados

Las emisiones de gases de efecto invernadero producidas en 2016 en la Provincia de Santa Fe por la gestión del estiércol de las aves de corral se detallan en la Tabla 3A2.10.

Conclusiones

La gestión del estiércol de las aves de corral de la Provincia de Santa Fe emitió 7.358 toneladas de CO₂eq en el año 2016.

Conclusiones generales Gestión del Estiércol

En conclusión, se puede observar que la gestión del estiércol emitió un total de 289.038 toneladas de CO₂eq en la Provincia de Santa Fe en el año 2016.

La Tabla 3A2i.12 indica las emisiones de N₂O por tipo de sistema de gestión del estiércol.

Tabla 3A2i.12: Gestión del Estiércol - Emisiones de N₂O por tipo de gestión de estiércol	
Sistema de Gestión de Estiércol	Emisiones N₂O (ton)
Corral de engorde	293,64
Laguna anaeróbica no cubierta	417,81
Estiércol de aves de corral con hojarasca	6,88
Estiércol de aves de corral sin hojarasca	8,94
Total	727,27

En los siguientes gráficos se pueden observar las contribuciones por tipo de ganado y por tipo de sistema de gestión de estiércol, respectivamente (es de destacar que sólo las emisiones de N₂O dependen del sistema de gestión de estiércol, no las emisiones de CH₄, por lo tanto, el segundo gráfico refiere sólo a las emisiones de CO₂ asociadas al N₂O):

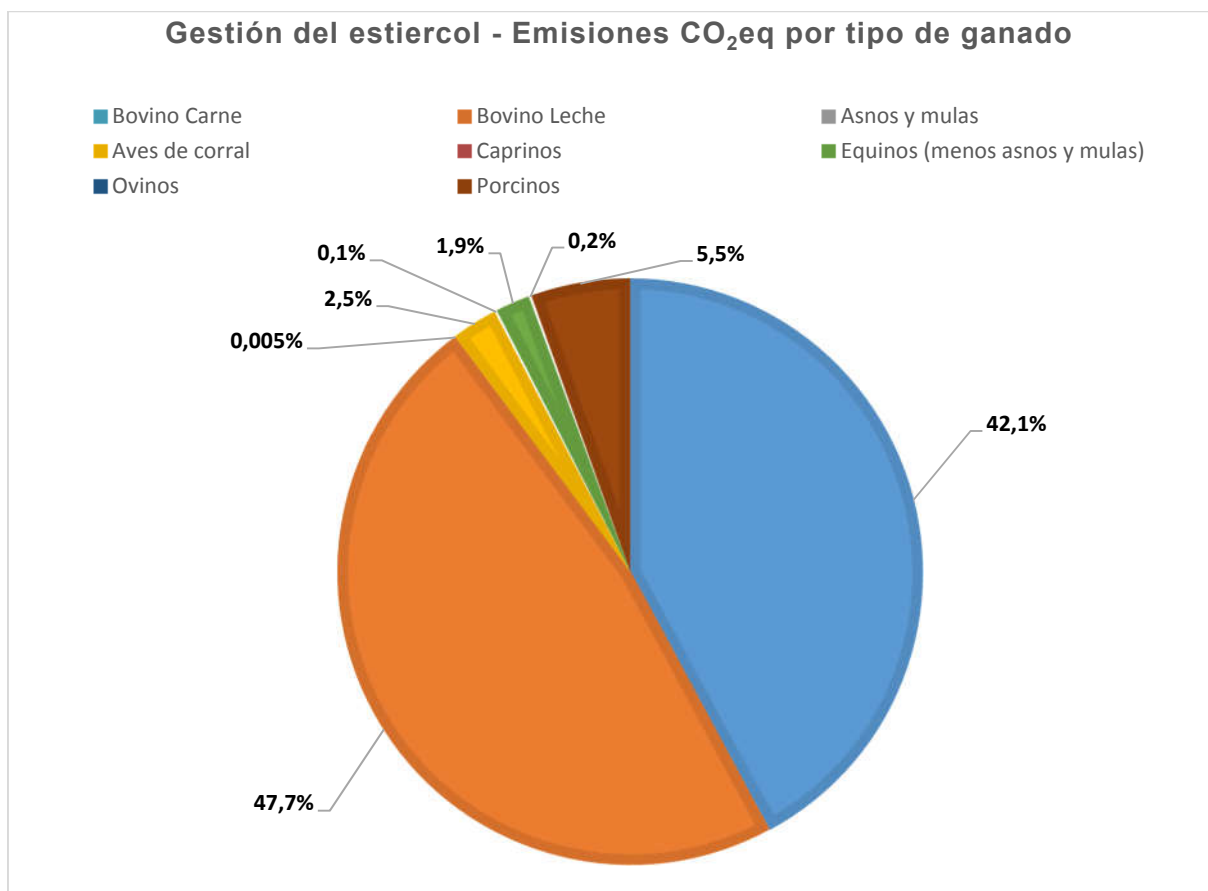


Figura 3. 4: Contribución relativa porcentual a la Gestión de estiércol por tipo de ganado.

Como se puede observar, los bovinos lecheros presentan la mayor contribución, seguidos los bovinos de carne. El ganado bovino, en su totalidad, contribuye en un 90%. Esto se debe a que el estiércol del ganado bovino lechero se gestiona como laguna anaeróbica no cubierta, el cual presenta emisiones de N₂O elevadas. El estiércol del ganado bovino de carne se gestiona en su mayoría como pastoreo, con lo cual se informa en la categoría de "Emisiones de N₂O de suelos gestionados"

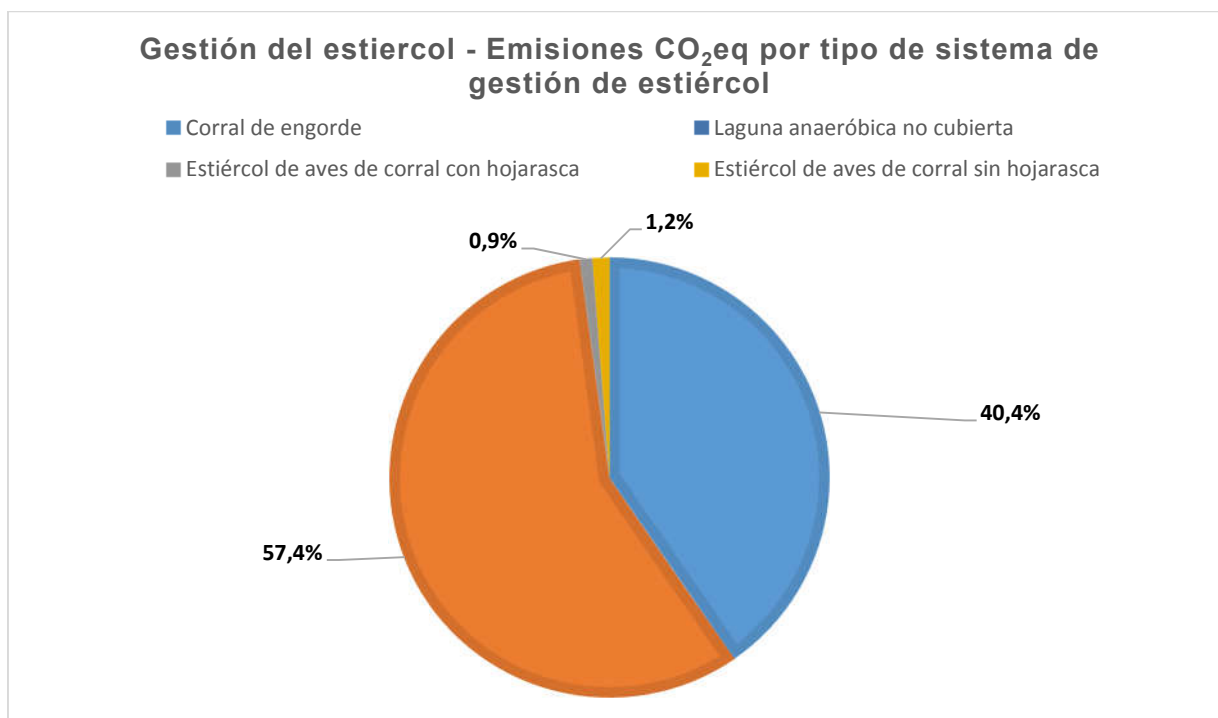


Figura 3. 5: Contribución relativa porcentual a la Gestión de estiércol por tipo de sistema de gestión de estiércol.

Nuevamente, se observa la contribución mayoritaria de las lagunas anaeróbicas no cubiertas (57,4 %), relacionadas al ganado bovino lechero, seguidas por los corrales de engorde de los bovinos de carne (40,4 %). La gestión del estiércol de las aves de corral, ya sea con y sin hojarasca, ocupa el tercer lugar (2,1%). El resto de los tipos de ganado, como ya se ha explicado, se gestionan como pastoreo y por lo tanto no se informan en la presente sección.

Conclusiones generales Ganadería

Durante el año 2016, en la Provincia de Santa Fe, el sector ganadería emitió 5.093.643 toneladas de CO₂eq.

Las contribuciones por subsector se pueden observar en el siguiente gráfico:

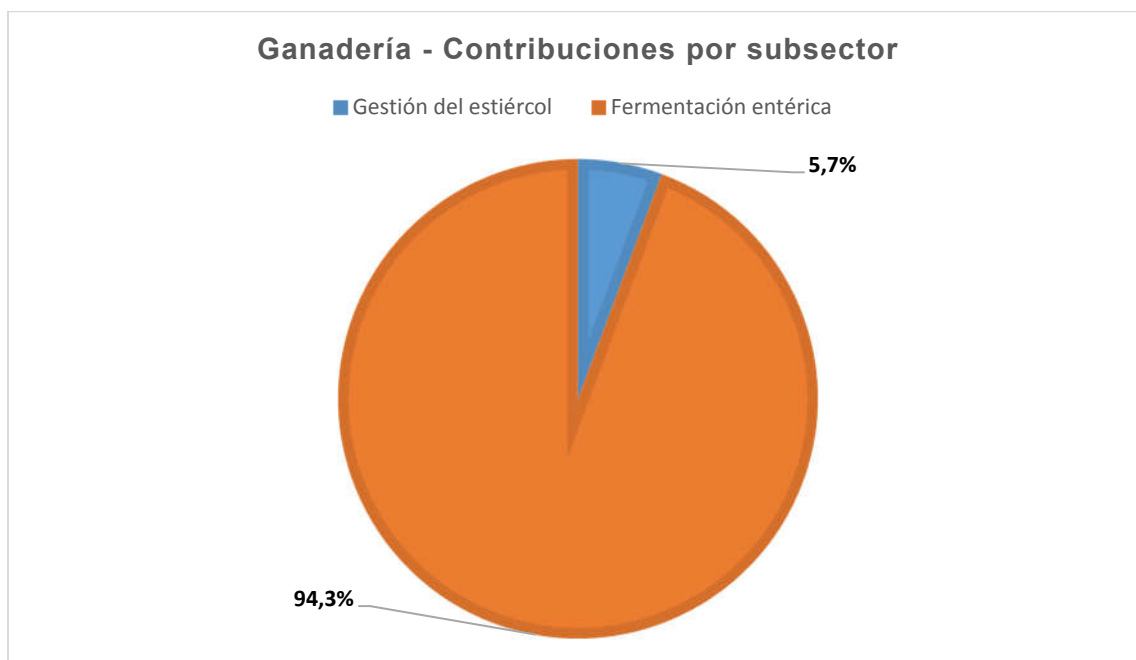


Figura 3. 6: Contribución relativa porcentual a la Ganadería por subsector.

La fermentación entérica representa prácticamente la totalidad de las emisiones (94,3 %), frente a la contribución relativamente pequeña de la gestión del estiércol (5,7 %). Esto se debe tanto a la predominancia del ganado bovino, que por su carácter rumiante contribuye significativamente a las emisiones por fermentación entérica, como a la predominancia de los sistemas de gestión de estiércol como pastoreo.

En la Tabla 3A2i.13 y consecuente gráfico se analiza la contribución por tipo de ganado.

Tabla 3A2i.13: contribución a las emisiones del sector ganadería por tipo de ganado	
Tipo de ganado	Emisiones CO ₂ eq
Bovino Carne	3.066.872,38
Bovino Leche	1.901.181,38
Ovinos	15.747,94
Caprinos	11.079,13
Equinos (menos mulas y asnos)	65.716,95
Mulas y Asnos	157,94
Porcinos	25.529,54
Aves de corral	7.357,76
Total	5.093.643,02

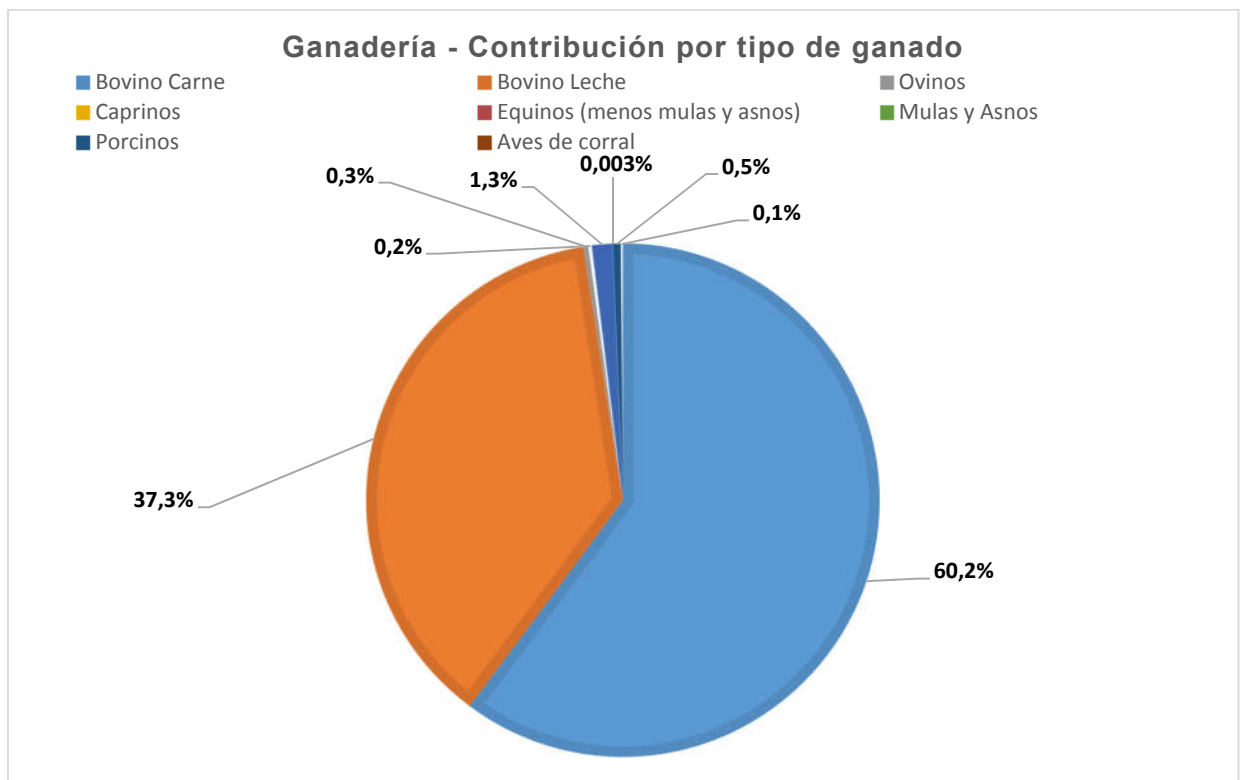


Figura 3. 7: Contribución relativa porcentual a la Ganadería por tipo de ganado.

De esta manera, en conclusión, prácticamente la totalidad de las emisiones del sector ganadería provienen del ganado bovino de carne y leche (97% en total), seguidos, aunque con una contribución mínima, por los porcinos (1,3 %) y el resto menos del 1 %.



3B –Tierra

3B1) Tierras forestales

3B1a) Tierras forestales que permanecen como tales

En esta sección se incluye el análisis de tierras que han sido tierras forestales durante un lapso mayor que el que se necesita para modificar los niveles de carbono en el suelo. Por defecto (según Directrices IPCC 2006), este lapso corresponde a 20 años. Asimismo, de acuerdo a las Directrices IPCC 2006, si no se dispone de datos respecto a la conversión de la tierra y al período de transición, se supone, por defecto, que toda la tierra con bosques gestionados pertenece a la presente categoría, por lo que las emisiones y absorciones de gases de efecto invernadero (GEI) se estiman dentro de esta.

Para estimar los procesos de absorción y emisión de las tierras forestales que permanecen como tales, se incluyen los siguientes depósitos de carbono: biomasa aérea y subterránea, materia orgánica muerta (que a su vez abarca madera muerta y hojarasca) y suelo (incluye carbono orgánico hasta profundidad determinada, 30cm por defecto, raíces vivas y muertas y materia orgánica muerta menor a 2mm).

Dado que estos procesos varían según diversos factores del lugar, los tipos de bosques o plantaciones, las etapas de desarrollo de la arboleda y las prácticas de manejo, se recomienda segmentar las tierras forestales en subcategorías. En el presente inventario se subdividen los datos según zona ecológica y climática.

En primer lugar, Santa Fe pertenece a la zona climática del IPCC correspondiente a templado cálido húmedo. En segundo lugar, se distinguen diversas ecorregiones en la provincia, las cuales se agruparán en Parque Chaqueño y Espinal, dada la disponibilidad de factores.

Estas ecorregiones se encuentran ampliamente descriptas en el libro “Las Ecorregiones. Su conservación y las áreas naturales protegidas de la provincia de Santa Fe”, del Ministerio de Medioambiente de Santa Fe (dirección y compilación de Néstor Ricardo Biasatti). Estas incluyen:

1. Bosques y arbustales del Chaco Semiárido: comprende una estrecha franja de territorio en el extremo occidental del departamento 9 de Julio.

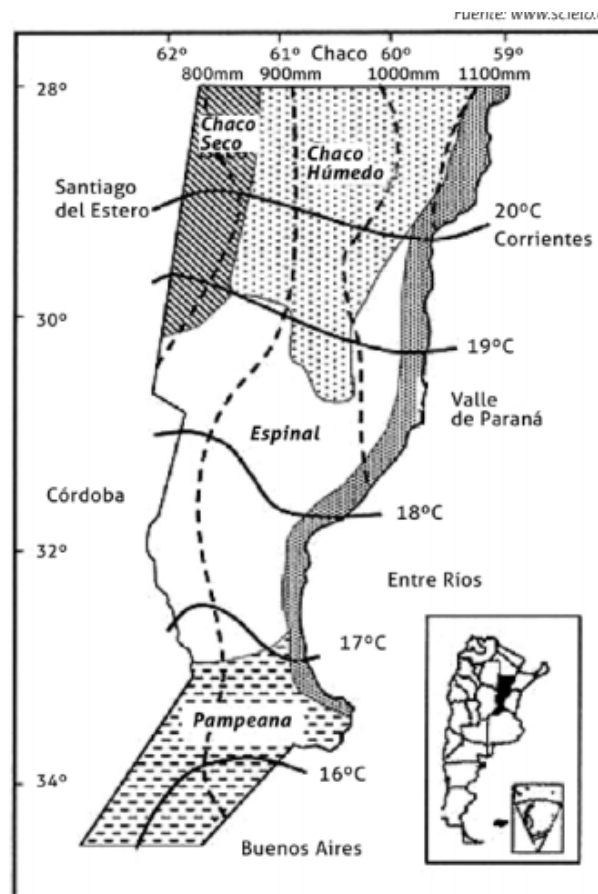


Su vegetación característica incluye especies caducifolias y xerófilas, que alternan el paisaje con sabanas arboladas de espartillo amargo y algarrobos. El agrupamiento vegetal típico corresponde al bosque de los tres quebrachos, que presenta la mayor riqueza florística, distinguiéndose el quebracho colorado chaqueño, el quebracho colorado santiagueño, el quebracho blanco, el mistol y el guayacán.

2. Bosques y Esteros del Chaco Húmedo: esta región se subdivide en bajos submeridionales, que se extienden sobre la parte central del chaco santafesino, hacia el centro oeste del norte provincial, y cuña boscosa, que ocupa el oeste del departamento General Obligado y el este del departamento Vera, con una vegetación preponderante es la de bosques que alternan el paisaje con abras gramíneas y esteros. Hacia el sur la diversidad del estrato arbóreo de estos bosques disminuye, mientras que hacia el este se ve enriquecido por la aparición de especies de los ambientes vinculados al sistema del Paraná. En los flancos de los esteros, cañadas y arroyos se desarrollan algarrobales o palmares. Hacia el centro de estos cuerpos de agua, y a medida que la profundidad aumenta, se suceden espartillares, pajonales, canutillares, juncales, totorales y finalmente en el cuerpo de agua libre, las flotantes formadas por camalotales o repollares.
3. Espinales y algarrobales pampeanos: es una zona de transición entre las planicies subtropicales del chaco y las templadas de la pampa. Desde hace muchos años, la zona se dedica a la producción agropecuaria, por lo que ha sufrido un intenso proceso de transformación, siendo la vegetación originaria muy difícil de determinar. Sin embargo, aún es posible distinguir algunos remanentes de bosque de escasa extensión, generalmente acompañando el curso del río Salado o en sectores deprimidos, cañadas o áreas encharcables. En estas formaciones, el estrato arbóreo no es demasiado denso, por lo que podría hablarse de un parque o sabana parque. Entre los árboles más frecuentes pueden mencionarse el quebracho blanco, los algarrobos y el chañar.
4. Pampa húmeda: originalmente fue un extenso pastizal, uniforme y muy llano, prácticamente sin árboles, sólo interrumpido por cuerpos de agua. Sin embargo, su larga historia de producción agrícola-ganadera, con una

fuerte profundización del proceso de agriculturización extrema con alta incidencia del monocultivo de soja o trigo-soja, ha llevado prácticamente a la desaparición del pastizal y sus especies originarias.

5. Deltas e Islas del Paraná: en el valle del Río Paraná, la vegetación predominante corresponde a selvas en galería y bosque, los cuales se alternan con pajonales y vegetación acuática. Se distinguen los alisales, los sauzales y el bosque insular, los cuales son, en realidad, distintos estadios sucesionales de la misma comunidad. La presencia de enredaderas, lianas, epífitas y cactáceas trepadoras imprime al paisaje una fisonomía propia del bioma denominado “selva”. El bosque insular se enriquece hacia el norte, sumándose especies como el ibirá pitá, el palo jabón, el espina corona, el palo víbora, el arachichú, el naranjillo y la picanilla.

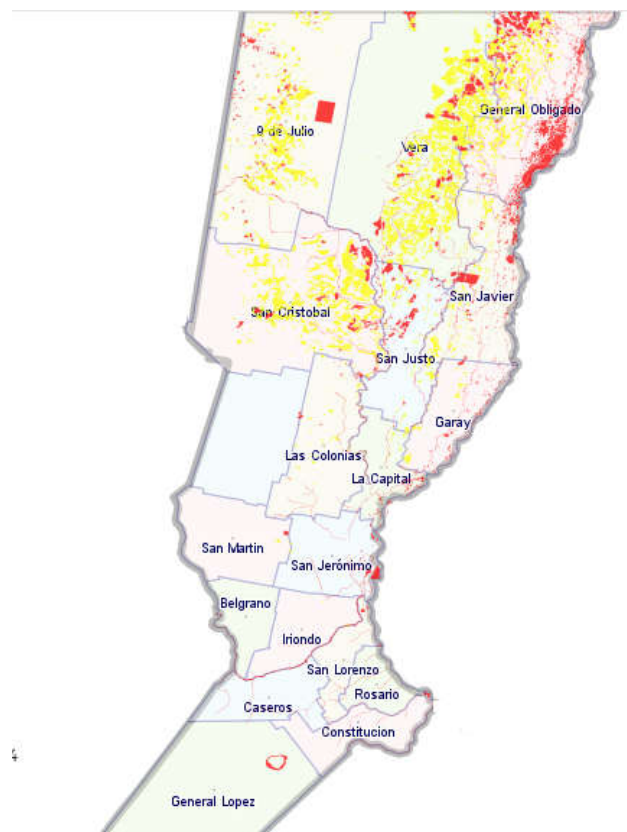


Mapa: ecorregiones de la provincia de Santa Fe

Fuente: “Las Ecorregiones. Su conservación y las áreas naturales protegidas de la provincia de Santa Fe”.
Ministerio del Medioambiente de Santa Fe

En cuanto a los bosques nativos en particular, estos se ubican mayormente al norte del paralelo 32, siendo las zonas septentrional oriental y occidental las más densamente pobladas de bosques. Las diferentes condiciones climáticas, topográficas, hídricas, edáficas y biológicas dan lugar a distintos tipos forestales en cuanto a composición, estructura y dinámica sucesional. Esta riqueza de ambientes se refleja en casi treinta tipos forestales diferentes, que hacen de Santa Fe una de las provincias con mayor diversidad de estructuras boscosas. Sin embargo, la superficie de bosques que hoy tiene la provincia es solo el 15% de la que había hace 70 años (Ecorregiones, Biassatti), y la condición ecológica del bosque remanente es muy fluctuante, variando en grados de deterioro y vulnerabilidad.

En este contexto, la provincia de Santa Fe aprobó su mapa de Ordenamiento Territorial de Bosques Nativos (OTBN) a través de su Decreto 042/09, con el objetivo de frenar la destrucción de los bosques nativos a través de su protección bajo categorías *amarillo* (sectores de mediano valor de conservación, que pueden estar degradados, pero que podrían ser restaurados y que podrían ser sometidos a algunos usos como aprovechamiento sostenible, turismo, recolección e investigación científica) y *rojo* (sectores de muy alto valor de conservación que no deben transformarse).

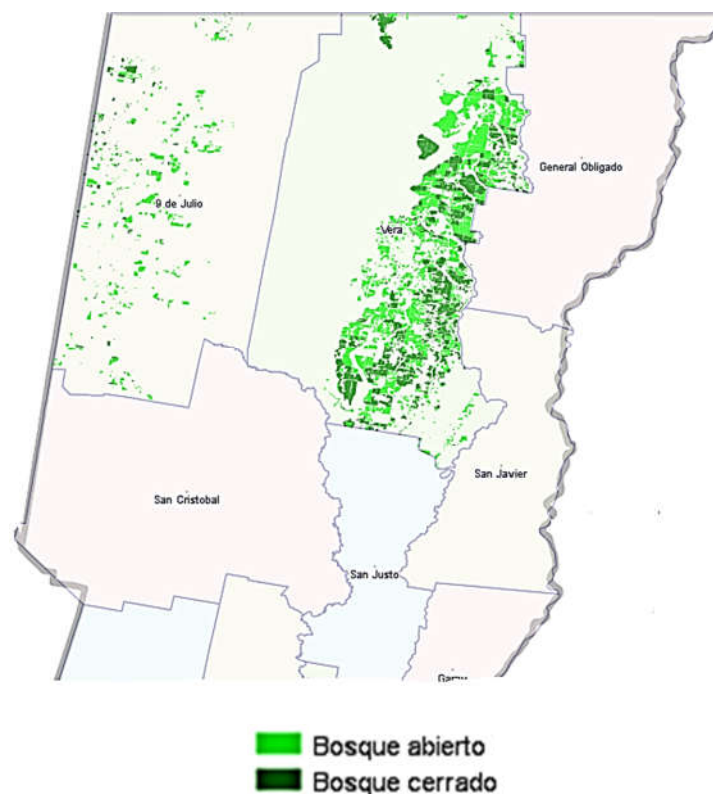


Mapa: mapa de ordenamiento territorial de bosques nativos.

Fuente: <https://www.santafe.gob.ar/idesf/visualizador/>

En cuanto a las plantaciones forestales, se observa en el documento “Análisis espacial del balance energético derivado de biomasa metodología Wisdom. Provincia de Santa Fe”, de FAO, que Santa Fe no tiene tradición ni se caracteriza por la producción de plantaciones forestales, sino que la explotación maderera está históricamente ligada al uso de productos de los bosques nativos, principalmente de la Cuña Boscosa. Por lo tanto, sólo se contabilizarán los bosques nativos en la presente sección.

En relación a la cubierta forestal, las Directrices IPCC 2006 define a los bosques cerrados como tierra cubierta por árboles con una cubierta forestal de más de 5 metros, y a los bosques abiertos y fragmentados como tierra cubierta por arboles con una cubierta vegetal de entre el 10 y el 40% y de más de 5 metros de altura (bosque abierto) o mosaicos de tierra forestal y no forestal (bosque fragmentado). La Infraestructura de Datos Espaciales de Santa Fe informa la siguiente distribución de bosques abiertos y cerrados para la Provincia de Santa Fe (sólo aplica al Norte de la misma):



Mapa: bosques cerrados y abiertos de la Provincia de Santa Fe.

Fuente: <https://www.santafe.gob.ar/idesf/visualizador/>

En esta sección se presentan los cálculos correspondientes al depósito biomasa, en el cual las ganancias corresponden al crecimiento de la biomasa aérea y subterránea y las pérdidas, a la recogida de rollizos y de madera combustible, a las perturbaciones provocadas por incendios, insectos, enfermedades, etc. Cuando se producen tales pérdidas, también se reduce la biomasa subterránea y se transforma en materia orgánica muerta.

Datos de actividad

Los datos de actividad en este caso corresponden a la superficie cubierta por bosques nativos (bosques que permanecen como tales por más de 20 años) en el año 2016. Como ya se ha especificado, dicha superficie será subdividida de acuerdo a la región climática (en este caso sólo se presenta templado cálido húmedo) y ecorregión (parque chaqueño y espinal). Dichos datos fueron informados por la Subdirección de Recursos Naturales de la Provincia de Santa Fe, como se observa en la Tabla 3B1a.1.

Tabla 3B1a.1: datos de actividad - Tierras forestales que permanecen como tales				
Tipo de Dato	Ecorregión	Valor	Unidad	Fuente
Superficie	Parque Chaqueño	1.200.000,00	Hectáreas	Subdirección de Recursos Naturales de la provincia de Santa Fe
	Espinal	300.000,00		
Remoción de Rollizos	Parque Chaqueño	20.000,00	m ³	Subdirección de Recursos Naturales de la provincia de Santa Fe
	Espinal	0,00		
Volumen anual de remoción de madera combustible de árboles enteros	Parque Chaqueño	450.000,00		
	Espinal	50.000,00		
Volumen anual de remoción de madera combustible como parte de árboles (copas, ramas)	Parque Chaqueño	NE		
	Espinal	NE		

Factores de emisión

Se presentan numerosos factores para la realización de cálculos, los cuales se encuentran resumidos en la Tabla 3B1a.2, junto a sus correspondientes fuentes y unidades.

Tabla 3B1a.2: Factores - Tierras forestales que permanecen como tales				
Tipo de factor	Ecorregión	Valor	Unidad	Fuente
Incremento anual medio de la biomasa sobre el suelo	Parque Chaqueño	1,00	Ton Materia Seca/(ha*año)	BUR 2014
	Espinal	0,70		
Relación raíz-vástago	Parque Chaqueño	0,28	-	
	Espinal	0,23	-	
Incremento anual medio de la biomasa sobre el suelo y bajo el suelo	Parque Chaqueño	1,28	Ton Materia Seca/(ha*año)	Cálculo propio en base a ecuación 2.10, capítulo 2, volumen 4
	Espinal	0,86		
Fracción de carbono de la materia seca	Parque Chaqueño	0,47	-	Directrices IPCC 2006. Cuadro 4.3
	Espinal			
Factor de conversión y expansión de biomasa para la conversión de remociones en volumen venable a remociones totales de biomasa (incluida la corteza)	Parque Chaqueño	3,83	Ton Remoción de Biomasa área/m3 de Remociones	BUR 2014
	Espinal	4,34		
Densidad básica de la madera	Parque Chaqueño	0,92	Ton/m3	BUR 2014
	Espinal	0,80		

Metodología

En el presente inventario se utiliza el método de *Ganancias y pérdidas*, nivel 1, en el cual se estima el incremento anual de las existencias de carbono debido al crecimiento de la biomasa y la reducción anual de las existencias de carbono debida a las pérdidas. Se utiliza la siguiente ecuación, correspondiente a la ecuación 2.7 del capítulo 2 del volumen 4 de las Directrices del IPCC:

$$\Delta C_B = \Delta C_G - \Delta C_L$$

Donde:



- ΔC_B : cambio anual en las existencias de carbono de la biomasa aérea y subterránea para tierras forestales que permanecen como tales, considerando la superficie total (ton C/año)
- ΔC_G : aumento anual en las existencias de carbono debido al crecimiento de biomasa para tierras forestales que permanecen como tales, considerando la superficie total (ton C/año)
- ΔC_L : reducción anual en las existencias de carbono debido a la pérdida de biomasa para tierras forestales que permanecen como tales, considerando la superficie total (ton C/año)

A su vez, ΔC_G se estima con la ecuación 2.9 del capítulo 2 del volumen 4 de las Directrices del IPCC, en la cual la superficie de cada subcategoría forestal se multiplica por el incremento anual medio de materia seca (en toneladas por hectárea por año):

$$\Delta C_G = \sum_{i,j} (A_{i,j} * G_{TOTAL,i,j} * CF_{i,j})$$

Donde

- A: superficie de bosque que permanece como tal, ha.
- G_{TOTAL} : crecimiento medio anual de la biomasa, TonMateriaSeca/ha/año. Incluye biomasa aérea (G_w) y biomasa subterránea.
- CF: fracción de carbono de materia seca, tonC/tonMateriaSeca.
- i: zona ecológica
- j: dominio climático

G_{TOTAL} se estima a partir de la ecuación 2.10 del capítulo 2 del volumen 4 de las Directrices del IPCC 2006:

$$G_{TOTAL,i,j} = \sum [G_w * (1 + R)]$$

Donde:

- G_w : promedio de crecimiento anual de la biomasa aérea para un tipo específico de vegetación boscosa, tonMateriaSeca/ha/año
- R: relación entre la biomasa subterránea y aérea para un tipo específico de vegetación, ton Materia Seca Biomasa Subterránea/ton Materia Seca Biomasa Aérea.



Por su parte, ΔC_L , se calcula a partir de la ecuación 2.11 del capítulo 2 del volumen 4 de las Directrices del IPCC 2006:

$$\Delta C_L = L_{\text{remoción bosques}} + L_{\text{madera combustible}} + L_{\text{perturbaciones}}$$

Donde:

- $L_{\text{remoción bosques}}$: pérdida anual de carbono por remoción de bosques (cosecha), tonC/año
- $L_{\text{madera combustible}}$: pérdida anual de carbono en la biomasa por remoción de madera combustible, tonC/año
- $L_{\text{perturbaciones}}$: pérdida anual de carbono en la biomasa por perturbaciones, tonC/año.

A su vez, cada uno de estos términos se obtienen a partir de las ecuaciones 2.12, 2.13 y 2.14 del capítulo 2 del volumen 4 de las Directrices del IPCC 2006, respectivamente. $L_{\text{remoción bosques}}$ puede incluir remociones de madera y de madera combustible (es decir, las remociones de madera de la ecuación 2.12 pueden incluir remoción tanto de madera como de madera combustible), o $L_{\text{madera combustible}}$ puede declararse por separado utilizando, según los datos de actividad.

$$L_{\text{remoción bosques}} = [H * BCEF_R * (1 + R) * CF]$$

Donde:

- H: remociones anuales de bosques, rollizos, m³/año. Si los datos informados son de bajo corteza se deben convertir a sobre corteza antes de utilizar el factor $BCEF_R$. La conversión de volúmenes de bajo corteza a volúmenes de sobre corteza se realiza utilizando los porcentajes de corteza.
- $BCEF_R$: factor de conversión y expansión de biomasa para la conversión de remociones en volumen venable a remociones totales de biomasa (incluida la corteza) (conversión del volumen de retirada de madera a retirada de biomasa aérea), ton Remoción de Biomasa aérea/m³ de Remociones. Se puede obtener a partir del factor de expansión de biomasa para remociones forestales (BEF_R) y la densidad básica de la madera (D).

$$BCEF_R = D * BEF_R$$

$$L_{\text{madera combustible}} = \{ [FG_{\text{arboles}} * BCEF_R * (1 + R)] + FG_{\text{parte}} * D \} * CF$$



Donde

- $FG_{arboles}$: volumen anual de remoción de madera combustible de árboles enteros, $m^3/año$
- FG_{parte} : volumen anual de remoción de madera combustible como parte de árboles (copas, ramas), $m^3/año$

$$L_{perturbaciones} = [A_{perturbaciones} * B_w * (1 + R) * CF * fd]$$

Donde

- $A_{perturbaciones}$: superficie afectada por perturbaciones, $ha/año$.
- B_w : biomasa aérea promedio de superficies de tierra afectadas por perturbaciones, $tonMateriaSeca/ha$.
- fd : fracción de biomasa perdida por perturbaciones. Define la proporción de biomasa que se pierde del depósito de biomasa, así, una perturbación que reemplaza a una arboleda eliminará toda la biomasa ($fd = 1$), mientras que una perturbación provocada por insectos puede remover sólo una porción de la densidad promedio de C en la biomasa. La ecuación no especifica el destino del carbono removido de las existencias de carbono de la biomasa. El supuesto del Nivel 1 es que todas las $L_{perturbaciones}$ se emiten en el año de la perturbación.

$L_{perturbaciones}$ no se informa en la presente sección, dada la falta de información con respecto a plagas y debido a que las perturbaciones correspondientes a incendios forestales se informan en la sección de quema de biomasa en tierras forestales.

Por último, dado que los resultados se obtienen en toneladas de Carbono, se utiliza el factor 44/12 para la conversión hacia CO_2 .

Resultados

Los resultados en relación al cambio anual en las existencias de carbono de la biomasa aérea y subterránea para tierras forestales que permanecen como tales se observan en la Tabla3B1a.3 Asimismo, se pueden observar las absorciones y emisiones de CO_2 junto a emisiones netas en la Tabla3B1a.4.

Tabla 3B1a.3: Ganancias y pérdidas de carbono en la biomasa - Tierras forestales que permanecen como tales		
Definición	Ecorregión	Toneladas de carbono
Incremento anual de las reservas de carbono debido al incremento de la biomasa en tierras forestales que siguen siendo tierras forestales	Parque Chaqueño	721.920,00
	Espinal	121.401,00
Pérdida anual de carbono por remoción de bosques	Parque Chaqueño	49.024,00
	Espinal	0,00
Pérdida anual de carbono en la biomasa por remoción de madera combustible	Parque Chaqueño	1.198.956,52
	Espinal	166.818,75
Cambio anual en las existencias de carbono de la biomasa aérea y subterránea para tierras forestales que permanecen como tales	Parque Chaqueño	-526.060,52
	Espinal	-45.417,75

Tabla 3B1a.4: Absorciones y Emisiones de CO ₂ - Tierras forestales que permanecen como tales			
Categoría	Absorción (ton CO ₂)	Emisión (ton CO ₂)	Emisión neta (ton CO ₂)*
Parque Chaqueño	2.647.040,00	4.575.928,58	-1.928.888,58
Espinal	445.137,00	611.668,75	-166.531,75
Total	3.092.177,00	5.187.597,33	-2.095.420,33

*Nota: en este caso solamente, las emisiones se caracterizan con signo negativo

(-).

Conclusiones

En conclusión, durante el año 2016 en la Provincia de Santa Fe se produjo una reducción en las existencias de Carbono debido a la pérdida de biomasa para tierras forestales que permanecen como tales de 1.414.800 toneladas de Carbono, mientras que el aumento anual en las existencias de carbono debido al crecimiento de biomasa para tierras forestales que permanecen como tales es de 843.320 toneladas de Carbono. En consecuencia, el cambio anual en las existencias de carbono de la biomasa aérea y subterránea para tierras forestales que permanecen como tales fue de 571.480 toneladas de Carbono. Es decir que el balance entre las ganancias de biomasa y las pérdidas resulta en una pérdida neta de Carbono de esta última cantidad de toneladas.

En relación al balance neto de absorciones y emisiones de CO₂, la Tabla 3B1a.4 anterior, muestra que el resultado final es de emisiones de unas **2,095 MTnCO₂eq.** *Es de señalar que en este caso, por convención, el signo menos (-) en la última columna indica emisiones netas y no absorciones.*

Asimismo, estos cambios de Carbono pueden traducirse en absorciones y emisiones de CO₂, la cual da como resultado una absorción total de 3.092.200 toneladas de CO₂ y una emisión total de 5.187.600 toneladas de CO₂, arrojando una emisión neta de 2.095.400 toneladas de CO₂.

Las contribuciones por tipo de ecorregión se pueden observar en los siguientes gráficos, contribuyendo mayoritariamente a las *absorciones* (primer gráfico) el Parque chaqueño (85,6 %) y el resto (14,4 %) el Espinal, del mismo modo, la mayor contribución a las *emisiones* es debida al Parque chaqueño (88,21 %) y el resto (11,79 %) el Espinal:

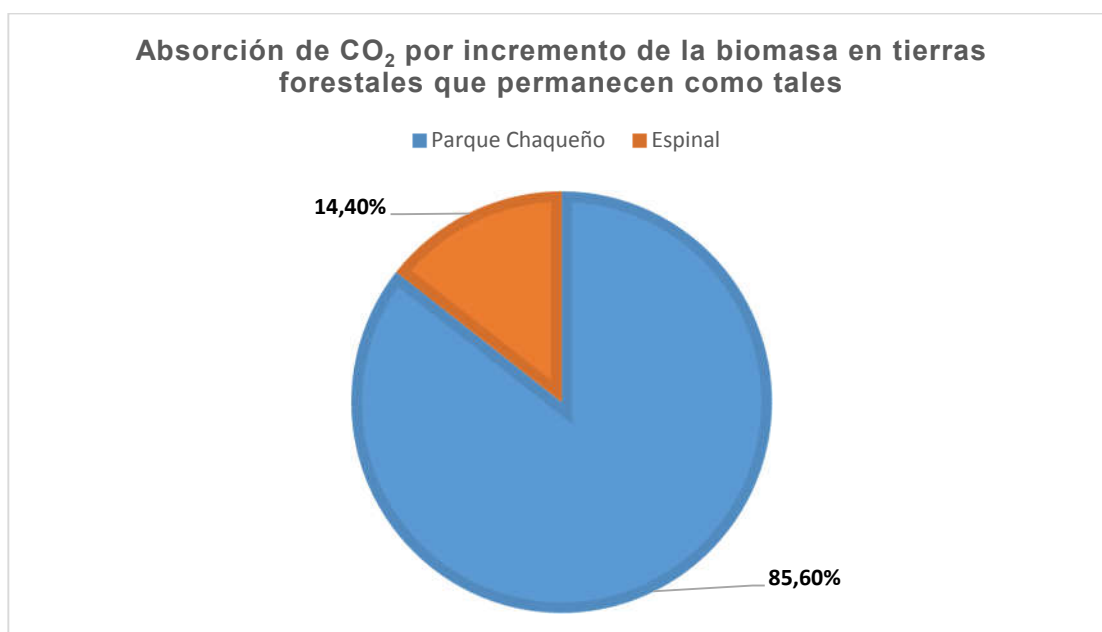


Figura 3. 8: Contribución relativa porcentual a la absorción de CO₂ por incremento de biomasa en tierras forestales que permanecen como tales.

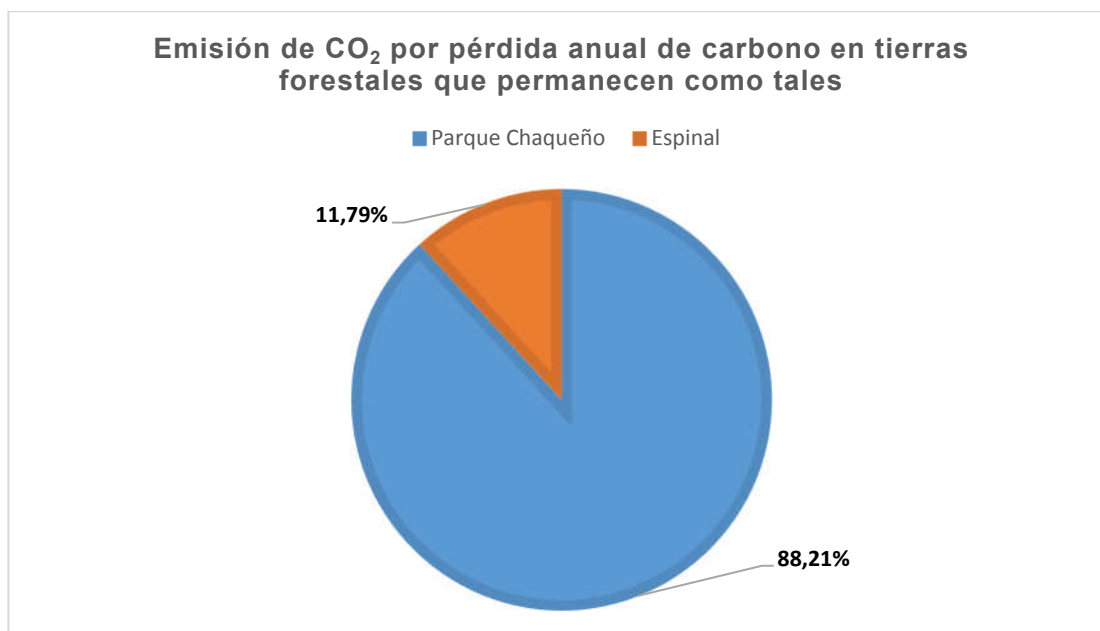


Figura 3. 9: Contribución relativa porcentual a la pérdida anual de carbono en tierras forestales que permanecen como tales.

3B2) Tierra de Cultivo

3B2a) Tierra de cultivos que permanecen como tales

Emisiones de Metano del arroz

La descomposición anaeróbica de la materia orgánica en los arrozales inundados produce Metano (CH₄), cuya cantidad anual emitida depende de la cantidad y duración de los cultivos, de los regímenes hídricos previos al período de cultivo y de los abonos orgánicos e inorgánicos del suelo, así como del tipo de suelo y la temperatura.

Santa Fe es la tercera productora de arroz a nivel nacional, luego de Corrientes y Entre Ríos, representando el 19% del área total cosechada durante el año 2016³. Particularmente, la cadena arrocerá santafesina se desarrolla hacia el este de la provincia, en los márgenes del Río Paraná de los departamentos de San Javier y Garay.

El arroz se implanta durante los meses de septiembre, octubre y noviembre, cosechándose el año siguiente desde febrero. El agua de riego se extrae del río San

³ Informes de cadena de valor. Año 2 - n° 33 – noviembre 2017. Ministerio de Hacienda de la Nación.



Javier y afluentes, con drenaje de campos hacia el sistema de arroyos Saladillos o hacia el río San Javier dependiendo de la ubicación de cada establecimiento.

Datos de actividad

El dato de actividad para la presente sección corresponde a la superficie cosechada anual de arroz (A). Estos no fueron desglosados por ecosistema o régimen hídrico ya que no difieren a lo largo del territorio. Esta afirmación se encuentra sustentada por el documento “Áreas de riego en la provincia de Santa Fe”, de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación (FAO)⁴, el cual establece que en la provincia de Santa Fe el arroz se cultiva en su totalidad bajo riego, particularmente inundación continua. Asimismo, indica que no existe rotación con otros cultivos, por lo que sólo se riega arroz, con un promedio anual de días con riego variable entre 90 y 110. De esta manera, se adopta un promedio entre estos dos valores para obtener el período de cultivo del arroz (t).

La superficie cosechada anual se obtuvo del “Sistema de Estimaciones Agrícolas del Centro - Norte de la Provincia de Santa Fe. Informe final. Arroz” del Gobierno de Santa Fe, Universidad Católica de Santa Fe y Bolsa de Comercio de Santa Fe.

Los datos de actividad utilizados se presentan en la Tabla 3B2a.5.

Tabla 3B2a.5: Datos de Actividad –Cultivo de Arroz			
Tipo de dato de actividad	Valor	Unidad	Fuente
Superficie de cosecha anual de arroz	37.850	Hectáreas	Sistema de Estimaciones Agrícolas del Centro - Norte de la Provincia de Santa. INFORME FINAL Arroz. Gobierno de Santa Fe, Universidad Católica de Santa Fe, Bolsa de Comercio de Santa Fe
Período de cultivo del arroz	100	días	http://www.fao.org/fileadmin/user_upload/rlc/utf017arg/estudio/riegointegral/areasexistentes/Anexos/PROVINCIA_DE_SANTA_FE.pdf

Factor de emisión

⁴http://www.fao.org/fileadmin/user_upload/rlc/utf017arg/estudio/riegointegral/areasexistentes/Anexos/PROVINCIA_DE_SANTA_FE.pdf



Los ecosistemas arroceros se pueden clasificar como inundados continua e intermitentemente, y con alimentación por lluvias regulares, con tendencia a la sequía, y aguas profundas (alimentados por lluvia), según las pautas de inundación producidas durante el período de cultivo. Asimismo, se deben considerar las pautas de inundación previas al período de cultivo.

Siguiendo los lineamientos de las Directrices del IPCC 2006, como punto de partida, se utiliza un factor de emisión básico para campos no inundados durante menos de 180 días previos al cultivo del arroz, permanentemente inundados durante el período de cultivo del arroz y sin abonos orgánicos (FEc), que presenta un valor por defecto.

Luego, a partir del FEc se emplean factores de ajuste que incorporan las distintas condiciones particulares del cultivo, lo cual da como resultado un factor de emisión diario (EFi). Estos incluyen:

1. Factor de ajuste para compensar las diferencias del régimen hídrico durante el período de cultivo (SFw): en este caso se utiliza el valor correspondiente a tierras irrigadas, inundadas permanentemente, según lo mencionado anteriormente.
2. Factor de ajuste para compensar las diferencias del régimen hídrico durante la temporada previa al cultivo (SFp): se utiliza el factor de emisión agregado dada la falta de información para un mayor desglose.
3. Factor de ajuste según el tipo y cantidad de abono orgánico aplicado (SFo): dado que las emisiones de CH₄ aumentan con la cantidad de abono orgánico (compost, estiércol de corral, estiércol verde y paja de arroz) y, a igual cantidad de abono, también aumentan con el contenido de Carbono de fácil descomposición. Este factor dependerá de la tasa de aplicación de abono orgánico (ROA) y de un factor de conversión en términos del efecto relativo con respecto a la paja aplicada poco antes del cultivo (CFOA). En general, la paja de arroz se incorpora al suelo luego de la cosecha, pero las emisiones de CH₄ también dependerán del momento de aplicación de esta, ya que, ante un largo barbecho posterior a la incorporación de la paja de arroz, las emisiones de la siguiente temporada de cultivo van a ser menores que en el caso en el que se incorpore inmediatamente antes del trasplante. Por lo tanto, el CFOA variará asimismo con el momento de aplicación de la paja de arroz.

En este caso, se utilizó un ROA igual a cero ya que la utilización de abonos orgánicos no es una práctica común, sino que el 100% de la superficie sembrada



se fertiliza con dos métodos, urea y fertilizante nitrogenado, y en la implantación se usan compuestos nitrógeno-fósforo-potasio en distintas proporciones⁵. Asimismo, se adopta un CFOA igual a 1, correspondiente a “paja que se incorpora mucho antes del cultivo (> 30 días)”, práctica usual en todo el país, de acuerdo a Segundo Informe Bienal de Actualización de la República Argentina a la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático. De esta manera, el SFo toma un valor de 1.

4. Factor de ajuste por tipo de suelo (SFs) y cultivar de arroz (SFr), si está disponible: no existen valores por defecto y dado que las estadísticas no se encuentran desglosadas por tipo de cultivar de arroz ni tipo de suelo este factor no se tomó en cuenta.

De esta manera, el FE diario presenta un valor de 0,1586 (ver sección metodología a continuación).

Los factores de emisión utilizados se pueden observar en la Tabla 3B2a.6.

Tabla 3B2a.6 : Factor de Emisión - Cultivo de Arroz			
Tipo de factor	Valor	Unidad	Fuente
FEc	0,13	ton CH ₄ / (ha*día)	Directrices IPCC 2006
SFw	1,00	Sin dimensión	
SFp	1,22		
ROA	0,00		
CFOA	1,00		
SFo	1,00		
FE diario	0,1586	ton CH ₄ / (ha*día)	Cálculo propio

Metodología

Para el cálculo de las emisiones de la presente sección se utilizó el método de nivel 1, utilizando datos de actividad obtenidos a partir de informes provinciales y factores de emisión por defecto, considerando las condiciones de la provincia.

Las emisiones de CH₄ se obtienen a partir la ecuación 5.1 del capítulo 5 del Volumen 4 de las Directrices del IPCC 2006:

$$\text{Emisiones CH}_4 = FE_i * t * A$$

⁵<http://www.agro.basf.com.ar/images/14-10-08.pdf>

Asimismo, el FE_i, como ya se ha indicado, se obtiene a partir de la aplicación de diversos factores de ajuste, a partir de la ecuación 5.2 del capítulo 5 del Volumen 4 de las Directrices del IPCC 2006:

$$FE_i = FE_c * SF_w * SF_p * SF_o * SF_{s,r}$$

Por último, el SF_o se obtiene a partir de la ecuación 5.3 del Volumen 4 de las Directrices del IPCC 2006:

$$SF_o = (1 + \sum_i ROA_i * CFAO_i)^{0,59}$$

Donde corresponde al tipo de abono orgánico.

Resultados

En la Tabla 3B2a.7 se pueden observar los resultados correspondientes a la sección Cultivos de Arroz, para la Provincia de Santa Fe, durante el año 2016.

Tabla 3B2a.7: Emisiones de Gases de Efecto Invernadero - Cultivo de Arroz	
Emisiones de CH ₄ (ton)	Emisiones de CO ₂ eq (ton)
6.003,01	126.063,21

Conclusiones

En conclusión, el cultivo de arroz emitió 6.003 toneladas de CH₄, equivalentes a 126.063 toneladas de CO₂ equivalente.

3C –Fuentes agregadas y fuentes de emisión no-CO₂ de la tierra

En la presente sección se incluyen los cálculos para las emisiones de óxido nitroso (N₂O) de suelos gestionados, incluidas las indirectas provenientes de los agregados de Nitrógeno (N) a la tierra, debidos a deposición y lixiviación, así como las



emisiones de CO₂ producidas por los agregados de materiales de encalado y de fertilizantes con contenido de urea.

3C2) Encalado

No se calcula la presente sección relativa a la cal, por falta de datos. Es de destacar que a nivel nacional tampoco se informa la presente categoría.

3C3) Aplicación de urea

El agregado de urea a los suelos durante la fertilización conlleva una pérdida de CO₂ que se fija en el proceso de producción industrial. La urea (CO(NH₂)₂) se convierte en amonio (NH₄⁺), ion hidroxilo (OH⁻), y bicarbonato (HCO₃⁻) en presencia de agua y de enzimas de ureasa. A su vez, el bicarbonato se convierte en CO₂ y agua.

Datos de actividad

El dato de actividad para esta sección corresponde a la masa de urea aplicada en Santa Fe durante el 2016. A menudo, la urea se aplica combinada con otros fertilizantes nitrogenados, en particular en soluciones, y va a ser necesario estimar la proporción de urea contenida en la solución de fertilizante. En este caso, se tienen en cuenta la urea y el fertilizante sintético UAN (Urea-Nitrato de Amonio). Estos datos se encuentran en la Tabla 3C3.1:

Tabla 3C3.1: Datos de actividad - Aplicación de urea					
Tipo de fertilizante	Masa aplicada (kg)	Fuente	Porcentaje Urea	Fuente	Masa de urea (ton)
UAN	19.096.645,21	Ver sección 3C4	32%	Fertilizar - Guía 2012: Fertilizantes, enmiendas y productos nutricionales	6.110,93
Urea	55.340.882,49		100%		55.340,88
Total					61.451,81

Factor de emisión



El factor de emisión por defecto es de 0,20 tonC/tonUrea para emisiones de carbono por aplicaciones de urea, que luego se convierten en toneladas de CO₂ a través del factor 44/12.

Metodología

En el presente inventario se utiliza la metodología de nivel 1, con lo cual las emisiones por aplicación de urea se contabilizan a partir de la ecuación 11.13 del capítulo 11, del volumen 4 de las Directrices IPCC 2006:

$$CO_2 - C \text{ emisión: } M * FE$$

Donde:

- M: cantidad anual de fertilización con urea, ton
- FE: factor de emisión, tonC/tonUrea

Se debe luego multiplicar por 44/12 para convertir las emisiones de CO₂-C en CO₂.

Resultados

Los resultados se pueden observar en la Tabla 3C3.2.

Tabla 3C3.2: Emisiones - Aplicación de urea			
Tipo de fertilizante	Emisiones C (ton)	Factor de conversión C-CO ₂	Emisiones CO ₂
UAN	1.222,19	3,67	4.481,35
Urea	11.068,18	3,67	40.583,31
Total			45.064,66

Conclusiones

En conclusión, la aplicación de urea emite un total de 45.065 toneladas de CO₂ en Santa Fe en 2016.

3C4) Emisiones directas de N₂O de los suelos gestionados



El N_2O se produce de manera natural en los suelos a través de la nitrificación y desnitrificación. La primera es la oxidación microbiana aeróbica del amonio en nitrato, mientras que la segunda es la reducción microbiana anaeróbica del nitrato en nitrógeno gaseoso (N_2). El N_2O es un producto intermedio en la secuencia de reacción de la desnitrificación y un producto derivado de la nitrificación que se fuga de las células microbianas al suelo y de allí a la atmósfera. Uno de los principales factores de control es la disponibilidad de N inorgánico en el suelo. En esta sección, se consideran los agregados netos de N a los suelos producidos por el hombre, tales como fertilizantes, depósitos de estiércol, residuos agrícolas, barros cloacales, etc., o por la mineralización de N en la materia orgánica del suelo producida por la gestión de suelos orgánicos o por cambios en los cultivos o usos del suelo en suelos minerales. Estas emisiones se producen tanto por vía directa desde los suelos, como por vía indirecta, que puede ser: a partir de la volatilización del amoníaco y NO_x de los suelos gestionados y de la combustión de los combustibles fósiles y quemado de biomasa, con la subsiguiente deposición de estos gases y sus productos en suelos y agua y a partir de la lixiviación y escurrimiento del N.

Las emisiones directas de N_2O , estas se producen por un incremento del N disponible, que se produce por agregados de N de origen antropogénico o por cambios en el uso del suelo o en las prácticas de manejo de los mismos, que resulten en la mineralización del N orgánico del suelo. Las fuentes incluyen: fertilizantes sintéticos, deposición de excretas en pasturas, residuos de cosecha, mineralización de N relacionada con la pérdida de materia orgánica del suelo como resultado de cambios en el uso de la tierra o en la gestión de suelos minerales y el drenaje de suelos orgánicos.

Datos de actividad

Los datos de actividad para la presente sección incluyen: masa de fertilizantes sintéticos de N aplicados (F_{SN}), masa de fertilizantes de N orgánico aplicados (F_{ON}), masa de N depositado en suelos de pasturas, prados y praderas por animales de pastoreo (orina y estiércol) (F_{PRP}), masa de N proveniente de residuos agrícolas, incluyendo cultivos fijadores de N y renovación de forraje/pasturas y devuelto a los suelos (F_{CR}), masa de N mineralizado de la pérdida de Carbono orgánico del suelo en suelos minerales por cambios en el uso de la tierra o prácticas de gestión (F_{SOM}) y

superficie de suelos orgánicos drenados/gestionados (F_{OS}). Este último no se incluye en los cálculos dado que no es una práctica que se lleve a cabo en el territorio provincial. Asimismo, para el caso del F_{ON} , la Secretaría de Agricultura de Santa Fe indica que “la información disponible es escasa, por lo que no se puede estimar con precisión el uso de estiércol a nivel provincial. No se han encontrado datos publicados que permitan discriminar proporciones de uso como abono, combustible, construcción o alimento”, por lo que tampoco se incluyen los datos para este caso. Asimismo, en el Segundo informe bienal de actualización de la República Argentina a la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático, se indica que la aplicación de fertilizantes orgánicos en suelos no es una práctica habitual en el país. Por último, no se incluyen los cálculos relativos a arroz, dado que no se han logrado obtener datos discriminados por cultivo, ni los cálculos referidos a F_{SOM} , por falta de datos.

En el primer caso, para F_{SN} , se obtuvieron los datos de consumo de fertilizantes a nivel nacional en la página web de “Fertilizar”, para la campaña 2015/2016, la última de la cual se obtienen datos. A partir de estos datos, se obtiene el porcentaje de fertilizante nitrogenado que se aplica para cada cultivo. Estos datos se encuentran en la Tabla3C4.3.

Tabla 3C4.3: Consumo de Fertilizantes a nivel Nacional (toneladas) - Campaña 2015/2016

Grupos Químicos	Trigo	Cebada	Maíz	Sorgo	Soja	Girasol	Pasturas	Otros	Total	Fuente	% por fertilizante
Mercado Nitrogenados	297.565	120.015	416.622	34.406	-	38.458	82.058	199.886	1.189.010	https://www.fertilizar.org.ar/subida/Estadistica/Consumo%20de%20Fertilizantes%20en%20todos%20los%20cultivos/Consumo%20de%20Fertilizantes%20en%20todos%20los%20cultivos%202015.pdf	48
Mercado Fosforados	164.234	62.024	168.118	33.051	468.029	27.483	75.825	83.975	1.082.740		44
Mercado Potásicos	-	-	-	-	-	-	-	60.645	60.645		2
Mercado Azufrado	23.155	5.220	20.919	2.209	35.731	316	1.774	5.603	94.926		4
Otros ¹	540		864		2.141	184	225	44.611	48.566		2
Total fertilizante por cultivo	485.495	187.259	606.523	69.666	505.902	66.441	159.882	394.720	2.475.887		100
<i>% Aplicación Fertilizantes N</i>	61,3	64,1	68,7	49,4	0,0	57,9	51,3	50,6	48,0		



De la página web de “Fertilizar” también se extraen los datos de consumo total de fertilizantes por cultivo y por provincia. De esta manera, la masa de fertilizantes sintéticos nitrogenados aplicada en Santa Fe, se obtiene a partir del producto entre la masa de fertilizantes totales aplicados en Santa Fe para cada cultivo (ver Tabla 2) y el porcentaje de aplicación de fertilizantes de N (ver Tabla 1). Por ejemplo, para el caso del trigo se observa en la Tabla 2 que la masa total de fertilizantes aplicada en Santa Fe es de 40.390 toneladas, mientras que en la Tabla 3C4.3 se indica que, de este total, el 61,3% corresponde a fertilizantes nitrogenados. Es decir que se asume que el porcentaje nacional se replica en el territorio provincial.

En la Tabla 3C4.4, así, se resumen los resultados obtenidos.

Tabla 3C4.4: Consumo de Fertilizantes a nivel provincial- Campaña 2015/2016			
Cultivo	Masa fertilizantes totales (ton)	Fuente	Masa Fertilizantes N (ton)
Trigo	40.390	https://www.fertilizar.org.ar/subida/Estadistica/Detalle%20de%20Consumo%20de%20Fertilizantes%20Extensivos/Consumo%20Fertilizantes%20Campaña%202015-2016.pdf	24.755,46
Cebada	7.090		4.544,01
Maíz	53.838		36.981,44
Sorgo	0		0,00
Soja	80.867		0,00
Girasol	274		158,60
Pasturas	NE		NE
Otros	NE		NE
Total	182.459		66.439,51

Sin embargo, dado que los datos necesarios para el presente inventario corresponden a la campaña 2016/2017, para los cuales no se han podido obtener datos, se ha realizado una extrapolación, teniendo en cuenta datos históricos para Santa Fe, por tipo de cultivo, obtenidos de “Fertilizar” (ver Tabla3C4.5). Al no observar una tendencia clara para ninguno de los cultivos, se ha recurrido a un promedio.

Tabla 3C4.5: Consumo de Fertilizantes a nivel provincial- histórico y extrapolación 2016/2017										
Cultivo	2009/2010	2010/2011	2011/2012	2012/2013	2013/2014	2014/2015	2015/2016	Fuente	2016/2017	Fuente
Trigo	54.206	60.783	130.634	87.308	104.052	71.414	40.390	https://www.fertilizar.org.ar/subida/Estadistica/Detalle%20de%20Consumo%20de%20Fertilizantes%20Extensivos/Consumo%20Fertilizantes%20Campaña%202015-2016.pdf	78.398,14	Cálculo propio
Cebada	0	791	6.899	5.629	2.369	502	7.090		3.325,71	
Maíz	80.194	111.694	196.934	97.405	149.376	100.528	53.838		112.852,71	



Sorgo	0	27.763	45.698	19.950	29.207	0	0	.org.ar/?pageid=468	17.516,86
Soja	285.734	198.136	164.809	193.904	203.665	102.181	80.867		175.613,71
Girasol	12.070	3.969	3.697	1.088	1.909	9.361	274		4.624,00
Total									392.331,14

Nuevamente, a partir del porcentaje ya indicado de aplicación de fertilizantes nitrogenados se obtiene la masa de estos aplicada en la campaña 2016/2017 para la provincia de Santa Fe, por cultivo. Estos resultados se observan en la Tabla 3C4.6.

Tabla 3C4.6: Consumo de Fertilizantes a nivel provincial- Campaña 2016/2017		
Cultivo	Masa fertilizante N (ton)	Fuente
Trigo	47.024,62	Cálculo propio
Cebada	2.160,23	
Maíz	71.973,24	
Sorgo	8.287,35	
Soja	0,00	
Girasol	2.543,28	
Total	131.988,72	

Para poner obtener la masa de nitrógeno aplicada, es necesario conocer el grado de los fertilizantes nitrogenados, es decir, el porcentaje de nitrógeno que presenta cada producto. Para esto, debe conocerse el tipo de fertilizante nitrogenado aplicado. Dada la falta de datos a nivel provincial sobre el desglose de los fertilizantes nitrogenados, se toman datos nacionales de la Cámara de la Industria Argentina de Fertilizantes y Agroquímicos y se asume que la distribución se replica a nivel provincial. Es de destacar que en el total no se incluye la urea, dado que este fertilizante se informa en la sección 11.4 “emisiones de CO₂ de fertilización con urea”. Este cálculo se detalla en la Tabla3C4.7.

Tabla 3C4.7: Consumo de fertilizantes nitrogenados por tipo de producto								
Producto	Consumo Nacional (ton)	Fuente	Porcentaje de uso	Consumo Provincial (ton)	Grado de N	Fuente	Masa de N provincial (ton)	Fuente
Urea Granulada	1.265.930,05	https://www.cifa.org.	41,93	55.340,88	0,46	Secretaría Agricultura Santa Fe	25.456,81	Cálculo propio
UAN	436.838,30		14,47	19.096,65	0,32		6.110,93	

Nitrato de Amonio Calcáreo	89.089,15	ar/files/amK1HTFpCjxc30gTZfKwcGcTfjSayEgo8AsUV1MA.pdf	2,95	3.894,58	0,27	(Lorena Fortonani)	1.051,54
MAP y otros MAP (fosfato mono amónico)	738.640,43		24,46	32.290,10	0,11		3.551,91
DAP y otros NP (fosfato di amónico)	302.815,07		10,03	13.237,74	0,18		2.382,79
NK (Nitrato de Potasio)	14.349,91		0,48	627,31	0,14		84,69
Mezclas NPK	81.653,32		2,70	3.569,52	0,22		785,30
TSA (Tiosulfato de Amonio)	67.850,79		2,25	2.966,14	0,12		355,94
SA (Sulfato de Amonio)	22.092,61		0,73	965,79	0,21		202,82
TOTAL	3.019.259,63		100,00	131.988,72			14.525,90

Así, en conclusión, en la provincia de Santa Fe, en el año 2016, se aplicaron 14.525,90 toneladas de nitrógeno sintético.

Para obtener el F_{PRP} , se requieren los mismos datos de actividad que para la sección de ganadería (número de cabezas, promedio anual de excreción de N por cabeza de cada especie y la fracción del total de la excreción anual de N de cada especie/categoría de ganado T que se deposita en pasturas, prados y praderas). Es decir que, en este caso, sólo se debe incluir la porción del estiércol que se gestiona como pastoreo. Estos datos se observan en la Tabla3C4.8.

Tabla 3C4.8: Datos de actividad - FPRP									
Categoría de ganado	Región	Modelo productivo	Número de cabezas	Fuente	Nex (kgN/cabeza)	Fuente	MS pasturas	Fuente	FPRP (kgN)
Bovinos Carne	NEA	Cría	889.614	http://www.ipe.c.santafe.gov.ar/encgana/encgana/provinciales-16.php	34,70	Segundo informe bienal de actualización de la República Argentina a la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático. Anexo 1 y 2	1,00	Segundo informe bienal de actualización de la República Argentina a la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático. Anexo 1 y 2	30.869.605,80



		Invernada	378.588		67,30
		Cría	447.762		47,00
	Pampeana Norte	Invernada	363.260		42,60
Bovinos Leche			688.810		105,10
Ovinos			145.612	https://www.argentina.gob.ar/senasa/ovinos-sector-primario	9,00
Porcinos			462.887	http://www.ipe.c.santafe.gov.ar/encgaderaporcino/provincia-16.php	9,00
Equinos (menos mulas y asnos)			159.337	https://www.argentina.gob.ar/senasa/mercados-y-estadisticas/estadisticas/equinoss-sector-primario	40,00
Caprinos			102.046	https://www.argentina.gob.ar/senasa/caprinoss-sector-primario	15,00

1,00	Inventario de Gases de Efecto Invernadero Argentina 2012	25.478.972,40
1,00	Segundo informe bienal de actualización de la República Argentina a la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático. Anexo 1 y 2	21.044.814,00
0,48		7.427.940,48
0,00		0,00
1,00		1.310.508,00
0,25		1.041.495,75
1,00	Segundo informe bienal de actualización de la República Argentina a la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático. Anexo 1 y 2	6.373.480,00
1,00		1.530.690,00

Aves de corral			5.838.000	http://www.senasa.gov.ar/cadenanimal/aves/industria	0,30		0,00	0,00
Mulas y asnos			690	http://www.senasa.gov.ar/cadenanimal/equinos/informacion/informes-y-estadisticas	22,00		1,00	15.180,00
Total								95.092.686,43

De esta manera, F_{PRP} es igual a 95.092,69 toneladas de N.

Por su parte, F_{CR} se obtiene en base a: los rendimientos de cultivos, las superficies cosechadas y quemadas, el tipo de cultivo, el contenido de N de los residuos y otros factores relacionados (ver sección de metodología para más detalle). Se consideraron los cultivos más relevantes, de los cuales se disponía de información. Los restantes cultivos no fueron informados al no haber información disponible.

En la Tabla3C4.9 se resumen los datos utilizados junto a sus respectivas fuentes.

Tabla 3C4.9: Datos de actividad - FCR									
Cultivo	Superficie sembrada (ha)	Masa cosechada (kg)	Rendimiento fresco (kg Fresco/ha)	Fuente	Superficie cosechada (ha)	Fuente	Fracción materia seca del cultivo cosechado (kg Materia Seca/ kg Fresco) (SECO)	Fuente	Rendimiento seco (kg Materia Seca/ha) (Cultivo)
Trigo	647.130,00	1.872.210.000,00	3.131,00	Anuario Estadístico 2016 - Bolsa de	206,68	Cálculo propio (masa cosechada/rendimiento fresco)	0,860	Normas de comercialización Bolsa de Comercio Rosario	2.692,66
Maíz	629.170,00	3.942.390.000,00	8.275,00		76,03		0,855		7.075,13
Sorgo	135.200,00	404.560.000,00	4.485,00		30,14		0,850		3.812,25
Cebada cervecera	29.590,00	75.250.000,00	3.233,00		9,15		0,880		2.845,04

Arroz	41.350,00	202.580.000,00	5.090,00	Comercio de Rosario	8,12		0,860	Segundo informe bienal de actualización de la República Argentina a la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático. Anexo 1 y 2	4.377,40
Soja	3.468.910,00	8.317.220.000,00	2.663,00		1.302,63		0,865	Normas de comercialización Bolsa de Comercio Rosario	2.303,50
Girasol	116.950,00	217.470.000,00	1.860,00		116.919,35		0,89		1.655,40
Colza	6.360,00	13.140.000,00	2.066,00		6.360,12		0,92		1.900,72
Maní	400,00	640.000,00	3.200,00		200,00		0,91		2.912,00
Algodón	53.300,00	51.710.000,00	1.354,00		38.190,55		0,94	Segundo informe bienal de actualización de la República Argentina a la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático. Anexo 1 y 2	1.272,76
Avena			740,00	https://datos.agroindustria.gob.ar/dataset/estimaciones-agricolas/archivo/95d066e6-8a0f-4a80-b59d-6f28f88eacd5	3.300,00	https://datos.agroindustria.gob.ar/dataset/estimaciones-agricolas/archivo/95d066e6-8a0f-4a80-b59d-6f28f88eacd5	0,86	Normas de comercialización Bolsa de Comercio Rosario	636,40

Tabla 3C4.9: Datos de actividad - FCR (continuación)

Superficie quemada (ha)	Fuente	Factor de Combustión	Fuente	Fracción de la superficie total dedicada al cultivo que se renueva anualmente	Fuente	Declive	Intercepción	Fuente
0,000	Segundo informe bienal de actualización de la	0,90	Cuadro 2.6 del Capítulo 2 del Volumen 4 de las Directrices IPCC 2006	1,00	Segundo informe bienal de actualización de la República	1,51	0,52	Cuadro 11.2 del capítulo 11 del volumen 4 de las Directrices
0,000		0,80		1,00		1,03	0,61	

0,000	República Argentina a la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático. Anexo 1 y 2	0,00	Segundo informe bienal de actualización de la República Argentina a la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático. Anexo 1 y 2	1,00	Argentina a la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático. Anexo 1 y 2	0,88	1,33	IPCC 2006
0,000		0,00	Segundo informe bienal de actualización de la República Argentina a la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático. Anexo 1 y 2	1,00		0,98	0,59	
0,000		0,80	Cuadro 2.6 del Capítulo 2 del Volumen 4 de las Directrices IPCC 2006	1,00		0,95	2,46	
0,000		0,00	Segundo informe bienal de actualización de la República Argentina a la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático. Anexo 1 y 2	1,00		0,93	1,35	
0,000		0,00		1,00		1,09	0,88	Segundo informe bienal de actualización de la República Argentina a la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático. Anexo 1 y 2
0,000		0,00		1,00		1,09	0,88	Cuadro 11.2 del capítulo 11 del volumen 4 de las Directrices IPCC 2006
0,000		0,00		1,00		1,07	1,54	
0,000		0,00		1,00		1,07	1,54	Segundo informe bienal de actualización de la República Argentina a la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático. Anexo 1 y 2
0,000		0,00		1,00		0,91	0,89	Cuadro 11.2 del capítulo 11 del volumen 4 de las Directrices IPCC 2006

Tabla 3C4.9: Datos de actividad - FCR (continuación)

Materia seca de los residuos aéreos (Mg/ha)	Relación materia seca de los residuos aéreos: rendimiento de cosecha (kgMateriaSeca/kgMateriaSeca)	Contenido de N de los residuos aéreos (kgN/kgMateriaSeca)	Fuente	Fración de los residuos aéreos que se extraen anualmente para alimentos, camas y construcción, etc.	Fuente	Relación residuos subterráneos: rendimiento de cosecha (kgMateriaSeca/kgMateriaSeca)	Contenido de N de los residuos subterráneos (kgN/kgMateriaSeca)	Fuente	Cantidad anual de N en los residuos agrícolas (aéreos y subterráneos) devuelto al suelo (tonN)
4,07	1,51	0,006	Cuadro 11.2 del capítulo 11 del volumen 4 de las Directrices IPCC 2006	0,00	Segundo informe bienal de actualización de la República Argentina a la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático. Anexo 1 y 2	2,51	0,009	Cuadro 11.2 del capítulo 11 del volumen 4 de las Directrices IPCC 2006	69.522,61
7,29	1,03	0,006		0,00		2,03	0,007		70.174,38
3,36	0,88	0,007		0,00		1,88	0,006		5.534,55
2,79	0,98	0,007		0,00		1,98	0,014		2.253,84
4,16	0,95	0,007	Cuadro 11.2 del capítulo 11 del volumen 4 de las Directrices IPCC 2006	0,00	Segundo informe bienal de actualización de la República Argentina a la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático. Anexo 1 y 2	1,95	0,009	Segundo informe bienal de actualización de la República Argentina a la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático. Anexo 1 y 2	4.066,46
2,14	0,93	0,008		0,00		1,93	0,008	Cuadro 11.2 del capítulo 11 del volumen 4 de las Directrices IPCC 2006	156.962,28
1,81	1,09	0,006	Segundo informe bienal de actualización de la República Argentina a la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático. Anexo 1 y 2	0,00	Segundo informe bienal de actualización de la República Argentina a la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático. Anexo 1 y 2	2,09	0,009		5.237,67
2,07	1,09	0,006	Segundo informe bienal de actualización de la República Argentina a la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático. Anexo 1 y 2	0,00		2,09	0,009	Segundo informe bienal de actualización de la República Argentina a la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático. Anexo 1 y 2	327,11
3,12	1,07	0,02	Cuadro 11.2 del capítulo 11 del volumen 4 de las Directrices IPCC 2006	0,00		2,07	0,009	Cuadro 11.2 del capítulo 11 del volumen 4 de las Directrices IPCC 2006	21,59

1,36	1,07	0,02	Segundo informe bienal de actualización de la República Argentina a la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático. Anexo 1 y 2	0,00		2,07	0,01		2.342,93
0,58	0,91	0,01	Cuadro 11.2 del capítulo 11 del volumen 4 de las Directrices IPCC 2006	0,00		1,91	0,01	Cuadro 11.2 del capítulo 11 del volumen 4 de las Directrices IPCC 2006	42,67
Total									316.486,09

Esto quiere decir que, durante el 2016, *por residuos de cosecha se aplicaron 316.486,09 toneladas de N al suelo.*

Ahora, por último, F_{SOM} no se ha incluido por falta de datos.

Factores de emisión

En cuanto a los factores de emisión, se requieren dos para estimar las emisiones directas de N_2O de suelos gestionados (no se utilizan en este caso aquellos que aplica a cultivos de arroz y a drenaje de suelos orgánicos). El primero (FE_1) se refiere a la cantidad de N_2O emitida por las distintas aplicaciones de N sintético y orgánico a los suelos, incluyendo los residuos agrícolas y los fertilizantes sintéticos. El segundo factor (FE_{PRP}) estima la cantidad de N_2O emitida por el N de la orina y el estiércol depositados por los animales de pastoreo en pasturas, prados y praderas.

En el presente inventario se utilizó nivel 1 para el cálculo, por lo que los factores utilizados son aquellos informados por las Directrices IPCC 2006, como se observa en la Tabla 3C4.10.

Tabla 3C4.10: Factores de emisión - Emisiones directas N_2O suelos gestionados			
FE_1(kg N_2O-N/ kg N de aportes)	FE_{PRP} - Bovinos, aves de corral y porcinos (kgN_2O-N/kgN de aportes)	FE_{PRP} - Ovinos y otros (kgN_2O-N/kgN de aportes)	Fuente

0,01	0,02	0,01	Cuadro 11.1, Capítulo 11, Volumen 4, Directrices IPCC 2006
------	------	------	--

Metodología

En todos los casos se utiliza nivel 1, es decir, se calculan las emisiones a partir de la ecuación 11.1 del capítulo 11 del volumen 4 de las Directrices IPCC 2006:

$$N_2O_{Directas} = N_2O - N_{Naporte} + N_2O - N_{OS} + N_2O - N_{PRP}$$

Donde, cada término se calculará de la siguiente forma:

$$N_2O - N_{Naporte} = [(F_{SN} + F_{ON} + F_{CR} + F_{SOM}) * FE_1] + [(F_{SN} + F_{ON} + F_{CR} + F_{SOM})_{FR} * FE_{1FR}]$$

$$N_2O - N_{OS} = [(F_{OS,CG,Temp} * FE_{2CG,Temp}) + (F_{OS,CG,Trop} * FE_{2CG,Trop}) + (F_{OS,F,Temp,NR} * FE_{2F,Temp,NR}) + (F_{OS,F,Temp,NP} * FE_{2F,Temp,NP}) + (F_{OS,F,Trop} * FE_{2F,Trop})]$$

$$N_2O - N_{PRP} = [(F_{PRP,PPP} * FE_{3PRP,PPP}) + (F_{PRP,SO} * FE_{3PRP,SO})]$$

Donde:

- $N_2O_{directas}$ -N: emisiones directas anuales de N_2O -N producidas a partir de suelos gestionados, kg N_2O -N /año.
- N_2O - $N_{Naporte}$: emisiones directas anuales de N_2O -N producidas por aportes de N a suelos gestionados, kg N_2O -N /año.
- N_2O - N_{OS} : emisiones directas anuales de N_2O -N de suelos orgánicos gestionados, kg N_2O -N/ año.
- N_2O - N_{PRP} : emisiones directas anuales de N_2O -N de aportes de orina y estiércol a tierras de pastoreo, kg N_2O -N/ año.
- F_{SN} : cantidad anual de N aplicado a los suelos en forma de fertilizante sintético, kg N/año.
- F_{ON} : cantidad anual de estiércol animal, compost, lodos cloacales y otros aportes de N aplicada a los suelos, kg N/año



- F_{CR} : cantidad anual de N en los residuos agrícolas (aéreos y subterráneos), incluyendo los cultivos fijadores de N y la renovación de forraje/pastura, que se regresan a los suelos, kg N/año
- F_{SOM} : cantidad anual de N en suelos minerales que se mineraliza, relacionada con la pérdida de C del suelo de la materia orgánica del suelo como resultado de cambios en el uso o la gestión de la tierra, kg N/año.
- F_{OS} : superficie anual de suelos orgánicos gestionados/drenados, ha.
- F_{PRP} : cantidad anual de N de la orina y el estiércol depositada por los animales en pastoreo sobre pasturas, prados y praderas, kg N/año.
- EF_1 : factor de emisión para emisiones de N_2O de aportes de N, kg N_2O-N /kg aporte de N (Cuadro 11.1).
- EF_{1FR} : factor de emisión para emisiones de N_2O de aportes de N en plantaciones de arroz inundadas, kg N_2O-N / kg aporte de N (Cuadro 11.1). Cuando se conoce la cantidad total anual de N aplicada al arroz bajo fangueo, este aporte de N puede multiplicarse por un factor de emisión por defecto más bajo aplicable a este cultivo, EF_{1FR} (Cuadro 11.1) o, donde se haya determinado un factor de emisión específico local, por este factor.
- EF_2 : factor de emisión para emisiones de N_2O de suelos orgánicos drenados/gestionados, kg N_2O-N / há*año (Cuadro 11.1)
- EF_{3PRP} : factor de emisión para emisiones de N_2O del N de la orina y el estiércol depositado en pasturas, prados y praderas por animales en pastoreo, kg N_2O-N / kg aporte de N. (Cuadro 11.1)

Los subíndices CG, F, Temp, Trop, NR y NP se refieren a Tierras de cultivo y Pastizales, Tierras forestales, Templado, Tropical, Rico en nutrientes y Pobre en nutrientes, respectivamente, y los subíndices CPP y SO se refieren a Vacunos, Aves de corral y Porcinos, y a Ovinos y Otros animales, respectivamente

En todos los casos, la conversión de emisiones de N_2O-N en emisiones de N_2O se realiza empleando la siguiente ecuación (Volumen 4, capítulo 11, página 11.11 de las Directrices del IPCC 2006):

$N_2O: N_2O-N * 44/28$

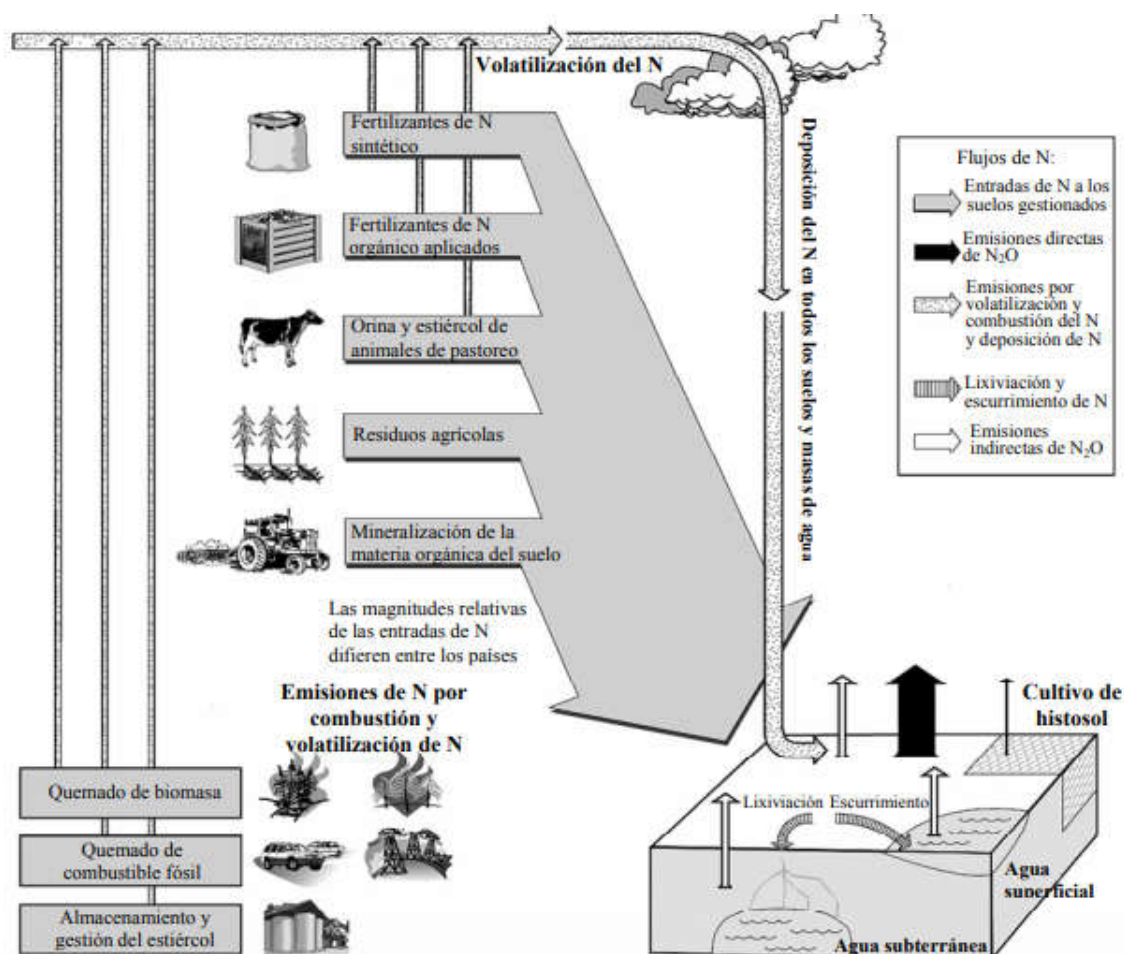


Diagrama: fuentes y vías del N provocadas por las emisiones directas e indirectas de N_2O de suelos y aguas.

Fuente: Directrices IPCC 2006

El F_{ON} es la cantidad de N orgánico aplicada a los suelos que no provengan de animales en pastoreo (estiércol animal aplicado luego de ser gestionado en sistemas de gestión distinto del pastoreo, barros cloacales aplicados al suelo, compost aplicado al suelo, así como otros abonos orgánicos de importancia regional para la agricultura como desechos, guano, residuos de la fabricación de cerveza, etc.). Este se calcula empleando la Ecuación 11.3, del Capítulo 11, del Volumen 4 de las Directrices IPCC 2006:

$$F_{ON} = F_{AM} + F_{SEW} + F_{COMP} + F_{OOA}$$

Donde:

- F_{ON} : cantidad total anual de fertilizante de N orgánico aplicada a los suelos, excepto el de animales en pastoreo, kg N/año
- F_{AM} : cantidad anual de N de estiércol animal aplicada a los suelos, kg N/año
- F_{SEW} : cantidad anual de N total de barros cloacales que se aplica a los suelos, kg N/año.
- F_{COMP} : cantidad anual del total de N de compost aplicada a los suelos, kg N/año.
- F_{OOA} : cantidad anual de otros abonos orgánicos utilizados como fertilizantes, kgN/ año.

A su vez, F_{AM} se calcula a partir de la cantidad de N de estiércol disponible luego de ser gestionado, la cual se obtiene a partir de la ecuación 10.34, del capítulo 10 del volumen 4 de las Directrices IPCC 2006.

$$N_{MMS_Avb} = \sum_S \left\{ \sum_T \left[\left[(N_T * N_{ex(t)} * MS_{(T,S)}) * \left(1 - \frac{Frac_{perdidaMMS}}{100} \right) \right] + [N_T * MS_{(T,S)}] \right] * N_{camaMS} \right\}$$

Donde

- N_{MMS_Avb} : cantidad de N de estiércol gestionado disponible para su aplicación en suelos gestionados o para alimento, combustible o para la construcción, kgN/año.
- N : cantidad de cabezas de ganado para la especie T.
- N_{ex} : promedio anual de excreción de N por animal de la especie T, kgN/animal*año.
- MS : fracción de la excreción total anual de N de cada especie de ganado T que se gestiona en el sistema de gestión de estiércol S.
- $Frac_{GasMS}$: cantidad de N del estiércol gestionado para la categoría de ganado T que se pierde en el sistema de gestión del estiércol S, %.
- N_{camaMS} : cantidad de N de las camas (para el caso de almacenamiento de sólidos y MMS de cama profunda si se utiliza una cama orgánica conocida), kgN/animal*año.
- S : sistema de gestión de estiércol



- T: especie de ganado

Entonces, F_{AM} resulta de la ecuación 11.4 del capítulo 11 del volumen 4 de las Directrices del IPCC 2006:

$$F_{AM} = N_{MMS\ Avb} * [1 - (Frac_{ALIM} + Frac_{COMBUST} + Frac_{CNST})]$$

Donde:

- $Frac_{ALIM}$: fracción del estiércol gestionado utilizada para alimento
- $Frac_{COMBUST}$: fracción del estiércol gestionado utilizada para combustible
- $Frac_{CNST}$: fracción del estiércol gestionado utilizada para la construcción

Los datos de $Frac_{ALIM}$, $Frac_{COMBUST}$ y $Frac_{CNST}$ pueden obtenerse de estadísticas oficiales o sondeos, pero en caso de que no estén disponibles, debe usarse N_{MMS_Avb} como F_{AM} , sin ajustes.

Al momento, no se han podido incluir estos datos dada la falta de información, como ya se ha explicitado.

En lo que respecta al F_{PRP} , no debe confundirse con el término F_{AM} , ya que el primero refiere al estiércol aplicado directamente al suelo por ser gestionado como pasturas, mientras que el segundo refiere al estiércol aplicado al suelo luego de ser gestionado a través de otros sistemas de gestión de estiércol. En este último, como ya se ha explicado, sólo una parte del N estará disponible cuando se aplique al suelo o que se pone a disposición para su empleo como alimento o combustible, o para la construcción. Es decir, después del almacenamiento o tratamiento, en cualquier sistema de gestión del estiércol, casi todo el estiércol se aplica a la tierra. Las subsiguientes emisiones que se producen por la aplicación del estiércol al suelo, son las que se declaran bajo la presente categoría. Una parte significativa del total de N excretado por los animales en los sistemas gestionados (es decir, de todo el ganado a excepción de aquél en condiciones de pastoreo) se pierde antes de la aplicación final en suelos gestionados o de su uso como alimento o combustible, o para la construcción. Para estimar la cantidad de N del estiércol animal que se aplica directamente a los suelos o que se pone a disposición para su uso como alimento o combustible, o para fines de construcción, es necesario reducir la cantidad total de nitrógeno excretado por los animales en sistemas gestionados, restándole las pérdidas de N producidas por volatilización (es decir, NH_3 , N_2 y NO_x), conversión a N_2O y pérdidas por lixiviación y escurrimiento, como ya se explicó en la sección de FAM. Asimismo, donde se emplean formas orgánicas de material de cama (paja, aserrín, viruta, etc.), se deberá considerar

también el N adicional del mismo. Comúnmente, la cama se recoge junto con el estiércol remanente y se aplica a los suelos. No obstante, dado que la mineralización de los compuestos del N de las camas se produce más lentamente que la del estiércol y que la concentración de la fracción de NH_3 en las camas orgánicas es insignificante, se supone que tanto las pérdidas por volatilización como las de lixiviación durante el almacenamiento de camas es nula.

Entonces, el F_{PRP} se calcula a partir de la ecuación 11.5 del capítulo 11 del volumen 4 de las Directrices del IPCC 2006:

$$F_{PRP} = \sum_T [(N_T * N_{ex(t)}) * MS_{(T,PRP)}]$$

Donde:

- N_T : número de cabezas por especie de ganado.
- N_{ex} : promedio anual de excreción de N por cabeza por especie, kgN/animal.
- $MS_{(T,PRP)}$: fracción del total de excreción anual de N de cada especie de ganado que se deposita en pasturas, prados y praderas.

Por último, el F_{CR} se estima a partir de estadísticas de rendimiento de cultivos y de factores por defecto de relaciones residuo: rendimiento aéreo/subterráneo y contenido de N de los residuos. Además, el método de las Directrices IPCC 2006 considera el efecto del quemado de residuos u otras remociones de residuos. Dado que las relaciones residuos: rendimiento, tiempo de renovación y contenido de N varían según los diferentes tipos de cultivos, deben realizarse cálculos por separado para los principales tipos de cultivos y, después, sumar los valores de N para todos los tipos de cultivos. Como mínimo, se recomienda que los cultivos se clasifiquen en: 1) cultivos no fijadores de N (maíz, arroz, trigo, cebada); 2) granos y legumbres fijadores de N (soja, alubias, garbanzos, lentejas); 3) raíces y tubérculos (papa, batata, mandioca); 4) forrajes fijadores de N (alfalfa, trébol); y 5) otros forrajes, incluyendo hierbas perennes y praderas de hierbas/trébol. Para el método de nivel 1, se emplea la ecuación 11.7A del capítulo 11 del volumen 4 de las Directrices del IPCC 2006:

$$F_{CR} = \sum_T \{ \Delta G_{DM(T)} * (superf_t - superf_{quemada_t} * C_f) * Frac_{remov(t)} * [N_{AG(t)} * (1 - Frac_{remoc(t)}) + R_{BG-BIO(t)} * N_{BG(t)}] \}$$

Donde:



- F_{CR} : cantidad anual de N en los residuos agrícolas (aéreos y subterráneos), incluyendo los cultivos fijadores de N y de la renovación de forraje/pastura, devueltos a los suelos, kgN/año.
- $AG_{DM(T)}$: materia seca de los residuos aéreos (Mg/ha). A su vez, $AG_{DM(T)}$ se calculará en base al Cuadro 11.2 del capítulo 11 del volumen 4 de las Directrices IPCC 2006, el cual establece que $AG_{DM(T)} = Cultivo_t * declive_t + intercept_t$.
- Superf: total de superficie anual de cosecha del cultivo T, ha/año.
- Superf quemada: superficie anual del cultivo T quemada, ha/año.
- C_f : factor de combustión (sin dimensión)
- $Frac_{Renov}$: fracción de la superficie total dedicada al cultivo T que se renueva anualmente. Donde las pasturas se renuevan, en promedio, cada X años, $Frac_{Renov} = 1/X$. Para cultivos anuales, $Frac_{Renov} = 1$.
- $N_{AG(T)}$: contenido de N de los residuos aéreos del cultivo T, kgN/kgMateriaSeca.
- $Frac_{Remoc(T)}$: fracción de los residuos aéreos del cultivo T que se extraen anualmente, como los destinados a alimentos, camas y construcción, kgN/kg cultivo-N. Se requiere un sondeo a cargo de expertos para obtener los datos. Si no se dispone de datos respecto a $Frac_{Remoc}$, se supone que no hay remoción.
- $R_{BG(T)}$: relación entre residuos subterráneos y rendimiento de cosecha del cultivo T, kgMateriaSeca/ kgMateriaSeca. Si no se dispone de datos alternativos, $R_{BG(T)}$ puede calcularse a partir de la siguiente ecuación, cuyos valores se encuentran en el ya mencionado cuadro 11.2:

$$R_{BG-BIO} = \frac{AG_{DM(T)} * 1000 + Cultivo_t}{Cultivo_t}$$

Donde, $Cultivo_t$ es el rendimiento anual de materia seca cosechada para el cultivo T, kgMateriaSeca/ha.

- $N_{BG(T)}$: contenido de N de los residuos subterráneos del cultivo T, kgN/kgMateriaSeca.
- T: tipo de cultivo o forraje

Dado que las estadísticas de rendimiento de muchos cultivos se declaran en peso seco en el campo o fresco, donde corresponda, puede aplicarse un factor de corrección para estimar $Cultivo_T$, cuyo valor depende de las normas utilizadas en las



declaraciones de rendimiento. Alternativamente, se pueden utilizar valores por defecto de contenido de materia seca. Esto se realiza en base a la ecuación 11.7 del capítulo 11 del volumen 4 de las Directrices IPCC 2006:

$$Cultivo_t = Rendim_Fresco_t * SECO$$

Donde

- Rendim_Fresco_t: rendimiento en fresco cosechado para el cultivo T, kgPesoFresco/ha.
- SECO: fracción de materia seca del cultivo cosechado T, kgMateriaSeca/kgPesoFresco.

Por último, F_{SOM} se refiere a la cantidad de N mineralizado relacionado a la pérdida de Carbono orgánico del suelo en suelos minerales por cambios en el uso de la tierra o prácticas de gestión. Los cambios en el uso de la tierra y las prácticas de gestión, pueden tener un impacto significativo sobre el almacenamiento de C orgánico en el suelo. El C y el N orgánicos están íntimamente ligados con la materia orgánica del suelo, por lo que, donde se pierde C del suelo por oxidación debido a cambios en el uso o la gestión de la tierra, se mineralizará N de manera simultánea. Este N mineralizado se considera una fuente adicional de N disponible para su conversión en N₂O.

F_{SOM} se calcula a partir de la ecuación 11.8 del Capítulo 11 del Volumen 4 de las Directrices IPCC 2006:

$$F_{SOM} = \sum_{LU} [(\Delta C_{LU} * \frac{1}{R}) * 1.000]$$

Donde

- LU: tipo de uso de la tierra y/o sistema de gestión.
- ΔC_{LU}: pérdida promedio anual de carbono del suelo para cada LU (tonC). Para el Nivel 1, el ΔC_{minerales}, LU tendrá un único valor.
- R: relación C:N del suelo de la materia orgánica del suelo. El valor por defecto es 15 para situaciones que impliquen cambios en el uso de la tierra de tierras forestales o pastizales a tierras de cultivo o 10 para situaciones que impliquen cambios en la gestión en tierras de cultivo que permanecen como tales.

A su vez, ΔC_{LU} se calcula a partir de la ecuación 2.25 del capítulo 2 del volumen 4 de las Directrices IPCC 2006:



$$\Delta C_{LU} = \frac{SOC_0 - SOC_{0-T}}{D}$$

Donde

- SOC_0 : existencias de C orgánico en el suelo en el último año de un período de inventario, tonC
- SOC_{0-T} : existencias de C orgánico en el suelo al comienzo de un período de inventario, tonC.
- D: dependencia temporal de los factores de cambio de existencias, que es el lapso por defecto para la transición entre los valores de equilibrio del SOC, año. Habitualmente 20 años.
- T: cantidad de años de un período de inventario dado, año.

A su vez,

$$SOC = \sum_{C,S,I} (SOC_{REF,C,S,I} * F_{LU,C,S,I} * F_{MG,C,S,I} * F_{IC,S,I} * A_{C,S,I})$$

Donde

- SOC_{REF} : las existencias de carbono de referencia, tonC/ha.
- F_{LU} : factor de cambio de existencias para sistemas de uso de la tierra, sin dimensión.
- F_{MG} : factor de cambio de existencias para el régimen de gestión, sin dimensión.
- F_I : factor de cambio de existencias para el aporte de materia orgánica, sin dimensión.
- A: superficie de tierra del estrato, ha. Toda la tierra del estrato debe tener condiciones biofísicas clima y tipo de suelo y una historia de gestión durante el período de inventario en común para que se la pueda considerar en su conjunto.
- C: zonas climáticas.
- S: tipos de suelo.
- I: sistemas de gestión.

Dada la falta de información, no se calcula esta variable.

Resultados

Los resultados de las emisiones directas de N_2O y las de CO_2eq asociadas se pueden observar en la Tabla 3C4.11.

Tabla 3C4.11: Emisiones de gases de efecto invernadero - Emisiones directas N_2O suelos gestionados				
Subsector	Emisiones directas de N_2O-N (kg N_2O-N)	Factor de conversión N_2O-N a N_2O	Emisiones N_2O (ton)	Emisiones CO_2eq (ton)
Fertilizantes sintéticos	145.259,04	1,571428571	228,26	70.761,91
Residuos de cosecha	3.165.577,97	1,571428571	4.974,48	1.542.088,70
Orina y estiércol de animales de pastoreo	1.809.555,15	1,571428571	2.843,59	881.511,87
Total				2.494.362,47

Conclusiones

En conclusión, las emisiones directas de N_2O de suelos gestionados en Santa Fe durante el 2016 conllevan 2.494.362 toneladas de CO_2eq .

La contribución de cada subsector se puede observar en el siguiente gráfico:

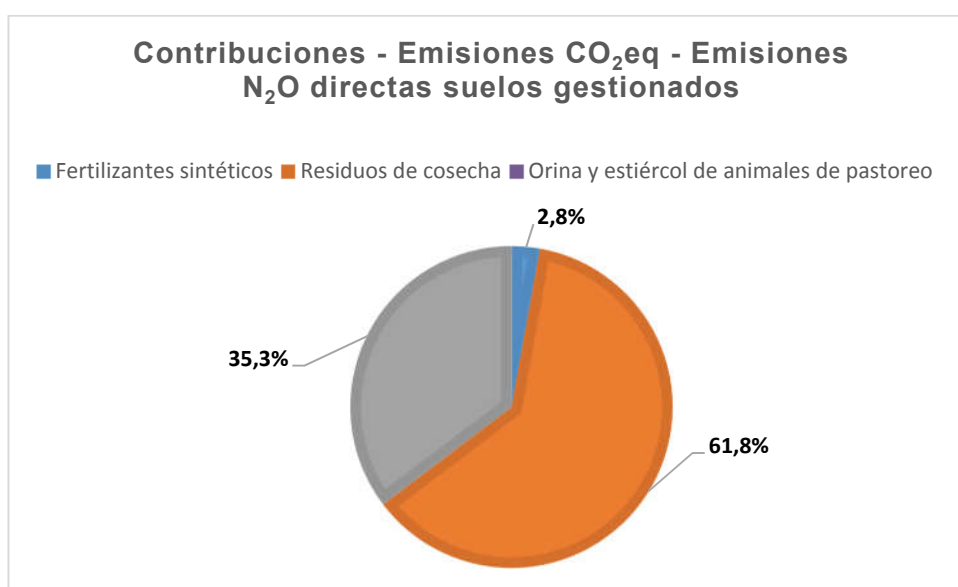


Figura 3. 10: Contribución relativa porcentual de las emisiones directas de N_2O de los suelos gestionados.



Los residuos de cosecha son responsables de la mayor parte de las emisiones de la presente categoría (61,8 %), seguidos por la orina y estiércol de los animales de pastoreo (35,3 %) y por último, con una contribución pequeña se encuentran los fertilizantes sintéticos (2,8 %).

3C5) Emisiones indirectas de N₂O de los suelos gestionados

Además de las emisiones directas de N₂O de los suelos gestionados que se producen por vía directa, también tienen lugar emisiones de N₂O por vías indirectas, tales como la volatilización de N como NH₃ y NO_x, y la deposición de estos gases y de sus productos NH₄⁺ y NO₃⁻ sobre los suelos y la superficie de los lagos y otras masas de agua y la lixiviación y el escurrimiento desde la tierra de N de agregados de fertilizantes sintéticos y orgánicos, residuos agrícolas, mineralización de N relacionada con pérdida de C del suelo en suelos minerales y en suelos orgánicos drenados/gestionados por los cambios en el uso de la tierra o las prácticas de gestión, y la deposición de orina y estiércol de los animales en pastoreo.

Parte del N inorgánico del suelo o sobre el suelo, principalmente en forma de NO₃, puede evitar los mecanismos de retención biológica del sistema suelo/vegetación por transporte en el flujo de agua por tierra (escurrimiento) y/o fluir a través de los macroporos del suelo o del drenaje por tuberías. Cuando hay un exceso de NO₃ más allá de la demanda biológica, el exceso lixivia a través del suelo. Los procesos de nitrificación y desnitrificación transforman parte del NH₄⁺ y NO₃⁻ en N₂O.

Datos de actividad

Los datos de actividad (F_{SN}, F_{PRP} y F_{CR}) son los mismos utilizados en la sección anterior. Se tomaron, asimismo, los mismos criterios para su utilización.

Factores de emisión

Los factores de emisión utilizados para el nivel 1 corresponden a aquellos por defecto indicados por las Directrices IPCC 2006. Esto incluye dos factores: uno

relacionado con Nvolatilizado y re-depositado (FE₄) y otro relacionado con el N que se pierde por lixiviación/escurrimiento (FE₅). Asimismo, el método requiere valores para las fracciones de N que se pierden por volatilización (FracGASFandFracGASM) o lixiviación/escurrimiento (FracLIXIVIACIÓN-H). Los valores utilizados para los presentes cálculos se encuentran en la Tabla3C5.12.

Tabla 3C5.12: Factores de emisión- Emisiones indirectas N ₂ O					
FE4 (kg N-N ₂ O/kgNH ₃ -N+NO _x -N volatilizado)	FE5 (kg N-N ₂ O/kgNH ₃ -N+NO _x -N lixiviado y escurrido)	FracGASF	FracGASM	Frac-LIXIVIACIÓN-H	Fuente
0,01	0,0075	0,1	0,2	0,30	Cuadro 11.3 del capítulo 11 del volumen 4 de las Directrices IPCC 2006

Metodología

Las emisiones de N₂O por deposición atmosférica de N volatilizado de suelos gestionados se estiman aplicando la Ecuación 11.9 del Capítulo 11, del Volumen 4 de las Directrices IPCC 2006:

$$N_2O_{(ATD)} - N = [(F_{SN} * Frac_{GASF}) + ((F_{ON} + F_{PRP}) * Frac_{GASM})] * FE_4$$

Donde,

- N₂O_(ATD)-N: cantidad anual de N₂O-N producida por deposición atmosférica de N volatilizado, kg N₂O-N.
- Frac_{GASF}: fracción de N de fertilizantes sintéticos que se volatiliza como NH₃ y NO_x, kgNvolatilizado/kgNaplicado.
- Frac_{GASM}: fracción de N de fertilizantes orgánicos y de orina y estiércol depositada por animales de pastoreo que se volatiliza como NH₃ y NO_x, kgNvolatilizado/kgNaplicado.
- FE₄: factor de emisión para emisiones de N₂O de la deposición atmosférica de N en los suelos y superficies de agua (kg N-N₂O/kgNH₃-N+NO_x-N volatilizado)

La conversión de emisiones de N₂O_(ATD)-N en emisiones de N₂O se realiza con el factor mencionado en la categoría anterior.

Por su parte, las emisiones de N₂O por lixiviación y escurrimiento se estiman empleando la ecuación 11.10 del Capítulo 11, del Volumen 4 de las Directrices IPCC 2006:

$$N_2O_{(L)} - N = [(F_{SN} + F_{ON} + F_{PRP} + F_{CR} + F_{SOM}) * Frac_{LIXIVIACION-H}] * FE_5$$

Donde

- N₂O_(L)-N: cantidad anual de N₂O-N producida por lixiviación y escurrimiento de agregados de N a suelos gestionados, kg N₂O-N.
- Frac_{LIXIVIACION-H}: fracción de todo el N agregado mineralizado en suelos gestionados, kg N/kg de agregados de N.
- FE₅: factor de emisión para emisiones de N₂O por lixiviación y escurrimiento de N, kg N₂O-N/kg N por lixiviación y escurrido

Resultados

Los resultados de las emisiones correspondientes a la presente categoría se pueden encontrar en la Tabla 3C.13.

Tabla 3C5.13: Emisiones - Emisiones indirectas N ₂ O			
Emisiones N-N ₂ O (kg)	Factor de conversión N ₂ O-N a N ₂ O	Emisiones N ₂ O (ton)	Emisiones CO ₂ eq (ton)
452.065,36	1,5714	710,388426	220.220,41

Conclusiones

En el año 2016, en la Provincia de Santa Fe, las emisiones indirectas de N₂O en suelos gestionados conllevaron la emisión de 220.220,41 toneladas de CO₂eq.

Conclusiones: emisiones de N₂O de los suelos gestionados y emisiones de CO₂ derivadas de la aplicación de cal y urea

En conclusión, en 2016 en la Provincia de Santa Fe la presente sección fue responsable de la emisión de 2.759.648 toneladas de CO₂eq.

En el gráfico a continuación se pueden observar las contribuciones de cada subsector:

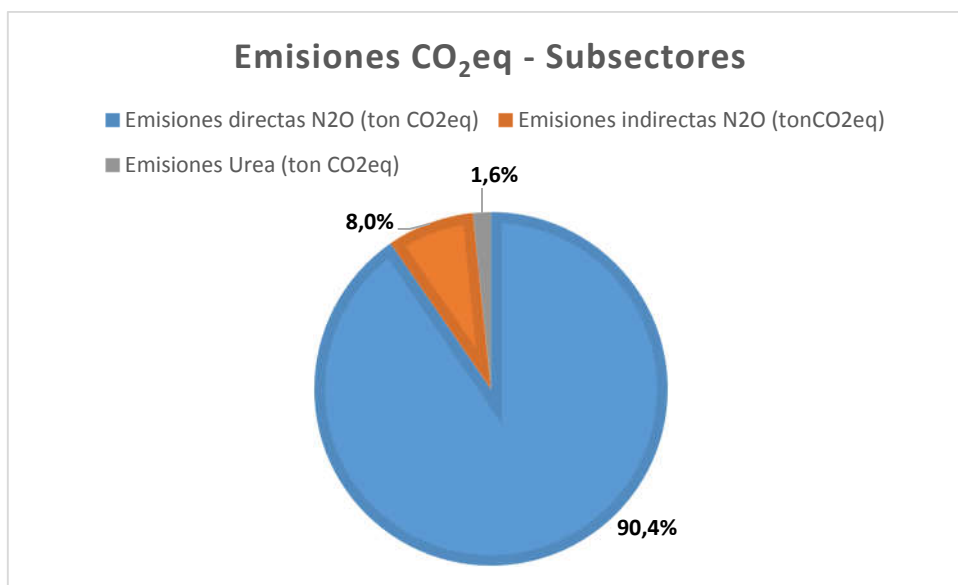


Figura 3. 11: Contribución relativa porcentual de las emisiones directas de N₂O de los suelos gestionados, debidas a los diferentes Subsectores.

Las emisiones directas de N₂O presentan una contribución ampliamente mayoritaria (90,4 %) frente a las indirectas de N₂O (8,0 %) y las emisiones de CO₂ asociadas a la aplicación de Urea (1,6 %).

Conclusiones del Sector 3: Agricultura, silvicultura y otros usos de la tierra

En la tabla 3C5.14 están detallados los valores de las emisiones de cada Subsector del Sector ASOUS (o AFOLU), el cual emitió en la Provincia de Santa Fe, en el año 2016, **10,075 MTnCO₂eq**, siendo el segundo en importancia, luego del Sector Energía.

Tabla 3C5.14: Emisiones de GEI producidas por el Sector ASOUS (o AFOLU) en la Provincia de Santa Fe en el año 2016, correspondiente a las contribuciones de los distintos Subsectores (en TnCO₂eq)

Fermenta- ción entérica	Gestión del estiércol	Tierras forestales que	Aplicación de urea (TnCO ₂ eq)	Emisiones directas N ₂ O suelos	Emisiones indirectas N ₂ O	Cultivo del Arroz (TnCO ₂ eq)	Total (TnCO ₂ eq)
-------------------------------	-----------------------------	------------------------------	---	--	---	--	---------------------------------



(TnCO ₂ eq)	(TnCO ₂ eq)	permanecen como tales (TnCO ₂ eq)		gestionados (TnCO ₂ eq)	suelos gestionados (TnCO ₂ eq)		
4 804 604,53	289 038,49	2 095 420,33	45 064,66	2 494 362,47	220 220,41	126 063,21	10 074 774,10

Cabe aclarar que este sector evalúa las emisiones/absorciones asociadas a cuestiones tales como ser: la fermentación entérica del ganado, las emisiones/absorciones de los suelos debido a cultivos y pastoreos, las emisiones/absorciones por cambios de usos de suelos, por aplicaciones de fertilizantes, la gestión del estiércol, etc.

Las contribuciones relativas porcentuales de cada Subsector están detalladas en la figura siguiente, comprobándose que la mayor contribución es debida a Fermentación entérica (47,7%), siguiéndole las Emisiones directas de Óxido Nitroso (N₂O) de los suelos gestionados (24,8 %), las Tierras forestales que permanecen como tales (20,8 %) y la Gestión del estiércol (2,9 %), contribuyendo las cuatro un 96,2 %. La Aplicación de urea, las Emisiones indirectas de Óxido Nitroso y el Cultivo de arroz colaboran con el resto en una pequeña proporción (3,8 %). Es de señalar que si se suman las contribuciones debidas a la Ganadería (Fermentación entérica y Gestión del Estiércol), las cuales totalizan un 50,6 %, superan a las de la Agricultura y Tierras forestales juntas.

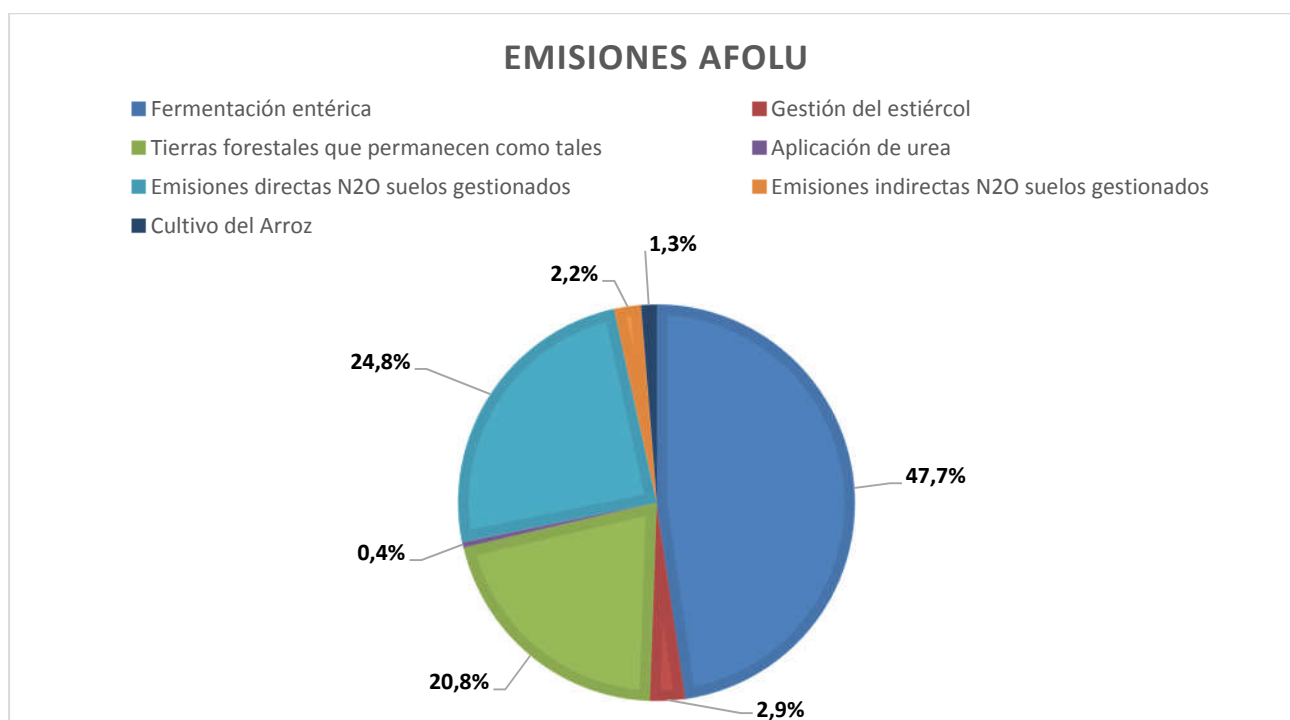


Figura 3. 12: Contribución relativa porcentual del Sector ASOUS (o AFOLU) por tipo de actividad.

Listado de Figuras del Sector 3

Figura 3. 1: Contribución relativa porcentual a la fermentación entérica por tipo de ganado.	152
Figura 3. 2: Contribución relativa porcentual a la fermentación entérica por ganado bovino.	153
Figura 3. 3: Contribución relativa porcentual a la fermentación entérica por ganado bovino de carne. Nota: PN indica región Pampeana Norte y NEA región Nordeste de Argentina.	153
Figura 3. 4: Contribución relativa porcentual a la Gestión de estiércol por tipo de ganado.	172
Figura 3. 5: Contribución relativa porcentual a la Gestión de estiércol por tipo de sistema de gestión de estiércol.	173
Figura 3. 6: Contribución relativa porcentual a la Ganadería por subsector.	174
Figura 3. 7: Contribución relativa porcentual a la Ganadería por tipo de ganado.	175
Figura 3. 8: Contribución relativa porcentual a la absorción de CO2 por incremento de biomasa en tierras forestales que permanecen como tales.	187
Figura 3. 9: Contribución relativa porcentual a la pérdida anual de carbono en tierras forestales que permanecen como tales.	188
Figura 3. 10: Contribución relativa porcentual de las emisiones directas de N2O de los suelos gestionados.	215

Figura 3. 11: Contribución relativa porcentual de las emisiones directas de N₂O de los suelos gestionados, debidas a los diferentes Subsectores.....219

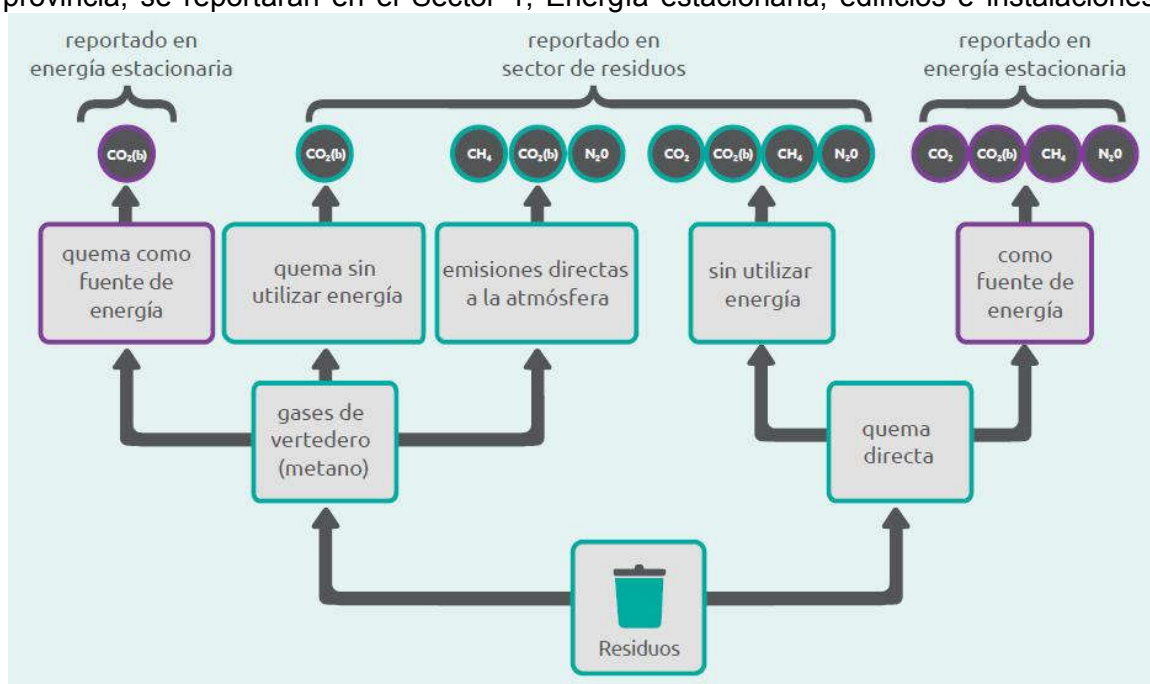
Figura 3. 12: Contribución relativa porcentual del Sector ASOUS (o AFOLU) por tipo de actividad.....221

Sector 4: Residuos

En la Provincia de Santa Fe, las ciudades producen desechos sólidos y aguas residuales (denominados en conjunto “residuos” o también “desechos”) que pueden ser dispuestos y/o tratados en las instalaciones dentro de los límites de la provincia o transportados a otras provincias para su tratamiento.

La disposición y el tratamiento de residuos producen emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) a través de la descomposición aeróbica o anaeróbica o la incineración.

Todas las emisiones provenientes del uso de la electricidad suministrada desde la red en las instalaciones de tratamiento de desechos, dentro de los límites de la provincia, se reportarán en el Sector 1, Energía estacionaria, edificios e instalaciones



comerciales e institucionales.



Figura 4. 1: *Emisiones debidas a residuos y energía estacionaria (Fuente: Protocolo Global para Inventarios de Emisión de Gases de Efecto Invernadero a escala comunitaria).*

4.A- Eliminación de residuos sólidos

Definición de los distintos tipos de residuos sólidos

Las categorías de tipos de residuos y los métodos de recolección de residuos varían según el país. Las provincias deben determinar la composición de los residuos específicos que generan sus habitantes y los datos sobre la generación de desechos, para obtener los resultados de las emisiones GEI. Sin embargo, para los Estados (Países, Provincias) sin datos sobre la composición y las cantidades de generación de residuos sólidos actuales o históricas, o las técnicas de tratamiento de residuos, el Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático (IPCC), en sus Directrices 2006 proporciona un conjunto de definiciones y tipos de residuos sólidos predeterminados, los cuales se describen a continuación.

Residuos sólidos urbanos

Por lo general, los residuos sólidos urbanos (RSU)[en Inglés, *municipal solid waste, MSW*] se definen como residuos recolectados por los municipios u otras autoridades locales. Los RSU normalmente incluyen: residuos de alimentos, jardín y parques, papel y cartón, madera, textiles, pañales desechables, caucho y cuero, plástico, metal, vidrio y otros materiales (por ejemplo, cenizas, suciedad, polvo, tierra, basura electrónica).

Lodo

En algunas provincias, los lodos de aguas residuales domésticas se reportan como RSU y lodos de tratamiento de aguas residuales industriales en los residuos industriales. Otras provincias pueden considerar a todos los lodos como residuos industriales.



Residuos industriales

La generación y composición de residuos industriales varían dependiendo del tipo de industria y procesos/ tecnologías utilizados y de la forma en que los residuos se clasifican según el país. En muchos países, el residuo industrial se gestiona como un flujo específico y las cantidades de residuos no están cubiertas por las estadísticas sobre residuos generales. En la mayoría de los países en desarrollo, los desechos industriales se incluyen en el flujo de residuos sólidos urbanos.

Otros residuos

Residuos clínicos: Estos residuos cubren una variedad de materiales que incluyen jeringas de plástico, tejidos animales, vendas y paños. Por lo general, los residuos clínicos se incineran, pero en ocasiones pueden ser depositados en vertederos de desechos sólidos (en Inglés, *solid waste disposal sites*, SWDS).

Residuos peligrosos

Los desechos de aceites, disolventes residuales, cenizas, escoria y otros residuos con propiedades peligrosas (tales como inflamabilidad, explosividad, causticidad y toxicidad) se incluyen dentro de los residuos peligrosos. Los residuos peligrosos son generalmente recogidos, tratados y dispuestos de forma separada de los flujos de residuos industriales y los RSU no peligrosos.

En la mayoría de los países, las emisiones de GEI provenientes de desechos clínicos y peligrosos son menos de los que provienen de otros flujos de residuos.

Eliminación de residuos sólidos

Los residuos sólidos pueden ser dispuestos en los sitios regulados (por ejemplo, vertederos sanitarios y basurales gestionados) y en los sitios de disposición no regulados (por ejemplo, basurales al aire libre, incluyendo cúmulos por encima del suelo, agujeros en el suelo y los vertidos en elementos naturales, tales como barrancos). Las ciudades primero deben calcular las emisiones provenientes de los sitios de disposición regulados y documentar por separado las emisiones de los sitios de eliminación no regulados. Los datos de actividad sobre las cantidades de residuos generados y eliminados en vertederos regulados, pueden ser calculados en base a los



registros de los servicios de recolección de residuos y pesajes en el vertedero. Los residuos depositados en sitios no regulados (por ejemplo, basurales a cielo abierto) se pueden calcular restando la cantidad de residuos depositados en los sitios regulados, de los totales de residuos generados. El total de residuos generados se puede calcular a través de la tasa per cápita de generación de residuos [(toneladas/cápita/año)].

Las emisiones (principalmente) de Metano de los vertederos continúan durante varias décadas (o, a veces, incluso siglos) después de la eliminación de residuos. De esta manera, los residuos dispuestos en un año determinado, contribuyen a las emisiones de GEI en ese año y en años posteriores. Del mismo modo, las emisiones de Metano liberadas de un vertedero en un año determinado incluyen las emisiones provenientes de residuos depositados ese año, así como de los residuos depositados en años anteriores. Por lo tanto, las Directrices 2006 de IPCC proporcionan dos métodos comúnmente aceptables para la estimación de las emisiones de Metano provenientes de la disposición de residuos sólidos: la descomposición de primer orden y el compromiso de Metano.

Descomposición de primer orden (FOD)

La descomposición de primer orden (en Inglés, *firstorder of decay*, FOD) asigna las emisiones de vertido en función de las emisiones durante un dado año. Contabiliza los GEI emitidos en realidad ese año, independientemente de cuándo se dispusieron los residuos. El modelo de FOD supone que el componente orgánico degradable (DOC) en los residuos se descompone lentamente a lo largo de algunas décadas, durante las cuales se liberan principalmente CH₄ y CO₂. Si las condiciones son constantes, la velocidad de producción de CH₄ depende únicamente de la cantidad de carbono que queda en el residuo. Como resultado, las emisiones de CH₄ son más altas en los primeros años después de que los residuos se depositan en un sitio de disposición, luego disminuyen gradualmente a medida que el Carbono degradable en los residuos es consumido por las bacterias responsables de la descomposición. El método de FOD proporciona una estimación más precisa de las emisiones anuales y se recomienda en las pautas de las Directrices 2006 de IPCC, pero requiere información sobre la disposición de los residuos históricos, la cual puede no estar fácilmente disponible.

La siguiente es una estimación del Modelo para los residuos sólidos enviados al vertedero, utilizando la ecuación 3.1, del Volumen5, Capítulo 3 de las Guías del IPCC2006:

ECUACIÓN 3.1
EMISIONES DE CH₄ PROVENIENTES DE LOS SEDS

$$Emisiones\ de\ CH_4 = \left[\sum_x CH_4\ generado_{x,T} - R_T \right] \cdot (1 - OX_T)$$

Donde:

Emisiones de CH₄ = CH₄ emitido durante el año T, Gg

T = año del inventario

x = categoría o tipo de desecho y/o material

R_T = CH₄ recuperado durante el año T, Gg

OX_T = factor de oxidación durante el año T, (fracción)

El factor de oxidación se toma por defecto como 0,1 para rellenos sanitarios. A continuación se detalla el procedimiento empleado para llegar a los datos necesarios para usar el modelo.

Cálculo de la constante cinética (K) para primer orden

Para el cálculo de esta constante, se necesitan 3 conjuntos de datos de:

-La población

-La caracterización de residuos

-Los datos del clima.

Con estos datos se estima el tiempo de vida media de los residuos, necesarios para calcular esta constante, aplicando la siguiente fórmula

$$K = \ln 2 / (T \text{ vida media}) \quad (1)$$

- **Población**

A partir de los censos se analizan las líneas de tendencia que ayudaron a aproximar los datos faltantes, principalmente la generación de desechos per cápita por nodo geográfico-administrativo de la Provincia de Santa Fe (*Fuente: Censo histórico*



provincia de Santa Fe,
[https://www.santafe.gov.ar/index.php/web/content/view/full/117490/\(subtema\)/93664](https://www.santafe.gov.ar/index.php/web/content/view/full/117490/(subtema)/93664)).

Dichos nodos tienen su centro administrativo en: Nodo 1, Reconquista; Nodo 2, Rafaela; Nodo3, Santa Fe; Nodo 4, Rosario y Nodo 5, Venado Tuerto.

Otro dato corresponde al Producto bruto geográfico, que está disponible para el periodo 1960-2006 (*Fuente: Producto Bruto Geográfico Histórico. Provincia de Santa Fe(1884/2006), Bolsa de Comercio de Santa Fe y para el periodo 2006-2016, Secretaría de Planificación y Política Económica,*

<https://www.santafe.gov.ar/index.php/web/Estructura-de-Gobierno/Ministerios/Economia/Secretaria-de-Planificacion-y-Politica-Economica/Direccion-Provincial-del-Instituto-Provincial-de-Estadistica-y-Censos-de-la-Provincia-de-Santa-Fe/ESTADISTICAS/Publicaciones/PBG/Producto-bruto-geografico>).

- **Caracterización de residuos**

Para la caracterización de residuos se analiza la población total por nodo, pudiendo así emplearse las tablas brindadas en la publicación: *Estudio de estrategia y factibilidad de la gestión de residuos sólidos urbanos (RSU) para la república argentina*, realizada por la Cámara Argentina de la Construcción (<http://www.camarco.org.ar/File/GetPublicFile?id=3557>), la cual nos brinda la aproximación de la caracterización de residuos según la población, que se detalla a continuación:

Tabla 5 - Composición de RSU según Tamaños de Población							
Rango Poblacion	Poblacion < 10.000 habitantes	Poblacion 10.000 a 50.000 habitantes	Poblacion 50.000 a 100.000 habitantes	Poblacion 100.000 a 200.000 habitantes	Poblacion 200.000 a 500.000 habitantes	Poblacion 500.000 a 1.000.000 habitantes	Poblacion Mayor a 1.000.000 habitantes
Poblacion Total	4.335.231	5.148.710	2.683.973	1.609.270	3.747.558	3.526.340	16.370.213
% Poblacion	11,58%	13,76%	7,17%	4,30%	10,01%	9,42%	43,75%
Componentes	Media	Media	Media	Media	Media	Media	Media
Papeles y Cartones	14,43%	12,20%	16,38%	15,96%	13,25%	14,71%	13,80%
Diarios y Revistas	0,45%	1,56%	2,23%	2,29%	2,22%	2,27%	2,71%
Papel de Oficina (Alta Calidad)	0,38%	0,57%	0,82%	1,45%	1,10%	0,91%	0,63%
Papel Mezclado	7,80%	4,08%	7,63%	5,42%	5,69%	7,85%	6,31%
Cartón	4,80%	4,89%	4,88%	5,56%	3,55%	2,94%	3,49%
Envases TetraBrik	1,00%	1,09%	1,23%	1,68%	0,68%	0,74%	0,65%
Plásticos	14,61%	12,46%	16,56%	14,66%	14,33%	13,72%	15,22%
PET (1)	2,87%	2,57%	3,45%	2,59%	2,08%	1,80%	1,99%
PEAD (2)	1,83%	1,21%	1,56%	1,56%	1,56%	1,85%	2,02%
PVC (3)	0,52%	0,69%	1,74%	1,41%	0,57%	0,05%	0,33%
PEBD (4)	5,55%	3,84%	6,60%	5,38%	6,11%	6,13%	6,30%
PP (5)	2,50%	1,91%	1,77%	1,96%	2,13%	2,89%	2,85%
PS (6)	1,31%	1,47%	1,07%	1,62%	1,67%	0,83%	1,55%
Otros (7)	0,03%	0,77%	0,36%	0,15%	0,21%	0,16%	0,18%
Vidrio	4,87%	5,79%	4,91%	3,86%	2,12%	2,07%	2,00%
Verde	2,31%	2,83%	2,69%	2,00%	1,01%	1,03%	1,03%
Ambar	0,81%	1,00%	0,80%	0,39%	0,19%	0,22%	0,17%
Blanco	1,69%	1,84%	1,64%	1,45%	0,90%	0,77%	0,79%
Plano	0,05%	0,12%	0,01%	0,01%	0,02%	0,04%	0,01%
Metales Ferrosos	2,12%	1,48%	1,53%	1,75%	1,28%	1,11%	1,29%
Metales No Ferrosos	0,22%	0,78%	0,56%	0,30%	0,30%	0,26%	0,38%
Materiales Textiles	3,34%	4,32%	1,97%	3,32%	4,69%	5,14%	5,22%
Madera	0,37%	0,64%	1,04%	0,73%	1,78%	1,12%	1,30%
Goma, cuero, corcho	0,32%	1,67%	1,41%	1,33%	1,58%	1,29%	1,26%
Pañales Descartables y Apositos	6,68%	8,79%	5,45%	4,99%	4,54%	7,08%	4,72%
Materiales de Construcción y Demolición	0,00%	1,34%	1,82%	1,09%	3,25%	2,45%	2,59%
Residuos de Poda y Jardín	3,20%	6,05%	4,71%	10,25%	14,78%	9,65%	12,75%
Residuos Peligrosos y Patologicos	1,60%	0,20%	0,54%	0,21%			0,05%
Medicamentos			0,00%	0,02%	0,00%		
Desechos Alimenticios	42,65%	41,44%	38,93%	37,03%	34,91%	39,76%	37,65%
Miscelaneos Menores a 25,4 mm	5,62%	2,79%	4,65%	4,19%	2,85%	0,97%	1,53%
Aerosoles	0,00%	0,20%	0,07%	0,35%	0,29%	0,19%	0,18%
Pilas			0,02%	0,01%	0,00%	0,00%	0,00%
Material Electronico			0,00%	0,01%	0,04%	0,01%	0,04%
Otros			0,00%	0,00%	0,01%	0,24%	0,03%
Peso Volumetrico	0,187	0,217	0,240	0,269	0,313	0,284	0,255

- **Clima**

El clima es un factor importante en el cálculo de la constante cinética, ya que la materia orgánica se descompone a diferentes velocidades, a distintas temperaturas y grados de humedad. Por consiguiente, es necesario conocer la temperatura media de la región considerada, por lo que se considera un valor de 21°C para la zona septentrional (Nodos 1 y 2) y de 17°C para la zona meridional (Nodos 3, 4 y 5). Tomando estos datos, los nodos 1 y 2 entran en la categoría de *clima tropical*, mientras que los nodos 3, 4 y 5 entran en la categoría de *clima boreal y templado*. En relación a la precipitación media anual para la Provincia de Santa Fe, al estar cerca de los 1000mm anuales, determina la categoría de región *húmeda* para el cálculo de la constante cinética.

A continuación se adjunta el siguiente cuadro provisto por las Directrices IPCC 2006, para la determinación de la vida media:

CUADRO 3.4 VALORES DE VIDA MEDIA ($t_{1/2}$) POR DEFECTO, RECOMENDADOS PARA EL NIVEL I (Derivados de los valores k obtenidos por mediciones experimentales, calculado con modelos o utilizados en los inventarios de gases de efecto invernadero y otros estudios)									
Tipo de desechos		Zona climática*							
		Boreal y templada (MAT $\leq 20^{\circ}\text{C}$)				Tropical ¹ (MAT $> 20^{\circ}\text{C}$)			
		Seco (MAP/PET < 1)		Húmedo (MAP/PET > 1)		Seco (MAP < 1000 mm)		Húmedo y seco (MAP ≥ 1000 mm)	
		Por defecto	Rango ²	Por defecto	Rango ²	Por defecto	Rango ²	Por defecto	Rango ²
Desechos de degradación lenta	Desechos de papel/textiles	17	14 ^{3,5} – 23 ^{3,4}	12	10 – 14 ^{3,5}	15	12 – 17	10	8 – 12
	Desechos de madera/paja	35	23 ^{3,4} – 69 ^{6,7}	23	17 – 35	28	17 – 35	20	14 – 23
Desechos de degradación moderada	Otros putrescibles orgánicos (no alimenticios)/desechos de jardín y parques	14	12 – 17	7	6 – 9 ⁸	11	9 – 14	4	3 – 5
Desechos de degradación rápida	Desechos alimenticios/lodo de aguas servidas	12	9 – 14	4 ⁴	3 ^{3,4} – 6 ⁹	8	6 – 10	2	1 ¹⁰ – 4
Desechos brutos		14	12 – 17	7	6 – 9 ⁸	11	9 – 14	4	3 – 5 ¹¹

Obtenidos los tiempos de vida media, se determina la constante cinética, a partir de la fórmula (1).

El método usado para el cálculo de la constante es el que considera el promedio ponderado del tiempo de vida media para los desechos sólidos municipales (DSM) (según Directrices 2006 de IPCC). Para los nodos de clima templado, se tomaron los valores inferiores del rango, ya que están más próximos al límite de la temperatura de clasificación (17°C).

Cálculo del Carbono Orgánico Degradable Disuelto (DDOC)

El CH₄ potencial que se genera a través de los años, puede estimarse sobre la base de las cantidades y la composición de los desechos eliminados en los SEDS y de las prácticas de gestión en los sitios de eliminación. La base para el cálculo es la cantidad de Carbono orgánico degradable disuelto (DDOC, del inglés, *Decomposable Degradable Organic Carbon*). En particular, DDOC_m como se define en la Ecuación 3.2, del Volumen 5, Capítulo 3 de las Guías del IPCC2006, es la parte del Carbono orgánico que se degrada en condiciones anaeróbicas en los SEDS.

Se emplea en las ecuaciones y hojas de cálculo como DDOC_m, donde el índice *m* se refiere a la masa. DDOC_m es igual al producto de la cantidad de desechos (*W*), de la fracción de Carbono orgánico degradable contenido en los desechos (DOC), de la fracción de Carbono orgánico degradable que se descompone bajo condiciones anaeróbicas (DOC_f) y de la parte de los desechos que se descomponen bajo condiciones aeróbicas (antes de que las condiciones se vuelvan anaeróbicas) en los SEDS, lo cual se interpreta con el factor de corrección del metano (MCF).

ECUACIÓN 3.2
COD DISUELTO A PARTIR DE LOS DATOS SOBRE ELIMINACIÓN DE DESECHOS

$$DDOC_m = W \cdot DOC \cdot DOC_f \cdot MCF$$

Donde:

- DDOC_m = masa del DDOC depositado, Gg
- W* = masa de los desechos depositados, Gg
- DOC = carbono orgánico degradable durante el año de deposición, fracción, Gg de C/Gg de desechos
- DOC_f = fracción del DDOC que puede descomponerse (fracción)
- MCF = Factor de corrección de CH₄ para la descomposición aeróbica durante el año de deposición (fracción)

Para el presente análisis, el DOC_f toma el valor de 0,6 y para el MCF el valor 0,5, correspondiente a gestionado aeróbico del siguiente cuadro de las Directrices IPCC 2006:

CUADRO 3.1 CLASIFICACIÓN DE LOS SEDS Y FACTORES DE CORRECCIÓN DE METANO (MCF)	
Tipo de sitio	Valores por defecto del Factor de corrección de metano (MCF, del inglés, <i>Methane Correction Factor</i>)
Gestionado – anaeróbico ¹	1,0
Gestionado – semi-aeróbico ²	0,5
No gestionado ³ – profundo (>5 m desechos) y/o capa freática elevada	0,8
No gestionado ⁴ – poco profundo (<5m de desechos)	0,4
SEDS no categorizado ⁵	0,6

¹ Sitios anaeróbicos no gestionados de eliminación de desechos sólidos: Deben implementar la colocación controlada de los desechos (o sea: los desechos son dirigidos a áreas específicas de deposición donde se ejerce un cierto control sobre la recuperación informal de residuos reciclables y la quema de basuras) e incluir por lo menos uno de los siguientes elementos: (i) material protector de la cubierta; (ii) compactación mecánica o (iii) nivelación de los desechos.

² Sitios semi-aeróbicos gestionados de eliminación de desechos sólidos: deben garantizar la ubicación controlada de los desechos e incluir todas las estructuras siguientes para introducir aire en las capas de desechos: (i) material de la cubierta permeable; (ii) sistema de drenaje para la lixiviación; (iii) estanques de regulación y (iv) sistema de ventilación de gases.

³ Sitios no gestionados de eliminación de desechos sólidos - profundos y/o con capa freática elevada: Todos los SEDS que no cumplen con los criterios de los SEDS gestionados y que tienen profundidades mayores o iguales a 5 metros y/o una capa freática elevada cercana al nivel del suelo. La última situación corresponde al llenado con desechos de un terreno con aguas fluviales, como un estanque, río o humedal.

⁴ Sitios no gestionados poco profundos de eliminación de desechos sólidos: todos los SEDS que no cumplen con los criterios de los SEDS gestionados y que tienen profundidades de menos de 5 metros.

⁵ Sitios no categorizados de eliminación de desechos sólidos: Sólo si los países no pueden categorizar sus SEDS dentro de las cuatro anteriores categorías de SEDS gestionados y no gestionados pueden emplear el MCF para esta categoría

Fuentes: IPCC (2000); Matsufuji *et al.* (1996)

El Carbono orgánico degradable (DOC) es el Carbono orgánico de los desechos que puede acceder a la descomposición bioquímica y debe expresarse en Gg (Gigagramos = 1000 toneladas) de Carbono por Gg de desechos. El DOC en los desechos brutos se estima sobre la base de la composición de los desechos y puede calcularse a partir del promedio ponderado del contenido de Carbono degradable de los diversos componentes (tipos y/o materiales de desecho) de la corriente de desechos. La ecuación siguiente permite estimar el DOC con los valores de contenido de Carbono por defecto:

ECUACIÓN 3.7

ESTIMACIÓN DEL DOC CON LOS VALORES DE CONTENIDO DE CARBONO POR DEFECTO

$$DOC = \sum_i (DOC_i \cdot W_i)$$

Donde:

- DOC = fracción de carbono orgánico degradable en los desechos brutos, Gg de C/Gg de desechos
- DOC_i = fracción de carbono orgánico degradable en los desechos de tipo *i*
p. ej., el valor por defecto para el papel es de 0,4 (sobre la base del peso húmedo)
- W_i = fracción de tipo de desecho *i* por categoría de desecho

Se toma como dato el contenido de DOC en % de desechos húmedos dados en el siguiente cuadro:

CUADRO 2.4 VALORES POR DEFECTO PARA CONTENIDOS DE MATERIA SECA, DOC, TOTAL DE CARBONO Y FRACCIÓN DE CARBONO FÓSIL EN VARIOS COMPONENTES DE DSM									
Componente de DSM	Contenido de materia seca en % del peso húmedo ¹	Contenido de DOC en % de desechos húmedos		Contenido de DOC en % de desechos secos		Contenido total en % del peso en seco		Fracción de carbono fósil en % del total de carbono	
		Por defecto	Rango	Por defecto	Rango ²	Por defecto	Rango	Por defecto	Rango
Papel/cartón	90	40	36 - 45	44	40 - 50	46	42 - 50	1	0 - 5
Textiles ³	80	24	20 - 40	30	25 - 50	50	25 - 50	20	0 - 50
Desechos de alimentos	40	15	8 - 20	38	20 - 50	38	20 - 50	-	-
Madera	85 ⁴	43	39 - 46	50	46 - 54	50	46 - 54	-	-
Desechos de jardines y parques	40	20	18 - 22	49	45 - 55	49	45 - 55	0	0
Pañales	40	24	18 - 32	60	44 - 80	70	54 - 90	10	10
Caucho y cuero	84	(39) ⁵	(39) ⁵	(47) ⁵	(47) ⁵	67	67	20	20
Plásticos	100	-	-	-	-	75	67 - 85	100	95 - 100
Metal ⁶	100	-	-	-	-	ND	ND	ND	ND
Vidrio ⁶	100	-	-	-	-	ND	ND	ND	ND
Otros, desechos inertes	90	-	-	-	-	3	0 - 5	100	50 - 100

Teniendo los DOCi y las fracciones de residuos provenientes de la caracterización podemos calcular el DOC, como se muestra en la fórmula antes vista.

Cálculo del DDOC acumulado

En una reacción de primer orden, la cantidad de producto es siempre proporcional a la cantidad de material reactivo. Esto significa que el año en el cual el material de desecho fue depositado en el SEDS, no es adecuado para determinar la cantidad de Metano (CH₄) generado cada año. Lo único que cuenta es la masa total de material en descomposición que existe actualmente en el sitio.

Esto significa también que cuando se conoce la cantidad de material en descomposición en los SEDS al comienzo del año, en el método de estimación, cada año puede considerarse como el año 1 y los cálculos básicos de primer orden pueden efectuarse con estas dos ecuaciones simples, donde la reacción de descomposición comienza el 1° de enero de cada año posterior a la eliminación:

ECUACIÓN 3.4
DDOC_m ACUMULADO EN LOS SEDS AL TÉRMINO DEL AÑO T

$$DDOCma_T = DDOCmd_T + (DDOCma_{T-1} \cdot e^{-k})$$

ECUACIÓN 3.5
DDOC_m ACUMULADO EN LOS SEDS AL TÉRMINO DEL AÑO T

$$DDOCm_{descomp_T} = DDOCma_{T-1} \cdot (1 - e^{-k})$$

Donde:

T	=	año del inventario
DDOCma _T	=	DDOC _m acumulado en los SEDS al final del año T, Gg
DDOCma _{T-1}	=	DDOC _m acumulado en los SEDS al final del año (T-1), Gg
DDOCmd _T	=	DDOC _m depositado en los SEDS durante el año T, Gg
DDOCm descomp _T	=	DDOC _m descompuesto en los SEDS durante el año T, Gg
k	=	constante de reacción, $k = \ln(2)/t_{1/2}$ (años ⁻¹)
t _{1/2}	=	vida media (años)

CH₄ generado a partir del DDOC_m disuelto

Para determinar la cantidad de CH₄ que se forma a partir del material que puede descomponerse, se multiplica la fracción de CH₄ contenida en el gas de vertedero generado, por el cociente de pesos moleculares CH₄ /C.

ECUACIÓN 3.6
CH₄ GENERADO A PARTIR DE LOS DDOC_m EN DESCOMPOSICIÓN

$$CH_4 \text{ generado}_T = DDOCm_{descomp_T} \cdot F \cdot 16/12$$

Donde:

CH ₄ generado _T	=	cantidad CH ₄ generado a partir del material en descomposición
DDOCm descomp _T	=	CH ₄ descompuesto durante el año T, Gg
F	=	fracción volumétrica de CH ₄ en el gas de vertedero generado (fracción)
16/12	=	cociente de pesos moleculares CH ₄ /C (cociente)

El factor F se toma con un valor por defecto de 0,5, según las Directrices 2006 de IPCC.

Teniendo la generación por año de Metano, se completa el modelo y se llega a la cifra final buscada.

Resultados



Aplicando las ecuaciones del modelo descritas anteriormente, se obtienen los resultados de las emisiones del gas Metano generadas por los residuos sólidos urbanos, correspondientes al año 2016, los cuales están presentados en la Tabla 4A.1, para cada uno de los nodos geográfico-administrativos de la Provincia de Santa Fe.

Tabla 4A.1. Emisiones del gas de efecto invernadero Metano y su equivalente en emisiones de CO₂, debidas a los residuos sólidos urbanos, para los distintos nodos geográfico-administrativos de la Provincia de Santa Fe, año 2016.

RESIDUOS SOLIDOS URBANOS					
Carac.	NODO 1	NODO 2	NODO 3	NODO 4	NODO 5
CH ₄ generado (Tn)	2114,07	2280,93	5634,28	14308,39	2699,88
CO ₂ equivalente (tnCO ₂ eq)	59193,95	63866,07	157759,80	400634,93	75596,73
Habitantes por nodo	284.070	346.797	847.867	1.856.884	376.536
CO ₂ emitido por hab por año (Kg)	208,38	184,16	186,07	215,76	200,77

En conclusión, la suma de las contribuciones individuales del Subsector Residuos sólidos del Sector Residuos, detalladas en la tabla anterior (y aproximadas a 3 cifras significativas), se traduce a una emisión de 0,758 millones de toneladasCO₂eq para el año 2016.

La Figura 4A.2 representa la contribución relativa porcentual de la generación de Metano, debida a cada uno de los nodos geográfico-administrativos de la Provincia de Santa Fe, año 2016.

Generación metano

■ NODO 1 ■ NODO 2 ■ NODO 3 ■ NODO 4 ■ NODO 5

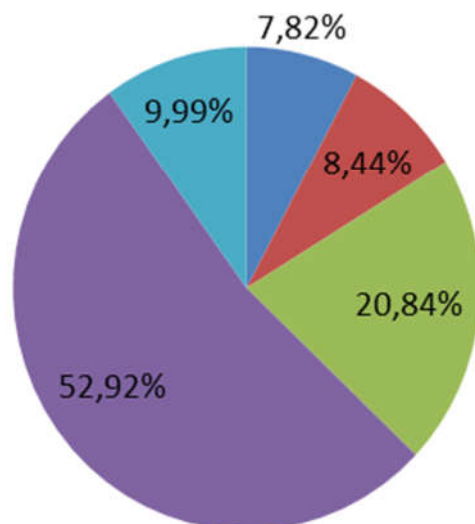


Figura 4. 2: Contribución porcentual relativa de las emisiones del gas de efecto invernadero Metano, de la Provincia de Santa Fe, año 2016, para cada uno de los nodos detallados en el texto.

Analizando la población de cada nodo y las emisiones correspondientes, puede observarse que el nodo que más emite es el de Rosario (nodo 4), dado que su población es superior a 1,85 millones de habitantes, siguiéndole Santa Fe (nodo 3) con una población superior a 0,84 millones de habitantes. Es de señalar que, dado que la mayoría de la población de la Provincia de Santa Fe se concentra en ciudades y zonas vecinas, para la obtención de estos resultados se ha asumido que todos los desechos son depositados en relleno sanitario y por lo tanto, la posible recuperación y la quema se consideran nulas. En particular, en el ámbito de la Provincia de Santa Fe, la Resolución N° 0128/04, en su artículo 3°, prohíbe en el ámbito provincial la disposición final de residuos en vertederos a cielo abierto, la quema de esos residuos a cielo abierto y el uso de residuos sólidos urbanos para rellenar lagunas o zonas anegables.

4.D- Tratamiento y eliminación de aguas residuales

En esta sección se estiman las emisiones de Dióxido Carbono equivalente, donde el aporte se origina por las emisiones del gas de efecto invernadero Metano (CH₄) producidas por las Aguas Residuales Domésticas/Comerciales y por las Aguas Residuales Industriales. Además, por las emisiones del gas Óxido nitroso (N₂O)



producidas por las Aguas Residuales Humanas, de acuerdo a las Directrices 2006 de IPCC.

4.D.1) Tratamiento y eliminación de aguas residuales domésticas

Introducción

En el presente análisis, se considerarán las *Aguas residuales domésticas*, provenientes de los residuos de agua utilizados en hogar y las *Aguas residuales industriales*, generadas por los residuos de agua derivados exclusivamente de las prácticas industriales.

Las aguas domésticas incluyen desechos humanos mezclados con otras aguas servidas del hogar (efluente de drenajes de duchas, fregaderos, lavadoras, etc).

Los sistemas centralizados de tratamiento de aguas servidas pueden incluir una variedad de procesos, que van desde el uso de lagunas hasta la tecnología avanzada de tratamientos terciarios para la eliminación de compuestos de Nitrógeno.

Típicamente después de ser procesado el efluente tratado se vierte en un medio acuoso receptor (cuerpo receptor) que suele ser río, lago, etc.

Contaminantes emitidos

Los gases contaminantes emitidos son los siguientes:

- *Metano*: por degradación anaeróbica, dependiendo de la cantidad de material biodegradable que contienen las aguas residuales, de la temperatura y del sistema de tratamiento. También depende del clima del lugar, ya que por debajo de los 15°C de temperatura promedio anual (en Santa Fe se supera dicho valor), no es un proceso a tener en cuenta, ya que los metanógenos (microorganismos que pueden crecer en condiciones anaerobias, produciendo Metano) no están activos y la laguna sirve solamente como tanque de sedimentación.

Los principales factores potenciales para analizar la producción de Metano son: BOD(en español, DBO, demanda bioquímica de Oxígeno) que posee el agua a tratar y el COD (DQO, demanda química de Oxígeno).



- *Óxido nítrico*: está asociado con la degradación de los componentes nitrogenados en las aguas residuales (urea, nitrato, proteínas).

METODOLOGIA

1. Estimación de las emisiones de Metano (CH₄) en aguas residuales domésticas

El método de estimación de Metano para aguas residuales domiciliarias según las Directrices 2006 de IPCC, considera los siguientes pasos:

Paso 1:

Se emplea la ecuación 6.3 del Volumen 5 Capítulo 6 de las Guías del IPCC 2006, para estimar el contenido total de Carbono degradable en las aguas servidas (TOW):

ECUACIÓN 6.3
TOTAL DE MATERIA ORGÁNICA DEGRADABLE EN LAS AGUAS RESIDUALES DOMÉSTICAS
$$TOW = P \bullet BOD \bullet 0.001 \bullet I \bullet 365$$

Donde:

TOW	=	total de materia orgánica en las aguas residuales del año del inventario, kg. de BOD/año
P	=	población del país en el año del inventario, (personas)
BOD	=	BOD per cápita específico del país en el año del inventario, g/persona/día, véase el Cuadro 6.4
0,001	=	conversión de gramos de BOD a kilogramos de BOD
I	=	factor de corrección para BOD industrial adicional eliminado en las cloacas (si es recolectado el valor por defecto es 1,25, si no es recolectado el valor por defecto es 1,00.)

Paso 2:

Se eligen las vías y los sistemas según los datos de la actividad del país y se emplea la ecuación 6.2 para obtener el factor de emisión de aguas servidas domésticas:

ECUACIÓN 6.2
FACTOR DE EMISIÓN DE CH₄ PARA CADA VÍA O SISTEMA DE TRATAMIENTO
Y/O ELIMINACIÓN DE AGUAS RESIDUALES DOMÉSTICAS

$$EF_j = B_o \cdot MCF_j$$

Donde:

- EF_j = factor de emisión, kg. de CH₄/kg. de BOD
- j = cada vía o sistema de tratamiento y/o eliminación
- B_o = capacidad máxima de producción de CH₄, kg. de CH₄/kg. de COD
- MCF_j = factor corrector para el metano (fracción) (véase el Cuadro 6.3)

Paso 3:

Se debe emplear la ecuación 6.1 para estimar las emisiones, haciendo ajustes para las eventuales separaciones de lodo y/o recuperaciones de Metano:

ECUACIÓN 6.1
EMISIONES TOTALES DE CH₄ PROCEDENTES DE LAS AGUAS RESIDUALES DOMÉSTICAS

$$Emisiones\ de\ CH_4 = \left[\sum_{i,j} (U_i \cdot T_{i,j} \cdot EF_j) \right] (TOW - S) - R$$

Parte del Metano puede ser recuperado (R) y quemarse en antorcha o en un dispositivo de energía. Por la cual dicha parte se deberá restar a la cantidad de Metano total generado, pero al menos que se posea datos al respecto, se considerará nula la recuperación. En Santa Fe esta práctica no es común, por lo tanto no se considera en los cálculos.

- Emisiones de CH₄ = emisiones de CH₄ durante el año del inventario, kg. de CH₄/año
- TOW = total de materia orgánica en las aguas residuales del año del inventario, kg. de BOD/año
- S = componente orgánico separado como lodo durante el año del inventario, kg. de BOD/año
- U_i = fracción de la población del grupo de ingresos *i* en el año de inventario, véase el Cuadro 6.5.
- T_{i,j} = grado de utilización de vía o sistema de tratamiento y/o eliminación *j*, para cada fracción de grupo de ingresos *i* en el año del inventario, véase el Cuadro 6.5.
- i = grupo de ingresos: rural, urbano de altos ingresos y urbano de bajos ingresos.
- j = cada vía o sistema de tratamiento/eliminación
- EF_j = factor de emisión, kg. de CH₄/kg. de BOD

Memoria de cálculo del Total de materia orgánica degradable en las aguas residuales domésticas (TOW)

Paso 1: Se calcula el TOW empleando la ecuación 6.3, a partir de los datos de población y de BOD, estos últimos dados en el Cuadro 6.4 de las Directrices 2006 de IPCC:

CUADRO 6.4 VALORES DE BOD ₅ ESTIMADOS PARA LAS AGUAS RESIDUALES DOMÉSTICAS POR REGIONES Y PAÍSES SELECCIONADOS			
País/Región	BOD ₅ (g/persona/día)	Intervalo	Referencia
África	37	35 – 45	1
Egipto	34	27 – 41	1
Asia, Oriente Medio, América Latina	40	35 – 45	1
India	34	27 – 41	1
Cisjordania y Franja de Gaza (Palestina)	50	32 – 68	1
Japón	42	40 – 45	1
Brasil	50	45 – 55	2
Canadá, Europa, Rusia, Oceanía	60	50 – 70	1
Dinamarca	62	55 – 68	1
Alemania	62	55 – 68	1
Grecia	57	55 – 60	1
Italia	60	49 – 60	3
Suecia	75	68 – 82	1
Turquía	38	27 – 50	1
Estados Unidos	85	50 – 120	4

Los resultados están dados en la Tabla 4A.2.

Tabla 4A.2. Determinación del Total de materia orgánica en las aguas residuales (TOW) a partir de datos de población de la Provincia de Santa Fe, año 2016 y de datos BOD.

TOW	P*BOD*0,001*I*365 (Ecuación 6.3)	
Población estimativa 2016	3.384.710	Estimado por interpolación a partir de los datos históricos de los censos provinciales
BOD	50	Usamos el de Brasil debido a cercanía (América Latina)
I	1	Factor de corrección para BOD industrial eliminado en cloacas, por defecto usamos 1 ya que no es recolectado el valor.
TOW	61.770.958	KG de BOD / año 2016

Resulta un valor TOW de **61771 Kg de BOD** para la Provincia de Santa Fe, en el año 2016.

Paso 2: Se determina el factor de emisión (EF_j), para cada vía de tratamiento j.

El factor Bo (Cantidad máxima de CH₄ que puede generarse a partir de una cantidad dada de sustancias orgánicas como COD o BOD contenidas en aguas servidas), se da por defecto en el caso de no poseer datos específicos (como en el presente caso), con un valor de 0,6 Kg CH₄/Kg de BOD eliminados. El factor MCF es una indicación de medida o de grado en que cada sistema es anaeróbico y se determina a partir de los valores del cuadro siguiente:

CUADRO 6.3 VALORES DE MCF POR DEFECTO PARA LAS AGUAS RESIDUALES DOMÉSTICAS			
Tipo de vía o sistema de tratamiento y eliminación	Comentarios	MCF ¹	Intervalo
Sistema sin tratamiento			
Eliminación en río, lago y mar	Los ríos con alto contenido de sustancias orgánicas pueden volverse anaeróbicos.	0,1	0 – 0,2
Cloaca estancada	Abierta y caliente.	0,5	0,4 – 0,8
Cloaca en movimiento (abierta o cerrada).	Correntosa, limpia. (cantidades insignificantes de CH ₄ desde las estaciones de bombeo, etc.)	0	0
Sistema tratado			
Planta de tratamiento centralizado aeróbico	Debe ser bien operada. Puede emitir algo de CH ₄ desde las cuencas de decantación y otros tanques.	0	0 – 0,1
Planta de tratamiento centralizado aeróbico	Mal operada. Sobrecargada.	0,3	0,2 – 0,4
Digestor anaeróbico para lodos	Aquí no se considera la recuperación de CH ₄ .	0,8	0,8 – 1,0
Reactor anaeróbico	Aquí no se considera la recuperación de CH ₄ .	0,8	0,8 – 1,0
Laguna anaeróbica poco profunda	Profundidad de menos de 2 metros: recurrir al dictamen de expertos.	0,2	0 – 0,3
Laguna anaeróbica profunda	Profundidad de más de 2 metros.	0,8	0,8 – 1,0
Sistema séptico	La mitad del BOD se decanta en tanques anaeróbicos.	0,5	0,5
Letrina	Clima seco, capa freática más baja que la letrina, familia reducida (3-5 personas)	0,1	0,05 – 0,15
Letrina	Clima seco, capa freática más baja que la letrina, uso comunitario (muchos usuarios)	0,5	0,4 – 0,6
Letrina	Clima húmedo/descarga por agua, capa freática más alta que la letrina	0,7	0,7 – 1,0
Letrina	Extracción frecuente de sedimentos para abono	0,1	0,1
¹ En base al dictamen de expertos de los autores principales de esta sección			

Dado que no existe diferenciación a partir de la información publicada en el último censo 2010 sobre los tipos de descarga por grupos de ingreso, se consideró un único grupo de ingreso i (U_i=100%)

En la Tabla 4A.3 se presentan los valores calculados del de factor de emisión para cada vía y/o tratamiento de aguas residuales domésticas:

Tabla 4A.3 Valores del Factor adimensional corrector para el Metano MCF_j, para cada vía j y determinación de los factores de emisión (EF_j = Bo * MCF_j), para cada vía y/o tratamiento de las aguas residuales domésticas j, en la Provincia de Santa Fe, en el año 2016. EF_j tiene unidades de KgCH₄/Kg de COD.

Vía o tratamiento del Factor corrector para el Metano	MCF _j	EF _j
MCF Eliminación en río, lago, mar	0,1	0,06
MCF Cloaca estancada	0,5	0,3
MCF Cloaca en movimiento	0	0
MCF Planta de tratamiento centralizado aeróbico	0	0
MCF Planta de tratamiento centralizado aeróbico mal operada/sobrecargada	0,3	0,18
Digestor anaeróbico	0,8	0,48
Reactor anaeróbico	0,8	0,48
Laguna anaeróbica poco profunda	0,2	0,12
Laguna anaeróbica profunda	0,8	0,48
Sistema séptico	0,5	0,3
Letrina, clima seco, capa freática más baja que la letrina, familia reducida (3-5)	0,1	0,06
Letrina, clima seco, capa freática más baja que la letrina, muchos usuarios	0,5	0,3
Letrina, clima húmedo/descarga por agua, capa freática más alta que la letrina	0,7	0,42
Letrina, extracción frecuente de sedimentos para abono	0,1	0,06

Bo	0,6 Kg CH ₄ /Kg de COD	tabulado por IPCC
GWP	21	

Paso 3: Se estiman las de emisiones de Metano y de este modo, se determinan las emisiones expresadas en Dióxido de carbono equivalente, empleando la ecuación 6.1, detallada anteriormente, considerando las siguientes condiciones:



R: Cantidad de CH₄ recuperada durante el año del inventario, considerada *nula en Santa Fe*.

S: Componente orgánico separado como lodo durante el año del inventario, considerado *nulo para Santa Fe*.

En consecuencia, el valor de emisiones será relativamente alto en este caso, al notenerse en cuenta la recuperación de Metano y la separación del componente orgánico como lodo.

Sistema de tratamiento según datos históricos de censos nacionales

Se presentan en la Tabla 4A.4 los datos históricos nacionales de población de la Provincia de Santa Fe y una extrapolación de dichos datos, para el año 2016.

Tabla 4A.4. Datos de los Censos nacionales y extrapolados para el año en consideración, relativos a población y demás datos de interés para el presente análisis (Fuente: INDEC).

Caracterización viviendas	Sistema de descarga , fracción de población atendida Ui*Tji					
Año	Población(dato del Censo)	Red pública	Cámara séptica y pozo ciego	Pozo ciego	Sin descarga	Total
1991- CENSO	2.776.388	0,275	0,331	0,215	0,179	1
2001- CENSO	2.976.115	0,388	0,237	0,21	0,165	1
2010- CENSO	3.165.670	0,459	0,226	0,288	0,027	1
2016*	3.384.710*	0,515*	0,143*	0,3308*	0,0106*	1

*Son los valores estimados mediante extrapolaciones para el año del inventario, 2016(para información adicional ver Anexo B.1).

Se asume que la Fracción de población cuyas aguas residuales son tratadas en red pública es la adecuada, por lo que resulta un factor de manejo de Metano *nulo*.



Para las demás categorías: Cámara séptica y pozo ciego, se utiliza un MCF de Sistema séptico; para pozo ciego se considera letrina en clima seco, capa freática más baja que la letrina, muchos usuarios y para *sin descarga*, se considera cloaca estancada.

En la Tabla 4A.5 se presentan las emisiones estimadas de Metano y la transformación de estas emisiones a Toneladas de CO₂eq, que se produjeron en la Provincia de Santa Fe, año 2016.

Tabla 4A.5. Emisiones de Metano asociadas a efluentes líquidos residuales domésticos y su transformación de estas emisiones a Toneladas de CO₂eq, para la Provincia de Santa Fe, año 2016.

Emisión	Cantidad	Unidad
Emisión del gas Metano(CH ₄)	8.983.968	Kg/año
	8.984	Tn/año
Transformación en emisiones de CO ₂ eq	188.663	TnCO ₂ eq/año

2. Estimación de las emisiones de Óxido nitroso (N₂O) – efluente doméstico

Introducción

Las emisiones de óxido nitroso pueden producirse como emisiones *directas* provenientes de las plantas de tratamiento o como emisiones *indirectas* provenientes de las aguas residuales, después de la eliminación de los efluentes domésticos en vías fluviales, lagos o en el mar.

Las emisiones directas derivadas de la nitrificación y desnitrificación en instalaciones de tratamiento de aguas servidas, pueden considerarse fuentes menores, ya que típicamente son mucho menores que las de los efluentes domésticos, por lo cual no se consideran en el presente análisis.

Las emisiones indirectas de Óxido nitroso derivadas de efluentes domésticos de tratamiento de aguas servidas que se eliminan en medios acuáticos, para la Provincia



de Santa Fe y en el año 2016, se determinan empleando la siguiente ecuación 6.7 de las Directrices 2006 de IPCC

ECUACIÓN 6.7
EMISIONES DE N₂O PROVENIENTES DE LAS AGUAS RESIDUALES EFLUENTES

$$\text{Emisiones de N}_2\text{O} = N_{\text{EFLUENTE}} \bullet EF_{\text{EFLUENTE}} \bullet 44 / 28$$

siendo:

N_{efluente}: Nitrógeno en el efluente eliminado en medios acuáticos, en Kg de N/año

EF_{efluente}: Factor de emisión para las emisiones de Óxido nitroso provenientes de la eliminación de aguas servidas, en Kg de N₂O/Kg de N

44/28: Conversión de Kg N₂O-N en Kg de N₂O.

Determinación del factor de emisión

Este Factor de emisión (EF_{efluente}), corresponde a las emisiones de Óxido Nitroso provenientes de la eliminación en aguas servidas domiciliarias. Para el presente análisis se considera el valor por defecto sugerido en las Directrices del IPCC, de 0,005 kg de N₂O/Kg de N. Dicho factor de emisión se basa en los escasos datos de terreno y sobre hipótesis específicas en lo referido a la nitrificación y desnitrificación en ríos y estuarios. Se proponen dos hipótesis: la primera hipótesis es que todo el Nitrógeno se elimina con el efluente y la segunda hipótesis es que la producción de Óxido nitroso en ríos y estuarios está directamente relacionada con la nitrificación y desnitrificación y por lo tanto con el Nitrógeno que se descarga en el río.

Cálculo del Nitrógeno Total en los efluentes domésticos

La determinación del Nitrógeno total en los efluentes domésticos se realiza aplicando la ecuación 6.8 de las Directrices 2006 de IPCC:

ECUACIÓN 6.8
NITRÓGENO TOTAL EN LOS EFLUENTES

$$N_{\text{EFLUENTE}} = (P \cdot \text{Proteína} \cdot F_{\text{NPR}} \cdot F_{\text{NON-CON}} \cdot F_{\text{IND-COM}}) - N_{\text{LODO}}$$

Donde:

- N_{EFLUENTE} = cantidad total anual de nitrógeno en los efluentes de aguas residuales, kg. de N/año
- P = población humana
- Proteína = consumo per cápita anual de proteínas, kg./persona/año
- F_{NPR} = fracción de nitrógeno en las proteínas, por defecto = 0,16, kg. de N/kg. de proteína
- $F_{\text{NON-CON}}$ = factor de las proteínas no consumidas añadidas a las aguas residuales
- $F_{\text{IND-COM}}$ = factor para las proteínas industriales y comerciales co-eliminadas en los sistemas de alcantarillado
- N_{LODO} = nitrógeno separado con el lodo residual (por defecto = 0), kg. de N/año

En particular, el consumo per cápita anual de Proteínas Kg/persona/año en Argentina (asumiendo que el de la Provincia de Santa Fe es el mismo), se determina a partir de los datos de la Dirección de Estadística de FAO (Food and Agriculture Organization de Naciones Unidas, <http://www.fao.org/home/es/>, Archivo Food consumption) detallados en la Tabla 4A.6, extrapolando al año 2016 los datos de la siguiente tabla (correspondiente a los años 1990, 1995, 2000 y 2005):

Tabla 4A.6 Consumo histórico de Proteínas en distintos países del mundo (entre ellos Argentina) (Fuente: FAO <http://www.fao.org/home/es/>, Archivo Food consumption).

Consumo de Proteínas de la dieta (gramos/persona/día)				
Nombre del país	1990	1995	2000	2005
	a	b	c	d
Albania	80	94	96	99
Alemania	97	94	99	99
Angola	34	36	40	43
Antigua y Barbuda	83	75	70	82

Antillas Neerlandesas	85	91	96	84
Arabia Saudita	78	81	81	87
Argelia	78	78	81	86
Argentina	95	100	99	94
Armenia	58	58	64	70
Australia	106	105	102	106
Austria	103	106	111	107
Azerbaiyán	64	63	72	86
Bahamas	78	79	91	84
Bangladesh	42	42	47	49
Barbados	90	86	90	95
Belarús	97	96	87	89
Bélgica	0	0	98	97
Belice	63	62	71	72
Benín	53	54	57	59
Bermudas	99	93	84	76
Bolivia (Estado Plurinacional de)	53	55	57	56
Bosnia y Herzegovina	80	85	79	88
Botswana	69	69	68	64
Brasil	68	77	80	84

La extrapolación al año 2016, de los datos de la Tabla 4A.6 para Argentina, permite determinar el promedio anual del consumo de Proteínas en el país (y por

extensión en la Provincia de Santa Fe), siendo de 35,41 Kg/persona. año. Con estos datos, los de población y los factores que aparecen en la ecuación 6.8 (dados en las Directrices 2006 de IPCC) y que están detallados en la Tabla 4A.7, se obtienen las emisiones estimadas de Óxido nitroso y la transformación de estas emisiones a Toneladas de CO₂eq, que se produjeron en la Provincia de Santa Fe, año 2016, detalladas en la Tabla 4A.8.

Tabla 4A.7. Factores para la determinación de Nefluentes, obtenidos de las Directrices 2006 de IPCC.

Factores para la determinación de Nefluente	Detalle del factor	Valor del factor
P	Población estimativa para año inventario 2016	3384710
Proteína	Consumo per cápita anual de proteínas , Kg/persona/año	35,41
F _{nrp}	Fracción de nitrógeno en las proteínas, por defecto=0.16 Kg de N/Kg de proteína (tabulado por IPCC)	0,16
F _{non-con}	Factor de las proteínas no consumidas añadidas a las aguas residuales. Valor tabulado por IPCC para países en desarrollo	1,1
F _{ind-com}	Factor para las proteínas industriales y comerciales co-eliminadas en los sistemas de alcantarillado	1,25
N _{lodo}	Nitrógeno separado con el lodo Kg de N/año, es nulo en general por defecto	0
E _{f efluente}	Factor de emisión para emisiones de Óxido Nitroso proveniente de la eliminación en aguas servidas [kg de N ₂ O/Kg de N]. Rango entre (0.0005-0.25) usamos el por defecto.	0,005
GWP	Potencial de Calentamiento Global (coeficiente para determinar la equivalencia al CO ₂)l.	310

Tabla 4A.8. Emisiones de Óxido nitroso asociadas a efluentes líquidos residuales domésticos y su transformación de estas emisiones a Toneladas de CO₂eq, para la Provincia de Santa Fe, año 2016.

Emisiones de N ₂ O

N efluente	26364	Tn de N /año
Emisiones de N2O	207	TN de N2O/año
Emisiones de CO2 eq.	64.215	Tn de CO2/año

En conclusión, la contribución a las emisiones de gases de efecto invernadero (CH4 y N2O) debidas a líquidos residuales domésticos está dada en la Tabla 4A.9

Tabla 4A.9 Emisiones de gases de efecto invernadero Metano y Óxido nítrico, debidas a líquidos residuales domésticos.

Gas de efecto invernadero	Emisiones (TnCO2eq)
Metano (CH4)	118.663
Óxido nítrico (N2O)	64.215
Emisiones de CO2 eq.	252.878

4.D.2) Tratamiento y eliminación de aguas residuales industriales

3. Estimación de las emisiones de Metano (CH4) en aguas residuales industriales

Se describe a continuación la forma en que se determinan las emisiones de Metano en el caso de aguas residuales generadas por la industria, en la Provincia de Santa Fe, en el año 2016, de acuerdo a las Directrices 2006 de IPCC 2006 (Volumen 5, capítulo 6).

Introducción

Las aguas residuales industriales pueden tratarse in situ o evacuarse hacia los sistemas de cloacas o alcantarillados domésticos. Si se evacua hacia el sistema de alcantarillado doméstico, las emisiones deben incluirse en las emisiones de aguas servidas domésticas.



En particular, se estiman las emisiones de Metano procedentes del tratamiento in situ de aguas domésticas industriales. Solo produce Metano el agua residual industrial que contiene significantes cargas de Carbono y que se trató bajo condiciones anaeróbicas. Las sustancias orgánicas contenidas en las aguas residuales industriales suelen expresarse en término del Requerimiento químico de oxígeno COD (componente industrial orgánico degradable en las aguas residuales).

La estimación del potencial de producción de Metano derivado de los flujos de agua residual industrial se basa en la concentración de materia orgánica degradable en el agua residual, en el volumen de esta y en la propensión del sector industrial a tratar sus aguas residuales.

Las fuentes más importantes de agua residual industrial con alto potencial de producción de gas Metano, pueden identificarse como sigue:

- Manufactura de pulpa y papel
- Procesamiento de carne y aves (mataderos)
- Producción de alcohol cerveza, almidón.
- Producción de sustancias químicas orgánicas.
- Otros procesamientos de alimentos y bebidas (productos lecheros, aceite vegetal, frutas y verduras, zumos, etc)

La estimación de Metano (CH₄) para el caso de aguas residuales industriales se detalla a continuación:

Paso 1: Se emplea la ecuación 6.6 para estimar el total del carbono degradable de materia orgánica en las aguas servidas (TOW_i), para el sector industrial considerado i.

ECUACIÓN 6.6 MATERIA ORGÁNICA DEGRADABLE EN LAS AGUAS RESIDUALES INDUSTRIALES $TOW_i = P_i \cdot W_i \cdot COD_i$

TOW_i	=	total de la materia degradable de manera orgánica en las aguas residuales de la industria i , kg. de COD/año
i	=	sector industrial
P_i	=	producto industrial total del sector industrial i , t/año
W_i	=	aguas residuales generadas, m^3/t_{producto}
COD_i	=	requerimiento químico de oxígeno (componente industrial orgánico degradable en las aguas residuales), kg. de COD/ m^3

Paso 2: Se deben seleccionar la vía y los sistemas según los datos de la actividad en el país y luego se emplea la ecuación 6.5 para obtener el factor de emisión de CH_4 , utilizando la capacidad máxima de producción de Metano y el promedio del factor de corrección para el Metano.

ECUACIÓN 6.5
FACTOR DE EMISIÓN DE CH_4 PARA LAS AGUAS RESIDUALES INDUSTRIALES
 $EF_j = B_o \cdot MCF_j$

Donde:

EF_j	=	factor de emisión para cada vía o sistema de tratamiento y/o eliminación, kg. de CH_4 /kg. de COD
j	=	cada vía o sistema de tratamiento y/o eliminación
B_o	=	capacidad máxima de producción de CH_4 , kg. de CH_4 /kg. de COD
MCF_j	=	factor de corrección para el metano (fracción) (véase el Cuadro 6.8)

Paso 3: Se emplea la ecuación 6.4 para estimar las emisiones totales de Metano debidas a aguas residuales industriales.

ECUACIÓN 6.4
EMISIONES TOTALES DE CH_4 PROCEDENTES DE LAS AGUAS RESIDUALES INDUSTRIALES
 $Emisiones\ de\ CH_4 = \sum_i [(TOW_i - S_i) EF_i - R_i]$

Donde:

$Emisiones\ de\ CH_4$	=	emisiones de CH_4 durante el año del inventario, kg. de CH_4 /año
TOW	=	total de la materia orgánica degradable contenida en las aguas residuales de la industria i durante el año del inventario, kg. de COD/año
i	=	sector industrial
S_i	=	componente orgánico separado como lodo durante el año del inventario, kg. de COD/año
EF_i	=	factor de emisión para la industria i , kg. de CH_4 /kg. de COD para la vía o sistema(s) de tratamiento y/o eliminación utilizado(s) en el año del inventario Si en una industria se utiliza más de una práctica de tratamiento, este factor debe corresponder a un promedio ponderado.

Paso previo a la estimación de las emisiones de Metano



Se debe determinar la producción de los distintos sectores industriales, para la Provincia de Santa Fe, año 2016 (para más información detallada de cada categoría industrial ver Anexo B.2):

- **Aves:** Producción Aviar de la Provincia de Santa Fe: 118140 toneladas (Fuente: SENASA. Informes de Cadena de Valor-Julio 2016. Ministerio de hacienda y finanzas públicas (https://www.economia.gob.ar/peconomica/docs/SSPE_Cadena_Vvalor_Aviar.pdf))
- **Pescado:** Producción de pescado: 13245 toneladas (Fuente: El comercio de pescados y mariscos en el mercado interno de Argentina. Subsecretaría de Pesca y Acuicultura (https://www.agroindustria.gob.ar/sitio/areas/promocion_consumo/informes/archivos/180221_Mercado%20Interno%20de%20la%20Pesca%20Continental.pdf)).
- **Carnes:** En promedio, la Provincia de Santa Fe produce 1,5 millones de cabezas y 600.000 toneladas anuales de peso en vivo (Fuente: Gobierno de la Provincia de Santa Fe. Sector Producción ([https://www.santafe.gov.ar/index.php/web/content/view/full/112058/\(subtema\)/93794?fbclid=IwAR0WVwcvwtjpZ3sFLr6rE5PY60z3ST6KsT6NJBUn3F5jZFdpX9Vl83UzZ8](https://www.santafe.gov.ar/index.php/web/content/view/full/112058/(subtema)/93794?fbclid=IwAR0WVwcvwtjpZ3sFLr6rE5PY60z3ST6KsT6NJBUn3F5jZFdpX9Vl83UzZ8))).
- **Lácteos:** Producción de lácteos: 2501387,5 toneladas (Fuente: Ministerio de Hacienda de la Nación. Informes de productivos provinciales (https://www.economia.gob.ar/peconomica/dnper/fichas_provinciales/SSPMicro-Informes_Productivos_Provinciales-Santa_Fe.pdf)).
- **Aceites vegetales:** No se ha considerado dicha categoría, debido a que en las Directrices 2006 de IPCC (Cuadro 6.9 de datos de categorías de Aguas residuales industriales), indica como No Disponible el dato de COD, necesario para la determinación de TWO en la ecuación 6.6 y luego de las emisiones de Metano, según la ecuación 6.4).
- **Pasta y Papel:** Producción de pasta y papel: 320000 toneladas (Fuente: Ministerio de Hacienda de la Nación. Informes de productivos provinciales



<https://www.argentina.gob.ar/hacienda/politicaeconomica/microeconomica/productivosprovinciales>) e Informe Santa fe – noviembre 2017 (https://www.economia.gob.ar/peconomica/dnper/fichas_provinciales/SSPMicro-Informes_Productivos_Provinciales-Santa_Fe.pdf).

- **Químicos orgánicos:** Producción de químicos orgánicos: 76500 toneladas (Fuente: Instituto petroquímico argentino <http://www.ipa.org.ar/>).
- **Cerveza** Producción total estimada: 149266 toneladas (Fuente: Cámara de cerveceros Argentina: <https://www.mundocerveza.com/la-cerveza-un-verdadero-motor-para-la-economia-nacional/>
- **Etanol:** Producción de etanol de la planta Vicentín: 60000 m³. Teniendo en cuenta que la densidad del etanol es de 789 kg/m³, resulta una producción de 47340 Tn (Fuente: Bolsa de Comercio de Rosario- Dirección de Informaciones y estudios económicos. Informativo semana: AÑO XXXV - N° Edición 1813 - 23 de junio de 2017 https://www.bcr.com.ar/Pages/Publicaciones/informativosemanal_noticias.aspx?pldNoticia=664).
- **Frutas-Verduras:** Producción de frutas y verduras: 265.000 Tn (Fuente: Universidad Federal de Río Grande- Datos de Mercosur para la Provincia de Santa Fe, Argentina <http://www.ufrgs.br/nutep/mercosul/dadossantafe.htm>).
- **Refinería de petróleo:** Producción de petróleo: 1033 toneladas (Fuente: Ministerio de Hacienda de la Nación https://www.economia.gob.ar/peconomica/dnper/fichas_provinciales/SSPMicro-Informes_Productivos_Provinciales-Santa_Fe.pdf
- **Arroz: Producción de arroz:** 203000 toneladas (Fuente: Ministerio de Hacienda de la Nación

https://www.economia.gob.ar/peconomica/dnper/fichas_provinciales/SSPMicro-Informes_Productivos_Provinciales-Santa_Fe.pdf).

En la Tabla 4A.10 se incluye un resumen de estos datos de producción industrial.

Tabla 4A.10. Resumen de los datos de producción industrial de la Provincia de Santa Fe, año 2016.

Sector de Industrial	Producción [t/año]
Arroz	203000
Refinería de petróleo	1033
Lácteos	2501387,5
Aves	118140
Pescado	13245
Pulpa y papel	320000
Sustancias químicas orgánicas	76500
Carnes	600000
Cerveza	149266
Etanol	47340
Frutas y verduras	265000

Memoria de cálculo

Se detallan a continuación los pasos que deben seguirse, los datos necesarios y el resultado final de las emisiones debidas al gas de efecto invernadero Metano, generado por las aguas residuales industriales en la Provincia de Santa Fe, año 2016.

Paso 1: Determinación de la materia orgánica degradable (TOW)

Una vez obtenido los datos de las distintas categorías industriales consideradas para el inventario, se calcula, empleando la ecuación 6.6, el total del Carbono degradable de manera orgánica en las aguas servidas (TOW_i) para cada sector industrial considerado i (Tabla 4A.11)

ECUACIÓN 6.6
MATERIA ORGÁNICA DEGRADABLE EN LAS AGUAS RESIDUALES INDUSTRIALES

$$TOW_i = P_i \cdot W_i \cdot COD_i$$

CUADRO 6.9
EJEMPLOS DE DATOS SOBRE AGUAS RESIDUALES INDUSTRIALES

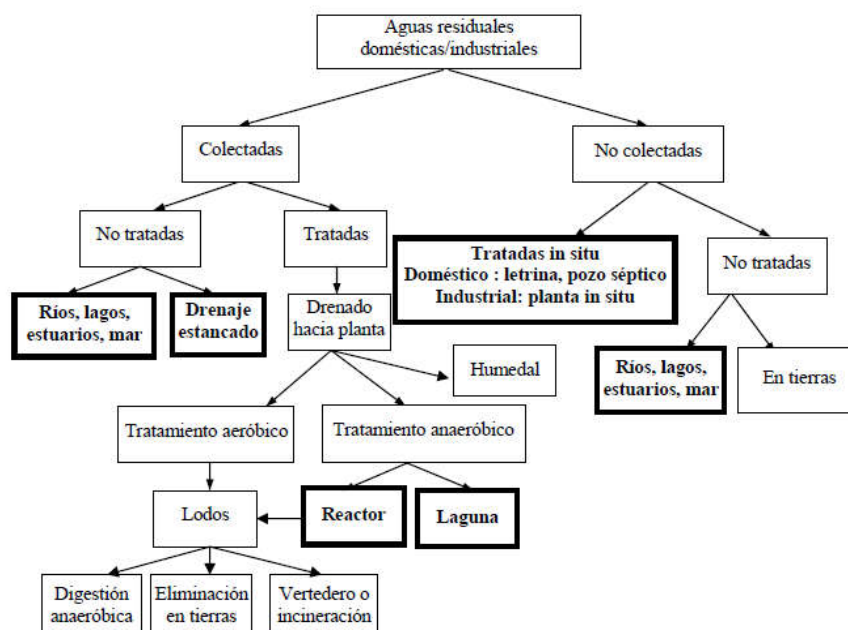
Tipo de industria	Generación de aguas residuales W (m ³ /tonelada)	Intervalo para W (m ³ /tonelada)	COD (kg./m ³)	Intervalo del COD (kg./m ³)
Refinado de alcohol	24	16 – 32	11	5 – 22
Malta y cerveza	6,3	5,0 – 9,0	2,9	2 – 7
Café	ND	ND –	9	3 – 15
Productos lácteos	7	3 – 10	2,7	1,5 – 5,2
Procesamiento del pescado	ND	8 – 18	2,5	
Carnes y aves	13	8 – 18	4,1	2 – 7
Sustancias químicas orgánicas	67	0 – 400	3	0,8 – 5
Refinerías de petróleo	0,6	0,3 – 1,2	1,0	0,4 – 1,6
Plásticos y resinas	0,6	0,3 – 1,2	3,7	0,8 – 5
Pulpa y papel (combinados)	162	85 – 240	9	1 – 15
Jabón y detergentes	ND	1,0 – 5,0	ND	0,5 – 1,2
Producción de almidón	9	4 – 18	10	1,5 – 42
Refinación del azúcar	ND	4 – 18	3,2	1 – 6
Aceites vegetales	3,1	1,0 – 5,0	ND	0,5 – 1,2
Verduras, frutas y zumos	20	7 – 35	5,0	2 – 10
Vino y vinagre	23	11 – 46	1,5	0,7 – 3,0

Notas: ND = No disponible.
Fuente: Doom *et al.* (1997).

Tabla Tabla 4A.11. Carbono degradable de materia orgánica en las aguas servidas (TOWi), para el sector industrial considerado i.

Sector de Industrial	Producción [t/año]	W (generación de aguas residuales) [m3/tn]	COD [Kg/m3]	TOW [Kg de COD/año]
Arroz	203000	9	10	18270000
Refinería de petróleo	1033	0,6	1	619,8
Lácteos	2501387,5	7	2,7	47276223,75
Aves	118140	13	4,1	6296862
Pescado	13245	13	2,5	430462,5
Pulpa y papel	320000	162	9	466560000
Sustancias químicas orgánicas	76500	67	3	15376500
Carnes	600000	13	4,1	31980000
Cerveza	149266	24	2,9	10388893,49
Etanol	47340	24	11	12497760
Frutas y verduras	265000	20	5	26500000

Paso 2: Se obtiene el factor de emisión, según la vía de tratamiento siguiente:



En lo que respecta al Factor de emisión, que afectará de manera proporcional y por lo tanto significativamente a la emisiones, se obtiene al multiplicar el coeficiente B_0 (definido como Capacidad máxima de producción de CH_4 , expresada en Kg de CH_4 /Kg de COD y con valor dado en las Directrices 2006 de IPCC) por el Factor de corrección para el método o vía de tratamiento i (MCF $_i$) dado en el Cuadro 6.8. El valor del Factor de emisión está detallado en la Tabla 4A.12.

CUADRO 6.8 VALORES DE MCF POR DEFECTO PARA LAS AGUAS RESIDUALES INDUSTRIALES			
Tipo de vía o sistema de tratamiento y eliminación	Comentarios	MCF ¹	Intervalo
No tratadas			
Eliminación en río, lago y mar	Los ríos con altas cargas de orgánicos pueden volverse anaeróbicos, pero esta situación no se considera aquí.	0,1	0 – 0,2
Tratado			
Planta de tratamiento aeróbico	Debe ser bien gestionada. Puede emitir algo de CH_4 desde las cuencas de decantación y otros tanques.	0	0 – 0,1
Planta de tratamiento aeróbico	Mal operada. Sobrecargada	0,3	0,2 – 0,4
Digestor anaeróbico para lodos	Aquí no se considera la recuperación de CH_4 .	0,8	0,8 – 1,0
Reactor anaeróbico (e. ej., UASB, Reactor de membrana fija)	Aquí no se considera la recuperación de CH_4 .	0,8	0,8 – 1,0
Laguna anaeróbica poco profunda	Profundidad de menos de 2 metros, recurrir al dictamen de expertos.	0,2	0 – 0,3
Laguna anaeróbica profunda	Profundidad de más de 2 metros	0,8	0,8 – 1,0

¹ Basado en dictamen de expertos realizado por los autores principales de esta sección.

Tabla 4A.12. Factor de emisión de Metano, para las aguas residuales industriales.

Factor de emisión (EFj), en unidades de KgCH ₄ /Kg de COD		
Bo	0,25	Tabulado en Directrices 2006 de IPCC
MCFj	0,06	Tabulado en Directrices 2006 de IPCC
Efj	0,015 : (Bo*MCFj)	
GWP de CH ₄	21	

Este último factor es de gran importancia e influencia en el cálculo final, pero debido a que muchas fábricas contratan a otras empresas que se encargan de los desechos y le realizan el tratamiento de efluentes domésticos y otras poseen sistema de tratamiento propios y variados, es difícil saber con exactitud cuales factores MCFI utilizar para cada producto, ya que se tendría que hacer un análisis exhaustivo para cada fábrica de cada categoría de producción.

Se supondrá el caso en el cual se utiliza un MCF de 0,60, lo que significa que el sistema de tratamiento es muy bueno (Pileta de tratamiento aeróbico) que es el que en general se suele emplear.

Paso 3: Estimación de las emisiones de Metano debidas a las aguas residuales industriales

Una vez obtenido el factor de emisión corregido y el total del Carbono degradable de material orgánico en las aguas servidas (TOW) para cada sector industrial considerado i, se estima la cantidad emitida de Metano y dióxido de carbono equivalente. Para ello, se agrupan los datos de los sectores industriales en 5 categorías principales, tal como lo detalla la Tabla 4A.13.

ECUACIÓN 6.4
EMISIONES TOTALES DE CH₄ PROCEDENTES DE LAS AGUAS RESIDUALES INDUSTRIALES

$$Emisiones\ de\ CH_4 = \sum_i [(TOW_i - S_i) EF_i - R_i]$$

Donde:

- Emisiones de CH₄ = emisiones de CH₄ durante el año del inventario, kg. de CH₄/año
- TOW = total de la materia orgánica degradable contenida en las aguas residuales de la industria *i* durante el año del inventario, kg. de COD/año
- i* = sector industrial
- S_{*i*} = componente orgánico separado como lodo durante el año del inventario, kg. de COD/año
- EF_{*i*} = factor de emisión para la industria *i*, kg. de CH₄/kg. de COD para la vía o sistema(s) de tratamiento y/o eliminación utilizado(s) en el año del inventario
- Si en una industria se utiliza más de una práctica de tratamiento, este factor debe corresponder a un promedio ponderado.

Al realizar los cálculos empleando la ecuación 6.4 para la determinación de las emisiones de Metano (Tabla 4A.13), se han tenido en cuenta las siguientes consideraciones:

R (recuperación de metano durante el año inventario): se considera *nulo en Santa Fe*.

Si (componente orgánico separado como lodo durante año inventario): se considera *nulo en Santa Fe*.

Estas emisiones de CO₂eq se obtienen a partir de la emisión de Metano (CH₄), multiplicada por el Potencial de Calentamiento Global, que para el caso de Metano tiene un valor de 21.

Tabla 4A.13. Emisiones de Metano de la Provincia de Santa Fe, año 2016, debidas a aguas residuales de diferentes categorías.

Categorías Principales siguiendo protocolo IPCC	TOW : kg COD/año	Emisión metano: CH ₄ (toneladas)	Emisión Dióxido de carbono eq: CO ₂ eq	Porcentaje de participación: %	ACUMULADO
Pulpa - papel	466560000	6998	146966	73%	73%
Otros procesamientos de alimentos y bebidas (lácteos, aceites, frutas, verduras)	92046224	1381	28995	14%	88%
Carnes- Aves- Pescado	38707324,5	581	12193	6%	94%
Alcohol-cerveza	22886653,5	343	7209	4%	98%
Sustancias Químicas. Orgánicas- Refinería de petróleo	15377119,8	231	4844	2%	100%
TOTAL		9534	200207	100%	

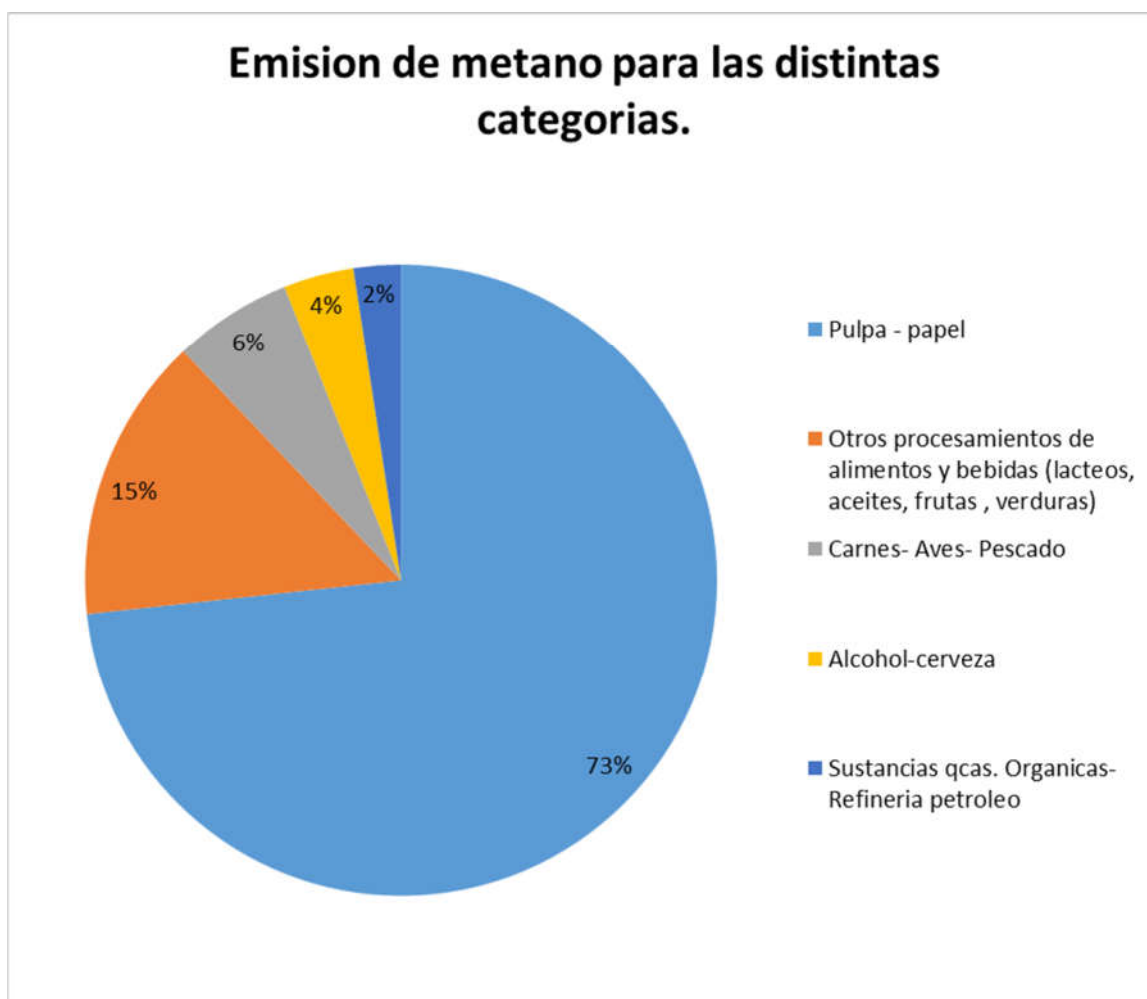


Figura 4. 3: Contribución porcentual relativa de las emisiones del gas de efecto invernadero Metano, de la Provincia de Santa Fe, año 2016, para cada categoría detallada en la Tabla 4A.13.

La Figura 4A.3 detalla las contribuciones porcentuales relativas de cada categoría de producción industrial a las emisiones de Metano, por aguas residuales, comprobándose que la mayor contribución corresponde a Pulpa y papel (73%) por la gran generación de agua residual, siguiéndole otros procesamiento de alimentos y bebidas (lácteos, aceites, frutas, verduras, arroz) (15 %), Carnes-aves-pescado (6 %), Alcohol-cerveza (4 %) y Sustancias químicas. Orgánicas- refinería petróleo (2 %). Las 3 primeras producciones industriales suman 94 %.

Tabla 4A.14. Emisiones totales de Metano y Óxido nitroso, de la Provincia de Santa Fe, año 2016, debidas a aguas residuales domésticas e industriales.

Contaminante	Categoría	Emisiones en millones de toneladas (Mt)
Metano: CH₄	Doméstico	0,01
	Industrial	0,010
	Total	0,0185
Óxido nitroso : (N₂O)	Doméstico	0,0002
Conversión a CO₂eq	Doméstico a partir de CH ₄	0,189
	Industrial a partir de CH ₄	0,200
	Doméstico a partir de N ₂ O	0,064
	TOTAL	0,453

Los datos de la Tabla 4A.14 muestran que la suma de las contribuciones individuales del Subsector aguas residuales, se traduce en una emisión de 0,453 millones de toneladas de CO₂eq para la Provincia de Santa Fe, año 2016.

Conclusiones Sector Residuos

En conclusión, las emisiones totales del Sector Residuos, sumando las contribuciones por Residuos sólidos (0,758 MTnCO₂eq) y por Aguas residuales (0,453 MTnCO₂eq), de la Provincia de Santa Fe, año 2016, resultan ser de 1,211 MTnCO₂eq.

Listado de Figuras del Sector 4



Figura 4. 1: Emisiones debidas a residuos y energía estacionaria (Fuente: Protocolo Global para Inventarios de Emisión de Gases de Efecto Invernadero a escala comunitaria).....	223
<i>Figura 4. 2: Contribución porcentual relativa de las emisiones del gas de efecto invernadero Metano, de la Provincia de Santa Fe, año 2016, para cada uno de los nodos detallados en el texto.</i>	<i>235</i>
<i>Figura 4. 3: Contribución porcentual relativa de las emisiones del gas de efecto invernadero Metano, de la Provincia de Santa Fe, año 2016, para cada categoría detallada en la Tabla 4A.13.</i>	<i>259</i>

Anexo A. Análisis de la tendencia de los distintos Sectores derivada a partir de datos nacionales del período 2007-2014 y extrapolación utilizada para el año 2016 del Inventario de Santa Fe

El último Inventario Nacional de GEI publicado es del año 2014. Por lo tanto no se dispone de datos nacionales (oficialmente publicados) para el año 2016, que es el año objetivo de este primer Inventario Provincial.

Es por ello que a continuación se realiza un análisis simple de tendencias de las emisiones nacionales de Gases de Efecto Invernadero (GEI) de los distintos Sectores (Energía, Industria, AFOLU y Residuos), y en consecuencia se interrelacionan o comparan con el primer Inventario 2016 de Santa Fe. Se seleccionó el periodo de datos 2007-2014, de la Tabla 3 del 2do Reporte Nacional Bienal de Actualización (BUR), publicado por la Sec. de Ambiente de la Nación en:

<https://inventariogei.ambiente.gob.ar/files/2doBUR%20ARGENTINA.pdf> .

• Análisis Sector Energía

En la Figura A.1 está representada la variación con los años, entre 2007 y 2014, de las Emisiones Nacionales de GEI del Sector Energía.

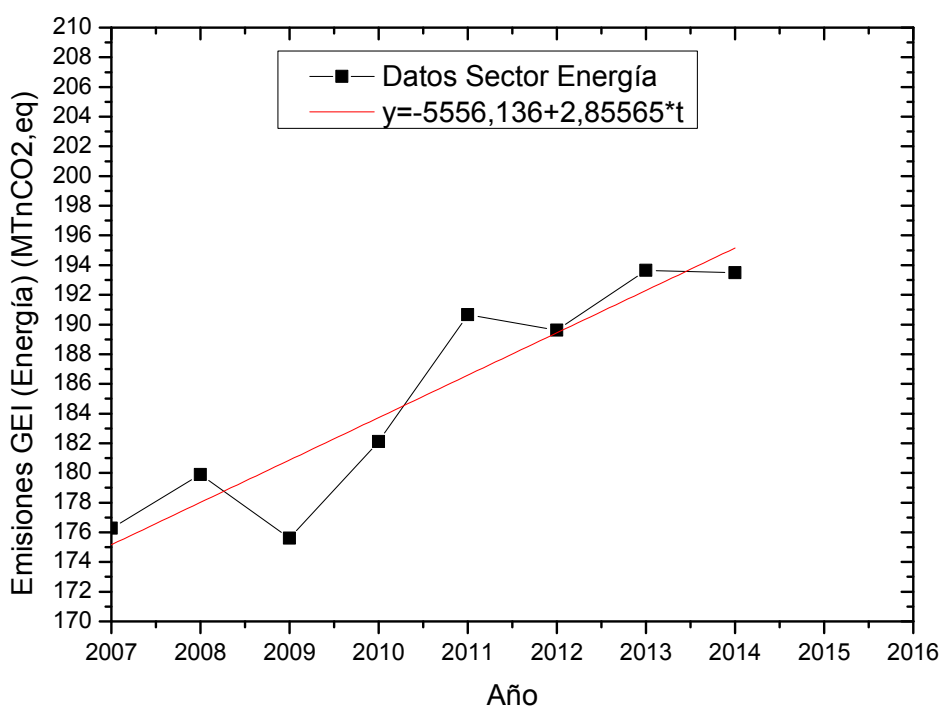


Figura A.1. Superior. Emisiones GEI del Sector Energía a nivel nacional del periodo



2007 a 2014 (cuadrado negro y segmento negro) y una recta de ajuste en dicho periodo (línea roja).

La recta de ajuste muestra que la evolución de las emisiones nacionales fue con pendiente positiva en ese periodo, con un valor $P_{\text{Energía}} = 2,85565 \text{ MTnCO}_2\text{eq/año}$.

A continuación se presenta la *extrapolación al año 2016 de la recta con pendiente positiva de las Emisiones Nacionales de GEI del Sector Energía*. Reemplazando el año 2016 en la ecuación de la recta, resultan las emisiones nacionales extrapoladas para el 2016 del Sector Energía:

$$y_{\text{Energía,Nacional}} = -5556,13627 + 2,85565 \cdot (2016) = 200,85 \text{ MTnCO}_2\text{eq}. \quad (1)$$

En consecuencia, admitiendo que la tendencia fuera similar en la Provincia de Santa Fe que a nivel nacional, y tomando los datos desagregados del Inventario Nacional para el año 2014 (30,4 MTnCO₂eq para la Provincia de Santa Fe y 368,3 MTnCO₂eq para la Nación, según los datos del BUR antes mencionados), se calcula para el año 2106, el siguiente factor de proporcionalidad:

$$R_{\text{SantaFe,Nacional}} = 30,4 \text{ MTnCO}_2\text{eq} / 368,3 \text{ MTnCO}_2\text{eq} = 0,08254.$$

Luego resulta:

$$y_{\text{Energía,Santa Fe}}(2016) = y_{\text{Energía,Nacional}}(2016) \cdot R_{\text{SantaFe,Nacional}} \quad (2)$$

dando para Santa Fe una estimación de 16,58 MTnCO₂eq de emisiones asociadas al Sector 1. Energía, contra las 11,537 MTnCo₂eq obtenidas en este trabajo del primer Inventario Provincial 2016.

- **Análisis Sector Industria**

De igual forma que en el análisis anterior para el caso del Sector Energía, la Figura A.2 representa la variación con los años, entre 2007 y 2014, de las emisiones GEI del Sector Industria, a nivel nacional.

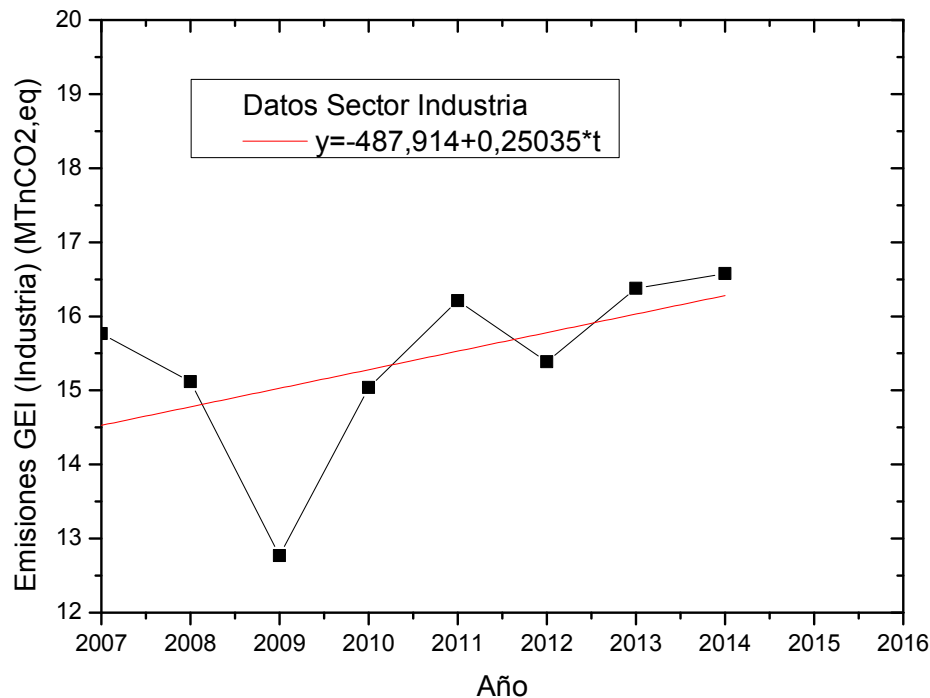


Figura A.2. Emisiones GEI del Sector Industria a nivel nacional del periodo 2007 a 2014 (cuadrado negro y segmento negro) y recta de ajuste en dicho periodo (línea roja).

La recta de ajuste muestra que la evolución de las emisiones nacionales fue con pendiente positiva en ese periodo, con un valor $P_{\text{Industria}} = 0,25035 \text{ MTnCO}_2\text{eq/año}$.

A continuación se presenta la *Extrapolación calculada al año 2016 de la recta con pendiente positiva de las Emisiones Nacionales de GEI para el Sector Industria*.

Reemplazando el año 2016 en la ecuación de la recta, resultan las emisiones nacionales extrapoladas a este año del Sector Industria:

$$y_{\text{Industria, Nacional}} = -487,91448 + 0,25035 \cdot (2016) = 16,79 \text{ MTnCO}_2\text{eq}. \quad (3)$$

Considerando el mismo factor de proporcionalidad para Santa Fe y una fórmula similar a (2), pero para el Sector Industria en Santa Fe, resulta:

$$y_{\text{Industria, Santa Fe}}(2016) = y_{\text{Industria, Nacional}}(2016) \cdot R_{\text{Santa Fe, Nacional}} = 1,39 \text{ MTnCO}_2\text{eq}. \quad (4)$$

contra las 0,5795 MTnCO₂eq obtenidas en este trabajo del Inventario Provincial 2016.

- **Análisis Sector AFOLU**

En el Sector 3 de AFOLU la situación es bien distinta, La Figura A.3 representa la variación con los años, entre 2007 y 2014, de las emisiones GEI del Sector AFOLU, a nivel nacional, donde se nota una disminución de estas emisiones.

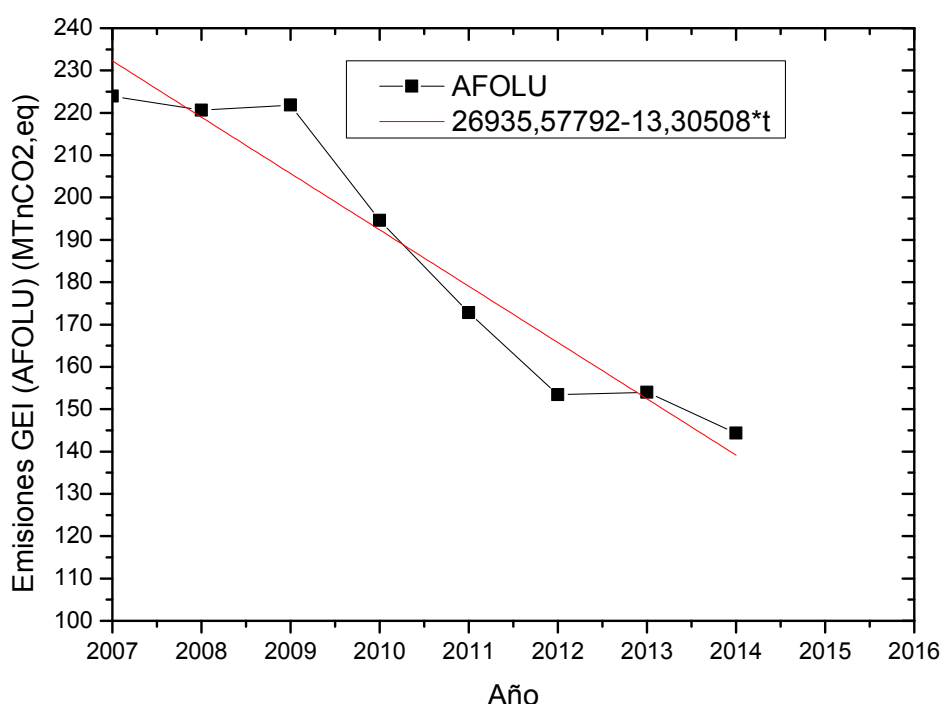


Figura A.3. Emisiones GEI del Sector AFOLU (Agricultura, ganadería, silvicultura y otros usos del suelo) a nivel nacional del periodo 2007 a 2014 (cuadrado negro y segmento negro) y recta de ajuste en dicho periodo (línea roja).

La recta de ajuste, muestra que la evolución de las emisiones fue (a diferencia de las anteriores) con pendiente negativa en ese periodo, con un valor $P_{AFOLU} = -13,30508$ MTnCO₂eq/año.

A continuación se presenta la *Extrapolación calculada al año del presente Inventario (2016) de la recta con pendiente negativa de las Emisiones Nacionales de GEI del Sector AFOLU.*

Reemplazando el año 2016 en la ecuación de la recta, resultan las emisiones nacionales extrapoladas a este año del Sector AFOLU:

$$y_{AFOLU,Nacional} = -26935,57792 - 13,30508*(2016) = 112,53 \text{ MTnCO}_2\text{eq.} \quad (5)$$

Considerando el mismo factor de proporcionalidad (a Santa Fe) y una fórmula similar a (2), pero para el Sector AFOLU, resulta que las emisiones provinciales estimadas de esta forma dan:

$$y_{AFOLU,Santa\ Fe}(2016) = y_{AFOLU,Nacional}(2016)*R_{SantaFe,Nacional} = 9,29 \text{ MTnCO}_2\text{eq.} \quad (6)$$

contra las 10,075 MTnCO₂eq calculadas en el presente trabajo.

• Análisis Sector Residuos

Por último en la Figura A.4 está representada la variación con los años, entre 2007 y 2014, de las emisiones nacionales de GEI del Sector Residuos, a nivel nacional.

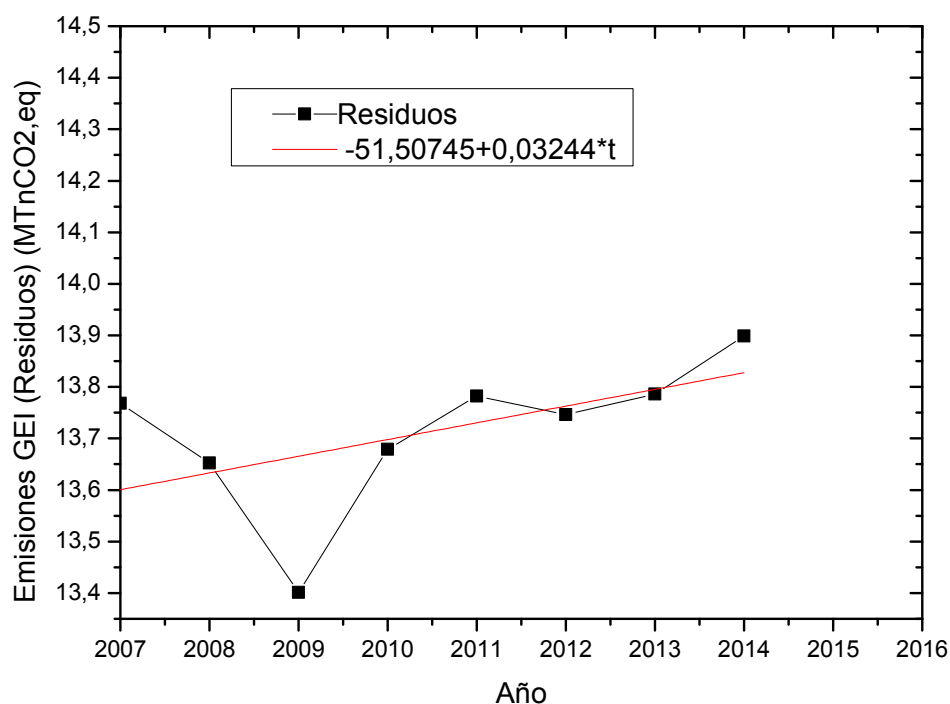




Figura A.4. Emisiones GEI del Sector Residuos a nivel nacional del periodo 2007 a 2014 (cuadrado negro y segmento negro) y recta de ajuste en dicho periodo (línea roja)

La recta de ajuste, muestra que la evolución de las emisiones nacionales fue con pendiente positiva en ese periodo, con un valor $P_{\text{Residuos}} = 0,03244 \text{ MTnCO}_2\text{eq/año}$.

A continuación se presenta la *Extrapolación al año 2016 de la recta con pendiente positiva de las Emisiones Nacionales de GEI del Sector Residuos*.

Reemplazando el año 2016 en la ecuación de la recta, resultan las emisiones nacionales extrapoladas al año 2016 para el Sector Residuos:

$$Y_{\text{Residuos,Nacional}} = -51,50745 + 0,03244*(2016) = 13,89 \text{ MTnCO}_2\text{eq.} \quad (7)$$

Considerando el mismo factor de proporcionalidad para Santa Fe y una fórmula similar a (2), pero para el Sector Residuos, resulta:

$$Y_{\text{Residuos,Santa Fe}}(2016) = y_{\text{Residuos,Nacional}}(2016)*R_{\text{Santa Fe,Nacional}} = 1,15 \text{ MTnCO}_2\text{eq.} \quad (8)$$

contra las 1,211 MTnCO₂eq estimadas en el presente trabajo.

En la tabla inferior se resumen estas comparaciones, donde la segunda columna corresponde a datos del presente Inventario y la tercera columna, a datos desagregados del Inventario Nacional 2014 para Santa Fe y extrapolados (de acuerdo a lo explicado), al año 2016.

Sector	Emisiones GEI de la Prov. de Santa Fe, año 2016 (MTnCO ₂ eq)	Emisiones GEI nacionales extrapoladas al año 2106 para la Prov. de Santa Fe (MTnCO ₂ eq)
Energía	11,537	16,58
ASOUS (Agricultura, Silvicultura y Otros usos del suelo)	10,075	9,29
Residuos	1,211	1,15



Industria	0,5795	1,39
Total	23,403	28,41

Anexo B. Datos del Sector Residuos

- ANEXO B.1. Relativo al Subsector Aguas residuales del Sector Residuos:

Sistema de descarga, fracción de población atendida

Censo 1991:

Provisión y procedencia del agua	Población en hogares particulares	Servicio sanitario											
		Tiene inodoro o retrete con descarga de agua										No tiene inodoro o retrete con descarga de agua	Desconocido
		De uso exclusivo del hogar con desagüe a:					De uso compartido con otro hogar con desagüe a:						
		Total	Red pública (cloaca)	Cámara séptica y pozo ciego	Sólo a pozo ciego	Ignorado	Total	Red pública (cloaca)	Cámara séptica y pozo ciego	Sólo a pozo ciego	Ignorado		
Total de población	2.776.388	2.276.862	750.139	893.445	555.815	77.463	84.581	14.663	25.560	39.895	4.463	363.200	51.745

Provisión y procedencia del agua para beber y cocinar	Población en hogares (1)	Tipo de desagüe: 1991			
		Inodoro con descarga de agua y desagüe a red pública	Inodoro con descarga de agua y desagüe a cámara séptica y pozo ciego	Inodoro con descarga de agua y desagüe a pozo ciego u hoyo, excavación en la tierra, etc.	Inodoro sin descarga de agua o sin inodoro
TOTAL	2.776.388	764.802	919.005	595.710	496.871
fracción	1,000	0,275	0,331	0,215	0,179



Fuente:

INDEC: censos Subsección: 1991; Jurisdicción: Santa Fe; Título de cuadro: Cuadro v6. Población en hogares particulares por servicio sanitario según provisión y procedencia del agua. Año 1991.

Link:

https://www.indec.gob.ar/censos_provinciales.asp?id_tema_1=2&id_tema_2=41&id_tema_3=136&p=82&d=999&t=0&s=0&c=1991

Censo 2001:

Provisión y procedencia del agua para beber y cocinar	Población en hogares (1)	Tipo de desagüe: 2001			
		Inodoro con descarga de agua y desagüe a red pública	Inodoro con descarga de agua y desagüe a cámara séptica y pozo ciego	Inodoro con descarga de agua y desagüe a pozo ciego u hoyo, excavación en la tierra, etc.	Inodoro sin descarga de agua o sin inodoro
Total	2.976.115	1.153.873	706.824	623.747	491.671
Fracción	1,000	0,388	0,237	0,210	0,165

Fuente:

INDEC: censos Subsección: 2001; Jurisdicción: Santa Fe; Título de cuadro: Santa Fe - Cuadro 4.6. Población en hogares por servicio sanitario según provisión y procedencia del agua para beber y cocinar. Año 2001



Link:

https://www.indec.gob.ar/censos_provinciales_2001.asp?id_tema_1=2&id_tema_2=41&id_tema_3=134&c=82&j=0&t=999&ce=2001

Censo 2010:

Provisión y procedencia del agua	Población en viviendas particulares	Tipo de desagüe: 2010				
		A red pública (cloaca)	A cámara séptica y pozo ciego	A pozo ciego	A hoyo, excavación en la tierra	Sin retrete
Total	3.165.670	1.452.424	716.250	913.074	29.439	54.483
Fracción	1,0000	0,4588	0,2263	0,2884	0,0265	

Fuente:

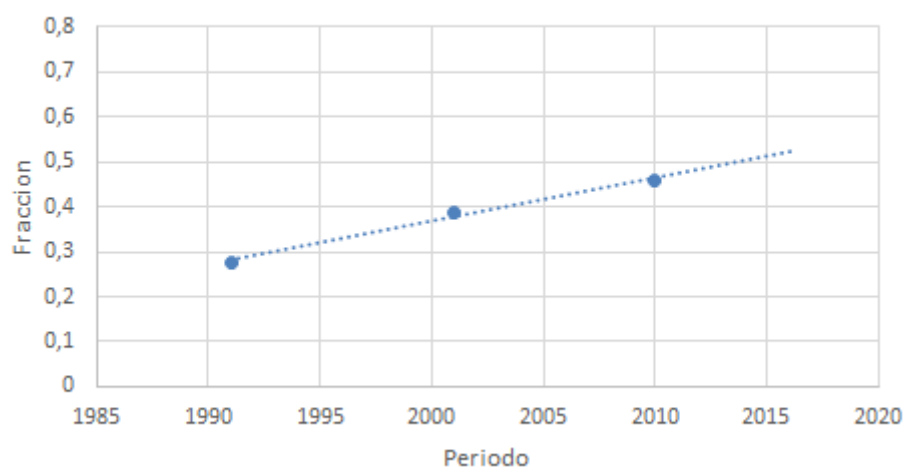
INDEC: censos Subsección: 2011; Jurisdicción: Santa Fe; Título de cuadro: Cuadro P39-P: Población en viviendas particulares por tipo de desagüe del inodoro, según provisión y procedencia del agua.

Link:

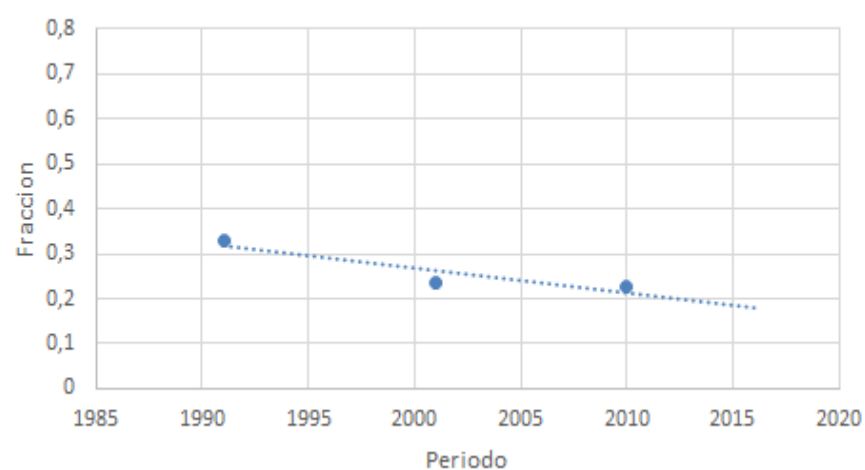
https://www.indec.gob.ar/censos_provinciales.asp?id_tema_1=2&id_tema_2=41&id_tema_3=135&p=82&d=999&t=0&s=0&c=2010

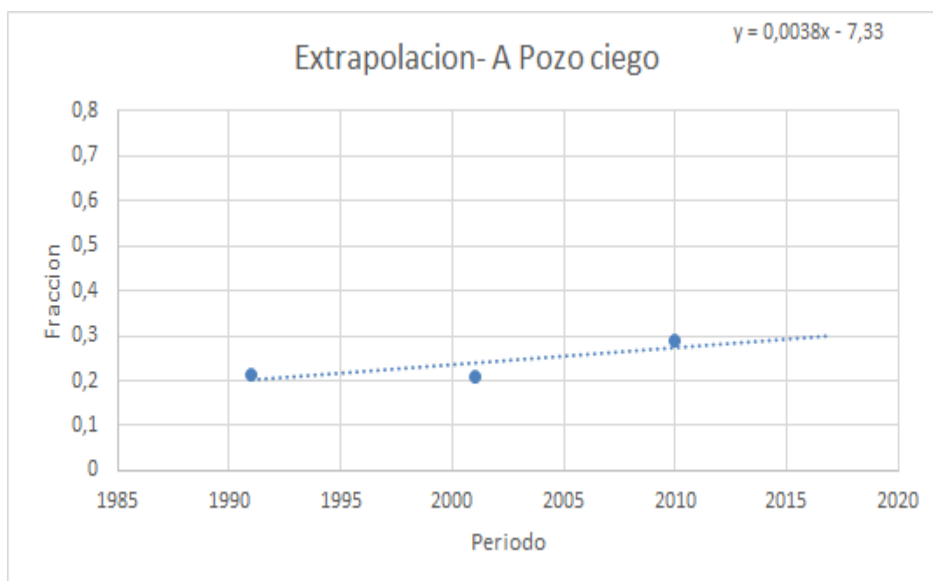
Extrapolación para año inventario 2016:

Extrapolacion - A red Publica $y = 0,0097x - 19,04$



Extrapolacion-Camara septica y pozo ciego $y = -0,0056x + 11,433$





Servicio Sanitario				
Periodo	A red publica	A cámara séptica y pozo ciego	A pozo ciego	sin descarga
1991	0,275	0,331	0,215	0,179
2001	0,388	0,237	0,21	0,165
2010	0,4588	0,2263	0,2884	0,0265
2016	0,515	0,143	0,3308	0,011

- **ANEXO B.2. Relativo al Subsector Aguas residuales del Sector Residuos:**

Sectores de Producción

✓ CARNE AVIAR

SENASA. Informes de cadena de valor- año 2016



Distribución TERRITORIAL de la producción					
● Producción primaria	Entre Ríos	42%	● Establecimientos industriales	Buenos Aires	47%
	Buenos Aires	32%		Entre Ríos	29%
	Santa Fe	6%		Santa Fe	12%
	Córdoba	5%		Córdoba	5%
	Resto	15%		Resto	7%

* Se considera a la UE como bloque

PRODUCCIÓN (2015)			
Stocks	Volumen	Variación 2015/14	Variación 2015/10
● Reproductores en cría (aves)	3,5 millones	0,8%	27,0%
● Reproductores en postura (aves)	5,6 millones	6,3%	36,0%
Producción			
● Faena (cabezas)	730 millones	0,1%	18,6%
● Producción (tn)	2 millones	1,8%	23,3%

Producción: 1.969.000 toneladas

Participación Santa fe: 6 %

Producción estimada año 2016 Santa Fe:

PRODUCCION CARNE AVIAR PERIODO 2016	Cantidad - toneladas
Producción nacional	1.969.000
Porcentaje producción Santa fe- %	6
Producción estimada Santa fe	118140

Fuente:

SENASA. Informes de Cadena de Valor-Julio 2016

Ministerio de Hacienda y Finanzas Públicas de la Nación.

https://www.economia.gob.ar/peconomica/docs/SSPE_Cadena_Vvalor_Aviar.pdf

✓ Producción pulpa – papel

Los Informes Productivos Provinciales involucran un análisis de las principales cadenas de cada jurisdicción, tanto agroalimentarios, agroindustriales como manufactureros y de servicios. Cuentan con un esquema de las etapas productivas, una descripción de su configuración territorial con la cartografía correspondiente, el análisis de las principales variables económicas y de las políticas públicas identificadas para cada cadena productiva. Además, se pueden descargar las series de datos con las principales variables socioeconómicas de las provincias

Para Provincia de Santa Fe, el último informe que se encuentra disponible es el correspondiente a Noviembre 2017.

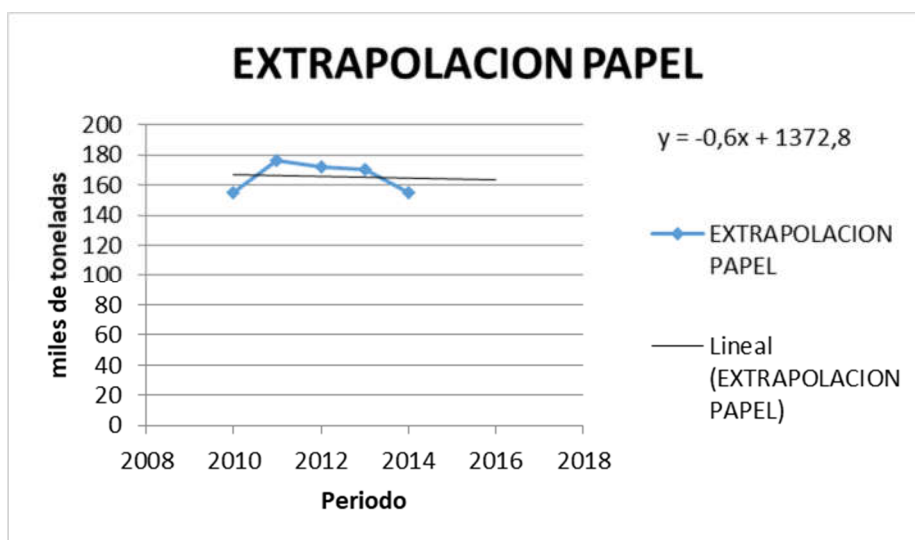
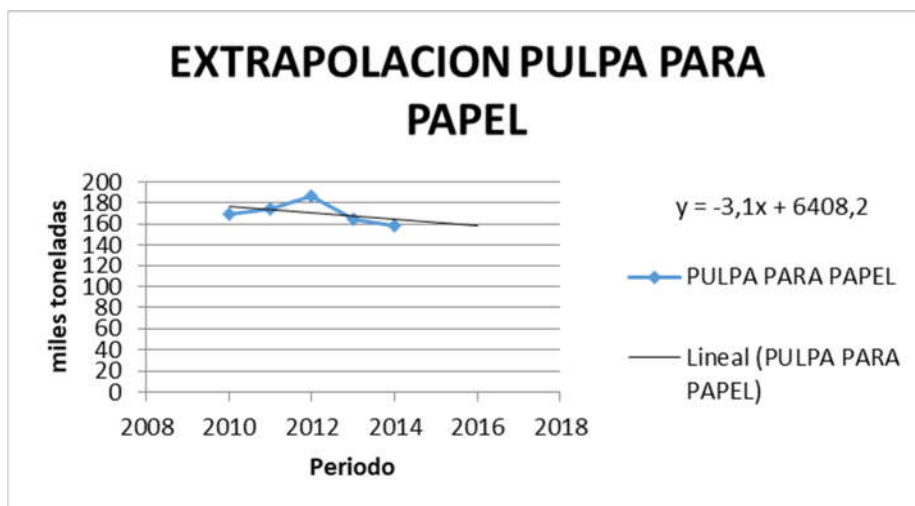
Indicadores de producción

Cuadro 11: Indicadores de producción. Años 2006-2016

Producto	UM	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	Participación en el total nacional (en %) (*)	Fuente
Stock bovino	miles de cab.	s.d.	s.d.	7.318	6.913	6.033	5.787	6.360	6.635	6.567	6.392	6.231	11,8	SENASA
Faena bovina	miles de cab.	2.277	2.599	2.464	2.684	2.044	1.868	1.802	1.856	1.964	1.973	s.d.	16,8	MinAgro
Girasol	miles de tn	321	302	477	184	132	294	302	294	245	238	217	7,2	MinAgro
Soja	miles de tn	10.275	11.296	11.480	8.083	10.433	9.741	8.177	10.509	9.959	11.804	8.317	14,1	MinAgro
Arroz	miles de tn	115	102	135	164	181	213	250	210	238	218	203	14,4	MinAgro
Trigo	miles de tn	1.847	1.996	2.654	520	994	1.827	1.534	1.369	1.333	2.519	1.872	16,6	MinAgro
Maíz	miles de tn	1.985	2.635	2.539	1.602	4.006	3.657	3.831	5.464	3.708	4.370	3.942	9,9	MinAgro
Sorgo	miles de tn	539	737	577	334	837	744	652	724	536	500	405	13,4	MinAgro
Leche	millones de litros	2.819	s.d.	s.d.	s.d.	2.575	2.929	2.992	3.023	2.907	2.932	2.425	24,5	Dpto. Lechería Santa Fe/ MinAgro
Molienda de trigo	miles de tn	629	709	697	683	761	728	722	620	663	709	660	11,4	Fed. Arg. de la Ind. Molinera
Aceite de girasol	miles de tn	530	371	577	369	209	431	480	358	256	279	351	31,0	MinAgro
Aceite de soja	miles de tn	5.436	6.241	5.525	5.256	6.047	6.197	5.354	5.501	6.040	6.870	7.592	87,6	MinAgro
Pasta para papel	miles de tn	112	138	310	170	170	174	187	165	159	s.d.	s.d.	19,5	MinAgro
Papel	miles de tn	188	165	309	153	55	176	172	170	155	s.d.	s.d.	12,7	MinAgro
Refinación Petróleo	miles de m ³	1.884	2.715	2.497	1.631	1.901	1.584	1.665	1.593	1.508	1.418	1.215	4,1	MinEM
Ocupación hotelera (**)	miles de pernотaciones	s.d.	1.118	1.069	865	985	1.085	1.112	1.059	1.118	1.064	1.153	3,1	INDEC

Debido a que las categorías de interés se encuentran los datos históricos hasta el año 2014, y el inventario es año 2016, se utilizara una extrapolación para estimar la producción para dicho año de inventario.

<https://www.argentina.gob.ar/hacienda/politicaeconomica/microeconomica/productivosprovinciales>



PRODUCCION PULPA-PAPEL	Cantidad en miles de toneladas	
Periodo	CANTIDAD PULPA PARA PAPEL	PAPEL
2006	112	188
2007	118	165



2009	170	153
2010	170	155
2011	174	176
2012	187	172
2013	165	170
2014	159	155
Extrapolación		
2016	158,4	162,4
TOTAL	320,8	

Fuente:

Ministerio de Hacienda de la Nación.

Informes productivos provinciales:

<https://www.argentina.gob.ar/hacienda/politicaeconomica/microeconomica/productivosprovinciales>

Informe Santa fe – noviembre 2017:

https://www.economia.gob.ar/peconomica/dnper/fichas_provinciales/SSPMicro-Informes_Productivos_Provinciales-Santa_Fe.pdf

✓ Lácteos

Producto	UM	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	Participación en el total nacional (en %) (*)	Fuente
Stock bovino	miles de cab.	s.d.	s.d.	7.318	6.913	6.033	5.787	6.360	6.635	6.567	6.392	6.231	11,8	SENASA
Faena bovina	miles de cab.	2.277	2.599	2.464	2.684	2.044	1.868	1.802	1.856	1.964	1.973	s.d.	16,8	MinAgro
Girasol	miles de tn	321	302	477	184	132	294	302	294	245	238	217	7,2	MinAgro
Soja	miles de tn	10.275	11.296	11.480	8.083	10.433	9.741	8.177	10.509	9.959	11.804	8.317	14,1	MinAgro
Arroz	miles de tn	115	102	135	164	181	213	250	210	238	218	203	14,4	MinAgro
Trigo	miles de tn	1.847	1.996	2.654	520	994	1.827	1.534	1.369	1.333	2.519	1.872	16,6	MinAgro
Maíz	miles de tn	1.985	2.635	2.539	1.602	4.006	3.657	3.831	5.464	3.708	4.370	3.942	9,9	MinAgro
Sorgo	miles de tn	539	737	577	334	837	744	652	724	536	500	405	13,4	MinAgro
Leche	millones de litros	2.819	s.d.	s.d.	s.d.	2.575	2.929	2.992	3.023	2.907	2.932	2.425	24,5	Dpto. Lechería Santa Fe/MinAgro
Molienda de trigo	miles de tn	629	709	697	683	761	728	722	620	663	709	660	11,4	Fed. Arg. de la Ind. Molinera
Aceite de girasol	miles de tn	530	371	577	369	209	431	480	358	256	279	351	31,0	MinAgro
Aceite de soja	miles de tn	5.436	6.241	5.525	5.256	6.047	6.197	5.354	5.501	6.040	6.870	7.592	87,6	MinAgro
Pasta para papel	miles de tn	112	138	310	170	170	174	187	165	159	s.d.	s.d.	19,5	MinAgro
Papel	miles de tn	188	165	309	153	55	176	172	170	155	s.d.	s.d.	12,7	MinAgro
Refinación Petróleo	miles de m ³	1.884	2.715	2.497	1.631	1.901	1.584	1.665	1.593	1.508	1.418	1.215	4,1	MinEM
Ocupación hotelera (**)	miles de pernотaciones	s.d.	1.118	1.069	865	985	1.085	1.112	1.059	1.118	1.064	1.153	3,1	INDEC

Cantidad: 2.425 millones de litros en el año 2016.

Según el Código Alimentario Argentino, la densidad de la leche se encuentra entre 1.028 y 1.035 kg/m³.

Considerando una densidad promedio de 1.0315, la cantidad de leche en toneladas corresponde a = 2501387.5 toneladas/año 2016

Fuente:

Ministerio de Hacienda de la Nación

Informes de productivos provinciales.

https://www.economia.gob.ar/peconomica/dnper/fichas_provinciales/SSPMicro-Informes_Productivos_Provinciales-Santa_Fe.pdf

✓ Refinería de petróleo

Producto	UM	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	Participación en el total nacional (en %) (*)	Fuente
Stock bovino	miles de cab.	s.d.	s.d.	7.318	6.913	6.033	5.787	6.360	6.635	6.567	6.392	6.231	11,8	SENASA
Faena bovina	miles de cab.	2.277	2.599	2.464	2.684	2.044	1.868	1.802	1.856	1.964	1.973	s.d.	16,8	MinAgro
Girasol	miles de tn	321	302	477	184	132	294	302	294	245	238	217	7,2	MinAgro
Soja	miles de tn	10.275	11.296	11.480	8.083	10.433	9.741	8.177	10.509	9.959	11.804	8.317	14,1	MinAgro
Arroz	miles de tn	115	102	135	164	181	213	250	210	238	218	203	14,4	MinAgro
Trigo	miles de tn	1.847	1.996	2.654	520	994	1.827	1.534	1.369	1.333	2.519	1.872	16,6	MinAgro
Maíz	miles de tn	1.985	2.635	2.539	1.602	4.006	3.657	3.831	5.464	3.708	4.370	3.942	9,9	MinAgro
Sorgo	miles de tn	539	737	577	334	837	744	652	724	536	500	405	13,4	MinAgro
Leche	millones de litros	2.819	s.d.	s.d.	s.d.	2.575	2.929	2.992	3.023	2.907	2.932	2.425	24,5	Dpto. Lechería Santa Fe/ MinAgro
Molienda de trigo	miles de tn	629	709	697	663	761	728	722	620	663	709	660	11,4	Fed. Arg. de la Ind. Molinera
Aceite de girasol	miles de tn	530	371	577	369	209	431	480	358	256	279	351	31,0	MinAgro
Aceite de soja	miles de tn	5.436	6.241	5.525	5.256	6.047	6.197	5.354	5.501	6.040	6.870	7.592	87,6	MinAgro
Pasta para papel	miles de tn	112	138	310	170	170	174	187	165	159	s.d.	s.d.	19,5	MinAgro
Papel	miles de tn	188	165	309	153	55	176	172	170	155	s.d.	s.d.	12,7	MinAgro
Refinación Petróleo	miles de m ³	1.884	2.715	2.497	1.631	1.901	1.584	1.665	1.593	1.508	1.418	1.215	4,1	MinEM
Ocupación hotelera (**)	miles de pernoctaciones	s.d.	1.118	1.069	865	985	1.085	1.112	1.059	1.118	1.064	1.153	3,1	INDEC

Debido a la gran cantidad de productos que se pueden generar a partir del petróleo, se utilizara una densidad promedio. Su peso específico es influenciado por factores físicos y por la composición química del crudo. 0.75-0.95 Kgr./lt. Aumenta con el porcentaje de asfalto.

Densidad promedio: 850 Kg/m³

Cantidad volumétrica: 1215 m³

Cantidad peso: 1033 toneladas

✓ Frutas y verduras

La frutihorticultura participa del Producto Bruto Agrícola provincial con un 10,46% y el 8% de la superficie de la provincia de Santa Fe se encuentra cultivada con frutas y hortalizas, produciendo se aproximadamente unas 265.000 tn/año

✓ Cervezas:

Debido a la gran variedad de datos tanto de cervezas industriales, como artesanales, se utilizara para estimar la cantidad de producción, el consumo per cápita, debido a que la provincia posee varios establecimientos para producción de cerveza, no se considerara la producción de malta y cebada debido a no ser producidas en la provincia.

El dato de consumo per cápita fue extraído de la cámara de cerveceros de Argentina.

ESTIMACION PRODUCCION CERVEZA		
CERVEZA	CANTIDAD	UNIDAD
Total Censo estimado 2016	3.384.710	habitantes
Consumo per cápita por año	42	lt
	0,042	m3
Producción volumétrica	142157,82	m3
Densidad promedio cerveza	1050	Kg/m3
Producción toneladas	149266	tn

Fuente:

Cámara de cerveceros Argentina

<http://www.cervecerosargentinos.org/>



Consideraciones generales sobre el Inventario 2016 de gases de efecto invernadero de la Provincia de Santa Fe

-Control de calidad

Se han realizado internamente un gran número de verificaciones y control de los diferentes cálculos y resultados obtenidos en cada Sector y en los Subsectores correspondientes. Se han efectuado también Evaluaciones externas de temas particulares y una Evaluación externa de todo el Informe y su correspondiente Resumen Ejecutivo.

-Instituciones y organismos aportantes de datos

En este primer Inventario de gases de efecto invernadero, una de las mayores dificultades fue la obtención de datos, lo cual llevó un tiempo excepcionalmente largo, generalmente debido a que los Responsables de aportarlos, pertenecientes a instituciones y organismos públicos y privados, no estaban preparados para la provisión de datos, en algunos casos muy específicos y no fácilmente accesibles o simplemente no disponibles. En consecuencia, los ítems que faltan en el Índice no se han incluido por falta o deficiencia en los datos.

-Base de datos

Las planillas de cálculo y los datos obtenidos son guardados tanto por la Secretaría de Energía de la Provincia de Santa Fe, como por el Laboratorio de Eficiencia Energética, Sustentabilidad y Cambio Climático, Instituto de Mecánica Aplicada y Estructuras, Facultad de Ciencias Exactas, Ingeniería y Agrimensura, Universidad Nacional de Rosario.

Rosario, 08 de Agosto de 2019

Informe realizado en el Laboratorio de Eficiencia Energética, Sustentabilidad y Cambio Climático (LESyC), IMAE, FCEIA, UNR
lesyc.imae@gmail.com



