

# INVENTARIO DE EMISIONES DE GASES EFECTO INVERNADERO

ROSARIO - ARGENTINA  
2021 -2022

Bajo Protocolo GPC -  
Actualización noviembre 2023



Municipalidad  
de Rosario

## Índice

|  |           |
|--|-----------|
| <b>I. Introducción</b>   | <b>3</b>  |
| Sistema de monitoreo del PLAC                                      | 5         |
| <b>II. Límite del Inventario</b>                                   | <b>6</b>  |
| Período de tiempo – Definición temporal del estudio                | 6         |
| <b>III. Nivel de reporte</b>                                       | <b>7</b>  |
| <b>IV. Sectores y subsectores</b>                                  | <b>8</b>  |
| <b>V. Alcances</b>   | <b>9</b>  |
| <b>VI. Claves de notación</b>                                      | <b>10</b> |
| <b>VII. Metodologías de recolección y preparación de los datos</b> | <b>11</b> |
| Fuente de información  | 11        |
| Potenciales de calentamiento global (PCG) de GEI utilizados        | 13        |
| <b>VIII. Resultados</b>  | <b>14</b> |
| Resultados año 2021  | 14        |
| Resultados año 2022  | 16        |
| Tendencia  | 18        |
| <b>IX. Resultados parciales por sector</b>                         | <b>21</b> |
| Sector Energía Estacionaria  | 21        |
| Datos de actividad   | 22        |
| Factores de Emisión  | 24        |
| Sector Transporte  | 26        |
| Datos de actividad   | 28        |
| Factores de Emisión  | 30        |
| Sector Residuos  | 32        |
| Datos de actividad   | 34        |
| Factores de Emisión y Metodología                                  | 34        |
| Sector Procesos Industriales y Uso de Productos                    | 37        |
| Sector Agricultura, Silvicultura y cambio de uso de suelo          | 37        |
| Ganadería  | 39        |
| Suelo  | 40        |
| Otras fuentes agregadas  | 46        |
| <b>Conclusión</b>  | <b>51</b> |
| <b>Glosario</b>  | <b>53</b> |
| <b>Anexo I</b>   | <b>54</b> |
| <b>Autoridades, sistematización y elaboración de reporte</b>       | <b>57</b> |
| <b>Agradecimientos</b>   | <b>57</b> |

# I. Introducción

El inventario de gases de efecto invernadero (GEI) de una ciudad es un reporte que contabiliza las emisiones de estos gases liberados a la atmósfera, tanto dentro como fuera de los límites de la misma, como consecuencia de la actividad humana que ocurre dentro de los bordes de la localidad, durante un período de tiempo determinado, en general un año calendario.

El inventario es una herramienta para la gestión climática, ya que brinda información de los sectores, subsectores, fuentes y actividades responsables de las mismas, que constituyen un insumo fundamental para definir estrategias, políticas y planes de acción climática y evaluar el progreso de las mismas a lo largo del tiempo.

El proceso de elaboración de los inventarios de GEI a partir del año 2016 (tomando como base el año 2014) y siguientes inventarios, se ha ido profundizando desde la Secretaría de Ambiente y Espacio Público, y bajo la responsabilidad de la Dirección General de Acción Climática y Calidad Ambiental, y la Subsecretaría de Cambio Climático y Transición Ecológica Justa<sup>1</sup>. Cabe señalar que en aquel momento, para la confección del inventario se firmó una carta con tres universidades, de las cuales participaron a través de representantes de la Universidad Nacional de Rosario (UNR), la Universidad Católica Argentina (UCA – Campus Rosario) y la Universidad Tecnológica Nacional (UTN) - Facultad Regional Rosario, junto con una consultora del sector privado. Al presente, se cuenta con la asistencia técnica de la Red Argentina de Municipios frente al Cambio Climático (RAMCC)<sup>2</sup>.

El trabajo en conjunto se llevó adelante en base a la metodología del Protocolo Global para Inventarios de Emisión de Gases de Efecto Invernadero a Escala Comunitaria (*Global Protocol for Community-Scale Greenhouse Gas Emission Inventories*, GPC), el cual ofrece a las ciudades y los gobiernos locales un marco sólido, transparente y globalmente aceptado para sistemáticamente identificar, calcular y reportar sobre los gases de efecto invernadero en las ciudades. Este GPC fue desarrollado por el *World Resources Institute* (WRI), *C40 Cities Climate Leadership Group* (C40), y por el ICLEI - *Local Governments for Sustainability*, y oficialmente lanzado en diciembre de 2014 en la COP20 de Lima. Se basa en los principios de relevancia, completitud, consistencia, transparencia y precisión, a los cuales se les adiciona el concepto fundamental de "comparación" (por el término *comparability*, en inglés), que refiere a la posibilidad de comparar el inventario y cada uno de los componentes (sectores, subsectores, emisiones de los diferentes GEIs, entre otros) con inventarios de ciudades desarrollados en otras partes del mundo.

Estas actuaciones marcaron el punto de partida para la orientación de las acciones y medidas de mitigación de las emisiones de gases de efecto invernadero del Plan Local de Acción Climática Rosario 2030 (PLAC), presentado en el año 2020. El plan surge como un instrumento que identifica, evalúa, prioriza y define las medidas de adaptación y mitigación, contiene metas y compromisos de reducción de emisiones, y del aumento de la resiliencia orientando así el desarrollo sustentable de Rosario hacia un modelo bajo en carbono. En el año 2022 se realizó una revisión de los ejes, directrices, metas, iniciativas, medidas y acciones que componen el PLAC, conforme a la información actualizada y a la que brindaron otras áreas municipales e instituciones públicas y privadas. Asimismo, se revisó el inventario a fin de poner al día los datos y metas de acuerdo con la Contribución Determinada Nacional (NDC, por su siglas en inglés), bajo el Acuerdo de París, y el Plan Nacional de Adaptación y Mitigación al Cambio Climático 2030, y se reestructuraron la composición de los ejes, conforme a la estructura metodológica del PLAC, se sumaron priorización de las acciones, indicadores y metas<sup>3</sup>.

---

<sup>1</sup> La nueva denominación de la subsecretaría en el año 2022, evidencia que el cambio climático es un tópico transversal y sistémico que afecta la agenda ambiental y climática en la ciudad.

<sup>2</sup> <https://www.ramcc.net/>

<sup>3</sup> La priorización de las acciones se realizó bajo una serie de criterios que incluía: la factibilidad de su

En este contexto, es importante destacar que la ciudad está adherida al *Compact of Mayors* (CoM), o Compromiso de Alcaldes, en español. En la actualidad, se le conoce a este compromiso como el Pacto Mundial de Alcaldes por el Clima y la Energía ("*Global Covenant of Mayors for Climate & Energy*"), iniciativa que busca trabajar en cooperación entre las ciudades para afrontar el desafío del cambio climático a fin de reducir sus impactos y facilitando el acceso a energías sostenibles y asequibles. Dicha adhesión contempla algunos requerimientos bajo estándares internacionales, los cuales se agrupan en cuatro fases: compromiso, medición, definición de objetivos del plan de acción. En ese sentido, Rosario ha ido desarrollando un rol proactivo respecto a la mitigación y puesta en marcha de medidas y políticas, que incorporan progresivamente la dimensión climática, elaborando los inventarios de gases de efecto invernadero, formulando el plan local de acción climática, etc.

A continuación se presenta la siguiente ilustración donde se grafican las distintas fases del compromiso:



Ilustración 1: Fases del Compromiso de Alcaldes

La Municipalidad de Rosario asumió entonces, entre otros desafíos, el compromiso de realizar sus inventarios con el nivel Básico del Protocolo Global para inventarios de gases de efecto invernadero a escala de comunidad (*Global Protocol for Community - Scale Greenhouse Gas Emission Inventories - GPC*)<sup>4</sup>. Todas las metodologías utilizadas para la actualización de los inventarios de GEI de la ciudad son consistentes con las directrices del IPCC (Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático) del año 2013, y los inventarios nacionales.

A partir del año 2018, el gobierno municipal logró que la ciudad ingrese en la Plataforma CDP - *Carbon Disclosure Project*<sup>5</sup>, organización internacional que opera un sistema global de información ambiental para inversores, empresas, ciudades, estados y regiones. En este escenario, Rosario ha recibido la puntuación A, la calificación más alta para la acción climática, por la respuesta de 2021. Para ello, es necesario disponer de un inventario de emisiones de carbono, y divulgar un conjunto de actuaciones, intervenciones, proyecciones y datos ambientales comunicados en la Plataforma Unificada de Reporte CDP-ICLEI<sup>6</sup>. Este listado, fue diseñado para estimular la acción climática y la implementación de medidas de mitigación y adaptación.

En este marco, tanto la presentación de Rosario en este reporte ambiental como la actualización del inventario responden a un proceso de mejora continua de estos informes, de la calidad en la información y la verificación de los datos obtenidos.

Igualmente, el inventario actualizado fue presentado y compartido con los diversos espacios de

---

concreción, la información disponible y la competencia municipal para su liderazgo.

<sup>4</sup> <https://ghgprotocol.org/>

<sup>5</sup> <https://www.cdp.net/es/>

<sup>6</sup> <https://www.cdp.net/en/cities/cities-scores>

gobernanza que desde el año 2022 están funcionando y que acompañan la sustentabilidad del proceso de planificación e implementación de la acción climática. A través de la gobernanza climática y la conformación del Gabinete Local de Cambio Climático (formado por el Intendente Municipal y las autoridades de las áreas del ejecutivo municipal) y el Gabinete Técnico de Cambio Climático (espacio representado por técnicos de las diferentes secretarías del Municipio), y el Comité Asesor frente al Cambio Climático (constituido por organismos e instituciones de carácter público y privado que demuestran interés en los asuntos ambientales, con experiencia y trayectoria probada en temas climáticos) para la asistencia y asesoramiento al poder ejecutivo municipal para el cumplimiento de las metas del PLAC.

## **Sistema de monitoreo del PLAC**

Es una herramienta de comunicación, seguimiento y transparencia de las políticas climáticas. A partir de la reestructuración de los ejes y priorización de acciones del PLAC en el año 2023, se elaboraron fichas de monitoreo y seguimiento. Cada ficha contiene el eje y directriz sectorial que pertenece, la meta al año 2030 asociadas a las acciones en marcha, con una breve descripción que explica cada acción, un indicador de seguimiento que refleja el estado de avance de la meta propuesta, entre otros<sup>7</sup>. En los casos de los ejes de mitigación, las fichas contienen el impacto en la reducción de emisiones, cuantitativamente y de cuántas se van a reducir al año 2030. En ese sentido, y con el fin de priorizar las acciones de mitigación a trabajar en corto plazo, se desarrolló la cuantificación de las reducciones de emisiones mencionado, y se incluyeron a su vez, consideraciones sobre su impacto en el inventario, en cuanto a las competencias municipales y la posibilidad de concreción de dicha acción, ya sea en el caso de que se encuentre en marcha o si existen otras propuestas similares. Se trata de favorecer un proceso de transparencia de la acción hacia el desarrollo de un Sistema de Medición, Reporte y Verificación (MRV).

---

<sup>7</sup> <https://www.rosario.gob.ar/inicio/sistema-de-monitoreo-del-plan-local-de-accion-climatica>

## II. Límite del Inventario

Para la elaboración de un inventario de gases de efecto invernadero se debe definir en primer lugar el límite del reporte, identificando los siguientes aspectos: Área geográfica, período de tiempo, gases de efecto invernadero y fuentes de emisión cubiertas por el inventario.

### Período de tiempo – Definición temporal del estudio

El presente documento contempla el cálculo de las emisiones de gas de efecto invernadero para los años 2021 y 2022. Este nuevo informe se desarrolló considerando las emisiones producto de las actividades en este territorio durante dos años calendario, las cuales fueron estudiadas por separado, y corresponde al año calendario que abarca del 01/01/2021 al 31/12/2021, y el período que comprende del 01/01/2022 al 31/12/2022.

Es importante señalar que la ciudad de Rosario está ubicada en la zona sur de la provincia de Santa Fe, República Argentina, y se encuentra en una posición geoestratégica en relación al Mercosur, en el extremo sur del continente americano. Es cabecera del Departamento homónimo, es el centro del Área Metropolitana Rosario y se sitúa a 300 km de la ciudad de Buenos Aires.

| Límite del inventario | Información de la ciudad   |
|-----------------------|--|
| Nombre de la ciudad   | Rosario  |
| País                  | Argentina  |
| Año del inventario    | 2021<br>2022   |
| Límite geográfico     | <ul style="list-style-type: none"><li>• <b>Este:</b> Río Paraná</li><li>• <b>Norte:</b> Las localidades de Granadero Baigorria e Ibarlucea</li><li>• <b>Oeste:</b> Las localidades de Funes y Pérez</li><li>• <b>Sur:</b> Las localidades de Soldini, Piñeiro y Villa Gobernador Gálvez.</li></ul> |
| Área (Km2)            | 178,69<br>120,37 (superficie urbanizada)   |
| Población residente   | 1.009.037<br>52,5% Mujeres<br>47,5% Hombres  |
| PBI                   | 13.906.649.497 U\$D  |
| Clima                 | Templado pampeano  |
| Otra información      | <ul style="list-style-type: none"><li>• <b>Latitud:</b> Paralelo 32° 52' 18" Sur y 33° 02' 22" Sur.</li><li>• <b>Longitud:</b> Meridiano 60° 36' 44" Oeste y 60° 47' 46" Oeste.</li><li>• <b>Altitud</b> sobre el nivel del mar: Oscila entre los 22,5 y 24,6.</li></ul>                           |

Tabla 1: Límite Inventario Fuente: Elaboración propia en base a datos de la Municipalidad de Rosario, año 2023.

### III. Nivel de reporte

Para los años 2021 y 2022 se ha avanzado en el nivel de reporte con respecto a los años anteriores, a fin de pasar del nivel BASIC a BASIC+. Resulta clave esta mejora que ha sido significativa para el inventario actual, ya que permite aumentar la cuantificación de las emisiones y absorciones de GEI de sectores y actividades que se han incluido en este reporte, hasta ascender al nivel BASIC+. Este ejercicio técnico integra a los sectores denominados AFOLU (siglas en inglés) originadas por las actividades y prácticas de la Agricultura, Ganadería, Forestación y otros Usos de suelo, y aquellas emisiones provocadas por los procesos industriales y del uso de productos *Industrial Processes and Product Use* (IPPU, siglas en inglés).

Las fuentes de emisión y alcances incluidas en los totales de BÁSICO corresponden a:

- Todas las emisiones de alcance 1 de fuentes de Energía estacionaria (excluyendo la producción de energía suministrada a la red, que deben reportarse en el total de alcance 1).
- Todas las emisiones de alcance 1 provenientes de fuentes de Transporte.
- Todas las emisiones de alcance 1 provenientes de fuentes de Residuos (excluidas las emisiones provenientes de residuos importados, que deben reportarse en el total de alcance 1).
- Todas las emisiones de alcance 2 provenientes de fuentes de Energía estacionaria y Transporte.
- Emisiones de alcance 3 provenientes del tratamiento de los residuos exportados.

En cuanto a los totales de BÁSICO+, incluyen todas las fuentes de BÁSICO, y además:

- Todas las emisiones de alcance 1 provenientes de IPPU.
- Todas las emisiones de alcance 1 provenientes de AFOLU.
- Emisiones de alcance 3 provenientes de fuentes de Energía estacionaria (solo las pérdidas de transmisión y distribución), y provenientes de Transporte.

## IV. Sectores y subsectores

De acuerdo al nivel de reporte seleccionado se aplicó el Protocolo Global de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero para la Escala Local (GPC), siendo los sectores y subsectores a tener en cuenta a la hora de recopilar información, los que se presentan en la siguiente tabla:

| Sector                      | Subsector   |
|-----------------------------|---|
| <b>Energía estacionaria</b> | Edificios residenciales   |
|                             | Edificios e instalaciones comerciales e institucionales   |
|                             | Industrias de manufactura y construcción  |
|                             | Industrias de energía   |
|                             | Actividades de agricultura, silvicultura y pesca  |
| <b>Transporte</b>           | Fuentes no especificadas  |
|                             | Transporte en carretera   |
|                             | Ferrocarriles   |
|                             | Navegación  |
|                             | Aviación  |
| <b>Residuos</b>             | Transporte fuera de carretera   |
|                             | Disposición de residuos sólidos   |
|                             | Tratamiento biológico de residuos   |
|                             | Tratamiento de Residuos Peligrosos y Patológicos  |
| <b>IPPU</b>                 | Tratamiento y descarga de aguas residuales  |
|                             | Emisiones dentro de los límites del municipio de los procesos industriales.   |
| <b>AFOLU</b>                | Emisiones dentro de los límites del municipio del uso de productos.   |
|                             | Emisiones de ganadería dentro de los límites del municipio  |
|                             | Emisiones del uso del suelo dentro de los límites del municipio   |
|                             | Emisiones de fuentes agregadas y fuentes de emisión no CO <sub>2</sub> en la tierra dentro de los límites del municipio |

Tabla 2: Sectores y subsectores utilizados en el presente informe. Fuente: Protocolo Global para Inventarios de Emisión de Gases de Efecto Invernadero a Escala Comunitaria.



## V. Alcances

Las actividades que se producen dentro y fuera de los límites de una ciudad pueden generar emisiones de GEI. El GPC reúne las emisiones en tres categorías en función del lugar donde ocurren: emisiones de alcance 1, alcance 2 o alcance 3. Las definiciones de dichos alcances son las siguientes:

**Alcance 1.** Emisiones de GEI provenientes de fuentes situadas dentro de los límites de la ciudad.

**Alcance 2.** Emisiones de GEI que se producen como consecuencia de la utilización de energía, calor, vapor y/o enfriamiento suministrados en red dentro de los límites de la ciudad.

**Alcance 3.** El resto de las emisiones de GEI que se producen fuera de los límites de la ciudad, como resultado de las actividades que tienen lugar dentro de los límites de la ciudad.

A continuación, la figura 2 ilustra cuáles son las fuentes de emisión que ocurren dentro y fuera de los límites geográficos determinados en el inventario, y cuáles pueden producirse a lo largo del límite geográfico:

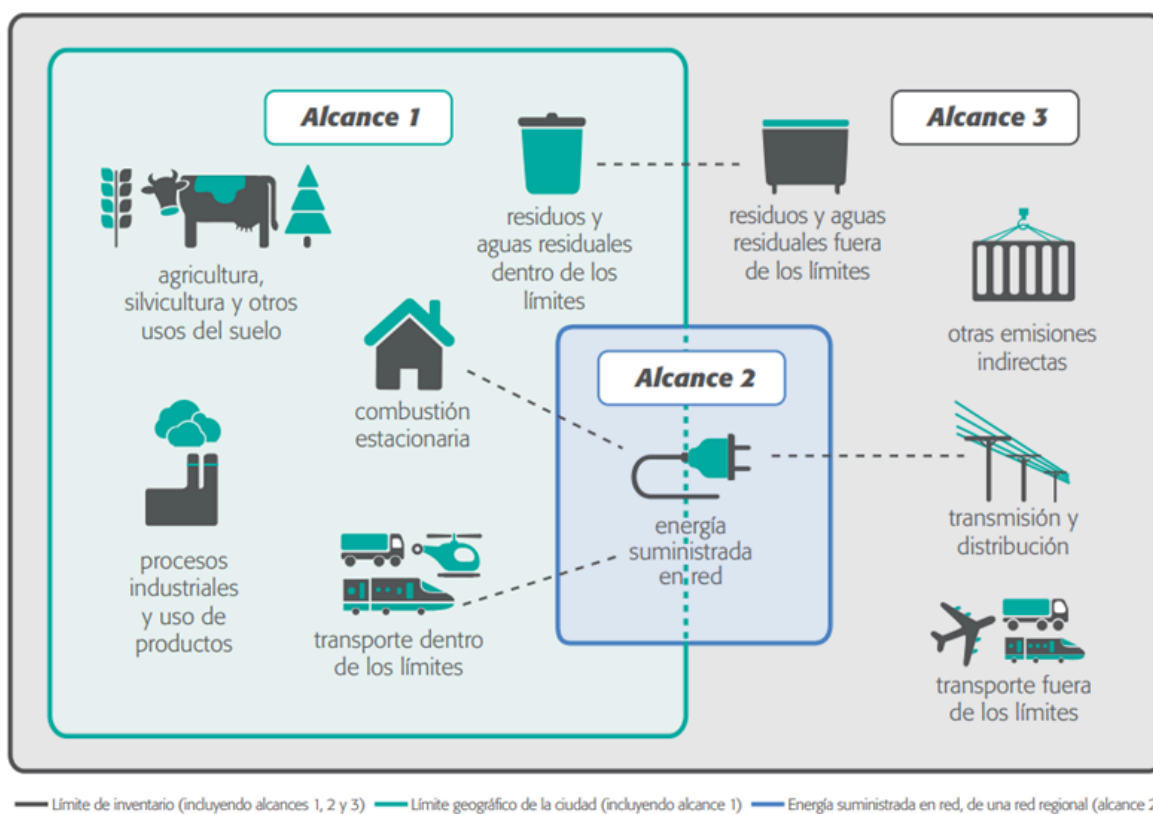


Figura 1: Actividades según sus Alcances. Fuente: Protocolo Global para Inventarios de Emisión de Gases de Efecto Invernadero a Escala Comunitaria.

## VI. Claves de notación

La recolección de datos es una etapa primordial en el desarrollo del inventario de GEI. Los datos pueden provenir de una variedad de fuentes y variar, asimismo, en cuanto a la calidad, el formato, y la completitud. Con este escenario de base, es posible que existan casos donde los datos no se encuentren disponibles, o estén ausentes o incompletos. Para ello, se usan las claves de notación, ya que se hace necesario la adaptación de dichos datos para los propósitos del informe.

La utilización de las claves de notación permite ajustar estas limitaciones que suelen presentarse en el proceso de recolección de datos para el informe del GPC, siguiendo así las recomendaciones de las guías del IPCC. Cuando las claves de notación son usadas, las ciudades deben incluir una explicación que justifique exclusiones<sup>8</sup> o inclusiones parciales.

En la tabla 3 se presenta la definición para las claves de notación utilizadas en el presente inventario, sobre el origen de la información:

| Clave de Notación | Definición  | Explicación   |
|-------------------|---|---|
| <b>IE</b>         | <i>Included elsewhere</i><br>Incluido en otra parte | Las emisiones de GEI de esta actividad están estimadas y presentadas en otra categoría del inventario. Esa categoría debe ser especificada en la explicación. |
| <b>NE</b>         | <i>Not estimated</i><br>No estimado                 | Las emisiones ocurren pero no han sido estimadas o reportadas; es necesario dar una justificación por la exclusión.   |
| <b>NO</b>         | <i>Not occurring</i><br>No ocurren                  | Una actividad o proceso que no ocurre o existe dentro de la ciudad.   |
| <b>C</b>          | <i>Confidential</i><br>Confidencial                 | Emisiones de GEI que pueden resultar en la divulgación de información confidencial y no pueden ser reportadas.  |

Tabla 3: Definición de las claves de notación. Fuente: Protocolo Global para Inventarios de Emisión de Gases de Efecto Invernadero a Escala Comunitaria.

<sup>8</sup> Las claves de notación son una forma estandarizada de mostrar que los datos no han sido reportados y explicar por qué no se ha hecho.

## VII. Metodologías de recolección y preparación de los datos

Las metodologías de cálculo de emisiones de GEI definen las fórmulas, los datos de la actividad y los factores de emisión necesarios para cuantificarlas, así también como aquellas emisiones procedentes de actividades específicas.

Bajo el marco del GPC, todas las metodologías utilizadas para la actualización de los inventarios de GEI de la ciudad de Rosario son consistentes con las directrices del IPCC del año 2013, para los inventarios nacionales de GEI. Asimismo, dichas metodologías fueron seleccionadas en base a su adecuación al propósito de este inventario, la disponibilidad de datos y la coherencia con el último inventario nacional de GEI de Argentina.

De modo genérico, las emisiones de GEI de las actividades se estiman como:

$$\text{Emisiones de GEI} = \text{Datos de la actividad} \times \text{Factor de Emisión de GEI}$$

Los datos de la actividad representan una medida cuantitativa de un nivel de actividad que ocurre durante un determinado período de tiempo (para este reporte un año calendario), y que como resultado produce emisiones de GEI. Por ejemplo, la energía eléctrica consumida en el sector residencial, el volumen de combustible despachado para el sector ferroviario, y las toneladas de residuos sólidos urbanos enviados a relleno sanitario.

Cabe señalar que, un factor de emisión de GEI es una medida de masa de las emisiones de GEI relativas a una unidad de la actividad. Por ejemplo, el factor de emisión de CO<sub>2</sub> producto de la combustión de nafta se puede expresar en Kg / m<sup>3</sup> o J de nafta consumida.

### Fuente de información

El proceso de recopilación de los datos de actividad es una parte sobresaliente para la elaboración del inventario, ya que la calidad de la información recabada determinó medularmente la confiabilidad y precisión de las emisiones de GEI reportadas.

Se ha confeccionado este reporte a partir de los datos e informes estadísticos de cada actividad, y para la búsqueda de esta información se procuró realizarla de la forma más directa posible. En los casos en que no se pudo acceder a la información directa de la actividad, y a fin de dar cumplimiento de la completitud del GPC, fueron utilizadas las mejores estimaciones posibles en base a las referencias, la información disponible y a los factores de ajuste ("proxy") de dicha actividad.

Los datos de actividad fueron obtenidos de diversas instituciones y organismos de los diferentes niveles de gobierno así como de empresas, las cuales figuran a continuación por sector y subsector de emisiones de GEI y fuente energética.

| Sector y Subsector de Emisión GEI | Fuente de información |              |                    |
|-----------------------------------|-----------------------|--------------|--------------------|
|                                   | Gas Natural           | Electricidad | Otros Combustibles |
| ENERGÍA ESTACIONARIA              |                       |              |                    |

|   |  |   |                                 |
|---|--|---|---------------------------------|
| Edificios Residenciales   | Litoral Gas /<br>Secretaría de Energía de la Nación  | Empresa Provincial de la Energía Santa Fe | Secretaría de Energía de Nación |
| Edificios e instalaciones comerciales e institucionales                     |  |   |                                 |
| Industrias manufactureras y construcción                                    |  |   |                                 |
| Industrias de la energía  |  |   |                                 |
| Rural   |  |   |                                 |
| Alumbrado Público   |  |   |                                 |
| Otras fuentes no especificadas  |  |   |                                 |
| <b>TRANSPORTE</b>   |  |   |                                 |
| Transporte por carretera  | Secretaría de Energía de la Nación / Ente de la Movilidad Rosario  | Ente de la Movilidad de Rosario           | Secretaría de Energía de Nación |
| Ferroviano  | No aplica  | No aplica                                 |                                 |
| Navegación fluvial  |  |   |                                 |
| Aviación  |  |   |                                 |
| <b>RESIDUOS</b>   |  |   |                                 |
| Tratamiento y vertido de aguas residuales                                   | ENRESS (Ente Regulador de Servicios Sanitarios)/ Dirección General de Estadística de la Municipalidad de Rosario |   |                                 |
| Disposición de residuos sólidos generados en la ciudad                      | Municipalidad de Rosario   |   |                                 |
| Tratamiento biológicos de residuos generados en la ciudad                   |  |   |                                 |
| Tratamiento de residuos patológicos y especiales                            |  |   |                                 |
| <b>PROCESOS INDUSTRIALES Y USO DE PRODUCTOS (IPPU)</b>                      |  |   |                                 |
| Emisiones dentro de los límites del municipio de los procesos industriales. | Municipalidad de Rosario   |   |                                 |
| Emisiones dentro de los límites del municipio del uso de productos.         | Municipalidad de Rosario   |   |                                 |
| <b>AFOLU</b>  |  |   |                                 |

|   |                          |
|---|--------------------------|
| Emisiones de ganadería dentro de los límites del municipio  | Municipalidad de Rosario |
| Emisiones del uso del suelo dentro de los límites del municipio   | Municipalidad de Rosario |
| Emisiones de fuentes agregadas y fuentes de emisión no CO <sub>2</sub> en la tierra dentro de los límites del municipio | Municipalidad de Rosario |

Tabla 4: Organismos recaudadores de información según sectores del Inventario. Fuente: Elaboración propia en base a datos de la Municipalidad de Rosario.

## Potenciales de calentamiento global (PCG) de GEI utilizados

| Nombre             | Fórmula          | Valores de PCG en el Quinto Informe de Evaluación del IPCC (CO <sub>2</sub> eq) |
|--------------------|------------------|---|
| Dióxido de Carbono | CO <sub>2</sub>  | 1   |
| Metano             | CH <sub>4</sub>  | 28  |
| Óxido Nitroso      | N <sub>2</sub> O | 265   |

Tabla 5: Potencial de calentamiento global (PCG) de GEI, para un horizonte de 100 años<sup>9</sup>. Fuente: GPC.

<sup>9</sup> Protocolo Global para Inventarios de Emisión de Gases de Efecto Invernadero a Escala Comunitaria, pág. 51.

## VIII. Resultados

Esta sección del documento presenta los resultados de los inventarios de 2021 y 2022.

Todos los valores reportados en el siguiente apartado son respecto de las emisiones que ocurrieron en el periodo de un año, y cada resultado ya está multiplicado por su potencial de calentamiento global, por lo que la unidad de reporte está expresado en toneladas de CO<sub>2</sub> equivalente (tCO<sub>2</sub>e).

### Resultados año 2021

**La totalidad de emisiones para la ciudad de Rosario para el año 2021 fue de 3.151.638,88 toneladas de CO<sub>2</sub>e.**

Es importante señalar que en estos años, se ha avanzado en cuanto a los sectores cubiertos por el inventario, y por primera vez, se incluye a los sectores de Procesos Industriales y Uso de Productos (IPPU) y de Agricultura, Ganadería y Otros Usos de la Tierra (AFOLU). Se buscó la inclusión de más actividades y fuentes de emisión, mejorando así la capacidad de los municipios para informar con mayor precisión sus niveles de emisiones con base en la mejor ciencia disponible. Esto permite una mayor precisión y certeza en los componentes de seguimiento, presentación de informes y verificación.

Los resultados muestran que las emisiones totales en el año 2021 son 3.262.279,10 T CO<sub>2</sub>e para el nivel Básico+, y 3.151.638,88 T CO<sub>2</sub>e para el nivel Básico, la diferencia en los cambios de nivel reportados es pequeña, 3,5%, debido principalmente a las emisiones provenientes de pérdidas de transmisión y distribución en la red y las realizadas en Rosario. También, se incluyen en el inventario los viajes fronterizos cargados de combustible.

A continuación se puede observar los resultados por subsector del año 2021:

| Nro. Ref GPC | Fuentes de gases de efecto invernadero                                | Total GEIs (toneladas CO <sub>2</sub> e) |            |            |              |              |              |
|--------------|---|--|------------|------------|--------------|--------------|--------------|
|              |   | Inducido por la ciudad                   |            |            |              |              | Territorial  |
|              |   | Alcance 1                                | Alcance 2  | Alcance 3  | Básico       | Básico+      |              |
| I            | <b>ENERGÍA</b>  | 854.792,65                               | 689.549,93 | 120.935,02 | 1.544.342,59 | 1.665.277,61 | 875.388,30   |
| II           | <b>TRANSPORTE</b>   | 1.010.839,82                             | 524,63     | 13.143,30  | 1.011.364,45 | 1.017.982,11 | 1.010.839,82 |
| III          | <b>RESIDUOS</b>   | 259.751,63                               |            | 336.180,21 | 595.931,84   | 595.931,84   | 259.751,63   |
| IV           | <b>PROCESOS INDUSTRIALES Y USO DE PRODUCTOS (IPPU)</b>                | -  |            |            | N/A          | NE           | -            |
| V            | <b>AGRICULTURA, SILVICULTURA Y CAMBIO EN EL USO DEL SUELO (AFOLU)</b> | -16.912,45                               |            |            | N/A          | -16.912,45   | -16.912,45   |
| <b>TOTAL</b> |   | 2.108.471,65                             | 690.074,56 | 470.258,53 | 3.151.638,88 | 3.262.279,10 | 2.129.067,30 |

Tabla 6: Resumen de resultados, año 2021. Fuente: Elaboración propia en base a datos de la Municipalidad de Rosario.

En el Gráfico 1 se puede apreciar la participación de cada sector en el nivel Básico en 2021 (en toneladas de CO<sub>2</sub>e). El sector de la energía estacionaria fue el que más contribuyó con un 49,1%, el transporte con un 32,0% y los residuos con un 18,9%.

## Emisiones GEIs 2021 - Nivel Básico

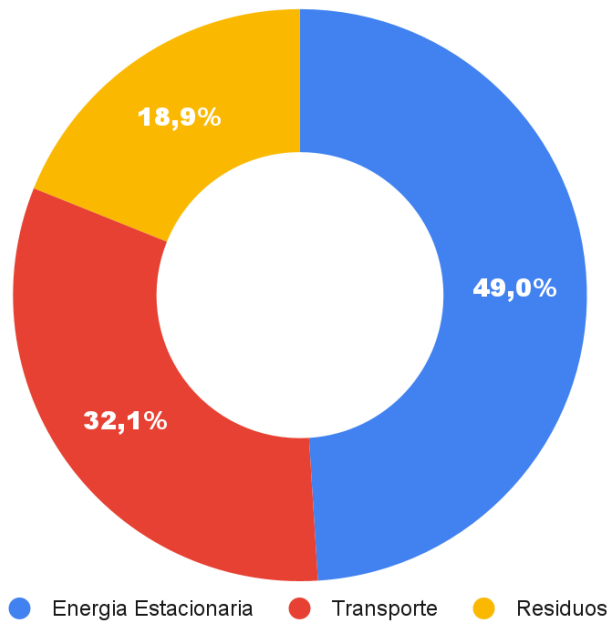


Gráfico 1: tCO<sub>2</sub> equivalentes según proporción por sector. Fuente: Elaboración propia en base a datos de la Municipalidad de Rosario.

En el gráfico 2 se pueden ver las toneladas de CO<sub>2</sub>eq por cada sector del Inventario para nivel Básico+, donde el porcentaje de emisiones energía estacionaria representa el 51,05%, Transporte 31,2%, Residuos 18,25% y por último, el sector de AFOLU, que contempla una absorción del 0,52%, por esta razón está representado con un signo negativo.

## Emisiones GEI TCO<sub>2</sub>e año 2021 - Básico+

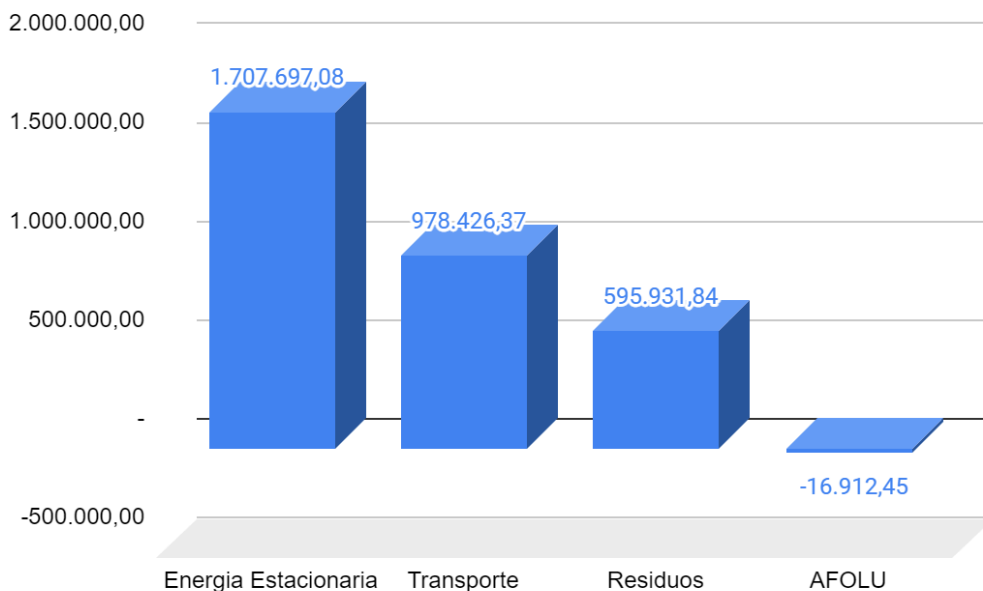


Gráfico 2: tCO<sub>2</sub> equivalentes por sector Nivel Básico. Fuente: Elaboración propia en base a datos de la Municipalidad de Rosario.

Si se efectúa una comparación de las emisiones obtenidas por alcance, resulta que 2.108.471,65 tCO<sub>2</sub>e tienen su origen en fuentes localizadas dentro del límite de Rosario (Alcance 1), y que unas 690.074,56 tCO<sub>2</sub>e se producen como consecuencia de la energía suministrada en la red dentro de los límites de la ciudad (Alcance 2); mientras que, 463.732,88 tCO<sub>2</sub>e (Alcance 3) se emiten fuera de los límites de la misma como consecuencia de actividades que tienen lugar dentro de dichos límites. Estos valores se pueden distinguir en el siguiente gráfico sobre las emisiones por alcance:

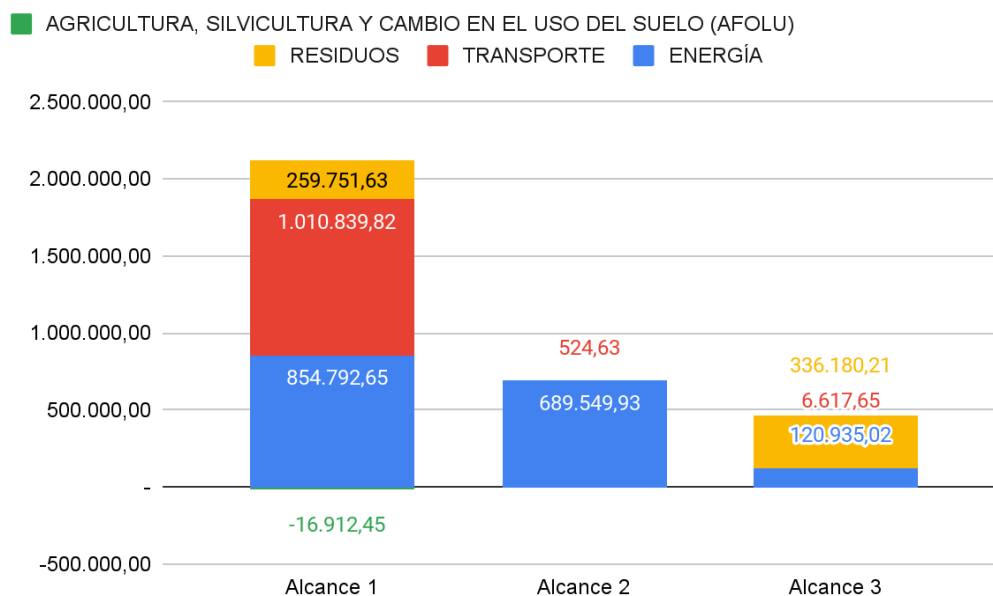


Gráfico 3: Emisiones por alcance en tCO<sub>2</sub>e. Fuente: Elaboración propia en base a datos de la Municipalidad de Rosario.

Es importante aclarar que por el protocolo GPC la sumatoria de emisiones por alcance no va a ser el mismo que la sumatoria en nivel BASIC, o BASICO+ por sector, ya que hay emisiones reportadas pero no contabilizadas en el inventario.

En lo concerniente al porcentual de las emisiones de CO<sub>2</sub>eq por alcance en el próximo gráfico se presenta la incidencia de dichos alcances, siendo el de mayor participación con un 64,5% el Alcance 1, seguido por el Alcance 2 con un 21,1% de incidencia, y por último el Alcance 3, con el 14,4% de las mismas.

## Resultados año 2022

Todos los valores reportados en el siguiente apartado son respecto de las emisiones que ocurrieron en el periodo de un año y cada resultado ya está multiplicado por su potencial de calentamiento global, por lo que la unidad de reporte está expresado en toneladas de CO<sub>2</sub> equivalente (tCO<sub>2</sub>e), para el año 2022.

Las emisiones totales son 3.191.649,81 T CO<sub>2</sub>e para el nivel Básico+ y 3.347.875,40 T CO<sub>2</sub>e para el nivel Básico.

A continuación se puede ver los resultados por subsector del año 2022:



| Nro. Ref GPC | Fuentes de gases de efecto invernadero                         | Total GEIs (toneladas CO2e) |                   |                   |                     |                     |                     |
|--------------|--|-----------------------------|-------------------|-------------------|---------------------|---------------------|---------------------|
|              |  | Inducido por la ciudad      |                   |                   |                     |                     | Territorial         |
|              |  | Alcance 1                   | Alcance 2         | Alcance 3         | Básico              | Básico+             |                     |
| I            | ENERGÍA  | 861.894,99                  | 670.876,55        | 148.401,87        | 1.532.771,54        | 1.681.173,42        | 876.768,60          |
| II           | TRANSPORTE   | 1.049.052,53                | 489,89            | 21.543,90         | 1.049.542,42        | 1.071.086,32        | 1.049.052,53        |
| III          | RESIDUOS   | 264.450,34                  |                   | 344.885,51        | 609.335,85          | 609.335,85          | 264.450,34          |
| IV           | PROCESOS INDUSTRIALES Y USO DE PRODUCTOS (IPPU)                | -                           |                   |                   | N/A                 | -                   | -                   |
| V            | AGRICULTURA, SILVICULTURA Y CAMBIO EN EL USO DEL SUELO (AFOLU) | -13.720,18                  |                   |                   | N/A                 | -13.720,18          | -13.720,18          |
| <b>TOTAL</b> |  | <b>2.161.677,68</b>         | <b>671.366,44</b> | <b>514.831,28</b> | <b>3.191.649,81</b> | <b>3.347.875,40</b> | <b>2.176.551,29</b> |

Tabla 7: Resumen de resultados, año 2021. Fuente: Elaboración propia en base a datos de la Municipalidad de Rosario.

En el gráfico 4 se puede determinar la participación de cada sector en el nivel Básico en 2022 (expresado en toneladas de CO2e). El sector de la energía estacionaria fue el que más contribuyó con un 48%, el transporte con un 32,9% y los residuos con un 19,1%.

Emisiones GEIs 2022 - Nivel Básica

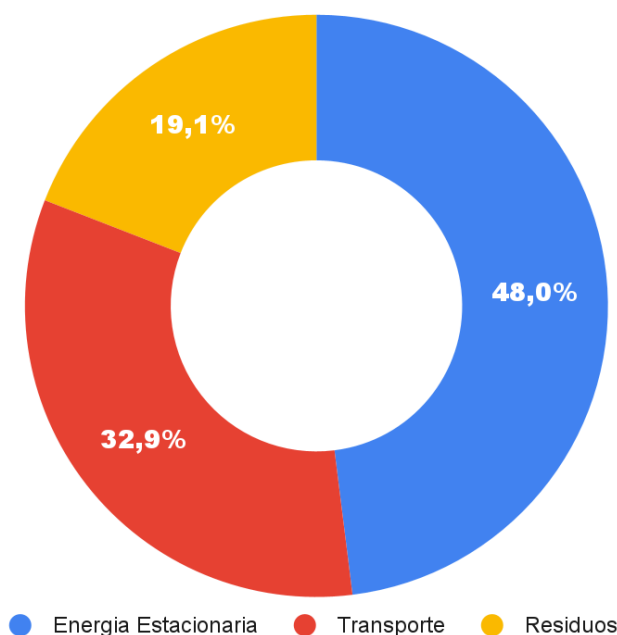


Gráfico 4: tCO2 equivalentes según proporción por sector. Fuente: Elaboración propia en base a datos de la Municipalidad de Rosario.

A continuación puede identificarse, en Gráfico 5, las toneladas de CO2eq por cada sector del Inventario para nivel Básico+, donde el porcentaje de emisiones energía estacionaria representa el 50,22%, Transporte 31,99%, Residuos 18,20% y por último, el sector de AFOLU, que contempla una absorción del 0,41%, por eso está representado con un signo negativo:

## Emisiones GEI TCO2e año 2022 - Básico+

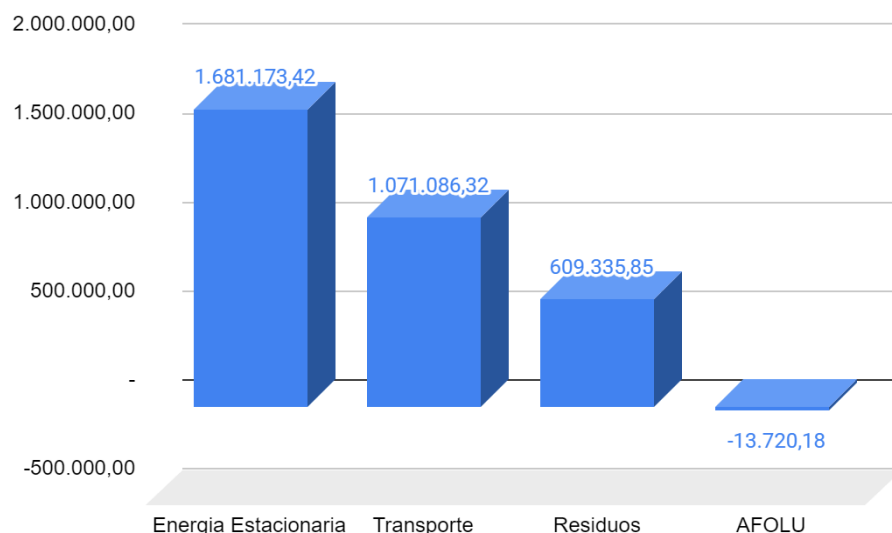


Gráfico 5: tCO<sub>2</sub> equivalentes por sector Nivel Básico+. Fuente: Elaboración propia en base a datos de la Municipalidad de Rosario.

## Tendencia

Ante la comparación de los inventarios de GEI de los años anteriores, se observa la tendencia moderada a la baja en las emisiones por habitante, siendo estable los últimos años que pueden observarse en las siguientes tablas 6 y 7. Para poder comparar los resultados del inventario 2021 y 2022 con los años anteriores, fue preciso recalcular la serie histórica de los reportes de los años 2014-2020, siguiendo los lineamientos en la metodología descrita en este informe, donde se actualizaron factores de emisión y datos de la actividad. Es por ello que varían los inventarios presentados por la ciudad en el pasado. También, se realizó una corrección sustancial en el sector transporte, el cual será aclarado con posterioridad.

| Año                                       | 2014 | 2016 | 2018 | 2019 | 2020 | 2021 | 2022 |
|---|------|------|------|------|------|------|------|
| Emisiones per cápita (tCO <sub>2</sub> e) | 3,15 | 3,37 | 3,15 | 2,93 | 2,71 | 3,14 | 3,17 |

Tabla 8: Emisiones en tCO<sub>2</sub>e per cápita 2014-2020. Fuente: Elaboración propia en base a datos de la Municipalidad de Rosario.

| Sectores / Año               | 2014         | 2016         | 2018         | 2019         | 2020         | 2021         | 2022         |
|------------------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| Energía (tCO <sub>2</sub> e) | 1.635.775,75 | 1.687.579,29 | 1.405.654,77 | 1.302.267,79 | 1.355.529,07 | 1.544.342,59 | 1.532.771,54 |
| Transporte                   | 1.040.127,95 | 1.143.533,30 | 1.177.727,87 | 1.073.214,33 | 803.574,34   | 1.011.364,45 | 1.049.542,42 |

|                               |              |              |              |              |              |              |              |
|-------------------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| (tCO <sub>2</sub> e)          |              |              |              |              |              |              |              |
| Residuos (tCO <sub>2</sub> e) | 417.328,39   | 498.311,79   | 554.296,02   | 551.242,76   | 558.559,43   | 595.931,84   | 609.335,85   |
| Totales (tCO <sub>2</sub> e)  | 3.093.232,09 | 3.329.424,38 | 3.137.678,65 | 2.926.724,88 | 2.717.662,84 | 3.151.638,88 | 3.191.649,81 |

Tabla 9: Comparación de emisiones en tCO<sub>2</sub>e 2014-2022. Fuente: Elaboración propia en base a datos de la Municipalidad de Rosario.

### Emisiones Totales y Emisiones por Habitante

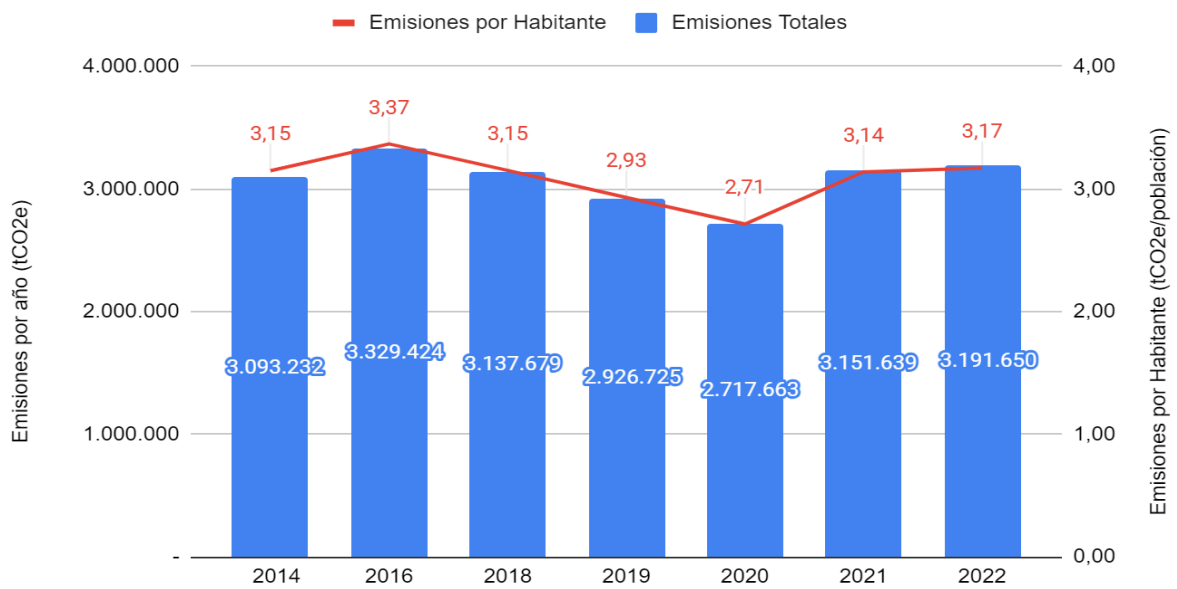


Gráfico 6: Comparativa anual de Inventarios y emisiones per cápita. Fuente: Elaboración propia en base a datos de la Municipalidad de Rosario.

## Evolución de Emisiones 2014 - 2022 por sector y año en tCO2e

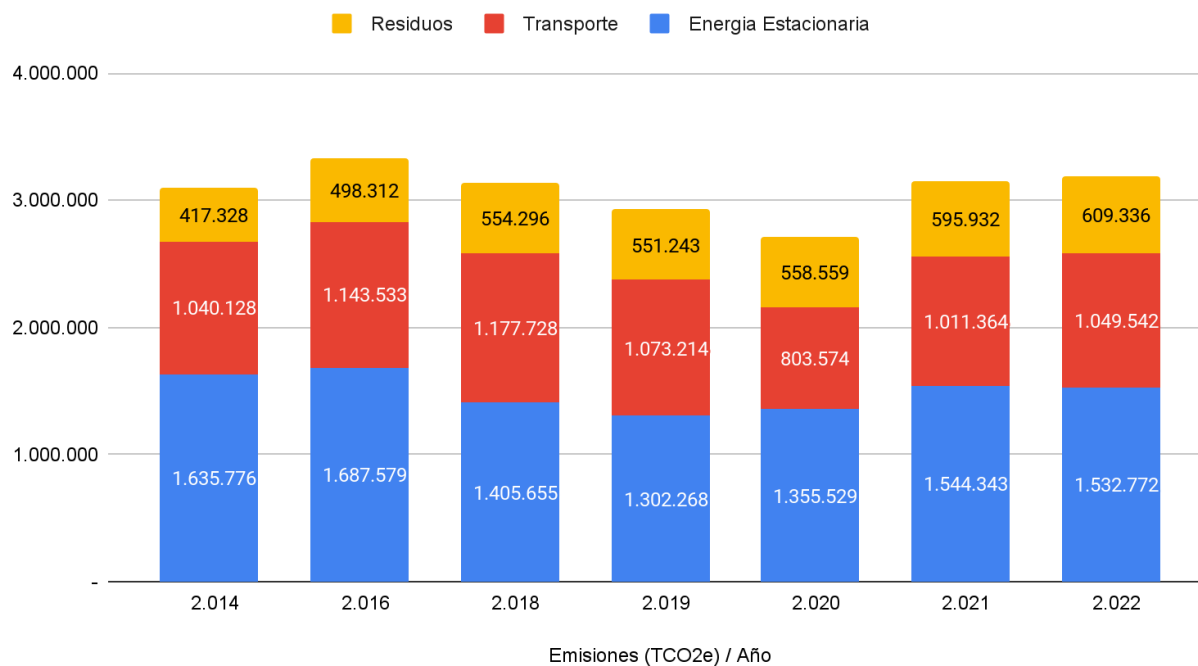


Gráfico 7: Comparativa anual de Inventarios por sector. Fuente: Elaboración propia en base a datos de la Municipalidad de Rosario.

# IX. Resultados parciales por sector

## Sector Energía Estacionaria

Según los datos relevados, este sector es el mayor contribuyente a las emisiones de GEI originadas en la ciudad de Rosario, con un aporte en el año 2021 de 1.544.342,59 tCO<sub>2</sub>e a las emisiones totales (según BASIC), donde los edificios residenciales tienen una participación del 44% seguidos por la construcción e industrias manufactureras con un 23%. A su vez, el subsector de edificios e instalaciones comerciales e institucionales refleja un 17%, y con una menor participación, se encuentran los subsectores de las actividades agricultura, silvicultura y pesca, con un 13%, en relación a las actividades de fuentes no especificadas con un 2%, las industrias energéticas, también con un 2%, y las emisiones fugitivas por el uso de la red eléctrica, un 1%. Esta composición no cambia sustancialmente para el año 2022.

En la siguiente tabla se discrimina la participación que tiene cada subsector para la Energía estacionaria.

| Energía Estacionaria/Subsectores                        | Emisión anual 2021 (T CO <sub>2</sub> eq) | Emisión anual 2022 (T CO <sub>2</sub> eq) | Participación Año 2021 (%) | Participación Año 2022 (%) |
|---|---|---|----------------------------|----------------------------|
| Edificios Residenciales                                 | 686.184,10                                | 676.839,54                                | 44                         | 44                         |
| Edificios e instalaciones Comerciales e Institucionales | 260.440,87                                | 253.457,06                                | 17                         | 17                         |
| Construcción e industrias manufactureras                | 361.870,12                                | 383.309,54                                | 23                         | 25                         |
| Industrias energéticas                                  | 26.601,65                                 | 26.759,85                                 | 2                          | 2                          |
| Actividades agrícolas, de silvicultura y de pesca       | 195.236,56                                | 177.898,36                                | 13                         | 12                         |
| Fuentes no especificadas                                | 25,56                                     | 17,89                                     | 0                          | 0                          |
| Emisiones fugitivas                                     | 13.983,72                                 | 14.489,29                                 | 1                          | 1                          |
| <b>Total</b>  | <b>1.544.342,58</b>                       | <b>1.532.771,54</b>                       | <b>100</b>                 | <b>100</b>                 |

Tabla 10: Emisiones por subsector de energía estacionaria según BASIC + años 2021-2022. Fuente: Elaboración propia en base a datos de la Municipalidad de Rosario.

## Datos de actividad

En la ciudad de Rosario las principales fuentes de energía estacionaria utilizadas son la electricidad, el gas natural y en menor proporción, el gas licuado de petróleo (GLP).

Los datos de GLP fueron obtenidos de la página web del Ministerio de Energía de la Nación. En el caso del gas natural, los datos fueron consultados a la empresa prestadora del servicio de distribución, Litoral Gas S.A.

En cuanto a las cantidades relativas al consumo de energía eléctrica durante el año 2020 fueron solicitadas a la Empresa Provincial de la Energía de Santa Fe (EPE).

Por su parte, las emisiones de GEI asociadas al consumo de combustibles fósiles (gas natural y *fuel oil*) se estima de la planta de generación de Energía denominada Usina Sorrento, sin embargo, de acuerdo al GPC no son sumadas al total de emisiones para evitar doble conteo, por lo que se reportan de manera separada<sup>10</sup>.

A continuación, se presenta la siguiente tabla con los valores de consumo por subsector:

| Ref GPC      | Fuente de Emisión  | Consumo anual 2021 | Consumo anual 2022 | Unidad         |
|--------------|--|--------------------|--------------------|----------------|
| <b>I.</b>    | <b>Energía estacionaria</b>  |                    |                    |                |
| <b>I.1</b>   | <b>Edificios residenciales</b>   |                    |                    |                |
| <b>I.1.1</b> | <b>Consumo de combustible dentro de los límites municipales</b>                                  |                    |                    |                |
|              | Gas Natural  | 163.087.941,47     | 163.134.990,56     | m <sup>3</sup> |
|              | Gas Envasado   | 15.753,59          | 16.483,94          | t              |
|              | Combustibles Líquidos  | 111                | 107                | m <sup>3</sup> |
|              | Quema de Leña  | 5.133,42           | 5094,83            | t              |
|              | Quema de Carbón Vegetal  | 6.145,60           | 4.807,86           | t              |
| <b>I.1.2</b> | <b>Consumo de energía eléctrica proveniente de la red en el sector residencial</b>               |                    |                    |                |
|              | Energía Eléctrica sector residencial   | 1.072.873.000      | 1.101.617.984      | kWh            |
| <b>I.1.3</b> | <b>Pérdidas por transmisión y distribución de energía eléctrica suministrada por la red</b>      |                    |                    |                |
|              | Consumo de energía eléctrica por pérdidas de transmisión y distribución                          | 188.163.194        | 243.684.435        | kWh            |
| <b>I.2</b>   | <b>Edificios comerciales e institucionales</b>   |                    |                    |                |
| <b>I.2.1</b> | <b>Consumo de combustible dentro de los límites municipales</b>                                  |                    |                    |                |
|              | Gas Natural para el sector comercial   | 19.368.969,97      | 17.741.885,96      | m <sup>3</sup> |
|              | Gas Envasado para el sector comercial  | 2.625,60           | 2.747,32           | t              |
| <b>I.2.2</b> | <b>Consumo de energía eléctrica proveniente de la red en el sector comercial e instituciones</b> |                    |                    |                |
|              | Sector comercial   | 499.140.000,00     | 523.637.437,00     | kWh            |

<sup>10</sup> Esta estimación puede profundizar en el capítulo 6.5.2 del protocolo GPC "Relación entre generación de energía (alcance 1) y el consumo de energía (alcance 2)".

|              |   |                |                |                |
|--------------|---|----------------|----------------|----------------|
|              | Edificios municipales   | 17.349.064,00  | 16.489.058,00  | kWh            |
|              | Edificios públicos no municipales   | 98.962.268,00  | 105.623.529,00 | kWh            |
|              | Alumbrado Público   | 102.377.000,00 | 103.372.155    | kWh            |
| <b>I.2.3</b> | <b>Pérdidas por transmisión y distribución de energía eléctrica suministrada por la red</b>   |                |                |                |
|              | Consumo de energía eléctrica por pérdidas de transmisión y distribución   | 125.894.557    | 165.710.271    | kWh            |
| <b>I.3</b>   | <b>Industrias de manufactura y construcción</b>   |                |                |                |
| <b>I.3.1</b> | <b>Consumo de combustible en sector industrial</b>  |                |                |                |
|              | Gas natural en sector industrial  | 118.156.789    | 130.605.303,48 | m <sup>3</sup> |
|              | Gas envasado en sector industrial   | 2.407          | 2.515,48       | t              |
| <b>I.3.2</b> | <b>Consumo de energía eléctrica proveniente de la red en el sector industrial</b>   |                |                |                |
|              | Consumo Energía eléctrica   | 419.575.000    | 435.885.845,00 | kWh            |
| <b>I.3.3</b> | <b>Pérdidas por transmisión y distribución de energía eléctrica suministrada por la red</b>   |                |                |                |
|              | Consumo Energía eléctrica   | 73.586.130     | 96.420.535     | kWh            |
| <b>I.4</b>   | Industria de energía  |                |                |                |
| <b>I.4.2</b> | <b>Consumo de la red eléctrica en las operaciones auxiliares de plantas de energía dentro de los límites del municipio</b>                |                |                |                |
|              | Consumo energía eléctrica de red  | 88.790.000     | 95.065.937,00  | kWh            |
| <b>I.4.3</b> | <b>Pérdidas de transmisión y distribución de consumo de energía de la red eléctrica en operaciones auxiliares de centrales eléctricas</b> |                |                |                |
|              | Consumo de energía eléctrica por pérdidas de transmisión y distribución   | 15.572.216     | 21.029.149     | kWh            |
| <b>I.4.4</b> | <b>Generación de energía suministrada a la red eléctrica. Consumo de combustible.</b>   |                |                |                |
|              | Despacho mayorista al municipio de Gas Natural para Usinas Eléctricas   | 867.700        | 2.178.200      | m <sup>3</sup> |
| <b>I.5</b>   | <b>Actividades agrícolas, silvicultura y pesca</b>  |                |                |                |
| <b>I.5.1</b> | <b>Consumo de combustible en sector rural</b>   |                |                |                |
|              | Gas envasado en sector rural  | 1.094          | 1.148          | t              |
|              | Despacho combustibles líquidos para el Agro   | 73.804         | 67.917         | m <sup>3</sup> |
| <b>I.5.2</b> | <b>Consumo de energía eléctrica proveniente de la red en el sector rural</b>  |                |                |                |
|              | Consumo energía eléctrica   | 2.488.000      | 1.635.977      | kWh            |
| <b>I.5.3</b> | <b>Pérdidas por transmisión y distribución de energía eléctrica suministrada por la red</b>   |                |                |                |
|              | Consumo de energía eléctrica por pérdidas de transmisión y distribución   | 436.352        | 361.887        | kWh            |
| <b>I.6</b>   | <b>Fuentes no especificadas</b>   |                |                |                |
| <b>I.6.1</b> | <b>Consumo de combustible en otros sectores no especificados anteriormente</b>  |                |                |                |
|              | Combustibles Líquidos   | 10             | 7              | m <sup>3</sup> |

Tabla 11: Valores de consumos del Sector Energía Estacionaria años 2021 / 2022. Fuente: Elaboración propia en base a datos de la Municipalidad de Rosario.

## Factores de Emisión

Los factores de emisión ( $\text{CO}_2$ ,  $\text{N}_2\text{O}$  y  $\text{CH}_4$ ) de un sistema eléctrico dependen de las características de sus fuentes de generación, pudiendo ser las mismas de origen fósil, lo cual conlleva una mayor emisión de GEIs o de orígenes más renovables que generan una menor emisión de GEIs. El factor de emisión varía año a año en función de las diferentes fuentes que se utilizan a nivel nacional, y es por esto que las emisiones del sector de energía dependen fuertemente de la forma en que se genere la electricidad.

El factor de emisión utilizado para el presente inventario se realizó con la colaboración de la Red Argentina de Municipios frente al Cambio Climático (RAMCC), dado que estos datos no se informan a nivel nacional. A continuación, se presentan los factores de emisión por GEI en función del consumo de energía para cada año.

| Año  | FE red $\text{CO}_2$ (t $\text{CO}_2$ /kWh) | FE Red $\text{CH}_4$ (t $\text{CH}_4$ /kWh) | FE Red $\text{NO}_2$ (t $\text{NO}_2$ /kWh) |
|------|---|---|---|
| 2014 | 0,000339                                    | $8,42 \times 10^{-9}$                       | $3,09 \times 10^{-9}$                       |
| 2016 | 0,000338                                    | $8,81 \times 10^{-9}$                       | $3,50 \times 10^{-9}$                       |
| 2018 | 0,000297                                    | $6,09 \times 10^{-9}$                       | $1,65 \times 10^{-9}$                       |
| 2019 | 0,000267                                    | $5,15 \times 10^{-9}$                       | $1,05 \times 10^{-9}$                       |
| 2020 | 0,000274                                    | $5,81 \times 10^{-9}$                       | $1,71 \times 10^{-9}$                       |
| 2021 | 0,000299                                    | $7,13 \times 10^{-9}$                       | $3,14 \times 10^{-9}$                       |
| 2022 | 0,000280                                    | $7,27 \times 10^{-9}$                       | $3,55 \times 10^{-9}$                       |

Tabla 12: Factores de Emisión. Fuente: Elaboración propia en base a datos de la Municipalidad de Rosario y en colaboración con el equipo técnico de la RAMCC.

Cabe destacar que, esta fuerte relación que existe entre el factor de emisión de la red eléctrica nacional y el total de las emisiones del sector de energía del inventario de Rosario se puede visualizar en el siguiente gráfico. Asimismo, se observa la dependencia del sector de energía de las políticas dictadas a nivel nacional.



## Relación de Emisiones Energía Estacionaria y Factor de Emisión de la Red Eléctrica Nacional

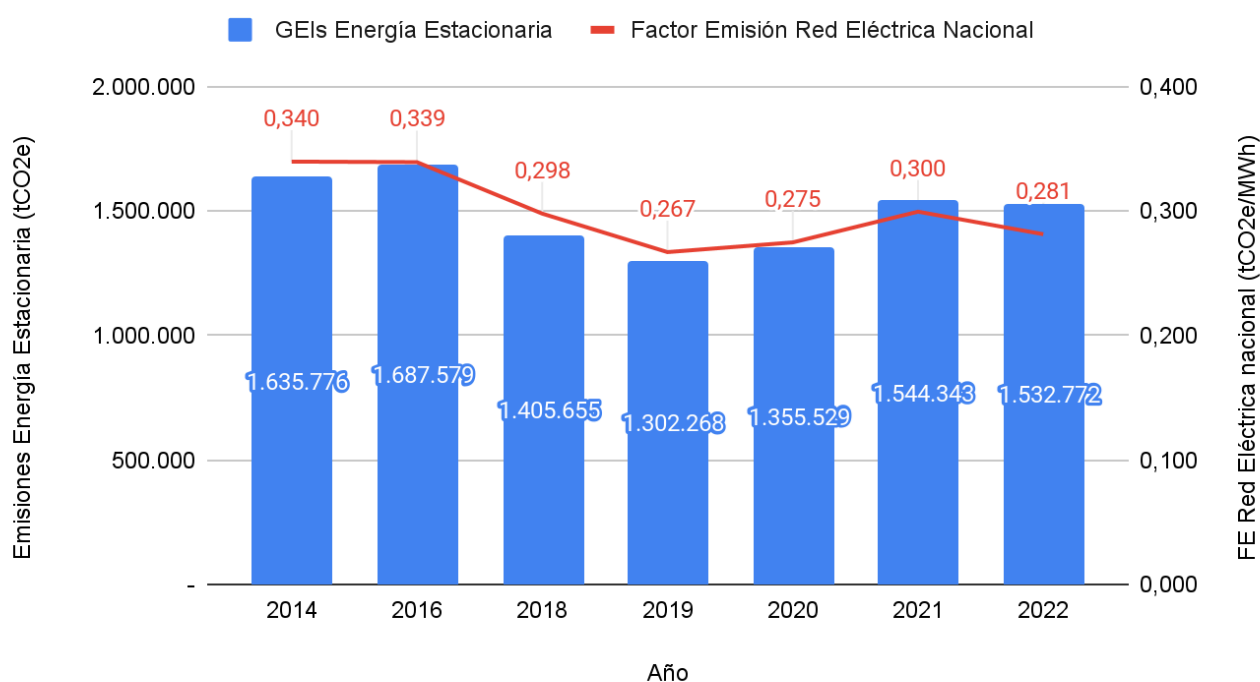


Gráfico 8: Evolución de las Emisiones GEI's Sector Energía estacionaria y factor de emisión de la red eléctrica por año. Fuente: Elaboración propia en base a datos de la Municipalidad de Rosario.

| Fuente             | 2014           | 2015           | 2016           | 2017           | 2018           | 2019           | 2020           | 2021           | 2022           |
|--------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| Térmica            | 83.048         | 86.347         | 90.099         | 88.530         | 87.727         | 80.137         | 82.336         | 90.074         | 81.751         |
| Hidráulica         | 39.207         | 39.840         | 36.192         | 39.584         | 39.952         | 35.370         | 29.093         | 24.116         | 30.186         |
| Nuclear            | 5.258          | 6.519          | 7.677          | 5.716          | 6.453          | 7.927          | 10.011         | 10.170         | 7.469          |
| Renovable          | 2.301          | 2.510          | 2.632          | 2.635          | 3.350          | 7.812          | 12.737         | 17.437         | 19.340         |
| <b>TOTAL [GWh]</b> | <b>129.814</b> | <b>135.216</b> | <b>136.600</b> | <b>136.465</b> | <b>137.482</b> | <b>131.247</b> | <b>134.177</b> | <b>141.797</b> | <b>138.747</b> |

Tabla 13: Generación de Energía Eléctrica por fuente desde 2014 a 2022. Fuente: Informe anual CAMMESA (Compañía Administradora del Mercado Mayorista Eléctrico, S. A.).

| TIPO           | 2014   | 2015   | 2016   | 2017   | 2018   | 2019   | 2020   | 2021   | 2022   |
|----------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| GAS NATURAL    | 14.355 | 14.418 | 15.589 | 17.117 | 18.040 | 17.208 | 16.294 | 16.361 | 14.220 |
| FUEL OIL       | 2.717  | 3.088  | 2.651  | 1.286  | 565    | 186    | 580    | 748    | 1.113  |
| GAS OIL        | 1.799  | 2.240  | 2.381  | 1.397  | 874    | 403    | 852    | 2.025  | 2.435  |
| CARBÓN MINERAL | 1.004  | 949    | 725    | 654    | 657    | 222    | 475    | 866    | 777    |

|           |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
|-----------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| BIODIESEL | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
|-----------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|

Tabla 14: Consumo de combustible para generación de energía eléctrica desde 2014 a 2022. Fuente: Informe anual CAMMESA, Unidades: GAS NATURAL [MDam3] - FUEL OIL [kTon] - GAS OIL [kM3] - CARBÓN MINERAL [kTon] - BIODIESEL [kTon].

Los factores de emisión utilizados para el cálculo de consumo de combustibles en el sector de Energía estacionaria, se pueden visualizar en la tabla 21 del Sector Transporte. Específicamente para el sector residencial también son utilizados los siguientes factores de emisión:

| Fuente de emisión | Factor de emisión |             |           | Calidad |
|-------------------|-------------------|-------------|-----------|---------|
| Combustible       | N2O (kg/TJ)       | CH4 (kg/TJ) | CO2 (/TJ) |         |
| Gas Licuado       | 0,10              | 1,00        | 63100     | Media   |
| Gas Natural       | 0,10              | 1,00        | 56100     | Media   |

Tabla 15: Factores de emisión por combustible. Fuente: datos.energia.gob.ar

## Sector Transporte

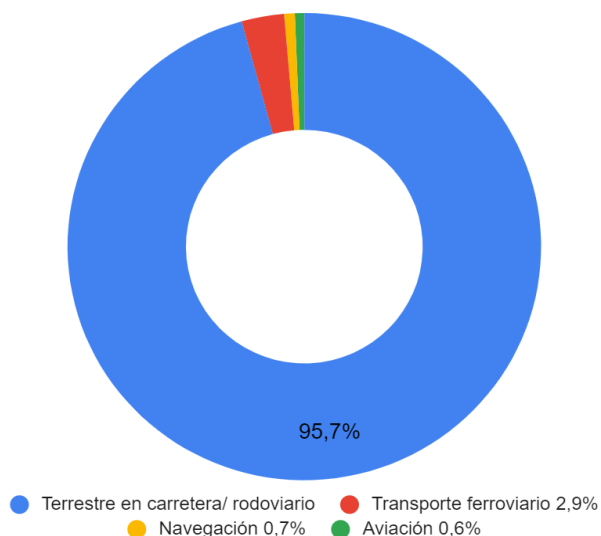
A través de los valores de las ventas de combustibles efectuadas durante los años 2021 / 2022 y de las propiedades específicas de cada tipo de combustible, se pudieron calcular las emisiones por subsector y tipo de combustible, cuyos valores se muestran en la tabla 16 sobre las toneladas de CO<sub>2</sub>e emitidas para cada subsector. En dicha tabla se puede apreciar que el subsector que produce la mayor cantidad de emisiones de CO<sub>2</sub>eq es el de Transporte en Carretera, con un valor de 974.451,33 tCO<sub>2</sub>e representando el 95% de la totalidad de emisiones, seguido del transporte ferroviario con 29643,26 tCO<sub>2</sub>e y con un aporte marginal de los subsectores de Navegación y Aviación. En el reporte completo se encontrarán emisiones del subsector de Aviación por un total de 6525,64 tCO<sub>2</sub>e, las cuales no se contabilizan en las emisiones del nivel Básico, pero si en BASIC + aplicando el protocolo GPC.

| Subsector Transporte                    | Emisiones Año 2021 (tCO <sub>2</sub> e) | Emisiones Año 2022 (tCO <sub>2</sub> e) | Porcentaje de participación año 2021 (%) | Porcentaje de participación año 2022 (%) |
|---|---|---|--|--|
| Por Carretera                           | 974.451,33                              | 1.016.025,12                            | 95                                       | 93                                       |
| Ferroviario                             | 29.643,26                               | 26.020,90                               | 3  | 2  |
| Navegación Marítima, Fluvial y Lacustre | 13.887,52                               | 29.040,30                               | 1  | 3  |
| Aviación                                | 6.525,64                                | 21.435,53                               | 1  | 2  |
| <b>Total</b>                            | <b>1.024.507,75</b>                     | <b>1.092.521,85</b>                     | <b>100</b>                               | <b>100</b>                               |

Tabla 16: Toneladas de CO<sub>2</sub>eq emitidas por cada subsector. Comparativa años 2021/2022. Fuente: Elaboración propia en base a datos de la Municipalidad de Rosario.

Los aportes por subcategoría de transporte se muestran a continuación en las siguientes ilustraciones:

Emisiones por subsector Año 2021



Emisiones por subsector Año 2022

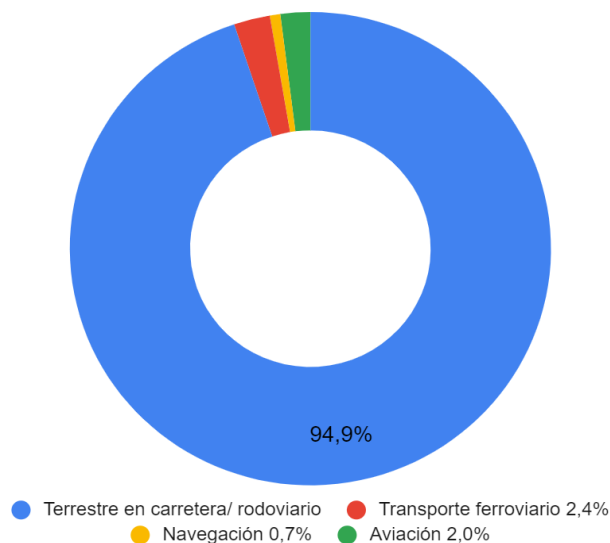
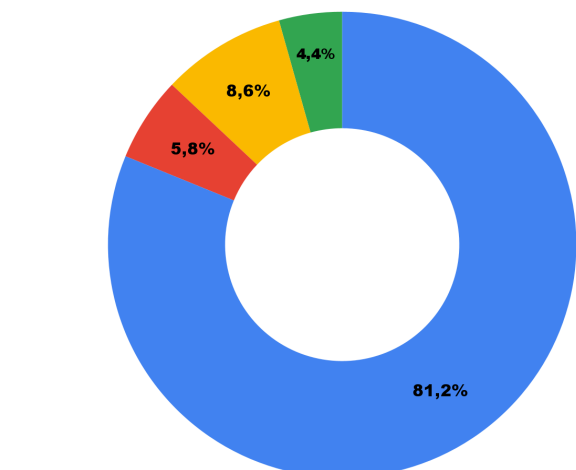


Gráfico 9: Emisiones por subsector de Transporte años 2021 y 2022. Fuente: Elaboración propia en base a datos de la Municipalidad de Rosario.

Cabe destacar que en el sector Transporte, la categoría que mayor contribución que aporta a las emisiones de GEI es el de Transporte en Carretera, figurando con un 95,7% del total para el año 2021 y el 94,9% para el 2022. La composición porcentual de las emisiones de GEIs del Transporte por carretera, se puede ver en el siguiente gráfico, donde se hace evidente la enorme participación del rubro vehículos particulares en las emisiones de CO<sub>2</sub>e.

Composición Subsector transporte por carretera año 2021



Composición Subsector transporte por carretera año 2022

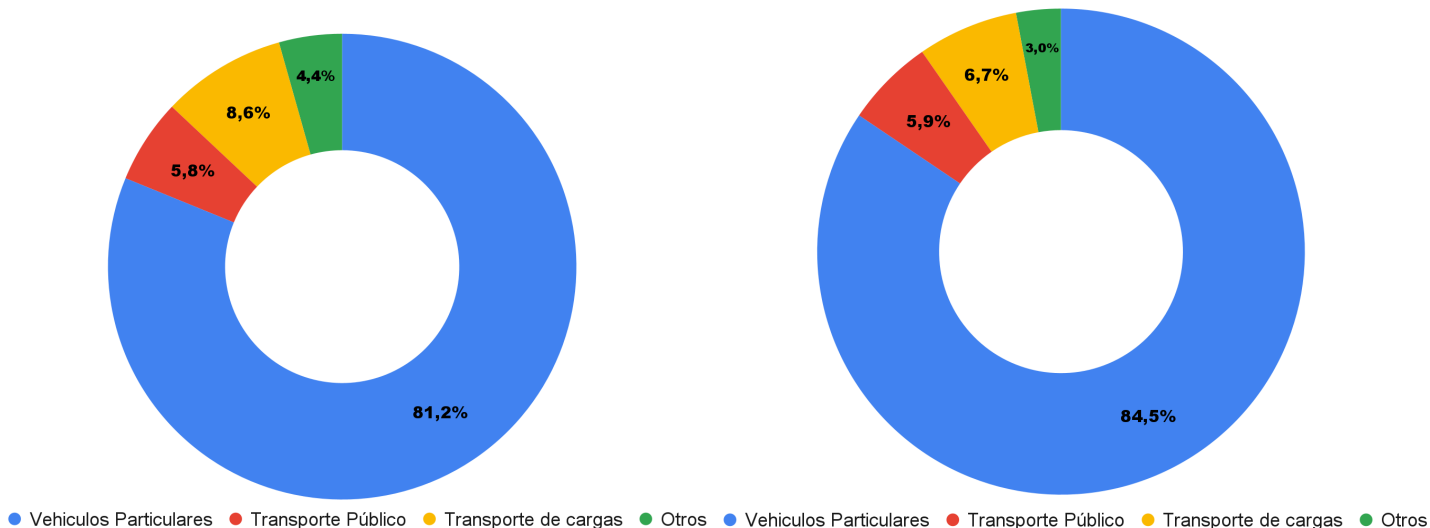
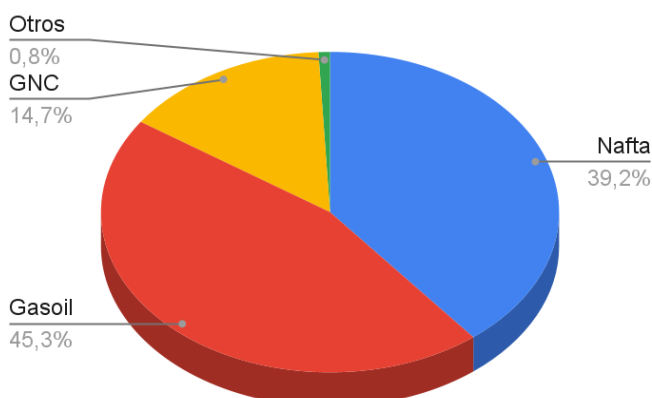


Gráfico 10: Composición porcentual por tipo de transporte de la subcategoría "transporte por carretera". Años 2021 y 2022. Fuente: Municipalidad de Rosario.

Si se realiza la comparación por tipo de combustible se obtiene como resultado la siguiente composición de emisiones, aclarando que las emisiones de nafta y diesel tiene en cuenta el corte de biocombustibles, y dentro de otros combustibles, se incluye aeronafta y aerokerosene,

como así también las emisiones por el uso de electricidad para el transporte público.

### Emisiones por tipo de combustible - Sector transporte Año 2021



### Emisiones por tipo de combustible - Sector transporte Año 2022

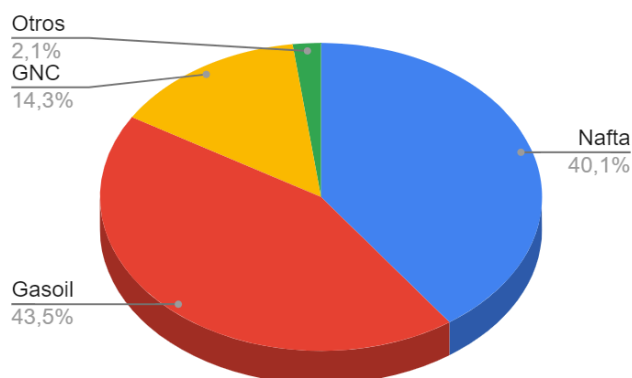


Gráfico 11: Composición de emisiones por tipo de combustible en el sector transporte años 2021 y 2022.  
Fuente: Elaboración propia en base a datos de la Municipalidad de Rosario.

## Datos de actividad

Para el cálculo de las emisiones en el sector Transporte se adoptó el **método de Venta de Combustible**, el cual requiere conocer los valores de las ventas que fueron efectuadas dentro de la ciudad. Dichos datos se obtuvieron a través del sitio web del Ministerio de Economía, Secretaría de Energía<sup>11</sup>, que presenta la información de los volúmenes de combustible vendidos al sector mayorista, y al minorista durante los años 2021 y 2022. Esta entidad sectoriza las ventas de acuerdo a distintos tipos de usos de acuerdo a la resolución nacional N° 1104/04.

Todos los volúmenes de combustible vendidos proporcionados por dicho ministerio corresponden a aquellos que no han recibido ningún tipo de subsidio por parte del Estado, por esa razón se hizo necesario obtener los valores de aquellos que sí fueron subsidiados, como en el caso del transporte público de pasajeros, facilitados por el Ente de la Movilidad de Rosario (EMR), además del uso de biocombustibles.

Cabe aclarar que se encontraron valores inconsistentes con valores registrados en años anteriores, sobre todo para la serie de los años 2020 y el 2022, que fueron informadas al organismo responsable a nivel nacional que sube los datos al portal. Se observaron esos valores para el inventario del año 2020, y por lo tanto se encontrarán diferencias respecto a los valores informados en el presente informe.

En lo que respecta a los valores del consumo eléctrico realizado por las líneas de trolebuses con las que cuenta el municipio, los mismos se obtuvieron también a través de la Empresa Provincial de la Energía (EPE) y corroborados con el Ente de la Movilidad de Rosario (EMR).

<sup>11</sup> <http://datos.energia.gob.ar/dataset>

| Sector Mayorista             | Gas Oil (m <sup>3</sup> ) | Nafta | Aerokerosene            | Aeronafta | Fuel Oil          |
|------------------------------|---------------------------|-------|-------------------------|-----------|-------------------|
| Agro <sup>12</sup>           | 58459                     | 1120  |                         |           |                   |
| Navegación                   | 609 + 1802 <sup>13</sup>  |       |                         |           | 381 <sup>14</sup> |
| Otros sectores <sup>15</sup> | 896                       |       |                         |           |                   |
| Aviación                     |                           |       | 2420 + 27 <sup>16</sup> | 122       |                   |
| Transporte carga             | 21816                     | 587   |                         |           |                   |
| Ferrovionario                | 10491                     |       |                         |           |                   |

Tabla 17: Despacho de combustibles del Sector Mayorista para el año 2021. Fuente: datos.energia.gob.ar

| Sector Mayorista             | Gas Oil (m <sup>3</sup> ) | Nafta | Aerokerosene              | Aeronafta |
|------------------------------|---------------------------|-------|---------------------------|-----------|
| Agro <sup>17</sup>           | 54.706                    | 702   |                           |           |
| Navegación                   | 34 + 2986 <sup>18</sup>   |       |                           |           |
| Otros sectores <sup>19</sup> | 2170                      | 91    |                           |           |
| Aviación                     |                           |       | 3679 + 4617 <sup>20</sup> | 54        |
| Transporte carga             | 18.515                    |       |                           |           |
| Ferrovionario                | 9.454                     |       |                           |           |

Tabla 18: Despacho de combustibles del Sector Mayorista para el año 2022. Fuente: datos.energia.gob.ar

| Sector Minorista             | Gas Oil (m <sup>3</sup> ) | Kerosene | Nafta  | GNC        |
|------------------------------|---------------------------|----------|--------|------------|
| Agro <sup>21</sup>           | 14.154                    | 1        | 71     |            |
| Al Público                   | 94.598                    | 110      | 190957 | 72.731.921 |
| Otros Sectores <sup>22</sup> | 14608                     | 1        | 1.027  |            |
| Reventa a otras estaciones   | 9.399                     |          | 1.847  |            |

<sup>12</sup> Este rubro es cuantificado en Sector energía estacionaria, subsector actividad rural.

<sup>13</sup> Consumo de navegación internacional

<sup>14</sup> Consumo de navegación internacional

<sup>15</sup> Este rubro es cuantificado en Sector Energía estacionaria, subsector fuentes no especificadas.

<sup>16</sup> Consumo de aviación internacional

<sup>17</sup> Este rubro es cuantificado en Sector energía estacionaria, subsector actividad rural.

<sup>18</sup> Consumo de navegación internacional

<sup>19</sup> Este rubro es cuantificado en Sector Energía estacionaria, subsector fuentes no especificadas.

<sup>20</sup> Consumo de aviación internacional

<sup>21</sup> Este rubro es cuantificado en Sector Energía estacionaria, subsector rural.

<sup>22</sup> Este rubro es cuantificado en Sector energía estacionaria, subsector fuentes no especificadas.

|                     |       |   |    |      |
|---------------------|-------|---|----|------|
| Transporte de carga | 9.873 | 9 | 99 | 4126 |
|---------------------|-------|---|----|------|

Tabla 19: Despacho de combustibles del sector minorista para el año 2021. Fuente: datos.energia.gov.ar

| Sector Minorista             | Gas Oil (m <sup>3</sup> ) | Kerosene | Nafta   | GNC        |
|------------------------------|---------------------------|----------|---------|------------|
| Agro <sup>23</sup>           | 13.211                    |          | 279     |            |
| Al Público                   | 104.635                   | 107      | 202.918 | 74.555.683 |
| Otros Sectores <sup>24</sup> | 8.776                     |          | 1.049   | 32         |
| Reventa a otras estaciones   | 5.593                     |          | 2.516   |            |
| Transporte de carga          | 7.731                     | 7        | 151     | 9644       |

Tabla 20: Despacho de combustibles del sector minorista para el año 2022. Fuente: datos.energia.gov.ar

| Gas Oil (m <sup>3</sup> ) | Nafta | GNC  | Biodiesel | Electricidad (KWh) |
|---------------------------|-------|------|-----------|--------------------|
| 21.713                    | 0     | 4264 | 0         | 1.751.089          |

Tabla 21: Consumo del año 2021 de combustibles y Electricidad Transporte Urbano de Pasajeros. Fuente: Elaboración propia en base a datos.energia.gov.ar / Ente de la Movilidad Rosario (EMR) / Empresa Provincial de la Energía (EPE).

| Gas Oil (m <sup>3</sup> ) | Nafta | GNC | Biodiesel | Electricidad (KWh) |
|---------------------------|-------|-----|-----------|--------------------|
| 23417                     | -     | -   | -         | 1.740.370          |

Tabla 22: Consumo del año 2022 de combustibles y electricidad Transporte Urbano de Pasajeros. Fuente: Elaboración propia en base a datos.energia.gov.ar / Ente de la Movilidad Rosario (EMR) / Empresa Provincial de la Energía (EPE).

## Factores de Emisión

Es importante destacar que, las propiedades intensivas de cada combustible utilizado para lograr las conversiones fueron los factores de emisión, el poder calorífico y la densidad. Dichos valores se obtuvieron de las siguientes fuentes oficiales: Balance Energético Nacional – Documento metodológico (2021 y 2022); y 2006 IPCC *Guidelines for National Greenhouse Gas*. Para el cálculo de emisión de GEI en el sistema de trolebuses se usa el factor de emisión de la red eléctrica utilizada en el sector de energía estacionaria.

| Fuente de emisión | Factor de emisión | Calidad |
|-------------------|-------------------|---------|
|-------------------|-------------------|---------|

<sup>23</sup> Este rubro es cuantificado en Sector Energía estacionaria, subsector rural.

<sup>24</sup> Este rubro es cuantificado en Sector energía estacionaria, subsector fuentes no especificadas.

| Combustible        | N <sub>2</sub> O<br>(KgN <sub>2</sub> O/TJ) | CH <sub>4</sub><br>(KgCH <sub>4</sub> /TJ) | CO <sub>2</sub> (tCO <sub>2</sub> /TJ) |       |
|--------------------|---|--|--|-------|
| Gasoil Ferrocarril | 28,6  | 4,15                                       | 74,1                                   | Media |
| Gasoil Carretera   | 3,9   | 3,9  | 74,1                                   | Media |
| Gasoil Navegación  | 2   | 7  | 74,1                                   | Media |
| GNC                | 3   | 92   | 56,1                                   | Media |
| Kerosene           | 0,6   | 2  | 71,5                                   | Media |
| Nafta              | 8   | 25   | 69,3                                   | Media |
| Aerokerosene       | 2   | 0,5  | 71,5                                   | Media |
| Fuel Oil           | 0,6   | 3  | 77,4                                   | Media |
| Biodiésel          | 3,9   | 3,9  | 74,1                                   | Media |
| Bioetanol          | 8   | 25   | 70,8                                   | Media |
| Aeronaftas         | 2   | 0,5  | 71,5                                   | Media |

Tabla 23: Factores de emisión combustibles<sup>25</sup>. Fuente: Elaboración propia en base a datos de la Municipalidad de Rosario.

En la siguiente tabla se establecen, según protocolo las emisiones en tCO<sub>2</sub>e por Alcances en el Sector Transporte:

| Número de Referencia GPC | Alcance | Fuentes de gases de efecto invernadero  | Gases de Efecto Invernadero (tCO <sub>2</sub> e) |                 |                  |                   |
|--------------------------|---------|---|--|-----------------|------------------|-------------------|
|                          |         |   | CO <sub>2</sub>                                  | CH <sub>4</sub> | N <sub>2</sub> O | CO <sub>2</sub> e |
| II                       |         | <b>TRANSPORTE</b>   |  |                 |                  |                   |
| II.1                     |         | <b>Terrestre en carretera/ rodoviario</b>   |  |                 |                  |                   |
| II.1.1                   | 1       | Emisiones dentro de los límites del municipio por la quema de combustible   | 941612,87  | 404,49          | 78,85            | 973834,69         |
| II.1.2                   | 2       | Emisiones de consumo de electricidad de la red eléctrica dentro de los límites del municipio en transporte terrestre            | 522,82   | 0,01            | 0,01             | 524,63            |
| II.1.3                   | 3       | Emisiones de viajes transfronterizos y por pérdidas por transmisión y distribución de energía eléctrica suministrada por la red | 91,69  | 0,00            | 0,00             | 92,01             |
| II.2                     |         | <b>Transporte ferroviario</b>   |  |                 |                  |                   |

<sup>25</sup> Tercera Comunicación Nacional de la República Argentina a la Convención Marco a la Convención Marco de las Naciones Unidas Sobre el Cambio Climático, págs. 237-240.

|        |   |   |          |      |       |          |
|--------|---|---|----------|------|-------|----------|
| II.2.1 | 1 | Emisiones dentro de los límites del municipio por la quema de combustible   | 26833,90 | 1,58 | 10,43 | 29643,26 |
| II.3   |   | <b>Navegación</b>   |          |      |       |          |
| II.3.1 | 1 | Emisiones dentro de los límites del municipio por la quema de combustible   | 7292,71  | 0,64 | 0,19  | 7361,88  |
| II.4   |   | <b>Aviación</b>   |          |      |       |          |
| II.4.3 | 3 | Emisiones de viajes transfronterizos y por pérdidas por transmisión y distribución de energía eléctrica suministrada por la red | 6476,37  | 0,05 | 0,18  | 6525,64  |

Tabla 24: Datos de actividad sector Transporte año 2021. Fuente: En base a GHG Protocol.

| Número de Referencia GPC | Alcance | Fuentes de gases de efecto invernadero  | Gases de Efecto Invernadero (tCO <sub>2</sub> e) |                 |                  |                   |
|--------------------------|---------|---|--|-----------------|------------------|-------------------|
|                          |         |   | CO <sub>2</sub>                                  | CH <sub>4</sub> | N <sub>2</sub> O | CO <sub>2</sub> e |
| II                       |         | <b>TRANSPORTE</b>   |  |                 |                  |                   |
| II.1                     |         | <b>Terrestre en carretera/ rodoviario</b>   |  |                 |                  |                   |
| II.1.1                   | 1       | Emisiones dentro de los límites del municipio por la quema de combustible   | 981395,76  | 422,74          | 83,75            | 1015426,86        |
| II.1.2                   | 2       | Emisiones de consumo de electricidad de la red eléctrica dentro de los límites del municipio en transporte terrestre            | 487,90   | 0,01            | 0,01             | 489,89            |
| II.1.3                   | 3       | Emisiones de viajes transfronterizos y por pérdidas por transmisión y distribución de energía eléctrica suministrada por la red | 107,93   | 0,00            | 0,00             | 108,37            |
| II.2                     |         | <b>Transporte ferroviario</b>   |  |                 |                  |                   |
| II.2.1                   | 1       | Emisiones dentro de los límites del municipio por la quema de combustible   | 23545,11   | 1,42            | 9,19             | 26020,90          |
| II.3                     |         | <b>Navegación</b>   |  |                 |                  |                   |
| II.3.1                   | 1       | Emisiones dentro de los límites del municipio por la quema de combustible   | 7521,29  | 0,74            | 0,24             | 7604,77           |
| II.4                     |         | <b>Aviación</b>   |  |                 |                  |                   |
| II.4.3                   | 3       | Emisiones de viajes transfronterizos y por pérdidas por transmisión y distribución de energía eléctrica suministrada por la red | 21273,67   | 0,15            | 0,60             | 21435,53          |

Tabla 25: Datos de actividad sector Transporte año 2022. Fuente: En base a GHG Protocol.

## Sector Residuos

Las emisiones totales del sector Residuos fueron de 595.931,84 tCO<sub>2</sub>e y 609.161,84 tCO<sub>2</sub>e para los años 2021 y 2022, respectivamente, donde la sub-categoría Disposición de residuos sólidos tiene una participación mayoritaria seguido del subsector Tratamiento y vertido de aguas residuales. El tratamiento biológico tiene una contribución marginal, el tratamiento de residuos patológicos y residuos especiales al tratarse en otras localidades, se reporta en las emisiones pero no se las contabiliza, según el Protocolo GPC.



En la Tabla 26 se presenta la participación de cada subsector en las emisiones tCO<sub>2</sub>e:

| Residuos                                  | Emisiones años 2021 (tCO <sub>2</sub> e ) | Participación porcentual 2021 (%) | Emisiones años 2022 (tCO <sub>2</sub> e ) | Participación porcentual 2022 (%) |
|---|---|-----------------------------------|---|-----------------------------------|
| Disposición de residuos sólidos           | 526.580,72                                | 88                                | 540.562,74                                | 89                                |
| Tratamiento y vertido de aguas residuales | 68.599,10                                 | 12                                | 68.773,10                                 | 11                                |
| Tratamiento biológico de residuos         | 752,02                                    | 0                                 | 0   | 0                                 |
| <b>Total</b>                              | <b>595.931,84</b>                         | <b>100</b>                        | <b>609.335,85</b>                         | <b>100</b>                        |

Tabla 26: Emisiones por subsector Residuos años 2021/2022 en tCO<sub>2</sub>e. Fuente: Elaboración propia en base a datos de la Municipalidad de Rosario.

### Emisiones anuales Sector Residuos 2021 (tCO<sub>2</sub>e)

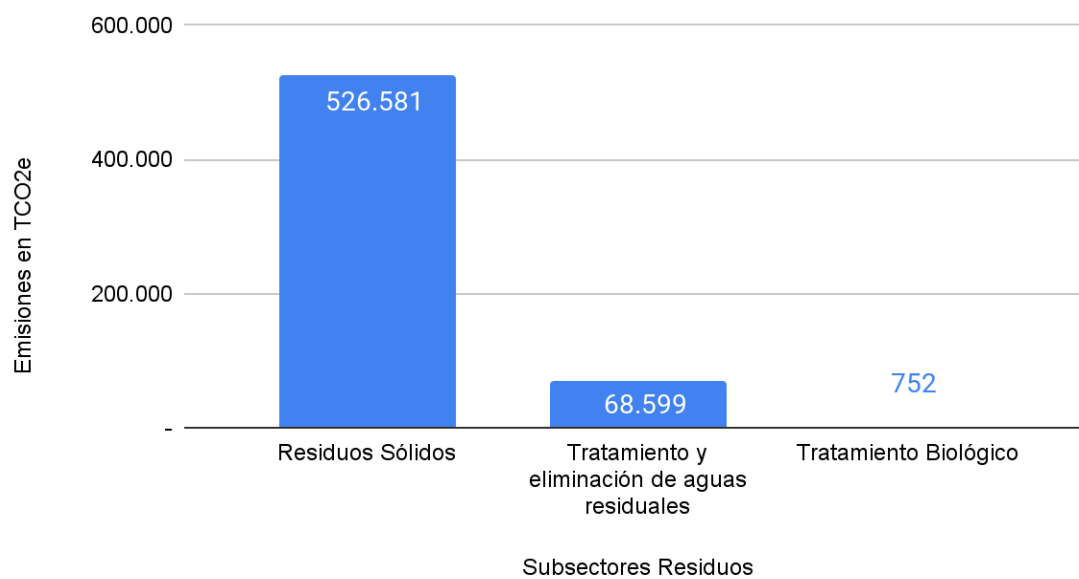


Gráfico 12: Emisiones por subsector de residuos en tCO<sub>2</sub>e año 2021. Fuente: Elaboración propia en base a datos de la Municipalidad de Rosario.

## Emisiones anuales Sector Residuos 2022 (tCO<sub>2</sub>e)

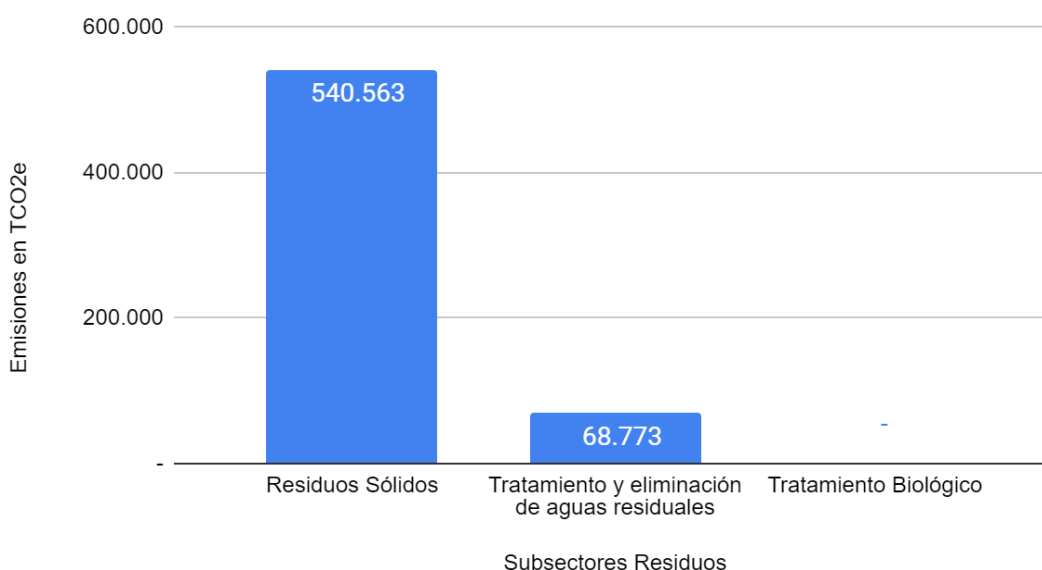


Gráfico 13: Emisiones por subsector de residuos en tCO<sub>2</sub>e año 2022. Fuente: Elaboración propia en base a datos de la Municipalidad de Rosario.

## Datos de actividad

Se detalla a continuación la generación de Residuos en los límites de la ciudad:

| Residuos  | Disposición Anual 2021 (t) | Emisiones anuales 2021 (tCO <sub>2</sub> e) | Disposición Anual 2022 (t) | Emisiones anuales 2022 (tCO <sub>2</sub> e) |
|---|----------------------------|---|----------------------------|---|
| <b>Disposición de Residuos Sólidos (Relleno Ricardone)</b>      | 291.414                    | 336180,21                                   | 286.631                    | 344885,51                                   |
| <b>Disposición de Residuos Sólidos (Relleno Bella Vista)</b>    | 122.738                    | 190400,51                                   | 125.509                    | 195677,24                                   |
| <b>Tratamiento Biológico de Residuos (Planta de Compostaje)</b> | 3927                       | 752,02                                      | 0                          | 0   |

Tabla 27: Valores de emisiones del sector Residuos. Fuente: Elaboración propia en base a datos de la Municipalidad de Rosario.

## Factores de Emisión y Metodología

La forma de vida de los habitantes de los grandes conglomerados urbanos genera residuos sólidos y aguas residuales que pueden ser dispuestos en algunas ocasiones en instalaciones dentro o fuera de la ciudad. La disposición y tratamiento de dichos residuos producen gases de efecto invernadero, ya sea por la descomposición aeróbica o anaeróbica.

Rosario lleva décadas intensificando sus políticas en la gestión y tratamiento de los residuos sólidos domiciliarios y compatibles. Una fracción de los residuos orgánicos, separados en origen son enviados al Centro Ambiental de Tratamiento de Residuos, ubicado en las inmediaciones de Bella Vista. A su vez, un porcentaje mucho mayor de desechos, provenientes

tanto de la población así como de grandes generadores -previamente separados en residuos secos o recuperables-, son destinados a la Planta de Secos del Municipio y/o a varios emprendimientos sociales. Los datos involucrados en el subsector "Tratamiento Biológico de Residuos" corresponden a la cantidad de residuos orgánicos que ingresaron a la Planta de Compostaje del Centro Ambiental de Tratamiento de Residuos durante los años 2021 y 2022. Cabe aclarar que durante parte del año 2021 y todo el 2022, no estuvo funcionando la planta de estabilización biológica (compostaje).

Las cantidades de esta actividad incluidos en "Disposición de Residuos Sólidos Domiciliarios", corresponden a los residuos de origen domiciliario y compatibles, dispuestos en el Relleno Sanitario, ubicado en una localidad vecina (Ricardone), y a los residuos denominados de "baja biodegradabilidad" que se disponen en el Relleno Sanitario de Bella Vista, localizado dentro de los límites de Rosario, en el centro anteriormente citado.

Como para los materiales inertes la fracción de carbono orgánico degradable es nula, sólo se consideraron las ramas, los restos verdes y los residuos provenientes de basurales, cuya composición se entiende asimilable a los residuos domiciliarios, tomándose el estudio de caracterización de residuos realizado por la Municipalidad de Rosario en el año 2014, para determinar el porcentaje de cada fracción de residuos.

El resto de los residuos domiciliarios y compatibles, que no son tratados en la planta de compostaje (mencionada con anterioridad), son enviados a disposición final a un relleno sanitario en la localidad de Ricardone. Las cantidades de esta corriente de residuos fueron aportadas por la misma dirección, y la componente de residuos orgánicos fue estimada a partir del estudio de caracterización de residuos, ya mencionado. Para el reporte de las cantidades de residuos en la categoría "Disposición de Residuos Sólidos" se utilizó como método el Modelo de Descomposición de primer orden (FOD), que consiste en estimar las emisiones producidas por los residuos dispuestos, no solo en el año del inventario contemplando las condiciones climáticas de la ciudad sino también el historial en Disposición Final de Residuos con los que cuenta el municipio. Cabe señalar que, para los años 2021 y 2022, se corrigieron valores de composición de residuo en base a la caracterización del año 2014, según la metodología de cálculo de emisiones para este sector <sup>26</sup>.

Por su parte, para la categoría "Tratamiento de residuos Patológicos y Peligrosos", se tuvo en consideración la cantidad de residuos patológicos tratados. La información fue provista por la Dirección General de Residuos de la Municipalidad de Rosario, según los registros que constan sobre la actividad de empresas transportistas habilitadas para esta operación. Es importante destacar que, por la metodología del Protocolo GPC esta corriente de residuos se informa pero no se contabiliza para la emisión total.

En lo que respecta a los datos de actividad para la categoría de "Tratamiento y Vertido de Aguas Residuales" corresponden a la totalidad de la población, para el año del inventario, los mismos se extrajeron de censos nacionales y provinciales, debido a que las aguas residuales domiciliarias en Rosario no tienen tratamiento, sino que parte se vuelcan directamente en el río Paraná, y otra, se dirige hacia sistemas sépticos. Es importante destacar, que el cálculo sobre las emisiones de esta categoría se realiza en base a un estimado de la población proporcionado por la Dirección General de Estadística de la Municipalidad de Rosario.

En cuanto al proceso de verificación de cálculo de emisiones, en esta categoría, se utilizó la

---

<sup>26</sup> La Metodología corresponde al "Capítulo 3: Eliminación de Desechos Sólidos" de las Directrices del IPCC del año 2006, cuyo acceso se puede hacer a través del siguiente enlace: <https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/spanish/index.html>

metodología propuesta por el IPCC en el Capítulo 6, Volumen 5 de las Directrices para la elaboración de inventarios nacionales de gases de efecto invernadero y el factor de consumo de proteínas correspondiente a la tercera comunicación de Argentina (2012) -32,57 kg de proteína por habitante-. A continuación se establecen, según el protocolo las emisiones en tCO<sub>2</sub>e por Alcances en el Sector Residuos:

| Número de Referencia GPC | Alcance | Fuentes de gases de efecto invernadero   | Gases de Efecto Invernadero (tCO <sub>2</sub> e) |                 |                  |                   |
|--------------------------|---------|--|--|-----------------|------------------|-------------------|
|                          |         |  | CO <sub>2</sub>                                  | CH <sub>4</sub> | N <sub>2</sub> O | CO <sub>2</sub> e |
| III                      |         | <b>RESIDUOS</b>  |  |                 |                  |                   |
| III.1                    |         | <b>Residuos Sólidos</b>  |  |                 |                  |                   |
| III.1.1                  | 1       | Emisiones de residuos sólidos generados en el municipio y enviados a los vertederos dentro del municipio           | 0,00   | 6800,02         | 0,00             | 190400,51         |
| III.1.2                  | 3       | Emisiones de residuos sólidos generados en el municipio y enviados a los vertederos fuera del municipio            | 0,00   | 12006,44        | 0,00             | 336180,21         |
| III.2                    |         | <b>Tratamiento Biológico</b>   |  |                 |                  |                   |
| III.2.1                  | 1       | Emisiones de residuos sólidos generados en el municipio y enviados para tratamiento biológico dentro del municipio | 0,00   | 15,71           | 1,18             | 752,02            |
| III.3                    |         | <b>Incineración</b>  |  |                 |                  |                   |
| III.3.2                  | 3       | Emisiones de residuos sólidos generados en el municipio y enviados para incineración fuera del municipio           | NE   | NE              | NE               | NE                |
| III.4                    |         | <b>Tratamiento y eliminación de aguas residuales</b>   |  |                 |                  |                   |
| III.4.1                  | 1       | Emisiones de efluentes generados y tratados dentro de los límites del municipio                                    | 0,00   | 1903,04         | 57,79            | 68599,10          |

Tabla 28: Datos de actividad sector Residuos año 2021. Fuente: Elaboración propia en base a datos de GHG Protocol.

| Número de Referencia GPC | Alcance | Fuentes de gases de efecto invernadero   | Gases de Efecto Invernadero (tCO <sub>2</sub> e) |                 |                  |                   |
|--------------------------|---------|--|--|-----------------|------------------|-------------------|
|                          |         |  | CO <sub>2</sub>                                  | CH <sub>4</sub> | N <sub>2</sub> O | CO <sub>2</sub> e |
| III                      |         | <b>RESIDUOS</b>  |  |                 |                  |                   |
| III.1                    |         | <b>Residuos Sólidos</b>  |  |                 |                  |                   |
| III.1.1                  | 1       | Emisiones de residuos sólidos generados en el municipio y enviados a los vertederos dentro del municipio           | 0,00   | 6988,47         | 0,00             | 195677,24         |
| III.1.2                  | 3       | Emisiones de residuos sólidos generados en el municipio y enviados a los vertederos fuera del municipio            | 0,00   | 12317,34        | 0,00             | 344885,51         |
| III.2                    |         | <b>Tratamiento Biológico</b>   |  |                 |                  |                   |
| III.2.1                  | 1       | Emisiones de residuos sólidos generados en el municipio y enviados para tratamiento biológico dentro del municipio | 0,00   | 0,00            | 0,00             | 0,00              |
| III.3                    |         | <b>Incineración</b>  |  |                 |                  |                   |
| III.3.2                  | 3       | Emisiones de residuos sólidos generados en el municipio y enviados para incineración fuera del municipio           | NE   | NE              | NE               | NE                |
| III.4                    |         | <b>Tratamiento y eliminación de aguas residuales</b>   |  |                 |                  |                   |
| III.4.1                  | 1       | Emisiones de efluentes generados y tratados dentro de los límites del municipio                                    | 0,00   | 1907,87         | 57,93            | 68773,10          |

## Sector Procesos Industriales y Uso de Productos

Las emisiones de GEI pueden ser resultado de los usos de productos y las actividades industriales no relacionadas con la energía. Todas las emisiones de GEI que se producen a partir de procesos industriales, uso de productos y usos no energéticos de los combustibles fósiles, se evalúan y reportan en este sector.

Para tal fin, se recabó información propia del Municipio acerca de la existencia de industrias habilitadas para estimar emisiones GEI del subsector de Procesos, entre las que se encuentran las siguientes:

- Industrias minerales ligadas a la producción de cemento, cal o vidrio.
- Industrias del metal ligadas a la producción de Coque metalúrgico, hierro y acero, ferroaleaciones, Aluminio, Magnesio, Zinc y Plomo.
- Industrias químicas ligadas a la producción de Amoníaco, Ácido Nítrico, Ácido Adípico, Caprolactama, Carburo, escoria de Titanio, Carbonato de Sodio (o Trona).

Para el cálculo de emisiones GEI del subsector usos industriales se recaudó la información acerca de:

- Lubricantes y cera de parafina en productos no energéticos.
- Gases de HFC (hidrofluorocarbonos) utilizados en producción electrónica.
- Uso de gases fluorados como sustancias que agotan la capa de ozono en industrias habilitadas.

Tras las consultas en los registros de las actividades habilitadas por el Municipio, no se identificó ninguna industria relevante del sector IPPU. Aunque no se dispone de la información completa acerca del subsector de Usos Industriales, se pudo determinar que no existen Usos de sectores que generen emisiones significativas que alteren el perfil total de las emisiones de la ciudad. En consecuencia, se estableció la exclusión de este sector de los cálculos finales del inventario, y de acuerdo con el Protocolo GPC se le asignó la notación NO (No ocurre) para subsector Procesos, y NE (No se estima) para subsector Usos.

## Sector Agricultura, Silvicultura y cambio de uso de suelo

El sector de Agricultura, silvicultura y otros usos de suelo (*Agriculture, forestry, and other land use*, AFOLU) produce emisiones de GEI a través de una variedad de vías, incluidos los cambios de uso de suelo que alteran la composición del suelo, el metano producido en los procesos digestivos de los animales de granja, y el manejo de nutrientes para fines agrícolas.

Para el nivel BÁSICO+ se debe reportar todas las emisiones del sector AFOLU dentro de los límites de la ciudad en alcance 1.

Dada la naturaleza altamente variable de las emisiones agrícolas y el uso de suelo que atraviesa diversas áreas geográficas, las emisiones GEI del AFOLU se encuentran entre las categorías más complejas para la contabilidad de GEI. Las pautas del IPCC dividen las actividades de AFOLU en tres categorías:

- Ganadería
- Suelo
- Fuentes agregadas y emisiones procedentes de fuentes de suelo distintas al CO<sub>2</sub>

Existen múltiples metodologías que se pueden utilizar para cuantificar las emisiones de AFOLU, la orientación realizada y tomada en cuenta para el presente reporte, se rigió en base a los documentos de "Pautas del IPCC de 2006 para los Inventarios Nacionales de Gases de Efecto Invernadero" y a la "Guía sobre buenas prácticas del IPCC para el uso de suelo, cambio de uso de suelo y silvicultura".

El aporte del sector de AFOLU en el contexto de las emisiones de gases de efecto invernadero se revela como modesto, representando apenas un 0,41% de la compensación total. La escasa incidencia de este sector en el conjunto del inventario se vincula directamente con la reducida presencia de áreas no urbanas dentro de los límites de la ciudad. En este contexto, las actividades ganaderas no desempeñan un papel significativo, a diferencia de los inventarios nacionales donde la ganadería bovina suele ser un contribuyente importante.

En lo que respecta a las emisiones registradas para el año 2021, arrojó un valor de -16,912.45 toneladas de CO<sub>2</sub> equivalente (tCO<sub>2</sub>e). Es fundamental resaltar que este resultado negativo indica que el sector no sólo no contribuyó a las emisiones totales de la ciudad, sino que, de hecho, actuó como un sumidero de carbono. Este fenómeno mitigador se da principalmente por el crecimiento de las especies arbóreas que se encuentran en Rosario, y que ejerce un impacto positivo al absorber emisiones, contrarrestando así el impacto global de la huella de carbono de la ciudad.

| Nro. Ref GPC | Fuentes de gases de efecto invernadero  | Total GEIs (toneladas CO <sub>2</sub> e) |           |           |        |                   |                   |
|--------------|---|--|-----------|-----------|--------|-------------------|-------------------|
|              |   | Inducido por la ciudad                   |           |           |        |                   | Territorial       |
|              |   | Alcance 1                                | Alcance 2 | Alcance 3 | Básico | Básico+           |                   |
| <b>V</b>     | <b>AGRICULTURA, SILVICULTURA Y CAMBIO EN EL USO DEL SUELO (AFOLU)</b>   |  |           |           |        |                   |                   |
| V.1          | Emisiones de ganadería dentro de los límites del municipio  | 303,05                                   |           |           |        | 303,05            | 303,05            |
| V.2          | Emisiones del uso del suelo dentro de los límites del municipio   | -17.511,71                               |           |           |        | -17.511,71        | -17.511,71        |
| V.3          | Emisiones de fuentes agregadas y fuentes de emisión no CO <sub>2</sub> en la tierra dentro de los límites del municipio | 296,21                                   |           |           |        | 296,21            | 296,21            |
|              | <b>SUBTOTAL</b>   | <b>-16.912,45</b>                        |           |           |        | <b>-16.912,45</b> | <b>-16.912,45</b> |

Tabla 30: Emisiones AFOLU GPC año 2021. Fuente: Elaboración propia en base a datos de la Municipalidad de Rosario.

Las emisiones del sector para el año 2022 fueron de -13.720,18 tCO<sub>2</sub>e, al igual que en el año 2021, el sector arroja un saldo negativo, generando una captura de carbono. La mayor variación en la emisiones se da en el subsector del uso del suelo, dado las quemadas que se produjeron el verano de ese año en las Islas del río Paraná.

| Nro. Ref GPC | Fuentes de gases de efecto invernadero                                | Total GEIs (toneladas CO <sub>2</sub> e) |           |           |        |            |             |
|--------------|---|--|-----------|-----------|--------|------------|-------------|
|              |   | Inducido por la ciudad                   |           |           |        |            | Territorial |
|              |   | Alcance 1                                | Alcance 2 | Alcance 3 | Básico | Básico+    |             |
| <b>V</b>     | <b>AGRICULTURA, SILVICULTURA Y CAMBIO EN EL USO DEL SUELO (AFOLU)</b> |  |           |           |        |            |             |
| V.1          | Emisiones de ganadería dentro de los límites del municipio            | 49,71                                    |           |           |        | 49,71      | 49,71       |
| V.2          | Emisiones del uso del suelo dentro de los límites del municipio       | -14.041,40                               |           |           |        | -14.041,40 | -14.041,40  |

|          |   |            |  |  |  |            |            |
|----------|---|------------|--|--|--|------------|------------|
| V.3      | Emisiones de fuentes agregadas y fuentes de emisión no CO2 en la tierra dentro de los límites del municipio | 271,51     |  |  |  | 271,51     | 271,51     |
| SUBTOTAL |   | -13.720,18 |  |  |  | -13.720,18 | -13.720,18 |

Tabla 31: Emisiones AFOLU GPC año 2022 Fuente: Elaboración propia en base a datos de la Municipalidad de Rosario.

En el siguiente gráfico se pueden ver los tres subsectores, donde queda a la vista las escasas emisiones provenientes de la Ganadería y Fuente agregadas y el componente mitigador del uso del suelo.

## Emisiones sector AFOLU

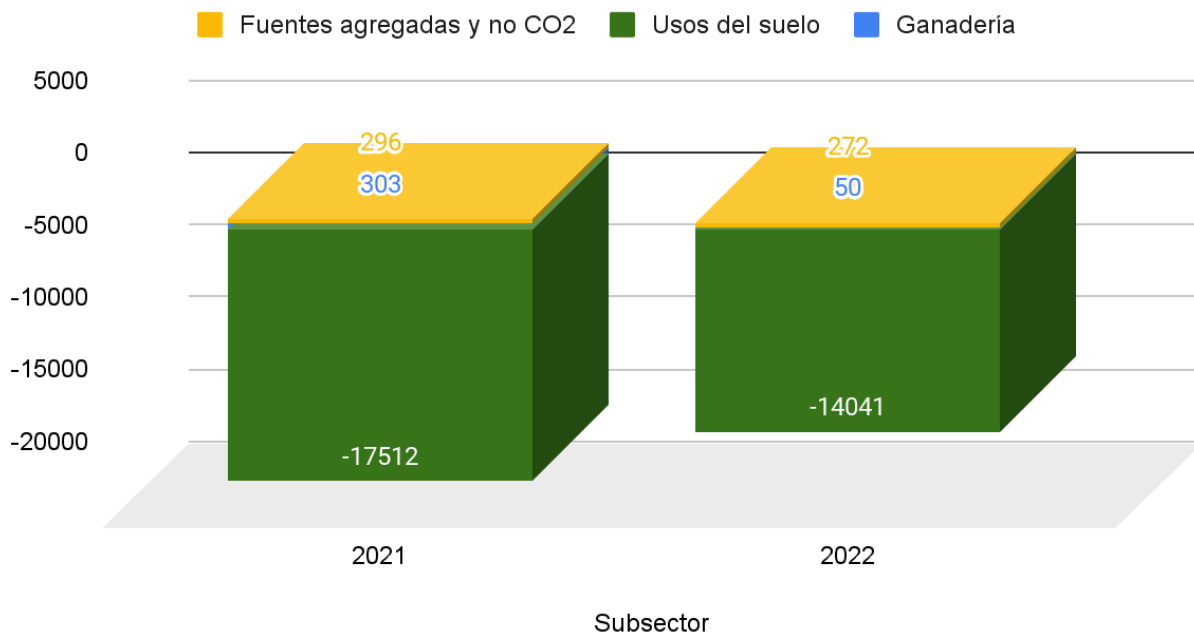


Gráfico 14: Emisiones por subsector de AFOLU en tCO2e años 2021 y 2022. Fuente: Elaboración propia en base a datos de la Municipalidad de Rosario.

A continuación se presenta por separado la información más importante de cada uno de los subsectores.

### Ganadería

En la recolección de datos se busca información sobre la ganadería de carne, ganadería de leche y otros ganados. En la ciudad sólo se registra existencia significativa de aves de corral con cama para faena y para huevos. Existe un factor de emisión tanto de CH<sub>4</sub> y N<sub>2</sub>O asociado a las emisiones directas por el manejo de estiércol. En la próxima tabla se puede observar los siguientes:

| Dato   | Valor      | Unidad                          | Fuente   |
|--|------------|---------------------------------|--|
| Factor de emisión de metano para aves de corral para faena. Clima templado.    | 0,00001    | tCH <sub>4</sub> /cabezas x año | 3era CNCC 2006 2.1 Inventario. Otras ganaderías. IPCC 2006 |
| Factor de emisión de metano para aves de corral para huevos. Clima templado.   | 0,00001    | tCH <sub>4</sub> /cabezas x año | 3era CNCC 2006 2.1 Inventario. Otras ganaderías. IPCC 2006 |
| Factor de emisiones directas de N <sub>2</sub> O para aves de corral con cama. | 0,00000014 | tN <sub>2</sub> O/cabezas       | 3era CNCC 2006 2.1 Inventario. Otras                       |

|  |              |                                    |  |
|--|--------------|------------------------------------|--|
|  |              | x año                              | ganaderías. IPCC 2006                                      |
| Factor de emisiones indirectas de N <sub>2</sub> O para aves de corral con cama. | 0,0000000056 | tN <sub>2</sub> O/cabezas<br>x año | 3era CNCC 2006 2.1 Inventario. Otras ganaderías. IPCC 2006 |

Tabla 32: Factor de emisión para diferentes tipos de cría de aves de corral. Fuente: Otras ganaderías. IPCC 2006.

Por relevamientos en galpones donde hay cría de aves para faena y otros para huevos, se llegó a las siguientes existencias anuales de producción, con valores aproximados que se mantienen para los años 2021 y 2022:

- 440.000 cabezas de aves de corral para faena
- 100.000 cabezas de aves de corral para huevos

## Suelo

El IPCC divide el uso de suelo en seis categorías, tierras forestales, tierras de cultivo, pastizales, humedales, asentamientos y otros. Las emisiones y absorciones de CO<sub>2</sub> se basan en los cambios de existencia de Carbono (C) en los ecosistemas y se estiman para cada categoría de uso de suelo. Esto incluye tanto el suelo restante en una categoría de uso de suelo como el suelo convertido para otro uso. Las existencias de C consisten en biomasa aérea y subterránea, materia orgánica muerta (madera muerta y hojarasca) y materia orgánica del suelo.

El GPC recomienda que las ciudades adopten un método simplificado que consiste en multiplicar el cambio de existencias de C neto para diferentes categorías de usos de suelo (y el cambio de uso) por área de superficie.

La categorización de uso de suelo por área de superficie fue obtenida por datos de teledetección y relevamientos propios de la Municipalidad de Rosario.

Además del uso actual de suelo, se determinó los cambios de uso en los últimos años. Si el cambio de uso de suelo tuvo lugar hace menos de 20 años antes de realizar la evaluación, se considera que el suelo ha sido convertido. En este caso la evaluación de las emisiones GEI se lleva a cabo cada período de 20 años. Las grandes emisiones de GEI pueden resultar como consecuencia de un cambio en el uso del suelo. Los ejemplos incluyen el cambio de uso de agricultura o pastizal a otro uso, por ejemplo, al desarrollo industrial. Cuando se cambia el uso, el carbono del suelo y las existencias de carbono en la vegetación pueden perderse como emisiones de CO<sub>2</sub>.

Luego, todo el suelo debe ser asignado a una de las categorías mencionadas precedentemente. El promedio de los datos de cambio en las existencias anuales de carbono por hectárea para todas las categorías de usos de suelo (y el cambio de usos de suelo) relevantes debe ser determinado y multiplicado por el área de superficie correspondiente a ese uso de suelo. Los datos predeterminados sobre el cambio de existencias anual de carbono fueron obtenidos del reporte de inventario nacional del país, las emisiones de GEI reportadas por la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el cambio climático, el IPCC y otras estadísticas nacionales y provinciales. Por último, todos los cambios de existencias de carbono se suman a través de las categorías y se multiplican por 44/12 para convertir a emisiones de CO<sub>2</sub>.

Las ecuaciones utilizadas pueden apreciarse en las siguientes fórmulas:



$$\Delta C_{AFOLU} = \Delta C_{FL} + \Delta C_{CL} + \Delta C_{GL} + \Delta C_{WL} + \Delta C_{SL} + \Delta C_{OL}$$

|            |   |  |
|------------|---|--|
| $\Delta C$ | = | Cambio en las existencias de carbono             |
| AFOLU      | = | Agricultura, silvicultura y otros usos del suelo |
| FL         | = | Tierras forestales                               |
| CL         | = | Tierras de cultivo                               |
| GL         | = | Pastizales                                       |
| WL         | = | Humedales  |
| SL         | = | Asentamientos                                    |
| OL         | = | Otros suelos                                     |

Fuente: Ecuación adaptada de las *Pautas del IPCC de 2006 para los Inventarios Nacionales de Gases de Efecto Invernadero*, Volumen 4, Agricultura, silvicultura y otros usos del suelo, Sección 2.2.1, eq 2.1. Disponible en: [www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/vol4.html](http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/vol4.html)

$$CO_2 = \sum_{LU} [Flux_{LU} \times Area_{LU}] \times 44/12$$

|        |   |   |
|--------|---|---|
| $CO_2$ | = | Emisiones de GEI en toneladas de $CO_2$   |
| Área   | = | Superficie de la ciudad por categoría de uso del suelo, hectárea  |
| Flux   | = | Tasa anual neta de cambio en las existencias de carbono por hectárea, toneladas de C por hectárea por año |
| LU     | = | Categoría de uso del suelo  |
| 44/12  | = | Conversión de cambios en las existencias de C a emisiones de $CO_2$                                       |

Para obtener estos usos de suelo se descargaron coberturas de suelo realizadas con clasificación supervisada a través de imágenes satelitales del satélite Sentinel-2 producidas por *Impact Observatory*, *Microsoft* y *Esri*<sup>27</sup>, y luego a través de geoprocenos se obtuvieron los datos específicos para los límites de la ciudad de Rosario, para los años 2017 hasta el 2022.

<sup>27</sup> Karra, Kontgis, et al. "Global land use/land cover with Sentinel-2 and deep learning". IGARSS 2021-2021 IEEE International Geoscience and Remote Sensing Symposium. IEEE, 2021. En <https://www.arcgis.com/home/item.html?id=cfcfb7609de5f478eb7666240902d4d3d>

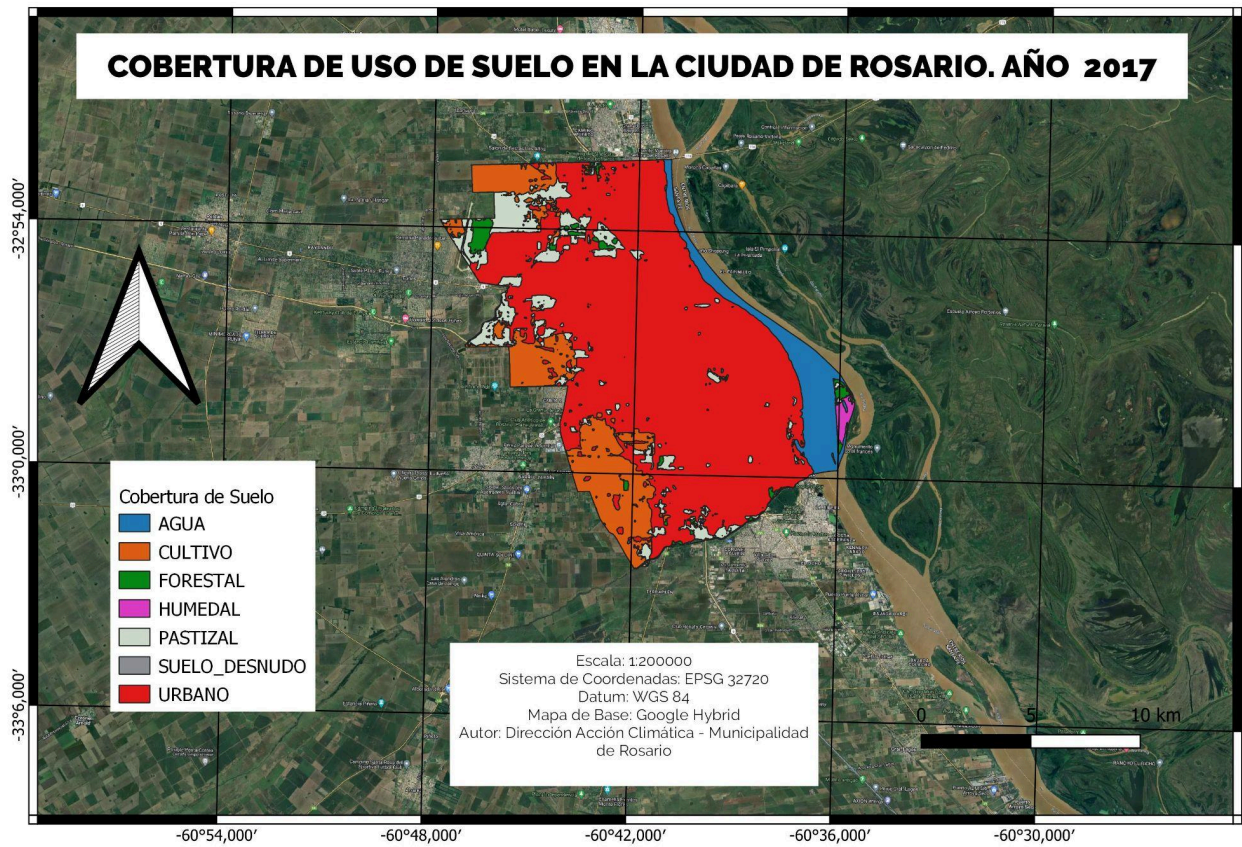


Imagen 1: Mapa de Uso de Suelo de la ciudad de Rosario año 2017, Escala 1.200000. Sistema de Coordenadas: EPSG 32720, Datum: WGS 84. Fuente: Elaboración propia en base a datos de la Dirección Acción Climática de la Municipalidad de Rosario.

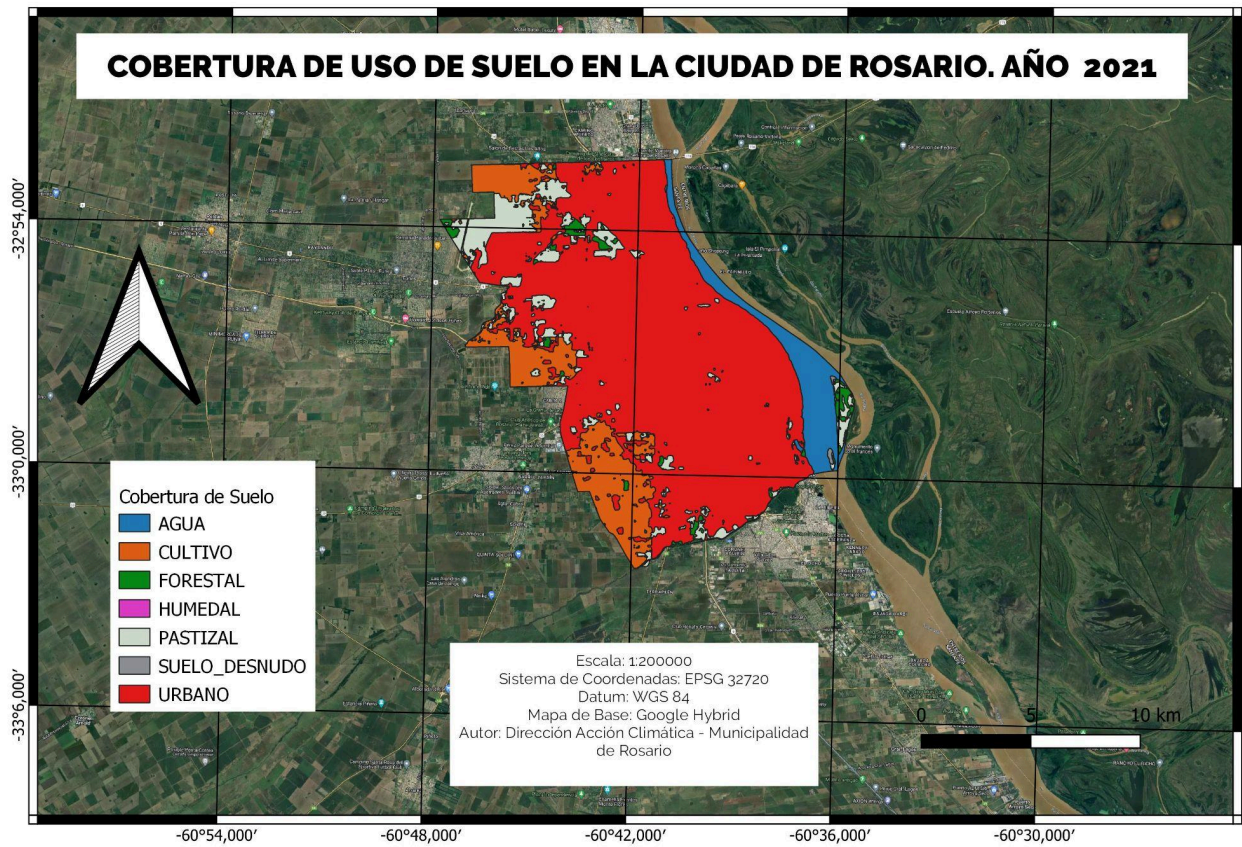


Imagen 2: Mapa de Uso de Suelo de la ciudad de Rosario año 2021. Escala 1:200000. Sistema de Coordenadas: EPSG 32720. Datum: WGS 84. Fuente: Elaboración propia en base a datos de la Dirección Acción Climática de la Municipalidad de Rosario.



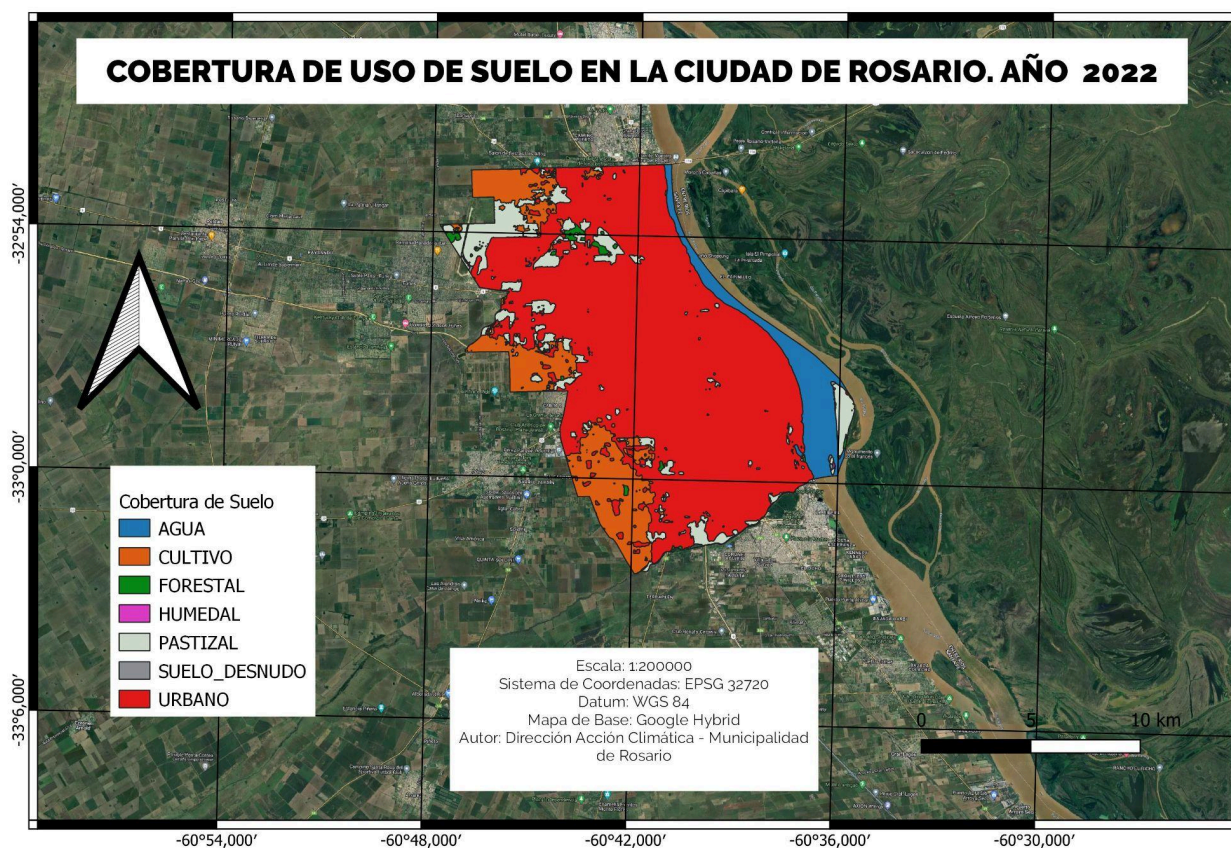


Imagen 3: Mapa de Uso de Suelo de la ciudad de Rosario año 2022. Escala 1:200000. Sistema de Coordenadas: EPSG 32720. Datum: WGS 84. Fuente: Elaboración propia en base a datos de la Dirección Acción Climática de la Municipalidad de Rosario.

| Uso de Suelo / Año | 2017 (Sup en ha) | 2021 (Sup en ha) | 2022 (Sup en ha) |
|--------------------|------------------|------------------|------------------|
| Agua               | 1399,88          | 1330,37          | 1330,81          |
| Cultivo            | 2737,74          | 2659,3           | 2667,36          |
| Forestal           | 304,8            | 305,621          | 133,138          |
| Humedal            | 114,36           | 2,6189           | 2,96871          |
| Pastizal           | 1712,74          | 1607,79          | 1732,65          |
| Suelo Desnudo      | 13,2362          | 34,9769          | 24,0917          |
| Urbano             | 13196,9          | 13539            | 13588,7          |

Tabla 33: Clasificación de uso de suelo y superficie en ha por año. Fuente: Elaboración propia en base a datos de la Municipalidad de Rosario.

| 2017/2022                     | Cultivo | Forestal | Humedal | Pastizal | Suelo<br>Desnudo | Urbano  | Agua   | Superficie<br>Final |
|-------------------------------|---------|----------|---------|----------|------------------|---------|--------|---------------------|
| <b>Cultivo</b>                | 2321,9  | 8,8      | 1,1     | 281,0    | 0,3              | 50,2    | 4,2    | 2667,4              |
| <b>Forestal</b>               | 23,4    | 75,7     | 0,7     | 22,1     | 0,0              | 2,4     | 8,8    | 133,1               |
| <b>Humedal</b>                | 0,0     | 0,2      | 0,6     | 0,0      | 0,0              | 0,0     | 2,2    | 3,0                 |
| <b>Pastizal</b>               | 180,6   | 202,1    | 109,0   | 1163,5   | 3,7              | 46,2    | 27,6   | 1732,7              |
| <b>Suelo<br/>Desnudo</b>      | 1,2     | 0,0      | 0,0     | 2,4      | 8,4              | 1,9     | 10,2   | 24,1                |
| <b>Urbano</b>                 | 210,5   | 17,5     | 2,5     | 243,3    | 0,8              | 13093,3 | 20,7   | 13588,6             |
| <b>Agua</b>                   | 0,2     | 0,5      | 0,5     | 0,5      | 0,0              | 2,9     | 1326,2 | 1330,8              |
| <b>Superficie<br/>Inicial</b> | 2737,8  | 304,8    | 114,4   | 1712,8   | 13,2             | 13196,9 | 1399,9 | 19479,7             |
| <b>Cambio<br/>Neto</b>        | -70,4   | -171,7   | -111,4  | 19,9     | 10,9             | 391,7   | -69,1  |                     |

Tabla 34: Matriz de cambios de uso de suelo entre los años 2017/2022. Fuente: Elaboración propia en base a datos de la Municipalidad de Rosario.

En los siguientes gráficos se puede observar los resultados para los años 2021 y 2022 para cada uno de los usos de suelo, como se explicó anteriormente, el crecimiento de la masa arbórea en el suelo urbano explica la absorción de emisiones neta que arroja este sector. La fuerte diferencia entre los años 2021 y 2022 que se da en suelos forestales, nativos, responde a las quemaduras que se produjeron en esos años.

### Subsector Usos del Suelo - 2021

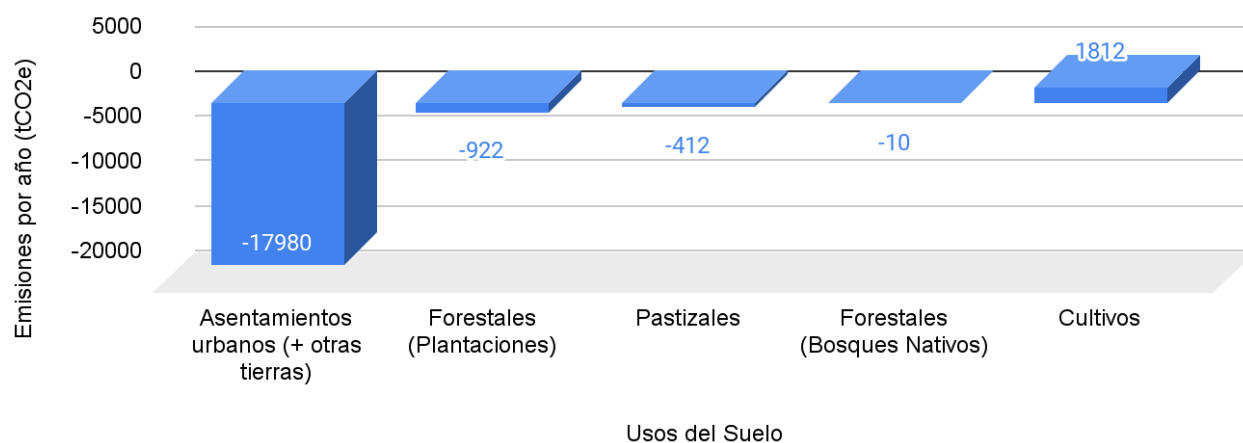


Gráfico 15: Emisiones de los diferentes usos del suelo tCO<sub>2</sub>e año 2021. Fuente: Elaboración propia en base a datos de la Municipalidad de Rosario.

## Subsector Usos del Suelo - 2022

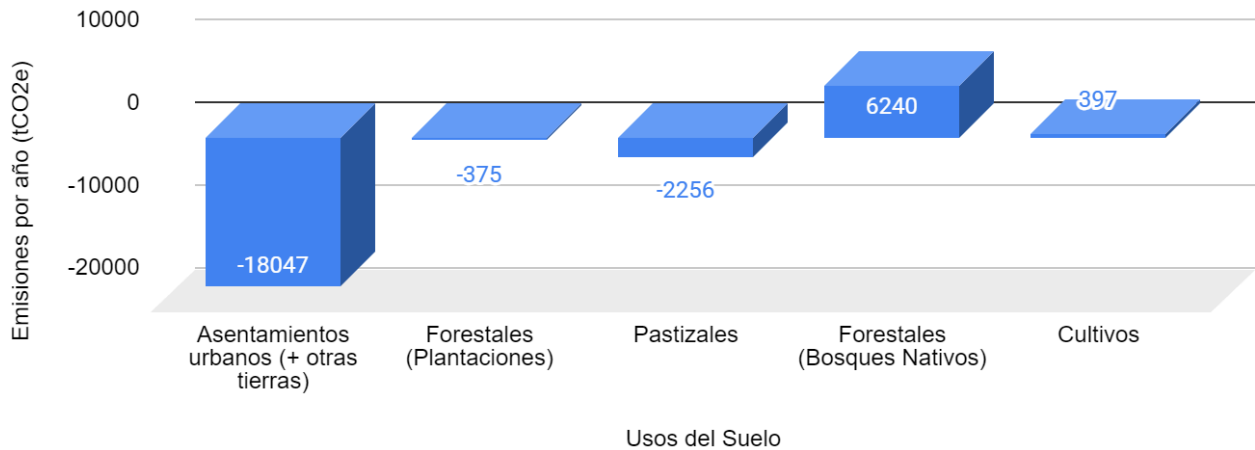


Gráfico 16: Emisiones de los diferentes usos del suelo tCO2e año 2022. Fuente: Elaboración propia en base a datos de la Municipalidad de Rosario.

### Otras fuentes agregadas

A continuación se detallan otras fuentes de emisiones de GEI provenientes del suelo necesarias para el reporte del IPCC. Las mismas incluyen la quema de biomasa, el uso de fertilizantes, aplicación de cal, y urea, las cuales pueden componer una parte de emisiones de la ciudad.

Quema de biomasa: La quema de biomasa para obtener energía produce emisiones distintas al CO<sub>2</sub> que son reportadas en alcance 1 de *Energía Estacionaria*, mientras que las emisiones de CO<sub>2</sub> se reportan por separado como CO<sub>2</sub> biogénico. Sin embargo, cuando la biomasa se quema sin recuperación de energía, tal como puede ser en un incendio accidental, estas actividades son reportadas en AFOLU, y pueden observarse en la siguiente fórmula:

$$\text{GHG} = A \times M_B \times \text{CF} \times \text{EF} \times 10^{-3}$$

|                |   |  |
|----------------|---|--|
| GHG            | = | Emisiones de GEI en toneladas de CO <sub>2</sub> equivalente   |
| A              | = | Área de tierra quemada en hectáreas  |
| M <sub>B</sub> | = | Masa de combustible disponible para la combustión, toneladas por hectárea. Esto incluye la biomasa, hojarasca de suelo y madera muerta. Nota: puede suponerse que los dos últimos son cero, excepto cuando se trata de un cambio de uso del suelo. |
| CF             | = | Factor de combustión (una medida de la proporción del combustible que en realidad está en combustión)  |
| EF             | = | Factor de emisión, g de GEI por kg de la materia seca quemada  |

*Fuente: Ecuación adaptada de las Pautas del IPCC de 2006 para los Inventarios Nacionales de Gases de Efecto Invernadero, Volumen 4, Agricultura, silvicultura y otros usos del suelo. Disponible en: [www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/vol4.html](http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/vol4.html)*

Para determinar el área de la tierra quemada, se usaron técnicas de teledetección, más específicamente, el Índice Normalizado de área quemada<sup>28</sup>. La quema de biomasa significativa se detectó en la zona de islas en enero de 2022. A seguidas se puede observar la siguiente imagen obtenida y la superficie afectada por la quema:

<sup>28</sup> <https://un-spider.org/es/node/10959>



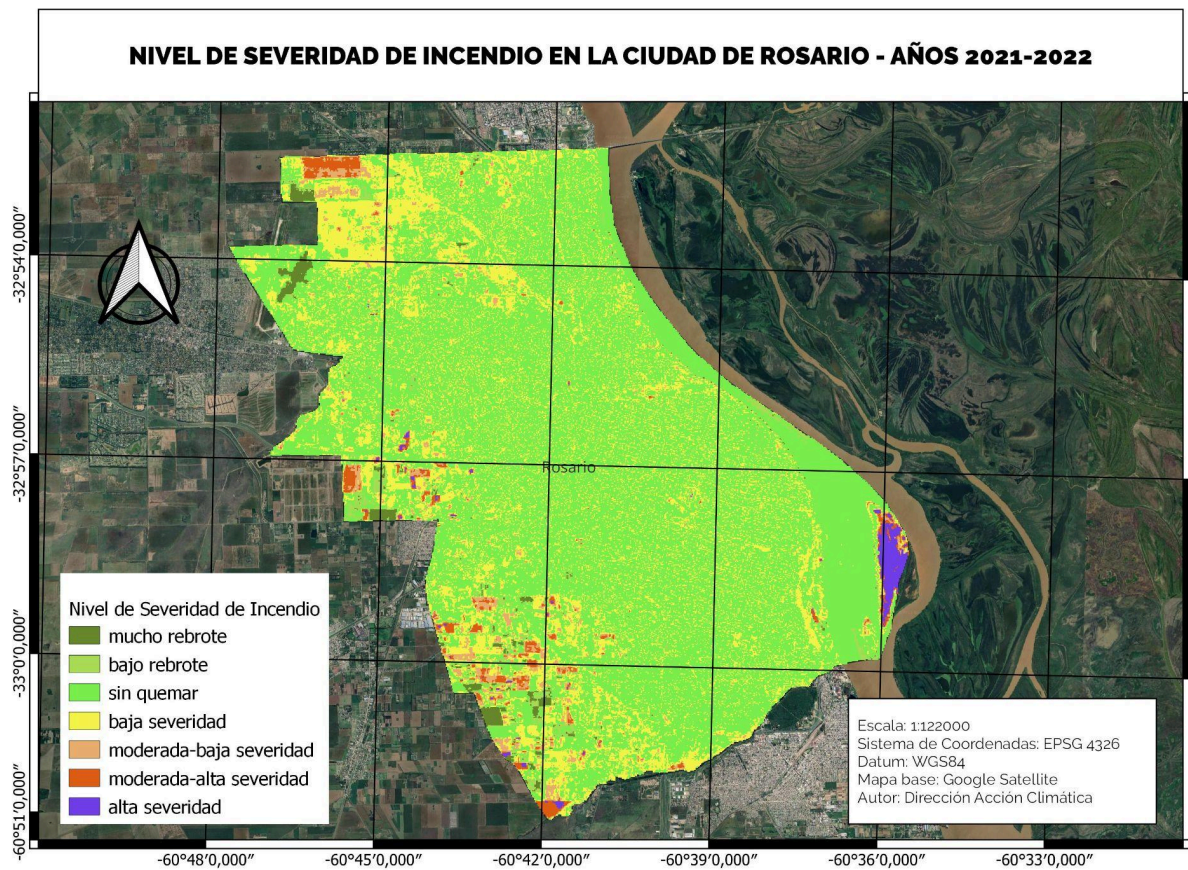


Imagen 4: Mapa de Severidad de incendio o dNBR para los años 2021/2022 de la ciudad de Rosario. Escala: 1:122000. Sistema de Coordenadas: EPSG 4326. Datum: WGS 84. Fuente: Elaboración propia en base a datos de la Dirección Acción Climática de la Municipalidad de Rosario.

En la zona de la isla afectada con alta severidad tiene el siguiente desglose:  
 68 ha quemadas de bosque.  
 57 ha quemadas de pastizal / arbustal.

Aplicación de cal:

La aplicación de cal se usa para reducir la acidez del suelo y mejora el crecimiento de plantas en sistemas gestionados. La adición de carbonatos en forma de cal (carbonato de calcio o dolomita) genera emisiones de CO<sub>2</sub>, debido a que la cal se disuelve, libera bicarbonato que se convierte en CO<sub>2</sub> y H<sub>2</sub>O.



$$CO_2 = ((M_{cal} \times EF_{cal}) + (M_{dolomita} \times EF_{dolomita})) \times 44/12$$

|                 |   |   |
|-----------------|---|---|
| CO <sub>2</sub> | = | Emisiones de CO <sub>2</sub> en toneladas   |
| M               | = | Cantidad de carbonato de calcio (CaCO <sub>3</sub> ) o dolomita (CaMg(CO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> ), toneladas por año |
| EF              | = | Factor de emisión, tonelada de C por tonelada de piedra caliza o dolomita   |
| 44/12           | = | Conversión de cambios en las existencias de C a emisiones de CO <sub>2</sub>  |

Fuente: Ecuación adaptada de las *Pautas del IPCC de 2006 para los Inventarios Nacionales de Gases de Efecto Invernadero*, Volumen 4, Agricultura, silvicultura y otros usos del suelo. Disponible en: [www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/vol4.html](http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/vol4.html)

#### Aplicación de urea:

El uso de urea como fertilizante genera emisiones de CO<sub>2</sub> que se fijaron durante el proceso de producción industrial. La urea en contacto con el agua y enzimas ureasas se convierte en amonio, ión hidroxilo y bicarbonato. Luego el bicarbonato se convierte en CO<sub>2</sub> y H<sub>2</sub>O. El cálculo se realizó en base a la siguiente ecuación:

$$CO_2 = M \times EF \times 44/12$$

|                 |   |  |
|-----------------|---|--|
| CO <sub>2</sub> | = | Emisiones de CO <sub>2</sub> en toneladas                                |
| M               | = | Cantidad de fertilización con urea, en toneladas de urea por año         |
| EF              | = | Factor de emisión, toneladas de C por toneladas de urea                  |
| 44/12           | = | Conversión de cambios de existencias de C a emisiones de CO <sub>2</sub> |

Fuente: Ecuación adaptada de las *Pautas del IPCC de 2006 para los Inventarios Nacionales de Gases de Efecto Invernadero*, Volumen 4, Agricultura, silvicultura y otros usos del suelo. Disponible en: [www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/vol4.html](http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/vol4.html)

#### Emisiones directas e indirectas de N<sub>2</sub>O directo proveniente de suelos gestionados:

Las emisiones agrícolas de N<sub>2</sub>O vienen directamente de los suelos a los que se añade/libera N<sub>2</sub>O indirectamente a través de la volatilización, la lixiviación, la escorrentía de Nitrógeno (N) de suelos gestionados.

Se necesitan tres factores de emisión (EF) para estimar las emisiones directas de N<sub>2</sub>O provenientes de suelos gestionados. El primer EF se refiere a la cantidad de N<sub>2</sub>O emitida por las

diversas aplicaciones de N sintético y orgánico a suelos, incluidos los residuos de los cultivos y la mineralización de carbono orgánico del suelo en suelos minerales debido al cambio de uso del suelo o la gestión. El segundo EF se refiere a la cantidad de N<sub>2</sub>O emitida por área de suelos drenados/gestionados, y el tercer EF estima la cantidad de N<sub>2</sub>O emitida por la orina y excremento depositado por animales de pastoreo en pastos y praderas. Todas las fórmulas pueden estar relacionadas, y pueden verse en el Capítulo 10 del protocolo GPC. A fin de contribuir a facilitar el seguimiento del presente informe se comparten la composición de la superficies de cultivos tenidas en cuenta para los cálculos mencionados.

| Superficies cultivadas dentro de los límites del municipio | Año 2021 | Año 2022 |
|--|----------|----------|
| Hectáreas cultivadas de soja                               | 470,00   | 517,20   |
| Hectáreas cultivadas de maíz                               | 302,00   | 316,90   |
| Hectáreas cultivadas de sorgo                              | 220,00   | 101,30   |
| Hectáreas cultivadas de alfalfa                            | 47,00    | 40,20    |
| Hectáreas cultivadas de frutales (no cítricos)             | 17,00    | 0,00     |
| Hectáreas cultivadas de avena                              | 5,00     | 0,00     |
| Hectáreas cultivadas de hortalizas                         | 260,00   | 282,40   |
| Hectáreas cultivadas de flores                             | 2,00     | 1,40     |

*Tabla 35: Hectáreas cultivadas por categoría en Rosario en los años 2021/2022. Fuente: Elaboración propia en base a datos de la Municipalidad de Rosario.*

# Conclusión

El Inventario de Gases de Efecto Invernadero 2021-2022 es el cuarto informe que publica Rosario, incluyendo por primera vez a los sectores de IPPU y AFOLU, y fue elaborado en su totalidad por los equipos municipales. Lo cual demuestra el fuerte compromiso de la ciudad en actualizar sus sistemas de monitoreo, reporte y verificación (MRV) de manera periódica en un proceso de mejora continua. Estos inventarios que se realizan siguiendo estándares internacionales a la luz de la mejor ciencia disponible, permite verificar los esfuerzos de mitigación que está realizando la ciudad para lograr cumplir sus compromisos de reducción de emisiones de GEIs al año 2030, alcanzar la carbono neutralidad al año 2050, en consonancia con el compromiso asumido en la iniciativa global de *Race to Resilience*.

El análisis del inventario revela que el sector de consumo de energía en fuentes estacionarias es la principal fuente de emisiones, seguido por el transporte. La combinación de estos dos sectores representa aproximadamente el 82,2% del total de emisiones de la ciudad. Es importante destacar que, prácticamente todo el consumo de energía en estos sectores proviene de fuentes fósiles, subrayando la dependencia total de Rosario de suministros energéticos contaminantes generados fuera de nuestros límites. Este fenómeno no solo tiene un impacto negativo a nivel local, sino que también contribuye significativamente a las emisiones a nivel global.

Es fundamental resaltar, en este contexto de análisis, que las políticas energéticas están bajo la jurisdicción del gobierno nacional y provincial, esta situación limita las posibilidades de actuación por parte del gobierno municipal y condiciona su capacidad de incidir de manera significativa en estos sectores clave de emisión de GEIs.

El Municipio de Rosario a través del Plan Local de Acción Climática Rosario 2030<sup>29</sup> (PLAC), se compromete a reducir las emisiones en un 23% para el año 2030. Esta meta se desglosa en un 4% de reducción en Energía, 7% en Transporte y 12% en Residuos. En este marco, se ha establecido el Gabinete Local de Cambio Climático<sup>30</sup> y el Comité Asesor frente al Cambio Climático<sup>31</sup>. Ambos órganos tienen como función principal apoyar la transversalización de la acción climática y la construcción colectiva de estrategias y acciones para alcanzar las metas establecidas en el PLAC.

Uno de los principales resultados de estos espacios de trabajo es la priorización de acciones del PLAC y la confección del Sistema de Monitoreo<sup>32</sup>. Este sistema enumera las principales medidas en cada uno de los ejes de actuación, proporcionando la información necesaria para realizar un seguimiento efectivo. Se prevé en el futuro, la posibilidad del mejoramiento del Sistema de Monitoreo, Reporte y Verificación (MRV), a fin de analizar con más profundidad el desempeño de algunas medidas y sus dinámicas.

Por último, nos gustaría remarcar que la crisis climática actual nos insta a redoblar nuestros esfuerzos implementando nuevas estrategias innovadoras para intensificar la acción climática, de manera de mitigar las causas del cambio climático y prepararnos para las consecuencias

---

<sup>29</sup> Rosario. (2020). Plan Local de Acción Climática. Sitio web municipal: <https://shorturl.at/cC148>

<sup>30</sup> Rosario (2022). Gabinete Local de Cambio Climático. Sitio web municipal: <https://shorturl.at/stOQ3>

<sup>31</sup> Rosario (2022). Comité Asesor frente al Cambio Climático. Sitio web municipal: <https://shorturl.at/bS468>

<sup>32</sup> Rosario (2023). Sistema de Monitoreo. Sitio web municipal: <https://goo.su/r8So4>

inevitables que vamos a afrontar en los próximos años.

# Glosario

(GEI) Emisiones de gases de efecto invernadero: Son aquellas emisiones de gases que contribuyen al calentamiento global y al cambio climático.

(CO<sub>2</sub>) dióxido de carbono, gas de efecto invernadero.

(N<sub>2</sub>O) óxido nitroso, gas de efecto invernadero.

(CH<sub>4</sub>) metano, gas de efecto invernadero.

(tCO<sub>2</sub>e) unidad de medida expresa la cantidad de toneladas de dióxido de carbono equivalente emitidas.

(GPC) Protocolo Global para Inventarios de Emisión de Gases de Efecto Invernadero a Escala Comunitaria : Es una herramienta que permite a las ciudades y regiones medir y reportar sus emisiones de GEI de manera estandarizada y comparable.

Metodologías de cálculo de emisiones de GEI: Son las fórmulas, los datos de la actividad y los factores de emisión necesarios para cuantificar las emisiones de GEI.

(IPCC) Panel Intergubernamental de Cambio Climático: Es una organización científica internacional encargada de evaluar la información científica, técnica y socioeconómica relevante para la comprensión del cambio climático.

(PCG) Potencial de calentamiento global: Es una medida de la capacidad de un gas para atrapar el calor en la atmósfera y contribuir al calentamiento global. Se expresa en términos de la cantidad de CO<sub>2</sub> que tendría el mismo efecto sobre el clima durante un período de tiempo determinado.

Sector: Es una categoría que agrupa actividades económicas similares. En el contexto del inventario, se utilizan los siguientes sectores: energía, transporte, residuos, agricultura, industria y uso de suelo y forestación.

Subsector: Es una categoría más específica que agrupa actividades económicas similares dentro de un sector. Por ejemplo, dentro del sector de transporte, se pueden identificar subsectores como transporte público, transporte privado y transporte de carga.

(AFOLU) Agricultura, silvicultura y otros usos de suelo: Es un sector que produce emisiones de GEI a través de una variedad de vías, incluidos los cambios de uso de suelo que alteran la composición del suelo, el metano producido en los procesos digestivos de los animales.

(IPPU) Procesos Industriales y Uso de Productos: Es un sector incluye las emisiones de gases de efecto invernadero que se producen durante la fabricación de productos químicos, metales y otros materiales, así como durante el uso de productos como refrigerantes y aerosoles.

# Anexo I

## Tabla de Resultados Inventario 2022

| Nro. Ref GPC                       | Fuentes de gases de efecto invernadero  | Total GEIs (toneladas CO2e) |            |            |              |              |              |
|------------------------------------|---|-----------------------------|------------|------------|--------------|--------------|--------------|
|                                    |   | Inducido por la ciudad      |            |            |              |              | Territorial  |
|                                    |   | Alcance 1                   | Alcance 2  | Alcance 3  | Básico       | Básico+      |              |
| I                                  | <b>ENERGÍA</b>  | 861.894,99                  | 670.876,55 | 148.401,87 | 1.532.771,54 | 1.681.173,42 | 876.768,60   |
| II                                 | <b>TRANSPORTE</b>   | 1.049.052,53                | 489,89     | 21.543,90  | 1.049.542,42 | 1.071.086,32 | 1.049.052,53 |
| III                                | <b>RESIDUOS</b>   | 264.450,34                  |            | 344.885,51 | 609.335,85   | 609.335,85   | 264.450,34   |
| IV                                 | <b>PROCESOS INDUSTRIALES Y USO DE PRODUCTOS (IPPU)</b>                                  | -                           |            |            | N/A          | -            | -            |
| V                                  | <b>AGRICULTURA, SILVICULTURA Y CAMBIO EN EL USO DEL SUELO (AFOLU)</b>                   | -13.720,18                  |            |            | N/A          | -13.720,18   | -13.720,18   |
| <b>TOTAL</b>                       |   | 2.161.677,68                | 671.366,44 | 514.831,28 | 3.191.649,81 | 3.347.875,40 | 2.176.551,29 |
| I                                  | <b>ENERGÍA</b>  |                             |            |            |              |              |              |
| I.1                                | Edificios residenciales   | 366.748,06                  | 310.091,48 | 68.594,07  | 676.839,54   | 745.433,61   | 366.748,06   |
| I.2                                | Edificios e instalaciones comerciales e institucionales                                 | 42.588,68                   | 210.868,38 | 46.645,34  | 253.457,06   | 300.102,40   | 42.588,68    |
| I.3                                | Industrias de fabricación y construcción  | 260.613,21                  | 122.696,33 | 27.141,16  | 383.309,54   | 410.450,70   | 260.613,21   |
| I.4                                | Industrias de energía   | -                           | 26.759,85  | 5.919,44   | 26.759,85    | 32.679,29    | 14.873,61    |
| I.5                                | Actividades de agricultura, silvicultura y pesca  | 177.437,85                  | 460,51     | 101,87     | 177.898,36   | 178.000,22   | 177.437,85   |
| I.6                                | Fuentes no especificadas  | 17,89                       | -          | -          | 17,89        | 17,89        | 17,89        |
| I.7                                | Emisiones fugitivas de la minería, procesamiento, almacenamiento y transporte de carbón | -                           |            |            | -            | -            | -            |
| I.8                                | Las emisiones fugitivas de los sistemas de petróleo y gas natural                       | 14.489,29                   |            |            | 14.489,29    | 14.489,29    | 14.489,29    |
| <b>SUBTOTAL</b>                    |   | 861.894,99                  | 670.876,55 | 148.401,87 | 1.532.771,54 | 1.681.173,42 | 876.768,60   |
| II                                 | <b>TRANSPORTE</b>   |                             |            |            |              |              |              |
| Enfoque utilizado para el cálculo: |   | <b>Venta de Combustible</b> |            |            |              |              |              |
| II.1                               | Terrestre en carretera/ rodoviario  | 1.015.426,86                | 489,89     | 108,37     | 1.015.916,75 | 1.016.025,12 | 1.015.426,86 |
| II.2                               | Transporte ferroviario  | 26.020,90                   | -          | -          | 26.020,90    | 26.020,90    | 26.020,90    |
| II.3                               | Navegación  | 7.604,77                    |            |            | 7.604,77     | 7.604,77     | 7.604,77     |
| II.4                               | Aviación  | -                           |            | 21.435,53  | -            | 21.435,53    | -            |
| II.5                               | Off-road  | -                           |            |            | -            | -            | -            |
| <b>SUBTOTAL</b>                    |   | 1.049.052,53                | 489,89     | 21.543,90  | 1.049.542,42 | 1.071.086,32 | 1.049.052,53 |
| III                                | <b>RESIDUOS</b>   |                             |            |            |              |              |              |
| III.1                              | Enfoque utilizado para el cálculo:  | <b>Compromiso de Metano</b> |            |            |              |              |              |
|                                    | Residuos Sólidos  | 195.677,24                  |            | 344.885,51 | 540.562,74   | 540.562,74   | 195.677,24   |
| III.2                              | Tratamiento Biológico   | -                           |            | -          | -            | -            | -            |
| III.3                              | Incineración  | -                           |            | -          | -            | -            | -            |
| III.4                              | Tratamiento y eliminación de aguas residuales   | 68.773,10                   |            | -          | 68.773,10    | 68.773,10    | 68.773,10    |
| <b>SUBTOTAL</b>                    |   | 264.450,34                  |            | 344.885,51 | 609.335,85   | 609.335,85   | 264.450,34   |
| IV                                 | <b>PROCESOS INDUSTRIALES Y USO DE PRODUCTOS (IPPU)</b>                                  |                             |            |            |              |              |              |
| IV.1                               | Emisiones dentro de los límites del municipio de los procesos industriales.             | -                           |            |            |              | -            | -            |
| IV.2                               | Emisiones dentro de los límites del municipio   |                             |            |            |              |              |              |

|                 |   |            |  |  |  |            |            |
|-----------------|---|------------|--|--|--|------------|------------|
|                 | de los usos de productos.   |            |  |  |  |            |            |
| <b>SUBTOTAL</b> |   | -          |  |  |  | -          | -          |
| <b>V</b>        | <b>AGRICULTURA, SILVICULTURA Y CAMBIO EN EL USO DEL SUELO (AFOLU)</b>                                       |            |  |  |  |            |            |
| V.1             | Emisiones de ganadería dentro de los límites del municipio  | 49,71      |  |  |  | 49,71      | 49,71      |
| V.2             | Emisiones del uso del suelo dentro de los límites del municipio   | -14.041,40 |  |  |  | -14.041,40 | -14.041,40 |
| V.3             | Emisiones de fuentes agregadas y fuentes de emisión no CO2 en la tierra dentro de los límites del municipio | 271,51     |  |  |  | 271,51     | 271,51     |
| <b>SUBTOTAL</b> |   | -13.720,18 |  |  |  | -13.720,18 | -13.720,18 |
| <b>VI</b>       | <b>OTRAS EMISIONES INDIRECTAS</b>   |            |  |  |  |            |            |

## Reporte completo según GPC


† Inventario GEIs Rosario 2022 - Tablas Abiertas

### Tabla de Resultados Inventario 2021

| Nro. Ref GPC                       | Fuentes de gases de efecto invernadero  | Total GEIs (toneladas CO2e) |            |            |              |              |              |
|------------------------------------|---|-----------------------------|------------|------------|--------------|--------------|--------------|
|                                    |   | Inducido por la ciudad      |            |            |              |              | Territorial  |
|                                    |   | Alcance 1                   | Alcance 2  | Alcance 3  | Básico       | Básico+      |              |
| I                                  | ENERGÍA   | 854.792,65                  | 689.549,93 | 120.935,02 | 1.544.342,59 | 1.665.277,61 | 875.388,30   |
| II                                 | TRANSPORTE  | 1.010.839,82                | 524,63     | 6.617,65   | 1.011.364,45 | 1.017.982,11 | 1.010.839,82 |
| III                                | RESIDUOS  | 259.751,63                  |            | 336.180,21 | 595.931,84   | 595.931,84   | 259.751,63   |
| IV                                 | PROCESOS INDUSTRIALES Y USO DE PRODUCTOS (IPPU)   | -                           |            |            | N/A          | -            | -            |
| V                                  | AGRICULTURA, SILVICULTURA Y CAMBIO EN EL USO DEL SUELO (AFOLU)                          | -16.912,45                  |            |            | N/A          | -16.912,45   | -16.912,45   |
| <b>TOTAL</b>                       |   | 2.108.471,65                | 690.074,56 | 463.732,88 | 3.151.638,88 | 3.262.279,10 | 2.129.067,30 |
| <b>I</b>                           | <b>ENERGÍA</b>  |                             |            |            |              |              |              |
| I.1                                | Edificios residenciales   | 364.749,37                  | 321.434,73 | 56.374,04  | 686.184,10   | 742.558,14   | 364.749,37   |
| I.2                                | Edificios e instalaciones comerciales e institucionales                                 | 45.378,17                   | 215.062,70 | 37.718,24  | 260.440,87   | 298.159,11   | 45.378,17    |
| I.3                                | Industrias de fabricación y construcción  | 236.164,68                  | 125.705,45 | 22.046,54  | 361.870,12   | 383.916,66   | 236.164,68   |
| I.4                                | Industrias de energía   | -                           | 26.601,65  | 4.665,46   | 26.601,65    | 31.267,11    | 20.595,65    |
| I.5                                | Actividades de agricultura, silvicultura y pesca  | 194.491,15                  | 745,41     | 130,73     | 195.236,56   | 195.367,29   | 194.491,15   |
| I.6                                | Fuentes no especificadas  | 25,56                       | -          | -          | 25,56        | 25,56        | 25,56        |
| I.7                                | Emisiones fugitivas de la minería, procesamiento, almacenamiento y transporte de carbón | -                           |            |            |              |              | -            |
| I.8                                | Las emisiones fugitivas de los sistemas de petróleo y gas natural                       | 13.983,72                   |            |            | 13.983,72    | 13.983,72    | 13.983,72    |
| <b>SUBTOTAL</b>                    |   | 854.792,65                  | 689.549,93 | 120.935,02 | 1.544.342,59 | 1.665.277,61 | 875.388,30   |
| <b>II</b>                          | <b>TRANSPORTE</b>   |                             |            |            |              |              |              |
| Enfoque utilizado para el cálculo: |   | <b>Venta de Combustible</b> |            |            |              |              |              |
| II.1                               | Terrestre en carretera/ rodoviario  | 973.834,69                  | 524,63     | 92,01      | 974.359,32   | 974.451,33   | 973.834,69   |

|                 |   |                             |        |            |              |              |              |
|-----------------|---|-----------------------------|--------|------------|--------------|--------------|--------------|
| II.2            | Transporte ferroviario  | 29.643,26                   | -      | -          | 29.643,26    | 29.643,26    | 29.643,26    |
| II.3            | Navegación  | 7.361,88                    |        |            | 7.361,88     | 7.361,88     | 7.361,88     |
| II.4            | Aviación  | -                           |        | 6.525,64   | -            | 6.525,64     | -            |
| II.5            | Off-road  | -                           |        |            | -            | -            | -            |
| <b>SUBTOTAL</b> |   | 1.010.839,82                | 524,63 | 6.617,65   | 1.011.364,45 | 1.017.982,11 | 1.010.839,82 |
| <b>III</b>      | <b>RESIDUOS</b>   |                             |        |            |              |              |              |
| III.1           | Enfoque utilizado para el cálculo:  | <b>Compromiso de Metano</b> |        |            |              |              |              |
|                 | Residuos Sólidos  | 190.400,51                  |        | 336.180,21 | 526.580,72   | 526.580,72   | 190.400,51   |
| III.2           | Tratamiento Biológico   | 752,02                      |        | -          | 752,02       | 752,02       | 752,02       |
| III.3           | Incineración  | -                           |        | -          | -            | -            | -            |
| III.4           | Tratamiento y eliminación de aguas residuales   | 68.599,10                   |        | -          | 68.599,10    | 68.599,10    | 68.599,10    |
| <b>SUBTOTAL</b> |   | 259.751,63                  |        | 336.180,21 | 595.931,84   | 595.931,84   | 259.751,63   |
| <b>IV</b>       | <b>PROCESSOS INDUSTRIALES Y USO DE PRODUCTOS (IPPU)</b>   |                             |        |            |              |              |              |
| IV.1            | Emisiones dentro de los límites del municipio de los procesos industriales.                                 | -                           |        |            |              | -            | -            |
| IV.2            | Emisiones dentro de los límites del municipio de los usos de productos.                                     |                             |        |            |              |              |              |
| <b>SUBTOTAL</b> |   | -                           |        |            |              | -            | -            |
| <b>V</b>        | <b>AGRICULTURA, SILVICULTURA Y CAMBIO EN EL USO DEL SUELO (AFOLU)</b>                                       |                             |        |            |              |              |              |
| V.1             | Emisiones de ganadería dentro de los límites del municipio  | 303,05                      |        |            |              | 303,05       | 303,05       |
| V.2             | Emisiones del uso del suelo dentro de los límites del municipio   | -17.511,71                  |        |            |              | -17.511,71   | -17.511,71   |
| V.3             | Emisiones de fuentes agregadas y fuentes de emisión no CO2 en la tierra dentro de los límites del municipio | 296,21                      |        |            |              | 296,21       | 296,21       |
| <b>SUBTOTAL</b> |   | -16.912,45                  |        |            |              | -16.912,45   | -16.912,45   |
| <b>VI</b>       | <b>OTRAS EMISIONES INDIRECTAS</b>   |                             |        |            |              |              |              |

## Reporte completo según GPC

 Inventario GEIs Rosario 2021 - Tablas Abiertas



# Autoridades, sistematización y elaboración de reporte

## **Intendencia de Rosario**

Pablo Javkin

## **Secretaría de Ambiente y Espacio Público**

Nicolas Mijich

## **Subsecretaría de Acción Climática y Transición Ecológica justa**

Maria Pilar Bueno Rubial

## **Dirección Gral de Acción Climática y Calidad Ambiental**

Agustina Rodriguez. Directora general

Fernando Bertoni. Subdirector general

## **Coordinación, sistematización y elaboración**

Dirección de Acción Climática

Leonardo Vera

M. Jimena Garrofe

Coordinación Técnica de Planificación Ambiental

Vanessa Herrera Carbuccia

# Agradecimientos

Desde la Secretaría de Ambiente y Espacio Público, la Subsecretaría de Acción Climática y Transición Ecológica Justa y la Dirección General de Acción Climática y Calidad Ambiental, agradecemos la colaboración de las diferentes áreas de las siguientes instituciones que aportaron información para llevar adelante el Inventario de GEI de la ciudad de Rosario bajo el Protocolo GHG; las cuales son las siguientes:

ICLEI-Gobiernos Locales por la Sostenibilidad

RAMCC-Red Argentina de Municipios frente al Cambio Climático

Empresa Litoral Gas S.A

EPE - Empresa Provincial de la Energía de Santa Fe