



2018

CIUDAD DE ENVIGADO

INVENTARIO GEI ENVIGADO

GASES DE EFECTO INVERNADERO

ÍNDICE

01. CONCEPTOS BÁSICOS SOBRE EL INVENTARIO4

1.1 Principios 4

1.2 Tipos de emisiones 5

1.3 Pasos para la realización del inventario 8

Establecer los límites de la evaluación para identificar las principales fuentes de emisión 9

Recoger los datos de la actividad para cuantificar las fuentes de emisión 9

Analizar la calidad de los datos y las fuentes de los mismos 10

Calcular las emisiones utilizando los factores de emisión más apropiados 10

02. METODOLOGÍA PARA EL CÁLCULO DE LAS EMISIONES 10

2.1 Casos particulares: Residuos y AFOLU 12

03. EMISIONES DE GASES EFECTO INVERNADERO DE ENVIGADO 14

3.1 Identificación de las fuentes de emisión por sectores 16

3.2 Levantamiento de datos y cálculo de emisiones 19

04. RESULTADOS DEL INVENTARIO POR SECTOR 25

4.1 Energía estacionaria 32

4.1.1 Sector residencial 33

4.1.2 Sector de servicios 36

4.1.3 Sector institucional 37

4.1.4 Sector de industria 39

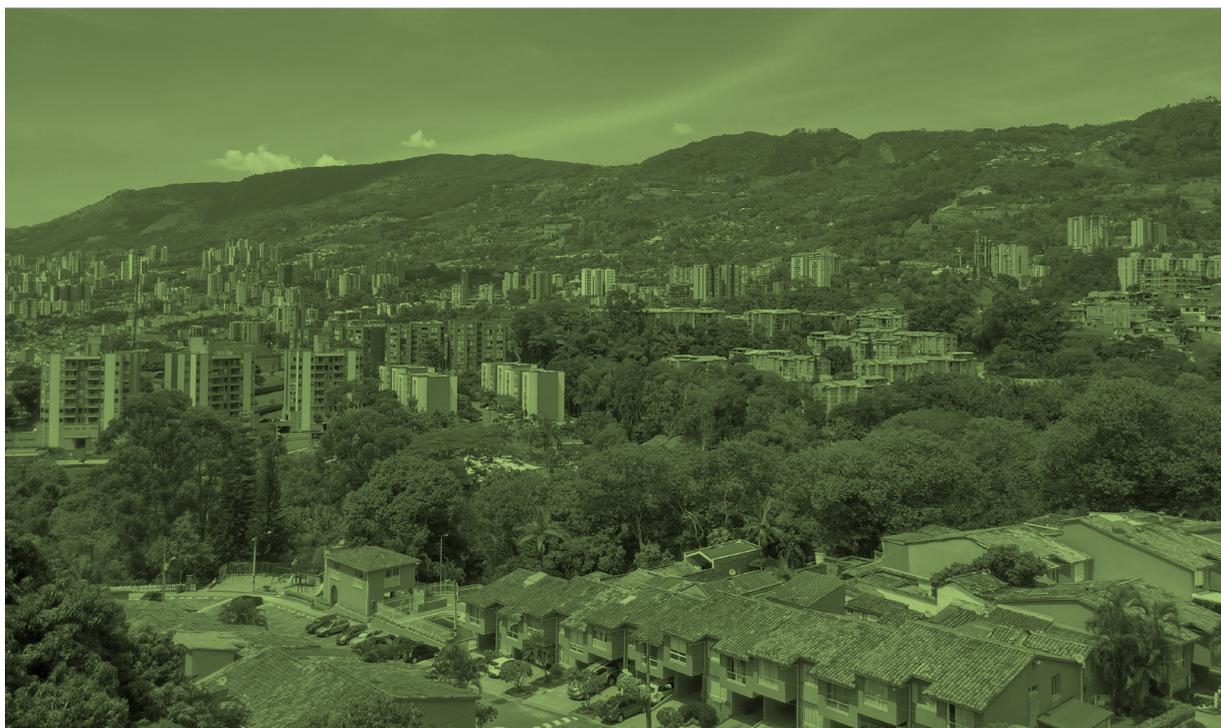
4.1.5 Sector de producción de energía 41

4.1.6 Sector de agricultura, ganadería y pesca 41

4.1.7 Sector de emisiones fugitivas 42

05. CONCLUSIÓN 53

06. BIBLIOGRAFÍA 58



ÍNDICE DE ILUSTRACIÓN

<i>Ilustración 1 - Esquema alcance 1,2,3.....</i>	<i>6</i>
<i>Ilustración 2: Número de suscriptores a la energía eléctrica por estrato en Envigado, 2018.....</i>	<i>33</i>
<i>Ilustración 3: Número de suscriptores al gas natural por estrato en Envigado, año 2018.....</i>	<i>34</i>
<i>Ilustración 4: Emisiones del sector residencial, año 2018. (tCO₂e).....</i>	<i>35</i>
<i>Ilustración 5: Emisiones sector residencial diferenciadas por área, año 2018. (tCO₂e).....</i>	<i>36</i>
<i>Ilustración 6: Emisiones del sector servicios, año 2018. (tCO₂e).....</i>	<i>37</i>
<i>Ilustración 7: Emisiones del sector institucional, año 2018. (tCO₂e).....</i>	<i>38</i>
<i>Ilustración 8: Emisiones sector institucional diferenciadas por área, año 2018. (tCO₂e).....</i>	<i>39</i>
<i>Ilustración 9: Emisiones del sector industrial, año 2018. (tCO₂e).....</i>	<i>40</i>
<i>Ilustración 11: Emisiones del sector agricultura y ganadería, año 2018. (tCO₂e).....</i>	<i>42</i>
<i>Ilustración 12: Composición de la flota de servicio de transporte público, 2018.....</i>	<i>44</i>
<i>Ilustración 13 - Emisiones del sector movilidad, año 2018. (tCO₂e).....</i>	<i>45</i>
<i>Ilustración 14: Emisiones sector transportes diferenciadas por área, año 2018. (tCO₂e).....</i>	<i>46</i>
<i>Ilustración 15: Composición de los residuos municipales, año 2018.....</i>	<i>47</i>
<i>Ilustración 16: Emisiones del sector residuos, año 2018. (tCO₂e).....</i>	<i>48</i>
<i>Ilustración 17: Emisiones del sector IPPU, año 2018. (tCO₂e).....</i>	<i>50</i>
<i>Ilustración 18: Emisiones del sector AFOLU, año 2018. (tCO₂e).....</i>	<i>52</i>
<i>Ilustración 19: Emisiones GEI Basic por alcance, 2018.....</i>	<i>53</i>
<i>Ilustración 20: Emisiones de GEI Basic municipales por sector, año 2018. (tCO₂e).....</i>	<i>54</i>
<i>Ilustración 21: Emisiones GEI Basic por sectores desagregados, 2018 (tCO₂e).....</i>	<i>54</i>
<i>Ilustración 22: Emisiones de GEI Basic +, por alcance, año 2018 (tCO₂e).....</i>	<i>55</i>
<i>Ilustración 23: Emisiones de GEI Basic + municipales por sector, año 2018. (Ton CO₂e).....</i>	<i>56</i>
<i>Ilustración 24: Emisiones de GEI Basic+ municipales por sectores desagregados, año 2018 (tCO₂e).....</i>	<i>56</i>

Ilustración 25: Contribución a las emisiones de GEI Basic+ municipales totales por sector desagregado, 2018.....

Ilustración 26: Emisiones municipales por sector y tipo de GEI, año 2018. (tCO₂e).....

ÍNDICE DE TABLAS

<i>Tabla 1 - Alcance por sector y subsector.....</i>	<i>7</i>
<i>Tabla 2: Potenciales de calentamiento para los GEI considerados.....</i>	<i>12</i>
<i>Tabla 3 - Marco de estudio.....</i>	<i>15</i>
<i>Tabla 4 - Clasificación de sectores.....</i>	<i>16</i>
<i>Tabla 5 - Proceso de identificación de fuentes de emisión.....</i>	<i>18</i>
<i>Tabla 6 - Levantamiento de datos, información y fuentes.....</i>	<i>24</i>
<i>Tabla 7: Emisiones de gases de efecto invernadero para el año 2018, formato GPC.....</i>	<i>31</i>
<i>Tabla 8 - Emisiones agregadas del inventario, año 2018, en formato GPC.....</i>	<i>32</i>
<i>Tabla 9: Datos de actividad sector residencial, año 2018.....</i>	<i>34</i>
<i>Tabla 10: Datos de actividad sector servicios, año 2018.....</i>	<i>37</i>
<i>Tabla 11: Datos de actividad sector institucional, año 2018.....</i>	<i>38</i>
<i>Tabla 11: Datos de actividad sector institucional, año 2018.....</i>	<i>41</i>
<i>Tabla 14 - Flota de vehículos 2018.....</i>	<i>43</i>
<i>Tabla 15: Datos de actividad sector transporte, año 2018.....</i>	<i>45</i>
<i>Tabla 16: Datos de actividad sector residuos, año 2018.....</i>	<i>48</i>
<i>Tabla 17: Datos de actividad sector IPPU, año 2018.....</i>	<i>50</i>
<i>Tabla 18: Datos para el cálculo de las emisiones asociadas a la ganadería, fermentación entérica y gestión del estiércol.....</i>	<i>51</i>
<i>Tabla 19: Datos para el cálculo de las emisiones asociadas a usos del suelo y uso de fertilizantes.....</i>	<i>51</i>
<i>Tabla 20: Resultados de las emisiones de GEI, según alcance BASIC. Valores absolutos y per cápita, año 2018. (tCO₂e).....</i>	<i>53</i>
<i>Tabla 21: Resultados de las emisiones de GEI, según alcance BASIC +. Valores absolutos y per cápita, año 2018 (tCO₂e).....</i>	<i>55</i>

01. CONCEPTOS BÁSICOS SOBRE EL INVENTARIO

1.1 PRINCIPIOS

El *Global Protocol for Communities (GPC)* basa el desarrollo del inventario en los siguientes principios, los cuales deben ser tenidos en cuenta a lo largo del proceso de planificación y cálculo (WRI, C40 Cities, ICLEI, & GHG Protocol, 2014):

<p>RELEVANCIA</p>	<p>Las emisiones de Gases Efecto Invernadero (GEI) deben reflejar las actividades que se desarrollan dentro de los límites geográficos del territorio al cual se le realiza el inventario de GEI. Con base en el principio de relevancia es posible excluir las emisiones que no sean representativas del territorio. Este principio se aplica al identificar las fuentes de los datos y sus formas de recolección.</p>
<p>EXHAUSTIVIDAD</p>	<p>Incluir todas las emisiones y remociones de GEI dentro de los límites del inventario. Se deben incluir notas explicativas cuando una fuente de emisión sea excluida, cuando no sea relevante o no exista en el territorio.</p>
<p>COHERENCIA</p>	<p>Los cálculos deben ser consistentes con el enfoque, la metodología y el alcance. El uso de metodologías coherentes debe permitir comparaciones en los resultados a lo largo de una serie temporal y entre diferentes ciudades. Se deben aplicar las metodologías recomendadas por GPC, reportando y justificando cualquier desviación.</p>
<p>TRANSPARENCIA</p>	<p>Los datos de actividad, factores de emisión y metodologías deben estar adecuadamente documentadas y listas para su verificación. La información debe ser suficiente para garantizar que el inventario pueda ser replicable. Es especialmente importante señalar claramente las fuentes de información utilizadas.</p>

<p>PRECISIÓN</p>	<p>Se deben evitar errores sistemáticos que lleven a sobreestimar o subvalorar las emisiones. La exactitud de los cálculos debe ser suficiente para servir para el objeto por el que se realiza el inventario. Se debe reducir la incertidumbre al máximo dentro de los límites posibles y prácticos.</p>
<p>CAPACIDAD DE MEDICIÓN</p>	<p>Los datos necesarios para el desarrollo del inventario deben ser fácilmente accesibles en el tiempo. Cualquier exclusión o estimación debe estar perfectamente documentada.</p>

1.2 TIPOS DE EMISIONES

Para elaborar el Inventario de Emisiones de GEI, se deben transformar los consumos recolectados en emisiones de GEI mediante los factores de emisión asociados. Si no existen factores de emisión específicos a nivel local, regional o nacional, se deben utilizar los factores de emisión de la Base de Datos de Factores de Emisión (EFDB) del Panel Intergubernamental del Cambio Climático (IPCC por sus siglas en inglés) u otros valores estándar de organismos internacionales que reflejan las circunstancias nacionales de Colombia. Para el caso específico del factor de emisión de la energía eléctrica, se emplea el valor anual que es generado por la Unidad de Planeación Minero Energética (UPME).

Las fuentes de emisión definidas en el inventario de emisiones son las incluidas en la metodología BASIC+ del *Global Protocol for Community – scale Greenhouse Gas Emissions (GPC)* (WRI et al., 2014). Además, se determinan las emisiones provenientes de la operación propia del gobierno local de forma separada.

Las emisiones de GEI han sido reportadas para cada sector y subsector según el alcance, es decir, se discriminan los alcances 1, 2 y 3 de forma separada y los resultados se expresan en toneladas métricas de cada GEI [dióxido de carbono (CO₂), metano (CH₄), óxido de nitrógeno (N₂O), hidrofluorocarbonos (HFCs), perfluorocarbonos (PFCs), hexafluoruro de azufre (SF₆), y trifluoruro de nitrógeno (NF₃)], y en toneladas de CO₂ equivalente (Ilustración 1).





Ilustración 1 - Esquema alcance 1,2,3

Fuente: (World Resources Institute, C40, ICLEI)

Las emisiones del **ALCANCE 1** son aquellas que ocurren físicamente en la ciudad de Envidado, dentro de sus límites geográficos;

Las del **ALCANCE 2** son aquellas relacionadas con el consumo de electricidad, vapor, frío o calor, proporcionados a la ciudad por medio de redes de distribución, que pueden generarse dentro o fuera de los límites de la ciudad de Envidado;

Las emisiones del **ALCANCE 3** son aquellas que ocurren fuera de la ciudad en estudio, pero que están relacionadas con actividades que tienen lugar dentro de la misma.

En la Tabla 1 se detallan los alcances que se reportan para cada sector y subsector:

CONSUMO DE ENERGÍA ESTACIONARIA	ALCANCE 1	ALCANCE 2	ALCANCE 3
Sector doméstico	●	●	●
Sector de servicios	●	●	●
Sector industrial y de la construcción	●	●	●
Industrias de transformación de la energía	●	●	●
Agricultura, pesca y silvicultura	●	●	●
Fuentes no especificadas	●	●	●
Emisiones fugitivas de la minería, procesamiento, almacenamiento y transporte del carbón	●		
Emisiones fugitivas de los sistemas de petróleo y gas natural	●		
TRANSPORTE			
Transporte por carretera	●	●	●
Aviación	●	●	●
Otros medios de transporte (off-road)	●	●	
RESIDUOS			
Gestión de los residuos sólidos generados por las actividades urbanas	●		●
Tratamiento biológico de los residuos generados por las actividades urbanas	●		●
Incineración y quema al aire libre de los residuos generados por las actividades urbanas	●		●
Gestión y tratamiento de las aguas residuales generadas por las actividades urbanas	●		●
PROCESOS INDUSTRIALES Y USO DE PRODUCTOS (IPPU)			
Procesos industriales	●		
Uso de productos	●		
AGRICULTURA, USOS DEL SUELO Y SILVICULTURA (AFOLU)			
Ganadería	●		
Usos del suelo	●		
Fuentes agregadas y otras emisiones derivadas de los usos del suelo diferentes del CO ₂	●		

Tabla 1 - Alcance por sector y subsector

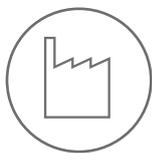
Fuente: Elaboración propia

En caso de que algunos de los subsectores no sean incluidos en los inventarios de emisiones de GEI de la ciudad de Envigado, al no tener esta actividad en el municipio o por no existir datos disponibles, se justifican en el documento, así como el motivo de su exclusión.



1.3 PASOS PARA LA REALIZACIÓN DEL INVENTARIO

Cualquier inventario de emisiones de GEI de un territorio debe contar con los siguientes pasos:



ESTABLECER LOS LÍMITES DE LA EVALUACIÓN PARA IDENTIFICAR LAS PRINCIPALES FUENTES DE EMISIÓN.



RECOGER LOS DATOS DE LA ACTIVIDAD PARA CUANTIFICAR LAS FUENTES DE EMISIÓN.



ANALIZAR LA CALIDAD DE LOS DATOS Y LAS FUENTES DE LOS MISMOS.



CALCULAR LAS EMISIONES UTILIZANDO LOS FACTORES DE EMISIÓN MÁS APROPIADOS.



ANALIZAR LOS RESULTADOS DEL CÁLCULO DE EMISIONES Y VALORARLOS.



ESTABLECER PLANES DE ACCIÓN FUTURA O PLANES DE REDUCCIÓN.

Establecer los límites de la evaluación para identificar las principales fuentes de emisión

Es necesario definir los límites del inventario en dos niveles:

- **GEOGRÁFICOS:** definen la dimensión espacial o el perímetro físico del límite del inventario. Puede tratarse de un municipio, un área metropolitana u otra entidad geográficamente identificable. Todas las emisiones que se produzcan dentro de estos límites son emisiones directas.
- **OPERATIVOS:** definen las fuentes de emisión que se consideran según el alcance. El GPC presenta tres tipos de límites operativos diferentes.

GPC 2012 BASIC: considera todas las fuentes de Alcance 1 y de Alcance 2 para las emisiones asociadas a unidades estacionarias, unidades móviles, residuos, Procesos Industriales y de Uso de Productos (IPPU), así como las emisiones del alcance 3 del sector residuos.

GPC 2012 BASIC+: considera, además de las anteriores, las emisiones asociadas al sector de Agricultura, Silvicultura y Otros Usos de la Tierra (AFOLU), y las emisiones del Alcance 3 asociadas a las unidades móviles y a las unidades estacionarias.

GPC 2012 EXPANDED: considera, además de las anteriores, las emisiones asociadas al consumo de productos y servicios en el área de estudio.

Recoger los datos de la actividad para cuantificar las fuentes de emisión

La primera acción del proyecto por parte del equipo consultor se centró en **la obtención de toda la información necesaria** para llevar a cabo la elaboración de los inventarios de GEI del municipio de Envigado. El proceso de obtención de información se ha realizado con base en el análisis de la documentación existente proporcionada por el municipio y otras fuentes disponibles.

Para el análisis de **emisiones y consumos energéticos externos** a la actividad del gobierno local, se identificaron y usaron fuentes de información de referentes internacionales, regionales, nacionales, departamentales y locales, tales como el IPCC, el Ministerio de Minas y Energía y su Unidad de Planeación Minero Energética (UPME), el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM), el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MINAMBIENTE), el Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE), el Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio y el Ministerio de Industria, Comercio y Turismo, así como herramientas y estudios existentes como la Calculadora de Carbono Colombia 2050 (Gobierno de Colombia-PNUD), la Estrategia Colombiana de Desarrollo Bajo en Carbono (ECDBC) y el Inventario Nacional de GEI (IDEAM, en el marco de la Tercera Comunicación Nacional de Cambio Climático), además de estudios locales, sectoriales de agencias multilaterales y bilaterales, instituciones académicas, etc. En caso de no disponer de los datos adaptados a los límites geográficos definidos, el año considerado o los sectores para tener en cuenta, se escalaron los datos a nivel municipal utilizando la información más conveniente según el caso (por ejemplo: población, número de viviendas, parque móvil de vehículos, superficie construida, etc.)

Para la obtención de los **consumos energéticos y las fuentes de emisión de la actividad propia del gobierno local**, se solicitaron los datos necesarios a la Alcaldía del municipio de Envigado y a las empresas de servicios públicos.

Analizar la calidad de los datos y las fuentes de los mismos

Para facilitar la recopilación de la información, el equipo consultor se puso en contacto con los técnicos municipales responsables del proyecto. Entre la información que se solicitó se encuentra:

- Datos de consumo de los edificios, equipamientos e instalaciones del Gobierno Local.
- Datos sobre el transporte municipal: vehículos del gobierno, servicio de transporte público, servicio de transporte escolar municipal, servicio de aseo, etc.
- Datos sobre el manejo del agua en el municipio.
- Datos sobre el manejo de residuos.

La recopilación de esta información se hizo con la ayuda de un **equipo local**. Una vez recopilada, validada y verificada la información con la dirección del proyecto, se pudo llevar a cabo el Inventario de Emisiones de GEI para el año establecido.

Calcular las emisiones utilizando los factores de emisión más apropiados

Las fuentes de emisión definidas en el inventario de emisiones son las incluidas en la metodología BASIC+ del *Global Protocol for Community - scale Greenhouse Gas Emissions (GPC)*, desarrollada por el ICLEI.

Además, se determinan las emisiones provenientes de la operación propia del gobierno local de forma separada.

Las emisiones de GEI han sido reportadas para cada sector y subsector, según el alcance. Es decir, se discriminan los alcances 1, 2 y 3 de forma separada y los resultados se expresan en toneladas métricas de cada GEI y en toneladas de CO₂ equivalente.

02. METODOLOGÍA PARA EL CÁLCULO DE LAS EMISIONES

La metodología de cálculo se plantea con base en el **GPC, que sigue las Directrices del IPCC de 2006 para los Inventarios Nacionales de Gases de Efecto Invernadero.**

Salvo en casos especiales como el sector residuos o algunos conceptos del sector AFOLU, la metodología de cálculo de emisiones se basa en el uso de factores de emisión y datos de actividad.

EMISIONES DE GEI (TON GEI) =
DATO DE ACTIVIDAD X FACTOR DE EMISIÓN



..... Siendo:

DATO DE ACTIVIDAD: medida cuantitativa de la actividad que produce una emisión.

- En el caso de las emisiones asociadas al consumo de combustibles, el dato de actividad suele ser el combustible consumido.
- En el caso de las emisiones asociadas a los procesos industriales, el dato de actividad suele ser la producción de la industria o el consumo de materia prima, dependiendo del tipo de industria.
- En el caso de las emisiones asociadas a la electricidad, el dato de actividad suele ser la energía consumida en términos de kWh.
- En el caso de AFOLU, se utilizan datos de actividad como número de cabezas de ganado vacuno o superficie de cultivo.

FACTOR DE EMISIÓN: ratio que relaciona el dato de actividad con la emisión de GEI. Expresado en Toneladas de GEI/unidad (dependiendo de las unidades del dato de actividad).

Para cada combustible se produce una emisión específica de GEI que se encuentra íntimamente ligada al contenido en carbono del combustible en cuestión. Asimismo, existen factores de emisión sectoriales para los procesos productivos, factores de emisión por degradación de materia orgánica y factores de emisión por distancia recorrida para distintos tipos de vehículos.

A la hora de elegir el factor de emisión es conveniente hacerlo aplicando criterios de adecuación geográfica (cuanto más específico para la región será mucho mejor), y de adecuación temporal (lo más cercano en el tiempo al período de cálculo). Se consideran como fuentes reconocidas para la búsqueda de factores de emisión las registradas en "<http://www.ghgprotocol.org/Third-Party-Databases>", así como los documentos publicados por autoridades locales, nacionales o internacionales.

<http://www.ghgprotocol.org/Third-Party-Databases>

Algunas veces, se adecuan las unidades del dato de actividad a las unidades del factor de emisión disponible, mediante el uso de factores de conversión tales como la densidad o el poder calorífico inferior en el caso de los combustibles.

Las emisiones directas de GEI por fugas o escapes, como es el caso de los gases refrigerantes, se contabilizan directamente como cantidad de GEI fugado a la atmósfera, sin necesidad de aplicar factores de emisión.

Para utilizar una unidad común y poder comparar el impacto de cada GEI, las emisiones se convierten a toneladas de CO₂ e aplicando un nuevo factor llamado "*Potencial de Calentamiento Global*".

$$\text{EMISIONES DE GEI (TON CO}_2\text{-E) = DATO DE EMISIÓN X POTENCIAL DE CALENTAMIENTO GLOBAL}$$



..... Siendo:

DATO DE EMISIÓN: medida cuantitativa de la emisión producida (t GEI).

POTENCIAL DE CALENTAMIENTO GLOBAL: factor que describe el impacto sobre el calentamiento global de cada tipo de GEI. Este factor se formula con base en la unidad de referencia, el CO₂, y por ello se expresa en toneladas de CO₂e /t GEI. Existe un factor para cada tipo de GEI.

El factor se refiere a la acción del GEI sobre el calentamiento global durante un período de 100 años. La definición de los potenciales de calentamiento global queda dentro del ámbito científico, y tienen una incertidumbre significativa. El IPCC publica los potenciales de calentamiento global más actuales en sus "Informes de Evaluación", que elaboran periódicamente. Para efectos de este inventario, se utilizaron los potenciales de calentamiento global publicados por el IPCC **en el 5º Informe de Evaluación (AR-5)**. En este sentido, los Potenciales de Calentamiento Global para los GEI considerados se pueden observar en la Tabla 2:

GASES DE EFECTO INVERNADERO	POTENCIALES DE CALENTAMIENTO GLOBAL
CO ₂	1
CH ₄	28
CHCl ₂ CF ₃	90
N ₂ O	265
CH ₃ CCl ₂ F	725
CHClF ₂	1.500
NF ₃	16.100
SF ₆	23.500

Tabla 2: Potenciales de calentamiento para los GEI considerados

Fuente: (IPCC, 2014)

2.1 Casos particulares: Residuos y AFOLU

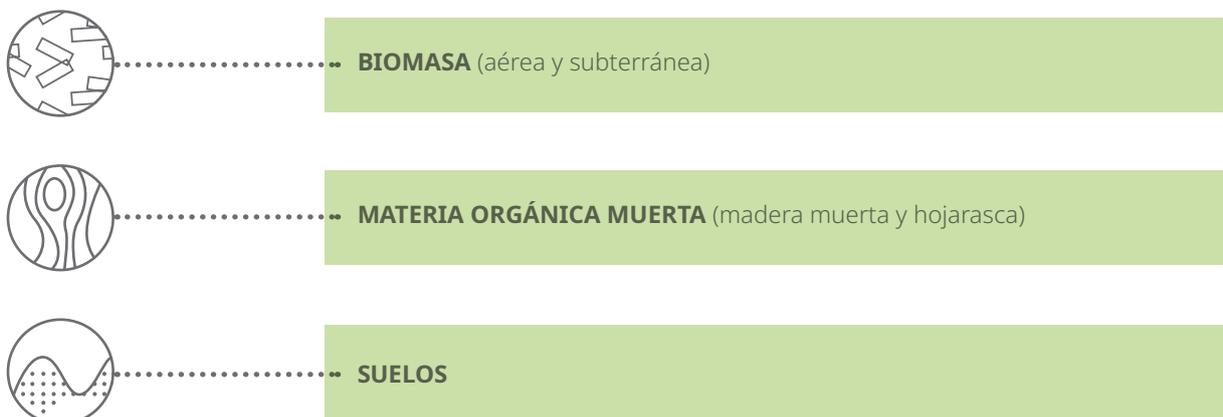
Para el caso de las emisiones de CH₄ asociadas a la descomposición de materia orgánica en vertederos, el cálculo es más complejo y no se puede simplificar mediante el uso de factores de emisión. La emisión presenta un desfase en el

tiempo respecto a la generación del residuo y presenta un comportamiento no lineal. Para estimar las emisiones, se aplicó el modelo de Descomposición de primer orden (FOD, por sus siglas en inglés) tal y como indican las Directrices del IPCC de 2006 para los Inventarios Nacionales de Gases de Efecto Invernadero (IPCC, 2006b) (IPCC, 2006d). Este modelo se puede resumir en los siguientes pasos:

- 1
EN FUNCIÓN DE LA CANTIDAD DE RESIDUOS, SU COMPOSICIÓN Y EL CONTENIDO EN CARBONO ORGÁNICO DE CADA CORRIENTE. SE CALCULA EL CARBONO ORGÁNICO DEGRADABLE EN LOS RESIDUOS DEPOSITADOS EN EL AÑO 0.
- 2
ASUMIR LA CANTIDAD DE CARBONO QUE SE DESCOMPONE AL AÑO (POR DEFECTO 50%).
- 3
CALCULAR LA CONSTANTE DE DESCOMPOSICIÓN DEL RESIDUO CON BASE EN LA CONSTANTE DE DESCOMPOSICIÓN DE CADA CORRIENTE.
- 4
APLICAR UNA ECUACIÓN EXPONENCIAL (REACCIÓN DE PRIMER ORDEN) Y CALCULAR LAS EMISIONES DE CH₄.
- 5
CALCULAR EL CARBONO ORGÁNICO DEGRADABLE QUE QUEDA EN EL RELLENO Y ACUMULARLO AL NUEVO RESIDUO QUE ENTRA AL SIGUIENTE AÑO.

En el caso de AFOLU, se aplican factores de emisión para las emisiones asociadas a la ganadería (IPCC, 2006f) (IPCC, 2006a), la fertilización nitrogenada y para algunos cultivos (IPCC, 2006a).

Para los usos del suelo (suelos que permanecen con el mismo uso y suelos que cambian de uso) (IPCC, 2006c)(IPCC, 2006e), se calcula el carbono acumulado en la biomasa en cada tipo de vegetación y en cada tipo de suelo. Los cambios de uso del suelo se consideran durante un período de 20 años, y transcurridos este tiempo no se consideran como cambios de uso . Para cada una de las categorías de uso de la tierra (asentamientos, tierras de cultivo, tierras forestales, pastizales y humedales(IPCC, 2020)) se consideran tres depósitos de carbono:





Las estimaciones de emisiones y absorciones se realizan para cada uso de la tierra de manera separada, así:

- Las tierras que permanecen en la misma categoría de uso en el año de inventario.
- Las superficies que han sufrido un cambio del uso de la tierra. Una superficie que sufre un cambio en el uso de la tierra debe considerarse como tal durante un período de 20 años. Es decir, durante esos 20 años se debe considerar ese cambio de uso como una fuente de emisión o absorción.

1. Se realiza una aproximación del PIB del municipio, utilizando el valor del PIB per cápita de Colombia y multiplicando por el número de habitantes del municipio, basada en un amplio proceso de consulta pública.

03. EMISIONES DE GASES DE EFECTO INVERNADERO DE ENVIGADO

El inventario de emisiones de GEI se plantea de acuerdo al Protocolo "Global Protocol For Community-Scale Greenhouse Gas Emissions (GPC)" (World Resources Institute, C40, ICLEI).

MARCO DEL ESTUDIO	
Estándar o Protocolo aplicado	Global Protocol For Community-Scale Greenhouse Gas Emissions (GPC) (World Resources Institute, C40, ICLEI).
ALCANCE	BASIC Y BASIC+
Límites geográficos	Municipio de Envigado: Área aproximada de 79,86 km Coordenadas: Latitud: 6° 10' 19". Longitud: al oeste de Greenwich: 75° 35' 09" (Alcaldía de Envigado, 2020)
Producto Interno Bruto PIB Envigado	\$ 1.220.394.555,45 dólares ¹ (World Bank Group 2020)

Límites operativos	<p>Todas las emisiones relevantes de Alcance 1 y Alcance 2 de:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Energía estacionarias. - Transporte. - Residuos. - Procesos industriales y usos de productos. - Agricultura, silvicultura y otros usos de la tierra (AFOLU). - Todas las emisiones relevantes del Alcance 3 del sector residuos. - Todas las emisiones relevantes del Alcance 3 de energía estacionaria y transporte.
Año del inventario	2018

Tabla 3 - Marco de estudio

Fuente - Elaboración propia

Para efectos de la clasificación de las emisiones en el diagnóstico, se consideran 5 sectores y 21 subsectores, tal y como muestra la Tabla 4:

CATEGORIA GPC	SECTORES	SUB-SECTORES
GPC I.	CONSUMO DE ENERGÍA ESTACIONARIA	<p>Sector residencial.</p> <p>Sector de servicios.</p> <p>Sector institucional.</p> <p>Sector de industria.</p> <p>Sector de producción de energía.</p> <p>Agricultura, pesca y silvicultura.</p> <p>Emisiones fugitivas de la minería, procesado, almacenaje y transporte del carbón.</p> <p>Emisiones fugitivas de los sistemas de petróleo y gas natural.</p>
GPC II.	TRANSPORTE	<p>Transporte por carretera.</p> <p>Aviación.</p> <p>Otros medios de transporte (off-road).</p>
GPC III.	RESIDUOS	<p>Gestión de los residuos sólidos generados en la ciudad.</p> <p>Tratamiento biológico de los residuos generados en la ciudad.</p> <p>Incineración y quema al aire libre de los residuos generados en la ciudad.</p> <p>Gestión y tratamiento de las aguas residuales generadas en la ciudad.</p>

CATEGORIA GPC	SECTORES	SUB-SECTORES
GP IV.	PROCESOS INDUSTRIALES Y USO DE PRODUCTOS (IPPU)	Procesos industriales. Uso de productos.
GP V.	AGRICULTURA, USOS DEL SUELO Y SILVICULTURA (AFOLU)	Ganadería. Usos del suelo. Fuentes agregadas y otras emisiones derivadas de los usos del suelo diferentes del CO ₂ . Incendios forestales.

Tabla 4 - Clasificación de sectores

Fuente: GPC

3.1 IDENTIFICACIÓN DE LAS FUENTES DE EMISIÓN POR SECTORES

El proceso de identificación de emisiones se realizó a través de información secundaria de organismos oficiales, así como a través de contactos mantenidos con los agentes relevantes del municipio y especialistas sectoriales.

CATEGORIA GPC	SECTOR	FUENTES DE EMISIÓN	¿APLICA?
1. Energía fuentes estacionarias			
1.1	Residencial	Energía eléctrica Gas natural GLP Leña Pérdidas energía eléctrica en la red	Sí
1.2	Servicios	Energía eléctrica Gas natural GLP Pérdidas energía eléctrica en la red	Sí
1.3	Industria manufacturera y de la construcción	Energía eléctrica Gas natural ACPM Madera Carbón GLP Pérdidas energía eléctrica en la red	Sí

CATEGORIA GPC	SECTOR	FUENTES DE EMISIÓN	¿APLICA?
1.4	Producción de energía (electricidad y vapor)	No hay producción de energía en Envigado	No
1.5	Agricultura, ganadería y pesca	Energía eléctrica Pérdidas energía eléctrica	Sí
1.6	Fuentes no especificadas	No se han identificado	No
1.7	Producción de carbón mineral	No se han identificado procesos de producción de carbón	No
1.8	Producción de petróleo y gas natural	Fugas asociadas a la distribución del gas comercializado en el municipio	Sí
2. Energía fuentes móviles			
2.1	Transporte por carretera	Consumo de gasolina, gasoil, alcohol y biodiésel	Sí
2.2	Transporte por ferrocarril	No se ha identificado	No
2.3	Transporte por agua	No se ha identificado	No
2.4	Transporte por aire	No se ha identificado	No
2.5	Consumo de combustibles en tractores, maquinaria de obra, etc.	Consumo de diésel y biodiésel	Sí
3. Residuos			
3.1	Residuos a rellenos sanitarios y vertido no regulado	Los residuos se depositan en el relleno sanitario en otros municipios y se computa como alcance 3	Sí
3.2	Residuos a tratamiento biológico	No se ha identificado	No
3.3	Incineración y quema incontrolada	Datos de incineración AMVA	Sí

3. Residuos			
3.4	Tratamiento de aguas residuales	Las aguas residuales generadas se tratan en PTAR fuera del municipio (Alcance 3). La zona rural no abastecida por el servicio de alcantarillado vierte sus aguas al cauce o dispone de pozos sépticos.	Sí
4. Procesos industriales y uso de productos (IPPU)			
4.1	Transformaciones químicas de los materiales en la industria	No se han identificado procesos industriales que lleven asociados transformaciones químicas de materiales	No
4.2	Uso de grasas y lubricantes en industrias y sector automotor	Grasas y lubricantes	Sí
4.3	Uso de refrigerantes en equipos de refrigeración	Refrigerantes	Sí
5. Agricultura, silvicultura y usos del suelo (AFOLU)			
5.1	Emisiones asociadas a la ganadería, fermentación entérica y gestión del estiércol	Ovejas Aves Vacas Cerdos Caballos Cabras	Sí
5.2	Usos del suelo	Agricultura Silvicultura Cambios de uso del suelo	Sí
5.3	Fuentes agregadas y emisiones procedentes de fuentes del suelo distintas al CO ₂	Uso de fertilizantes	Sí

Tabla 5 - Proceso de identificación de fuentes de emisión

Fuente - Elaboración propia



3.2 LEVANTAMIENTO DE DATOS Y CÁLCULO DE EMISIONES

Para el levantamiento de datos se buscó información en organismos oficiales y entidades competentes en cada uno de los sectores. También se ha solicitado información y se han planteado métodos de cálculo alternativos cuando se notaron barreras en la identificación de los datos de base.

En la Tabla 6 se muestran tanto los métodos de cálculo empleados para cada sector como las fuentes utilizadas para la obtención de la información.

En todos los métodos de cálculo empleados se han seguido las directrices del IPCC para la elaboración de inventarios nacionales (2006).

Para realizar los cálculos, así como para diagnosticar cualitativamente los diferentes sectores del municipio, se consultaron fuentes adicionales a las indicadas en la Tabla 6. Las fuentes de datos y métodos de cálculo empleados se muestran a continuación:

CAT GPC	SECTOR	DETALLE	ALCANCE	ESTRATEGIA	DATOS ACTIVIDAD NECESARIOS	FUENTE DATOS
1.1	Energía residencial	Electricidad	2	Consulta del consumo de electricidad por el sector en el área de estudio.	Consumo de electricidad (kWh/año) en el sector	Sistema Único de Información de Servicios Públicos (SUI)
1.1	Energía residencial	Electricidad	3	Consulta de las pérdidas de electricidad en el área de estudio.	Pérdidas de electricidad (%) en el departamento	Unidad de Planeación Minero Energética (UPME)
1.1	Energía residencial	Gas natural	1	Consulta del consumo de gas natural por el sector en el área de estudio.	Consumo de gas natural (Nm ³) en el sector	Sistema Único de Información de Servicios Públicos (SUI)
1.1	Energía residencial	GLP	1	Consulta del consumo de GLP en el sector en el área de estudio. Resultado de la suma de las ventas del comercio minorista y de tanques estacionarios. Se considera que la totalidad del consumo de cilindros corresponde con el consumo residencial.	Consumo de GLP (Kg) en el sector	Sistema Único de Información de Servicios Públicos (SUI)

CAT GPC	SECTOR	DETALLE	ALCANCE	ESTRATEGIA	DATOS ACTIVIDAD NECESARIOS	FUENTE DATOS
1.1	Energía residencial	Leña	1	Consulta del consumo nacional de leña. Extrapolación a la población del municipio con base en el porcentaje de la población que hace uso de leña para cocinar.	Consumo de leña en el sector (t)	Cuenta Ambiental y Económica: Flujo de productos del Bosque, DANE y Encuesta Nacional Calidad de Vida, DANE (DANE, 2019).
1.2	Energía de servicios	Electricidad	2	Consulta del consumo de electricidad por el sector en el área de estudio.	Consumo de electricidad (kWh/año) en el sector	Sistema Único de Información de Servicios Públicos (SUI)
1.2	Energía de servicios	Electricidad	3	Consulta de las pérdidas de electricidad en el área de estudio.	Pérdidas de electricidad (%) en el departamento	Unidad de Planeación Minero Energética (UPME)
1.2	Energía de servicios	Gas natural	1	Consulta del consumo de gas natural por el sector en el área de estudio.	Consumo de gas natural (m3) en el sector	Sistema Único de Información de Servicios Públicos (SUI)
1.2	Energía de servicios	GLP	1	Consulta del consumo de GLP en el sector en el área de estudio. Resultado de la suma de las ventas del comercio minorista y de las de tanques estacionarios.	Consumo de GLP (Kg) en el sector	Sistema Único de Información de Servicios Públicos (SUI)
1.2	Energía institucional	Electricidad	2	Consulta del consumo de electricidad por el sector en el área de estudio.	Consumo de electricidad (kWh/año) en el sector	Sistema Único de Información de Servicios Públicos (SUI)
1.2	Energía institucional	Electricidad	3	Consulta de las pérdidas de electricidad en el área de estudio.	Pérdidas de electricidad (%) en el departamento	Unidad de Planeación Minero Energética (UPME)
1.2	Energía institucional	Gas natural	1	Consulta del consumo de gas natural por el sector en el área de estudio.	Consumo de gas natural (m3) en el sector	Sistema Único de Información de Servicios Públicos (SUI)

CAT GPC	SECTOR	DETALLE	ALCANCE	ESTRATEGIA	DATOS ACTIVIDAD NECESARIOS	FUENTE DATOS
1.2	Energía institucional	GLP	1	Consulta del consumo de GLP en el sector en el área de estudio. Resultado de la suma de las ventas del comercio minorista y de tanques estacionarios.	Consumo de GLP (Kg) en el sector	Sistema Único de Información de Servicios Públicos (SUI)
1.3	Energía de industria	Electricidad	2	Consulta del consumo de electricidad por el sector en el área de estudio.	Consumo de electricidad (kWh/año) en el sector	Sistema Único de Información de Servicios Públicos (SUI)
1.3	Energía de industria	Electricidad	3	Consulta de las pérdidas de electricidad en el área de estudio.	Pérdidas de electricidad (%) en el departamento	Unidad de Planeación Minero Energética (UPME)
1.3	Energía de industria	Gas natural	1	Consulta del consumo de gas natural por el sector en el área de estudio.	Consumo de gas natural (Nm3) en el sector	Sistema Único de Información de Servicios Públicos (SUI)
1.3	Energía de industria	GLP	1	Consulta del consumo de GLP en el sector en el área de estudio. Resultado de la suma de las ventas del comercio minorista y de tanques estacionarios.	Consumo de GLP (Kg) en el sector	Sistema Único de Información de Servicios Públicos (SUI)
1.5	Agricultura, ganadería y pesca	Electricidad	2	Consumo de electricidad en el sector agropecuario	Consumo de electricidad (kWh/año) en el sector	Secretaría de agricultura y desarrollo rural
1.5	Agricultura, ganadería y pesca	Electricidad	3	Consulta de las pérdidas de electricidad en el área de estudio.	Pérdidas de electricidad (%) en el departamento	Unidad de Planeación Minero Energética (UPME)
1.8	Emisiones fugitivas	Servicio de gas natural	1	Consulta del consumo de gas natural en el área de estudio.	Consumo de gas natural (m3) en el municipio	Sistema Único de Información de Servicios Públicos (SUI)

CAT GPC	SECTOR	DETALLE	ALCANCE	ESTRATEGIA	DATOS ACTIVIDAD NECESARIOS	FUENTE DATOS
2.1	Energía de movilidad	Diésel	1	Consultar el consumo de diésel por el sector y aplicar el porcentaje de contribución del área de estudio al consumo total.	Consumo de diésel en el área de estudio	Balance Energético Colombiano, Unidad de Planeación Minero Energética, Inventario de fuentes móviles AMVA 2018
2.1	Energía de movilidad	Gasolina	1	Consultar el consumo de gasolina por el sector y aplicar el porcentaje de contribución del área de estudio al consumo total.	Consumo de gasolina en el área de estudio	Balance Energético Colombiano, Unidad de Planeación Minero Energética, Inventario de fuentes móviles AMVA 2018
2.1	Energía de movilidad	Gas natural vehicular	1	Consultar el consumo de gas natural vehicular por el sector y aplicar el porcentaje de contribución del área de estudio al consumo total.	Consumo de gas natural vehicular en el área de estudio	Balance Energético Colombiano, Unidad de Planeación Minero Energética, Inventario de fuentes móviles AMVA 2018
2.1	Energía de movilidad	Diésel	3	Consultar el porcentaje de vehículos del área de estudio que viajan fuera de la ciudad.	Porcentaje de vehículos que viajan fuera de la ciudad sobre el total	Inventario de fuentes móviles AMVA
2.1	Energía de movilidad	Gasolina	3	Consultar el porcentaje de vehículos del área de estudio que viajan fuera de la ciudad.	Porcentaje de vehículos que viajan fuera de la ciudad sobre el total	Inventario de fuentes móviles AMVA
2.1	Energía de movilidad	Gas natural vehicular	3	Consultar el porcentaje de vehículos del área de estudio que viajan fuera de la ciudad.	Porcentaje de vehículos que viajan fuera de la ciudad sobre el total	Inventario de fuentes móviles AMVA

CAT GPC	SECTOR	DETALLE	ALCANCE	ESTRATEGIA	DATOS ACTIVIDAD NECESARIOS	FUENTE DATOS
2.5	Energía de movilidad off-road	Diésel	1	Consultar el porcentaje de vehículos off-road.	Consumo de diésel en el área de estudio	Ministerio de Transporte
3.1	Residuos	Residuos generados	3	Consultar la cantidad de residuos que se generan en la ciudad y se tratan en otros municipios.	Entrada de residuos por municipio en el relleno sanitario. Composición de los residuos. Población abastecida por el servicio de aseo y tratamiento de los residuos	Plan de Gestión Integral de Residuos de Envigado y Regional
3.3	Residuos	Incineración y quema de residuos	1	Consultar la cantidad de residuos domésticos e industriales que se queman en el municipio.	Composición y peso de los residuos que se incineran	AMVA
3.4	Residuos	Tratamiento de aguas residuales	3	Estimar el tratamiento de las aguas residuales en el ámbito rural y urbano con base en la población abastecida y conectada al sistema de alcantarillado municipal.	Población servida Caudal tratado y vertido Tipo de tratamiento de las aguas residuales	ENVIASEOS.A. E.S.P
4.1	IPPU	Procesos industriales	1	Consultar los procesos industriales que se llevan a cabo dentro del municipio.	Contaminantes contabilizados por empresa y proceso	AMVA
4.2	IPPU	Lubricantes	1	Consultar el consumo de lubricantes en Colombia y el número de habitantes del municipio.	Consumo de lubricantes al año	Informe Estadístico Petrolero

CAT GPC	SECTOR	DETALLE	ALCANCE	ESTRATEGIA	DATOS ACTIVIDAD NECESARIOS	FUENTE DATOS
4.2	IPUU	Grasas	1	Consultar el consumo de grasas en Colombia y el número de habitantes del municipio.	Consumo de grasas al año	Informe Estadístico Petrolero
4.2	IPPU	Refrigerantes	1	Consultar las emisiones asociadas al consumo de refrigerantes en Colombia y el número de habitantes del municipio.	Emisiones de GEI por el uso de refrigerantes	Banco Mundial
5.1	AFOLU	Ganadería	1	Consultar las cabezas de ganado en el área de estudio.	Nº de cabezas de ganado bovino, ovino, caprino, porcino, avícola y caballar	Censo pecuario, DANE.
5.1	AFOLU	Usos del suelo	1	Consultar la superficie asociada a cada uso del suelo en 1998 y 2018 en el área de estudio.	Superficie de cada uso del suelo	Análisis multitemporal de la huella urbana y usos de suelo (IGAC)
5.1	AFOLU	Otras emisiones agrícolas	1	Estimar el consumo de abonos químicos a partir de superficies de cultivo y tipos de cultivo en el área de estudio.	Cultivo de maíz, trigo, arroz, palma	ICA (Instituto Colombiano Agropecuario)
5.1	AFOLU	Cambios usos suelo	1	Comparar los usos del suelo en 1998 y 2018 en el área de estudio.	Superficie de cada uso del suelo	Análisis multitemporal de la huella urbana y usos de suelo

Tabla 6 - Levantamiento de datos, información y fuentes

Fuente - Elaboración propia a partir de GPC.



Se detallan a continuación:

PLANES Y PROGRAMAS

- Plan de Ordenamiento Territorial de Envigado 2017 - 2031.
- Plan de Desarrollo de Envigado 2020 – 2023. (Alcaldía de Envigado, 2020)
- Plan Maestro de Movilidad de Envigado.
- Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos (PGIRS) del municipio de Envigado, 2019.



ESTUDIOS Y FUENTES DE DATOS AUXILIARES

- Encuestas nacionales de calidad de vida (DANE).
- Cuentas ambientales y económicas, Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE).
- Informe Estadístico Petrolero.
- Encuesta de Transporte Urbano de Pasajeros, DANE.
- Actualización inventario de fuentes móviles del Valle de Aburrá, 2018.
- Plan de Acción Indicativo de Eficiencia Energética 2016 – 2021, Ministerio de Minas (MINMINAS).
- Caracterización energética del sector transporte carretero, de carga y pasajeros, urbano e interurbano en Colombia.
- Distribución del Valor Agregado Departamental, entre los municipios que lo conforman, DANE.
- Cuentas Departamentales, Dirección de Síntesis y Cuentas nacionales, DANE.

04. RESULTADOS DEL INVENTARIO POR SECTOR

A continuación se detalla el diagnóstico de las emisiones del municipio para el año 2018.

A partir de las indicaciones de GPC, las emisiones del Alcance 1 incluyen las asociadas a la generación de energía (producción de electricidad), mientras que no incluyen las emisiones totales, con la finalidad de evitar realizar una doble contabilidad, teniendo en cuenta que se sumarían las emisiones de GEI asociadas a la electricidad tanto en el lado de la producción (Alcance 1), como en el de la demanda (Alcance 2). Por otra parte, también en el Alcance 1, se incluyen las emisiones asociadas a la gestión de los residuos generados fuera del área de estudio, pero gestionados dentro del municipio. Siguiendo el GPC, estas emisiones no se contabilizan en los totales. Por lo tanto, el valor total no corresponde con la suma de los tres alcances.

A continuación, se muestran las emisiones de GEI para el año 2018, agregadas por sector:

Código GPC	Alcance	Fuentes de emisión de GEI	Claves de Notación	tCO ₂	tCH ₄	tN ₂ O	tHFC	tPFC	tSF ₆	tNF ₃	Gases F tCO ₂ e	Total tCO ₂ e	CO ₂ (b)
1		ENERGÍA ESTACIONARIA											
1.1		Edificios residenciales											
1.1.1	1	Emisiones de combustión de en el área de estudio		26,598,46	4,06	0,24	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	26,775,84	273,35
1.1.2	2	Emisiones de energía de red consumida en el área de estudio		15,505,51	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	15,505,51	0,00
1.1.3	3	Pérdidas de transmisión y distribución de energía de red		951,42	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	951,42	0,00
1.2		Edificios e instalaciones institucionales y del sector servicios											
1.2.1	1	Emisiones de combustión de combustible en el área de estudio		9,141,06	2,03	0,12	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	9,230,01	0,00
1.2.2	2	Emisiones de energía de red consumida en el área de estudio		13,407,99	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	13,407,99	0,00
1.2.3	3	Pérdidas de transmisión y distribución de energía de red		822,72	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	822,72	0,00
1.3		Industria manufacturera y de la construcción											
1.3.1	1	Emisiones de combustión de combustible en el área de estudio		37,494,48	0,73	30,87	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	45,694,53	357,04
1.3.2	2	Emisiones de energía de red consumida en el área de estudio		11,998,39	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	11,998,39	0,00
1.3.3	3	Pérdidas de transmisión y distribución de energía de red		736,22	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	736,22	0,00

Código GPC	Alcance	Fuentes de emisión de GEI	Claves de Notación	tCO ₂	tCH ₄	tN ₂ O	tHFC	tPFC	tSF ₆	tNF ₃	Gases F tCO ₂ e	Total tCO ₂ e	CO ₂ (b)
2.3.1	1	Emisiones en el área de estudio	NO	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2.3.2	2	Emisiones por consumo de energía de red en el área de estudio	NO	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2.3.3	3	Emisiones por viajes que traspasan los límites geográficos	NO	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2.4		Aviación											
2.4.1	1	Emisiones en el área de estudio	NO	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2.4.2	2	Emisiones por consumo de energía de red en el área de estudio	NO	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2.4.3	3	Emisiones por viajes que traspasan los límites geográficos	NO	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2.5		Otros medios de transporte											
2.5.1	1	Emisiones en el área de estudio	NO	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2.5.2	2	Emisiones por consumo de energía de red en el área de estudio	NO	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
3		RESIDUOS											
3.1		Disposición de residuos sólidos											
3.1.1	1	Emisiones de residuos generados y tratados en el área de estudio	NO	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
3.1.2	3	Emisiones de residuos generados en el área de estudio y tratados fuera del área de estudio		0,00	694,34	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	19.441,63	1.610,99

Código GPC	Alcance	Fuentes de emisión de GEI	Claves de Notación	tCO ₂	tCH ₄	tN ₂ O	tHFC	tPFC	tSF ₆	tNF ₃	Gases F tCO ₂ e	Total tCO ₂ e	CO ₂ (b)
3.4.1	1	Emisiones de aguas residuales generadas y tratadas en el área de estudio	NO	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
3.4.2	3	Emisiones de aguas residuales generadas en el área de estudio y tratadas fuera del área de estudio		0,00	272,32	0,03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	7.631,83	0,00
3.4.3	1	Emisiones de aguas residuales generadas fuera del área de estudio y tratadas dentro del área de estudio	NO	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
4		PROCESOS INDUSTRIALES Y USO DE PRODUCTOS											
4.1	1	Emisiones directas de procesos industriales	IE	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
4.2	1	Emisiones directas derivadas del uso de productos		147,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	16.985,83	17.132,85	0,00
5		AGRICULTURA, SILVICULTURA Y OTROS USOS DE LA TIERRA (AFOLU)											
5.1	1	Emisiones de la ganadería			256,95	12,03						10.381,32	0,00
5.2	1	Emisiones de la tierra		-12.518,52	0,00	0,00						-12.518,28	0,00
5.3	1	Otras emisiones de agricultura			0,00	13,51						3.579,97	0,00
		GPC 2012 BASIC		281.924,69	1.013,59	31,87	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	318.751,38	2.255,52
		GPC 2012 BASIC +		275.967,47	1.270,53	57,41	0,00	0,00	0,00	0,00	16.985,83	343.741,52	2.255,52
	1	ALCANCE 1		228.641,30	303,87	57,38	0,00	0,00	0,00	0,00	16.985,83	269.341,89	644,53
	2	ALCANCE 2		40.911,89	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	40.911,89	0,00
	3	ALCANCE 3		6.414,28	966,67	0,03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	33.487,74	1.610,99

Tabla 7: Emisiones de gases de efecto invernadero para el año 2018, formato GPC

Fuente: Elaboración propia

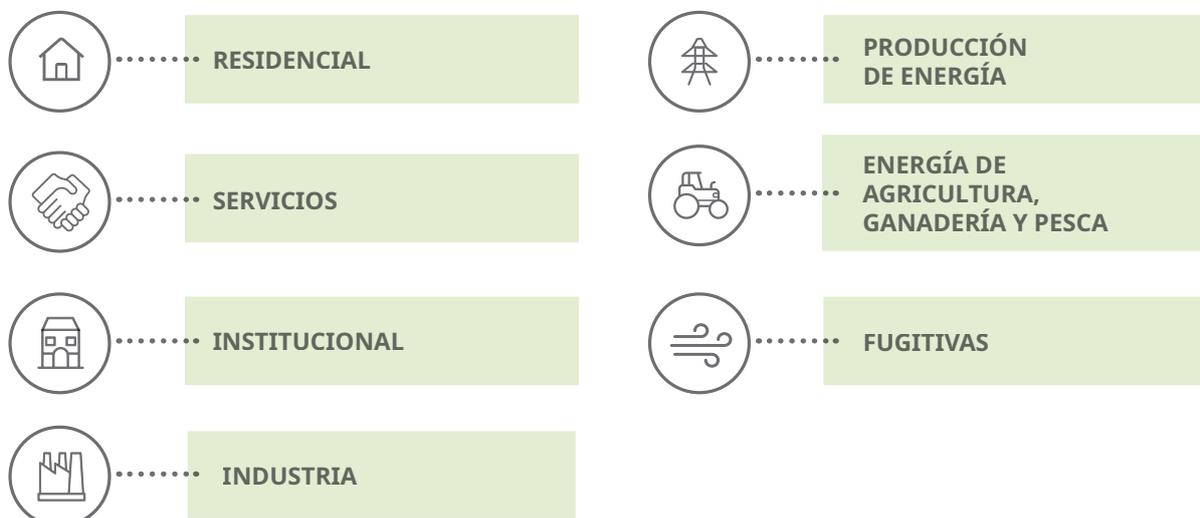
SECTOR		ALCANCE 1	ALCANCE 2	ALCANCE 3	BASIC	BASIC +
Energía estacionaria	Emisiones de combustión (excepto 1.4.4)	82.475	40.912	2.510	123.387	125.897
	Emisiones de combustión de combustible en el área de estudio para generación de energía de red	0				
Transporte	Todas las emisiones de transporte	166.116	0	3.904	166.116	170.020
Residuos	Emisiones de residuos generados en el área de estudio	2.175		27.073	29.249	29.249
	Emisiones de residuos generados fuera del área de estudio y tratados en el área de estudio	0				
Procesos industriales y uso de productos	Todas las emisiones IPPU	17.133				17.133
Agricultura, silvicultura y otros usos de la tierra (AFOLU)	Todas las emisiones AFOLU	1.443				1.443
TOTAL		269.342	40.912	33.488	318.751	343.742

Tabla 8 - Emisiones agregadas del inventario, año 2018, en formato GPC

Fuente - Elaboración propia

4.1 ENERGÍA ESTACIONARIA

Dentro de esta categoría se incluyen los siguientes sectores:





4.1.1 Sector residencial

Contextualización

Tras un análisis de los datos de consumo de electricidad de la Superintendencia de Servicios Públicos con información para el ciudadano de Colombia (SUI)(SUI, 2018)², se destaca que el sector residencial es el mayor consumidor de este recurso.

El porcentaje de hogares con acceso autorizado a la energía eléctrica es del 99%, según datos del Plan Indicativo de Expansión de Cobertura de Energía Eléctrica 2013 - 2017.

El mayor número de suscriptores se concentra en los estratos inferiores, estando el 72% de los suscriptores en los estratos 1, 2 y 3, tal y como puede apreciarse en la figura 2 a continuación.

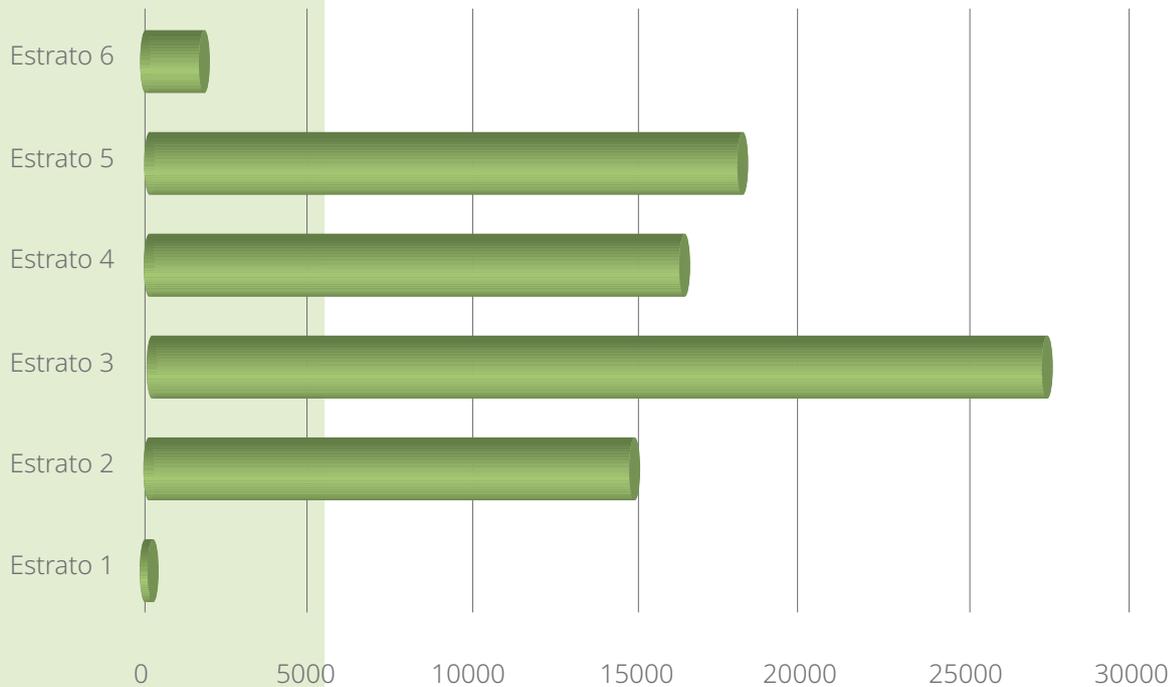


Ilustración 2: Número de suscriptores a la energía eléctrica por estrato en Envigado, 2018

Fuente: Elaboración propia a partir de datos del Sistema Único de Información de Servicios Públicos (SUI), Gobierno de Colombia.

2. Todos los reportes SUI son generados automáticamente sin cambiar dirección web, por lo cual se cita la fuente de los documentos descargados por la consultoría

Respecto al consumo de gas en Envigado, la distribución y comercialización es gestionada por la empresa EPM (EMPRESAS PÚBLICAS DE MEDELLÍN E.S.P.). No se disponen de datos de referencia sobre el porcentaje de viviendas de la ciudad con conexión autorizada a la red de suministro de gas natural, pero sí del número de suscriptores al servicio.

La figura 3 muestra el número de usuarios de gas natural por estrato en Envigado, para el año 2018.

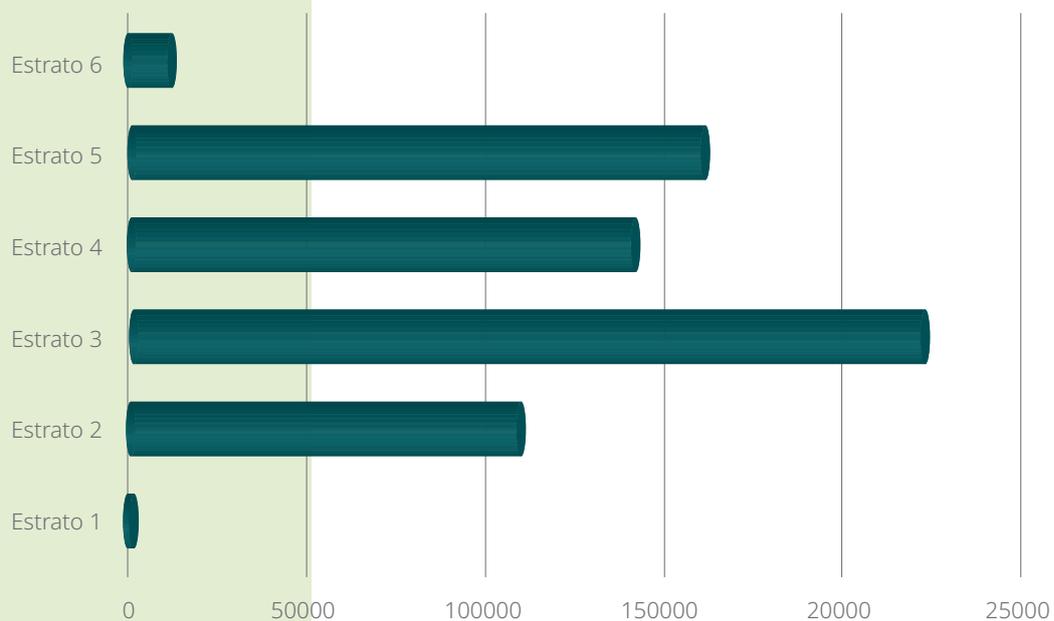


Ilustración 3: Número de suscriptores al gas natural por estrato en Envigado, año 2018

Fuente: Elaboración propia a partir de datos del Sistema Único de Información de Servicios Públicos (SUI), Gobierno de Colombia.

Consumo y emisiones de GEI

En la tabla se muestran los datos de actividad que se tuvieron en cuenta para el cálculo de emisiones de GEI para el sector residencial, para el año 2018.

ALCANCE 1

ENERGÉTICO	CANTIDAD	UNIDADES
Gas natural	11.153.077	Nm ³
GLP	374	t
Leña	176	t

ALCANCE 2

ENERGÉTICO	CANTIDAD	UNIDADES
Electricidad	159.850.658	kWh

ALCANCE 3

ENERGÉTICO	CANTIDAD	UNIDADES
Pérdidas de electricidad	9.808.462	kWh

Tabla 9: Datos de actividad sector residencial, año 2018

Fuente: (SUI, 2018).

El gas natural es la principal fuente energética consumida, seguida muy de cerca por el consumo de electricidad. Como se puede apreciar en la figura a continuación, las emisiones del sector residencial provienen de diferentes fuentes energéticas, siendo la electricidad la responsable del 38% de las emisiones, el gas natural del 59%, la leña del 1% y el GLP del 2%. Las emisiones ascienden a **43.506 Ton CO₂e**.

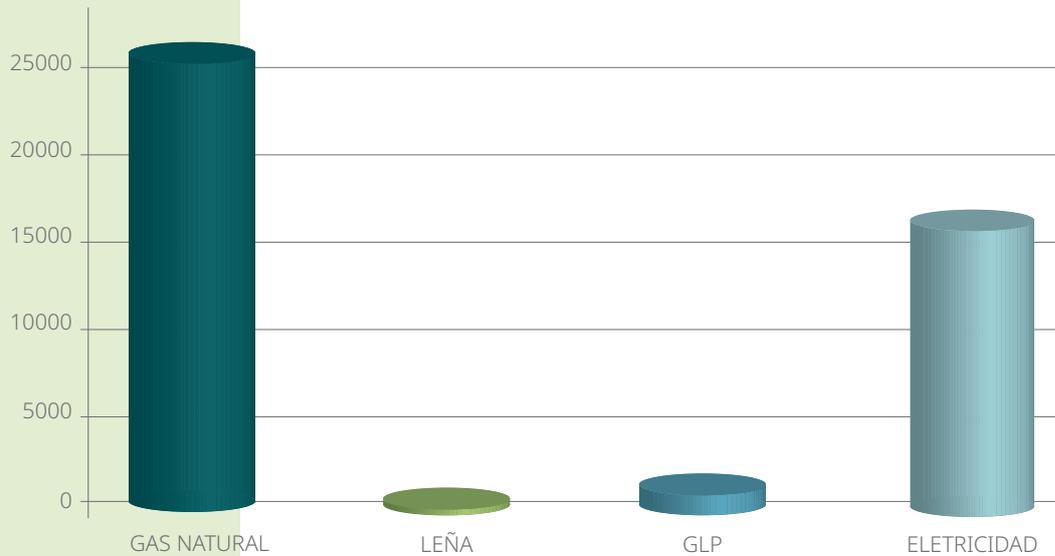


Ilustración 4: Emisiones del sector residencial, año 2018. (tCO₂e)

Fuente: (SUI, 2018).

El consumo de leña en el sector residencial se debe a que un 28,8% de los hogares la utilizan para cocinar (un 50% de los hogares del sector rural y un 4% de la cabecera urbana). La principal fuente energética utilizada para cocinar es el GLP (gas propano), que representa casi un 60% del combustible empleado para cocinar.

Las tres mayores fuentes de ineficiencia que se han identificado en el consumo de energía del sector residencial son: en primer lugar, el elevado uso de electricidad en refrigeración, resultado del empleo de equipos con altos consumos asociados a factores como la tecnología empleada (muchos de ellos clasificados en rangos muy bajos de eficiencia energética), la falta de mantenimiento y la edad de los equipos. Le sigue la persistencia del uso de bombillas incandescentes y, finalmente, el alto consumo de energía térmica para la cocción y el calentamiento de agua.

Si se realiza un análisis diferenciando entre el área urbana y rural, nos encontramos que el 97% de las emisiones del sector residencial tienen su origen en el área urbana, mientras que el 3% restante se originan en el área rural.

En la figura 5 se pueden identificar las emisiones generadas en cada área para las diferentes fuentes de emisión. Como puede apreciarse, el área urbana es la mayor generadora de emisiones de GEI para todas las fuentes energéticas, con excepción de la leña, cuyo uso se encuentra básicamente en las zonas rurales.



Ilustración 5: Emisiones sector residencial diferenciadas por área, año 2018. (tCO₂e)
Fuente: Elaboración propia



4.1.2 Sector de servicios

Contextualización

Para el Valle de Aburrá, y en general para la región antioqueña, se han identificado como estratégicos los agrupamientos industriales de construcción, confección, energía y turismo (Cámara de Comercio Aburrá del Sur, 2019). Se han establecido programas de fortalecimiento, que se promueven como sectores estratégicos para la inversión, desarrollo de nuevos negocios en el Aburrá Sur y en particular el Municipio de Envigado, que congrega entidades representativas de estos gremios. La actual administración busca crear incentivos a la creación de determinadas empresas, una vez la Secretaría de Planeación realice los estudios pertinentes para establecer la vocación empresarial del municipio. También se evidencian actividades económicas concentradas en el sector terciario de la economía como el comercio y los servicios (Cámara de Comercio Aburrá del Sur, 2019).

Consumo y emisiones de GEI

En la tabla a continuación se muestran los datos de actividad que se tuvieron en cuenta para el sector de servicios para el año 2018, a partir de los cuales se han calculado las emisiones de GEI del sector.

ALCANCE 1

ENERGÉTICO	CANTIDAD	UNIDADES
Gas natural	1.944.493	m ³
GLP	109	t

ALCANCE 2

ENERGÉTICO	CANTIDAD	UNIDADES
Electricidad	112.689.065	kWh

ALCANCE 3

ENERGÉTICO	CANTIDAD	UNIDADES
Pérdidas de electricidad	6.914.619	kWh

Tabla 10: Datos de actividad sector servicios, año 2018
Fuente: (SUI, 2018).

Como se puede apreciar en la imagen a continuación (Ilustración 6), las emisiones del sector servicios están asociadas principalmente al consumo de electricidad, que representa el 71% de las emisiones del sector, seguidas del gas natural (27%) y el GLP (con un 2%). Las emisiones totales del sector servicios son **16.396 tCO₂e**.

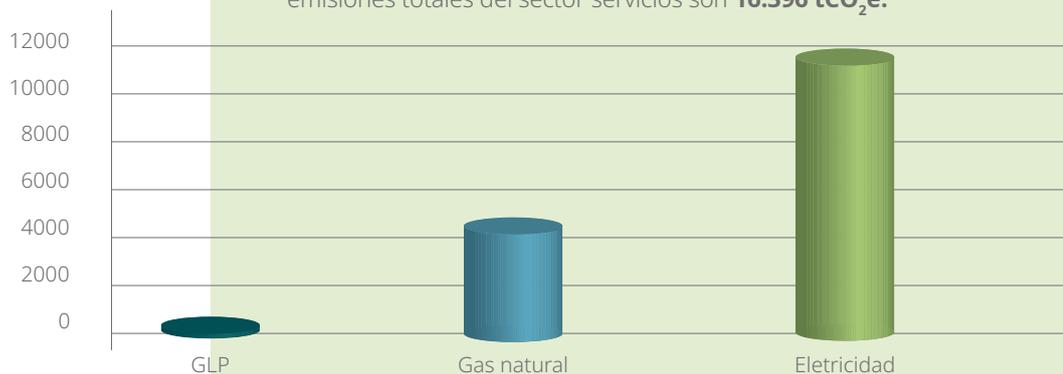


Ilustración 6: Emisiones del sector servicios, año 2018. (tCO₂e)

Fuente: Elaboración propia a partir de datos del Sistema Único de Información de Servicios Públicos (SUI), Gobierno de Colombia.



4.1.3 Sector institucional

Contextualización

El sector institucional de Envigado está asociado principalmente al consumo de electricidad y gas natural, mientras que el de GLP se presenta en pequeñas cantidades. En el sector institucional, las fuentes de consumo de electricidad son la iluminación, la refrigeración, el aire acondicionado, fuerzas (ascensores y escaleras eléctricas) y otros equipos como médicos, de laboratorio, de oficina y computadores.

Consumo y emisiones de GEI

En la tabla se muestran los datos de actividad que se han tenido en cuenta para el sector institucional, para el año 2018, a partir de los cuales se han calculado las emisiones de GEI del sector.

ALCANCE 1		
ENERGÉTICO	CANTIDAD	UNIDADES
Gas natural	1.905.299	m ³
GLP	5,75	t

ALCANCE 2		
ENERGÉTICO	CANTIDAD	UNIDADES
Electricidad	25.537.596	kWh

ALCANCE 3		
ENERGÉTICO	CANTIDAD	UNIDADES
Pérdidas de electricidad	1.566.991	kWh

Tabla 11: Datos de actividad sector institucional, año 2018
 Fuente: (SUI, 2018).

Como se muestra en la figura, las emisiones del sector institucional están asociadas al consumo de electricidad, que representan el 37% de las emisiones del sector, el Gas Natural el 63% y el GLP el 0,23% de las emisiones. **El total de las emisiones es 7.063 tCO₂e.**

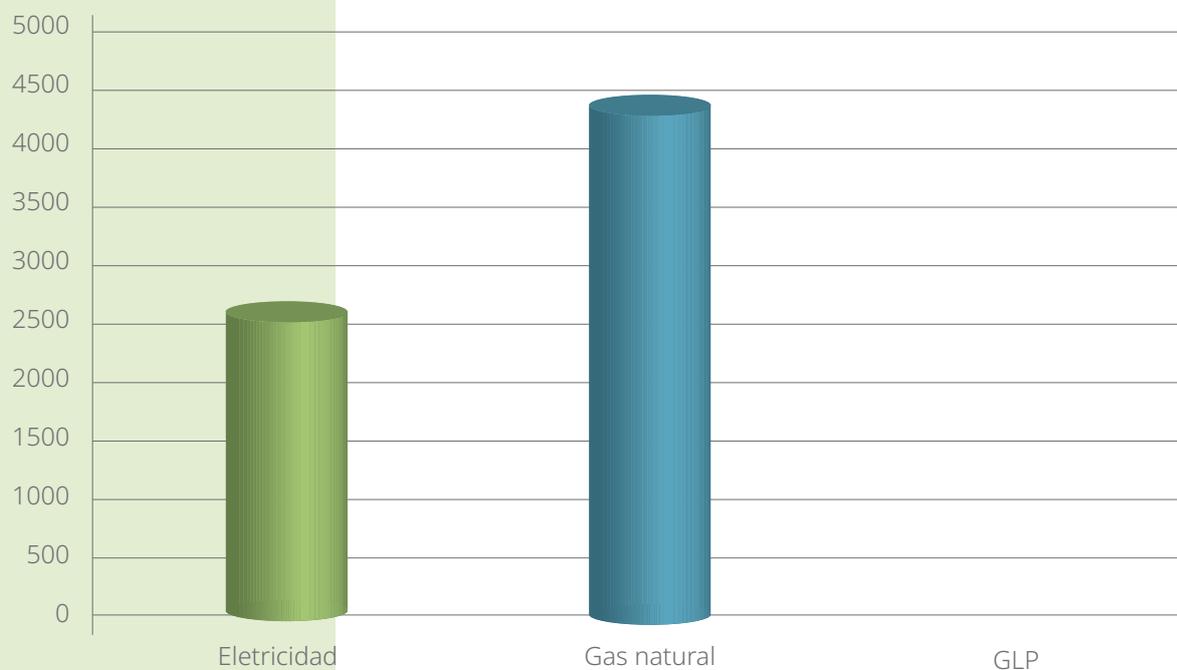


Ilustración 7: Emisiones del sector institucional, año 2018. (tCO₂e)
 Fuente: Elaboración propia a partir de datos del (SUI, 2018).

Si se realiza un análisis diferenciando entre área urbana y rural, se encuentra que el 94% de las emisiones del sector institucional tienen su origen en el área urbana, mientras que el 6% restante se originan en el área rural. En la Ilustración 8 se pueden diferenciar las emisiones generadas en cada área para las diferentes fuentes de emisión.

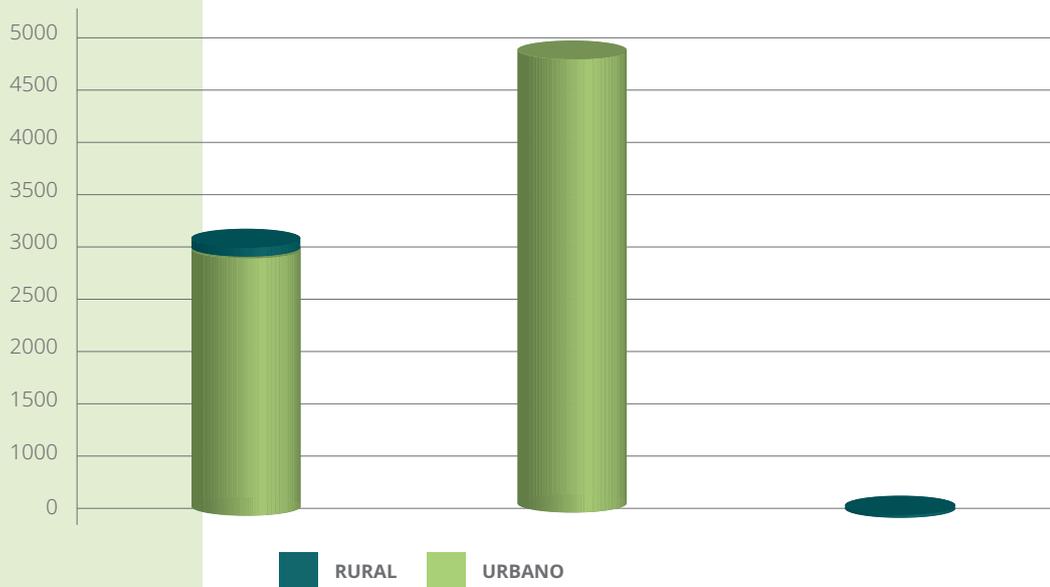


Ilustración 8: Emisiones sector institucional diferenciadas por área, año 2018. (tCO₂e)
Fuente: Elaboración propia



4.1.4 Sector de industria

Contextualización

De acuerdo con el informe de perfiles económicos departamentales 2021 del Ministerio de Industria y Comercio, durante el año 2019 Antioquia fue el segundo departamento más industrializado de Colombia, con un aporte del 14.46% del PIB total del país. Su impulso económico está repartido entre los siguientes sectores de la economía: el sector primario o agroindustria, el sector secundario o de manufactura, y el sector terciario o de servicios, que incluye el comercio.

Desde hace varios años, el departamento se ha dado a la labor de enfocar y encauzar el grueso de su potencial económico hacia la economía del conocimiento. Actualmente, Antioquia es el segundo departamento más industrializado de Colombia, con un aporte cercano al 15% del PIB nacional (Cuentas departamentales, DANE 2019). En los últimos años se ha presentado una tendencia de deslocalización y desindustrialización en la zona del río, lo cual evidencia el desgaste del modelo de los distritos industriales aislados promocionados durante el siglo pasado.

Consumo y emisiones de GEI

En la Tabla 12 se muestran los datos de actividad que se han tenido en cuenta para el sector industrial para el año 2018, a partir de los cuales se han calculado las emisiones de GEI del sector.

ALCANCE 1

ENERGÉTICO	CANTIDAD	UNIDADES
Gas natural	330.038	m ³
GLP	46	t
ACPM*	2.433	tCO ₂ e
Carbón*	3.046.	tCO ₂ e
Madera*	357	tCO ₂ e

*información extraída de al AMVA

ALCANCE 2

ENERGÉTICO	CANTIDAD	UNIDADES
Electricidad	123.694.706	kWh

ALCANCE 3

ENERGÉTICO	CANTIDAD	UNIDADES
Pérdidas de electricidad	7.589.927	kWh

Como se puede apreciar en la imagen a continuación, (Ilustración 9) las emisiones del sector industrial están asociadas principalmente al consumo de Gas Natural que representa el 68% de las emisiones del sector, seguidas de la electricidad con el 22% y el carbón con un 5% de las emisiones. **Las emisiones ascienden a 58.426 tCO₂e.**

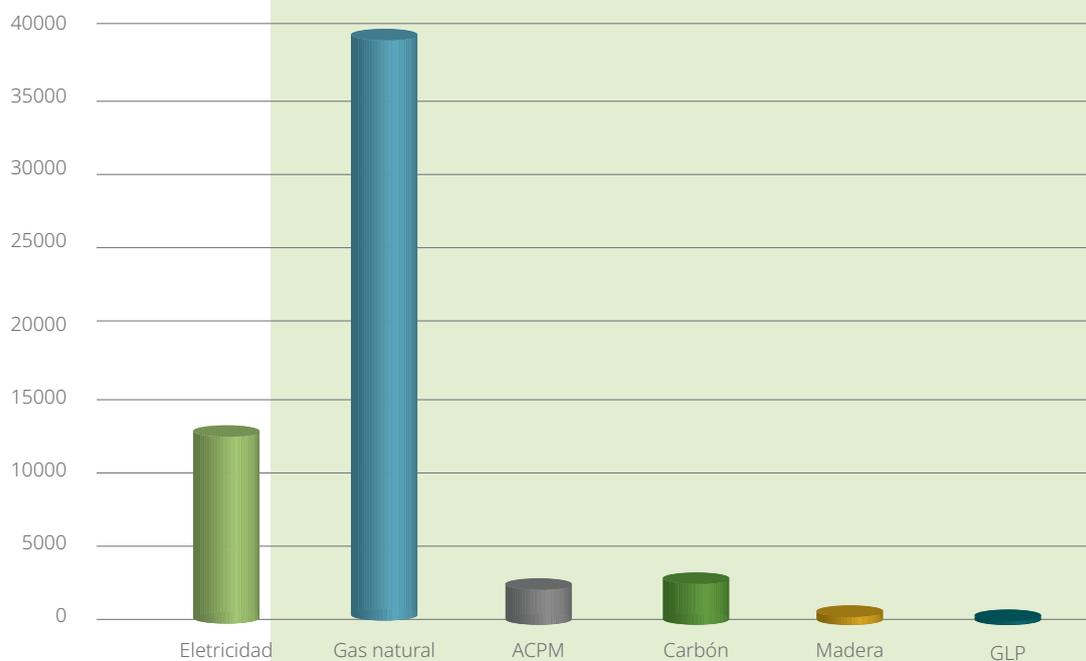


Ilustración 9: Emisiones del sector industrial, año 2018. (tCO₂e)

Fuente: Elaboración propia a partir de datos del (SUI, 2018) y del Área Metropolitana del Valle de Aburrá, Gobierno de Colombia.



4.1.5 Sector de producción de energía

No se identificó producción de energía en el municipio de Envigado.



4.1.6 Sector de agricultura, ganadería y pesca

Contextualización

De acuerdo con el Informe de Perfiles Económicos Departamentales 2021 (Ministerio de Comercio, 2021), durante el año 2019, en Antioquia el sector agrícola fue muy representativo en productos como el banano, plátano, caña panelera y café, los cuales fueron el principal cultivo permanente del departamento. Asimismo, las exportaciones del departamento aumentaron un 22,6 % entre 2019 y 2020.

En lo corrido del año 2021, el oro representó el 41,8 % de las exportaciones del departamento, seguido por café 10,8% y Bananos con 10,2%. Antioquia ha tenido un desarrollo notable desde el último cuarto del siglo XX en el sector ganadero, hasta consolidarse actualmente como el departamento con el mayor inventario de animales bovinos a nivel nacional con 3.277.419 cabezas (Estadísticas Fondo Nacional Ganadero. 2020). En esta misma línea, Antioquia viene ocupando el primer lugar en producción y acopio de leche, conformando un sector fuerte y organizado representado por la cooperativa agroindustrial más grande del país: Colanta.

Consumo y emisiones de GEI

En el Sistema Único de Información de Servicios Públicos no se han encontrado los datos del consumo de energía en el sector agrícola, ganadero y de pesca. Los datos se han recopilado desde un estudio previo hecho por ICLEI en el 2018.

ALCANCE 1

ENERGÉTICO	CANTIDAD	UNIDADES
Gas natural	0	m ³
GLP	40	t

ALCANCE 2

ENERGÉTICO	CANTIDAD	UNIDADES
Electricidad	0	kWh

ALCANCE 3

ENERGÉTICO	CANTIDAD	UNIDADES
Pérdidas de electricidad	0	kWh

Tabla 11: Datos de actividad sector institucional, año 2018
Fuente: (SUI, 2018).





Ilustración 11: Emisiones del sector agricultura y ganadería, año 2018. (tCO₂e)
Fuente: Elaboración propia a partir de datos de ICLEI de 2018.



4.1.7 Sector de emisiones fugitivas

Contextualización

Para el cálculo de emisiones fugitivas se tuvo en cuenta solo la distribución domiciliaria del Gas Natural, ya que no se identificaron en el municipio actividades de producción, refinación y transporte de petróleo, ni actividades de producción, procesamiento y transporte de gas natural.

Consumo y emisiones de GEI

Según el Sistema Único de Información de Servicios Públicos (SUI), las ventas de Gas Natural en el municipio, para el año 2018, ascendieron a 15.332.907 Nm³. **Las emisiones fugitivas para el año 2018 fueron de 691,45 Ton CO₂e.** Las emisiones fugitivas están reglamentadas por el Decreto 948 de 1995 y la Resolución 909 de 2008.

La política nacional de cambio climático posee el eje de Desarrollo minero-energético bajo en carbono y resiliente al clima, donde una de sus líneas de acción priorizadas se encuentra el “Propender y promover la adecuada gestión de las emisiones fugitivas que se presentan durante las actividades en los sectores de minas y de hidrocarburos (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2016).

La cartilla “Metodología para la identificación y cuantificación de emisiones fugitivas de metano en campos de Producción” que entregó Ecopetrol a la industria de petróleo, representa una herramienta muy útil para la contribución en reducción de las emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI) en Colombia (Yañez, Ecopetrol, Gualdrón, & CTP, s/f).



4.1.8 Sector de transportes

Contextualización

Según la caracterización socioeconómica y demográfica del estudio “Megaplán de movilidad” (Alcaldía de Envigado, 2021), se concluyó que la conurbación que actualmente presenta el Valle de Aburrá hace que los municipios se relacionen directamente unos con otros mediante sus diferentes corredores de transporte.

En ese sentido, el municipio de Envigado se conecta con la región mediante 5 ejes fundamentales que son: el Corredor Multimodal del Río, la Avenida Las Vegas, la Avenida El Poblado, la Loma Beneditinos y la Calle 37 sur, y de otras vías colectoras, como es el caso de la Transversal Intermedia y la Calle 50 sur, que han tomado gran importancia debido a la densificación que se presenta en algunos sectores del Municipio. El mismo Megaplán de Movilidad de Envigado indica que la dinámica de crecimiento urbano, densificación e incremento del índice de motorización están asociados a un crecimiento económico de la población, confirmando también que el crecimiento indicado para el municipio de Envigado es superior al del resto de la región metropolitana.

CATEGORÍA	Nº DE VEHÍCULOS
Automóvil	257.385
Comerciales	0
Autobuses	2.497
Motocicletas	417.200
Camiones	10.053
Otros	18.543

Tabla 14 - Flota de vehículos 2018
Fuente: Secretaría de Tránsito Envigado (2018)

Según la Secretaría de Tránsito de Envigado, el número de vehículos matriculados en el municipio es exageradamente mayor que la población del mismo. Es por esto que finalmente se escogió extraer los datos de actividad de la actualización del inventario de fuentes móviles del Valle de Aburrá de 2018 (AMVA & Universidad Pontificia Bolivariana, 2017, 2020).



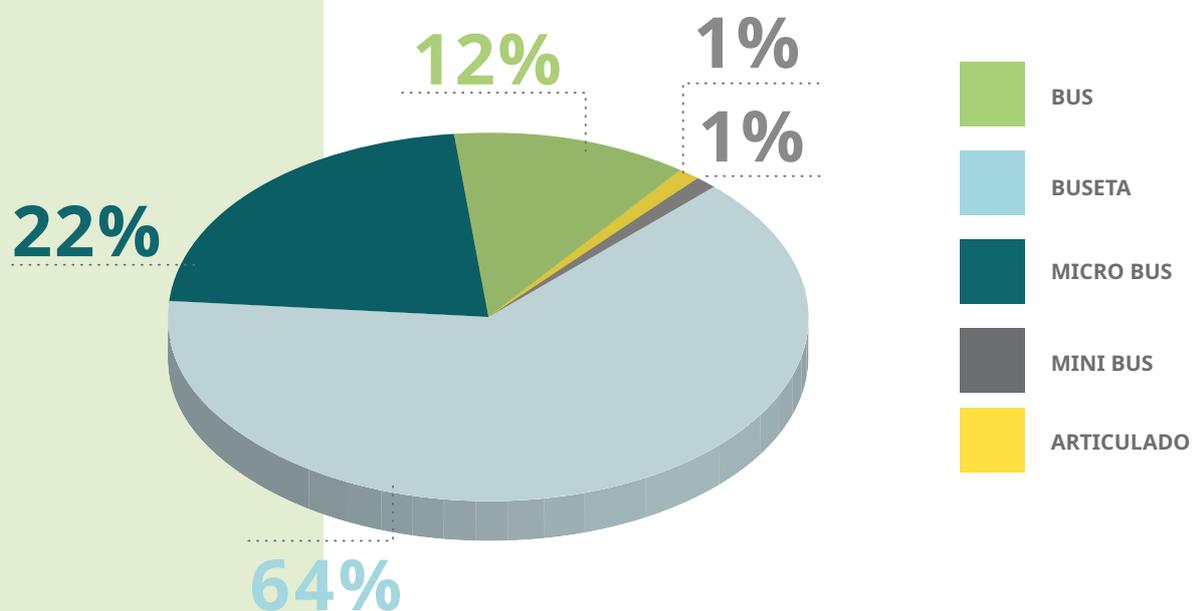


Ilustración 12: Composición de la flota de servicio de transporte público, 2018
Fuente: Secretaría de Tránsito Envigado (2018)

Consumo y emisiones de GEI

Para el sector transporte o fuentes móviles de emisión, se abordó el cálculo de emisiones del transporte de carga identificado en el municipio. La estimación de dichas emisiones se realizó con base en las proyecciones de demanda de combustibles líquidos a nivel municipal. Para esta misma fuente, en el Alcance 3, se tomó como base al estudio del Inventario de emisiones atmosféricas del Valle de Aburrá (AMVA & Universidad Pontificia Bolivariana, 2020), del que se obtuvo el dato del 2,3% de la demanda que pertenece al transporte de carga. En la tabla a continuación se muestran los datos de actividad para el cálculo de las emisiones del año 2018.

ALCANCE 1

COMBUSTIBLE	CANTIDAD	UNIDADES
Gas natural	6.392	m ³
Diésel	4.640.026	t
Gasolina	15.507.249	t
Biodiésel	9.280	t
Alcohol carburante	248.116	t

ALCANCE 3

COMBUSTIBLE	CANTIDAD	UNIDADES
Gas natural	150	m ³
Diésel	284.407	t
Gasolina	227.349	t
Biodiésel	213	t
Alcohol carburante	5.707	t

Tabla 15: Datos de actividad sector transporte, año 2018

Fuente: Actualización de inventario de fuentes móviles del Valle de Aburrá (2018).

Como se aprecia en la figura, las emisiones del sector movilidad están asociadas principalmente al consumo de gasolina y diésel, que representan el 71% y 29% de las emisiones del sector, respectivamente. **Las emisiones ascienden a 170.020,19 tCO₂e.**

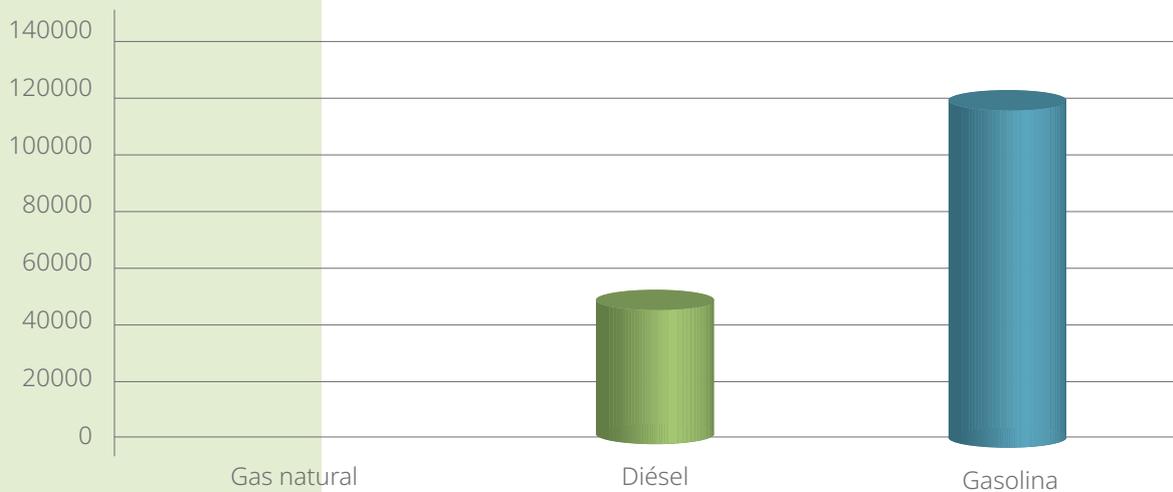


Ilustración 13 - Emisiones del sector movilidad, año 2018. (tCO₂e)

Fuente: Actualización de inventario de fuente móviles del Valle de Aburrá (2018)

Las emisiones de biodiésel y alcohol carburante no se representan en la gráfica al ser casi imperceptibles.

Si se realiza un análisis diferenciando entre área urbana y rural, se encuentra que el 93% de las emisiones del sector de transportes tienen su origen en el área urbana, mientras que el 7% restante se originan en el área rural. En la Ilustración 14, a continuación, se pueden identificar las emisiones generadas en cada área para las diferentes fuentes de emisión.

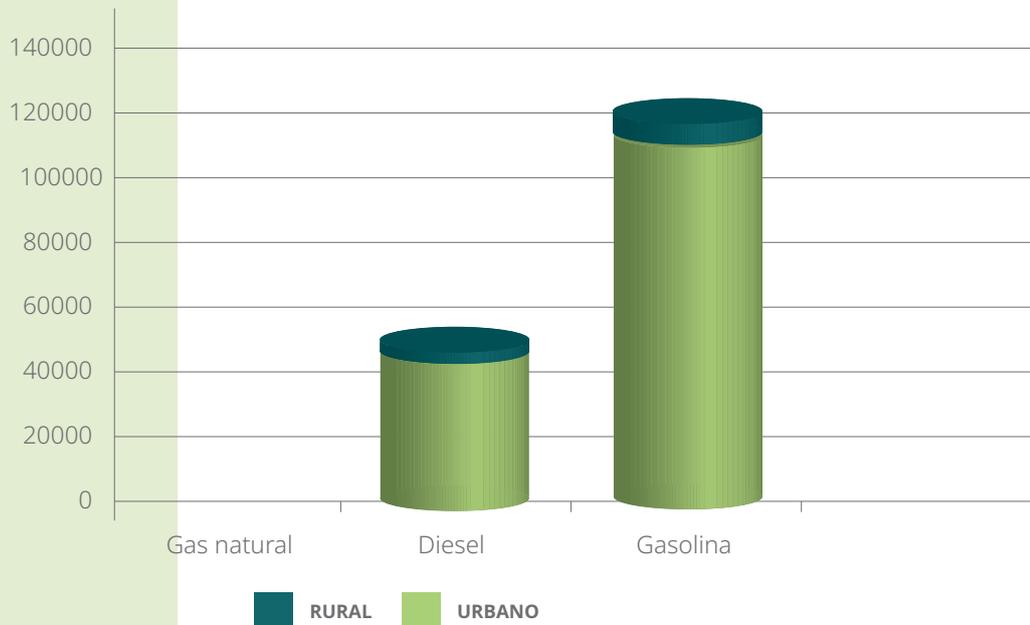


Ilustración 14: Emisiones sector transportes diferenciadas por área, año 2018. (tCO₂e)
Fuente - Elaboración propia



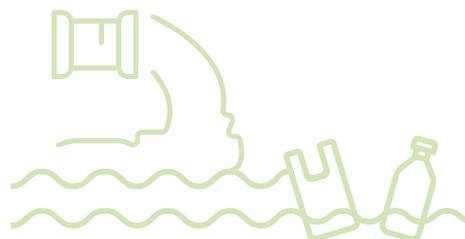
4.1.9 Sector de residuos

Contextualización

En la ciudad de Envigado se generan residuos sólidos de tipo residencial, comercial, industrial, institucional, además de residuos provenientes de las plazas de mercado, materiales de barrido manual de calles y áreas públicas, residuos de poda y corte de césped y residuos especiales como escombros, entre otros.

De acuerdo con el Plan de Gestión de Residuos Sólidos (Alcaldía de Envigado, 2019), hay una cobertura del 100% de los usuarios en la zona urbana y rural de la ciudad, y los residuos se llevan al relleno sanitario regional La Pradera.

En la Ilustración 15 se muestra la caracterización de los residuos del municipio.



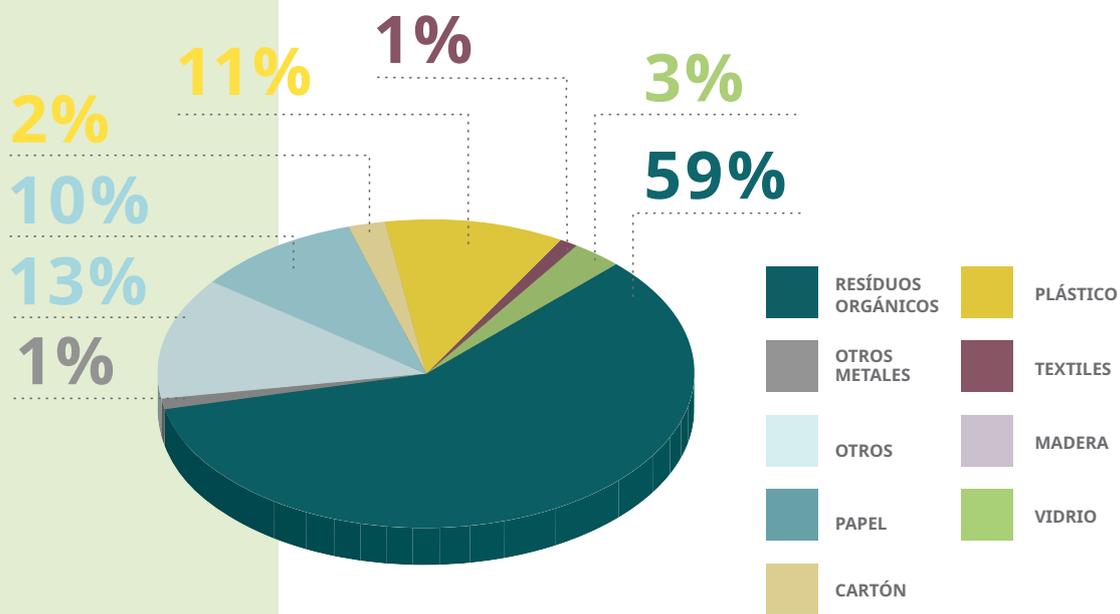


Ilustración 15: Composición de los residuos municipales, año 2018.
Fuente: Elaboración propia a partir de los datos del PGIRS 2016.

Consumo y emisiones de GEI

Según el Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos (PGIRS) del municipio de Envigado y las proyecciones de población oficiales del DANE, se determinó que la producción per cápita de residuos sólidos en el municipio de Envigado se presenta con la siguiente relación: 0,58 Kg/habitante-día para 2018. Se utilizó el método de First Order Decay (FOD) con las proyecciones de los residuos a partir de datos actuales del PGIRS y el incremento poblacional proyectado por DANE.

La cantidad de metano emitida por los vertederos es la generada a partir de la degradación de los residuos depositados menos la cantidad captada (con o sin valorización energética), corrigiendo esta cantidad con el factor de oxidación. El potencial de generación de metano a partir de los residuos que se eliminan en un año concreto, decrece gradualmente a través de las décadas siguientes, y con ello la liberación de GEI a la atmósfera. El modelo FOD se sustenta en un factor exponencial que describe la fracción de material degradable que se descompone cada año en metano y dióxido de carbono.

En la Tabla 16 se muestran los datos de actividad para el cálculo de las emisiones del año 2018.

ALCANCE 1

RESIDUOS GENERADOS	CANTIDAD	UNIDADES
Relleno sanitario	0	t
Vertido no regulado	0	t
Incineración de residuos	2.156	t

ALCANCE 1

RESIDUOS GENERADOS	CANTIDAD	UNIDADES
Relleno sanitario La Pradera (tratados en otros municipios)*	1.319.000	t
Vertido no regulado	0	t
Incineración de residuos	0	t

Tabla 16: Datos de actividad sector residuos, año 2018

Fuente: Elaboración propia a partir de datos del (AMVA, s/f)

*El 6,1% de los residuos que se disponen en el relleno sanitario La Pradera corresponden a Envigado.

Tal y como se puede apreciar en la figura, las emisiones del sector residuos están asociadas, en primer lugar, a la disposición en el relleno sanitario, y a la incineración en menor medida. **Las emisiones ascienden a 21.617 tCO₂e.**

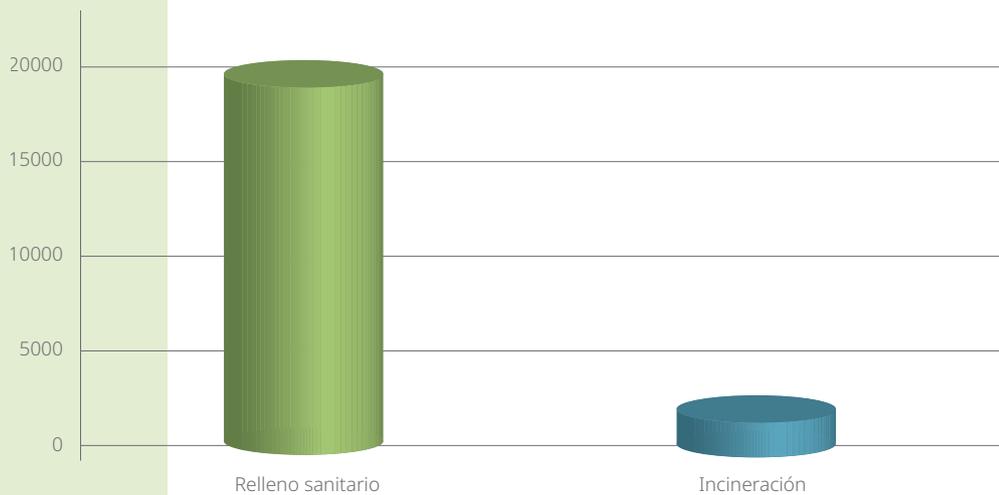


Ilustración 16: Emisiones del sector residuos, año 2018. (tCO₂e)

Fuente: Elaboración propia a partir de datos del PGIRS de Envigado y AMVA.



4.2.0 Tratamiento y descarga de aguas residuales

Contextualización

En el municipio de Envigado, la empresa prestadora del servicio público domiciliario de acueducto y alcantarillado es EPM, que presta sus servicios a los sectores residencial, comercial, industrial, oficial y otros. No se ha recibido información de EPM sobre caudales y tratamientos en la PTAR.



Consumo y emisiones de GEI

Se hizo estimación con los datos de emisiones de aguas residuales a nivel departamental del inventario nacional de GEI de Colombia (2012) y la curva de proyección poblacional del DANE para 2018. **Las emisiones totales ascienden a 5705,15 Ton CO₂e.**

4.2.1 Sector de procesos industriales y de uso de productos (IPPU)

Contextualización

En este sector se incluyen tanto las fuentes de emisión de procesos industriales que generan Gases de Efecto Invernadero de origen no energético (como la fabricación de cemento, vidrio o cerámica), como las emisiones asociadas al uso de productos como grasas, lubricantes o refrigerantes.

En el municipio de Envigado se han identificado procesos industriales generadores de GEI de origen no energético, pero no se han podido obtener datos de producción, por lo tanto, la incertidumbre es muy alta. Sin embargo, sí se estiman las emisiones asociadas al consumo de lubricantes y grasas utilizados en las aplicaciones industriales y en el transporte, así como también emisiones fugitivas de los gases refrigerantes (PFC, HFC y SF₆) utilizados en los sistemas de enfriamiento.

Consumo y emisiones de GEI

Para el cálculo de las emisiones asociadas a los gases refrigerantes, se han tenido en cuenta datos del Banco Mundial sobre emisiones totales de gases fluorados para Colombia. El dato de actividad es constante para todos los años, empleando la información correspondiente al año 2012.

A partir de la información facilitada por el AMVA, se obtienen datos sobre procesos industriales en las diferentes empresas que conforman el tejido industrial de Envigado. Ejemplos de estos procesos son:

- PROCESOS DE PINTURA.
- FABRICACIÓN DE POLIESTIRENO EXPANDIDO.
- QUEMADORES.
- TRATAMIENTOS TÉRMICOS DE ACERO.
- ACABADO DE PIEZAS PLÁSTICAS.
- TERMOFIJADO.
- CURADO.
- OTROS PROCESOS.

A continuación, en la Tabla 17, se muestran los datos de actividad que se han tenido en cuenta para el sector IPPU para el año 2018, y a partir de estos se calcularon las emisiones de GEI del sector.

ALCANCE 1

INSUMO	CANTIDAD	UNIDADES
Grasas	3,50	TJ
Lubricantes	9,15	TJ
Refrigerantes	16.985,83	tCO ₂ e
Procesos industriales*	44.804,38	tCO ₂ e

Tabla 17: Datos de actividad sector IPPU, año 2018

Fuente: Cálculos propios a partir de datos del (ACP, 2018) y datos del Banco Mundial.

Tal y como se puede apreciar en la Ilustración 17, las emisiones del sector IPPU están en su mayoría asociadas al uso de refrigerantes, que son responsables del 99% de las emisiones. **Las emisiones totales ascienden a 17.132,85 tCO₂e. Los procesos industriales se contabilizan en el sector de energía estacionaria, en el subsector de la industria.**

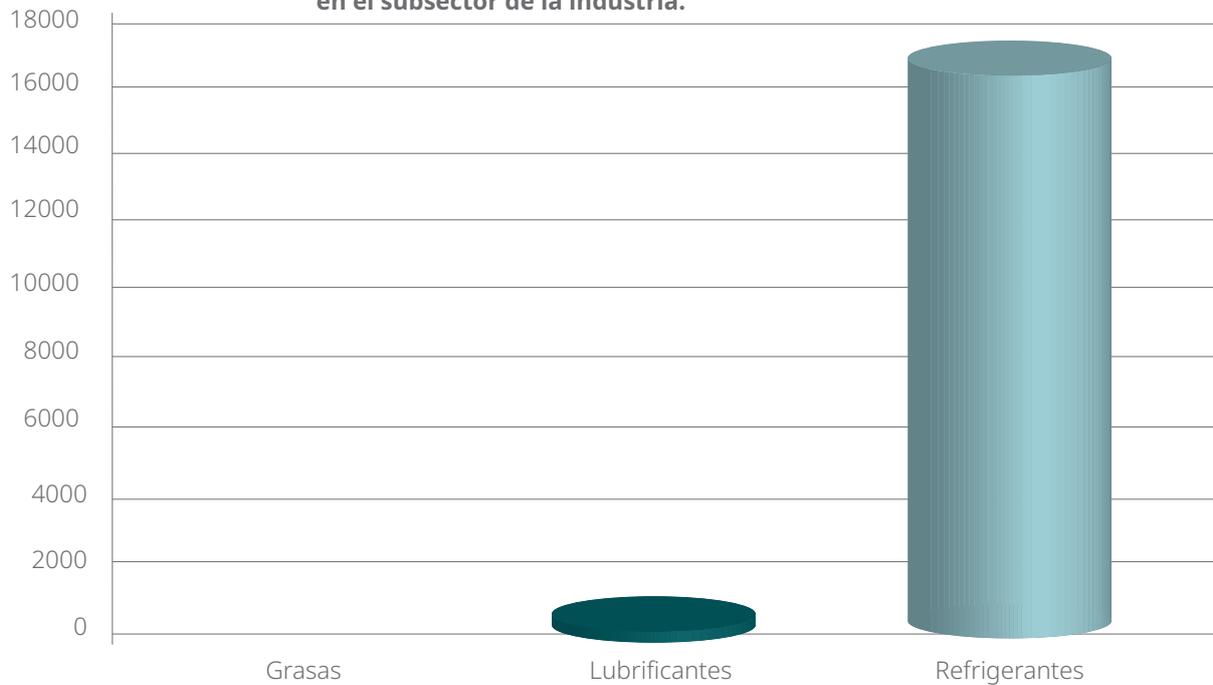


Ilustración 17: Emisiones del sector IPPU, año 2018. (tCO₂e)

Fuente: Elaboración propia a partir de datos del Banco Mundial y del (ACP, 2018).



4.2.2 Sector AFOLU

Contextualización

Los usos actuales del suelo del municipio de Envigado se caracterizan por una alta actividad porcina, seguida por la cría de ganado bovino y avícola, en ese orden según la cantidad de animales. Respecto a los datos de tipología de suelos en este municipio, la actividad está dividida en tres grandes usos: cultivos agrícolas, bosques y pastizales.

Los datos asociados al uso de fertilizantes han sido extraídos del Instituto Colombiano de Agricultura (ICA) a través de estimaciones regionalizadas de cantidades nacionales, y este cálculo se hizo según el protocolo de IPCC.

Siguiendo las directrices de la elaboración de Inventario Nacional de GEI de Colombia, los datos asociados a la tipología de cultivos permanentes y transitorios, clasificados según las zonas del país, han sido claves para identificar la utilización de fertilizantes nitrogenados y la fijación de nitrógeno por los tipos cultivos, de acuerdo con las necesidades nutricionales de cada uno.

En ese sentido, se ajustaron los datos para el año 2018 a partir de la Encuesta Nacional Agropecuaria 2018, la cartografía del IGAC y la actualización del mapa de coberturas vegetales con análisis multitemporal y de métricas del paisaje del municipio de Envigado.

Consumo y emisiones de GEI

Tanto el uso del suelo como el tipo de ganado presente se mantiene relativamente constante para el año en estudio. En las siguientes tablas se encuentran los valores cuantificados y las emisiones asociadas a cada uno de los sectores analizados.

SECTOR	2018	UNIDADES
Ovinos	18	Cabezas
Avícola	78.000	Cabezas
Bovinos	3.317	Cabezas
Búfalos	0	Cabezas
Porcinos	19.432	Cabezas
Equinos	1.236	Cabezas
Caprinos	15	Cabezas

Tabla 18: Datos para el cálculo de las emisiones asociadas a la ganadería, fermentación entérica y gestión del estiércol

Fuente: Elaboración propia, a partir de datos del censo pecuario, DANE.

SECTOR	2018	UNIDADES
Aporte de fertilizantes al suelo	91,9	Toneladas
A. Bosques	3.332,48	Hectáreas
B. Cultivos	400,18	Hectáreas
C. Pastizales	2.394,98	Hectáreas

Tabla 19: Datos para el cálculo de las emisiones asociadas a usos del suelo y uso de fertilizantes

Fuente: Elaboración propia.

Como se aprecia en la Ilustración 18, las emisiones del sector AFOLU están asociadas principalmente a las emisiones de CH₄. Aquí es importante destacar que la gráfica del CO₂ absorbido refleja el esfuerzo que ha realizado el municipio en sus estrategias de conservación de los ecosistemas estratégicos, su estructura ecológica principal y el fortalecimiento del Sistema Local de Áreas Protegidas (SILAPE), que abarca bosques, recursos hídricos y biodiversidad. **Las emisiones totales ascienden a 1443,01 tCO₂e.**

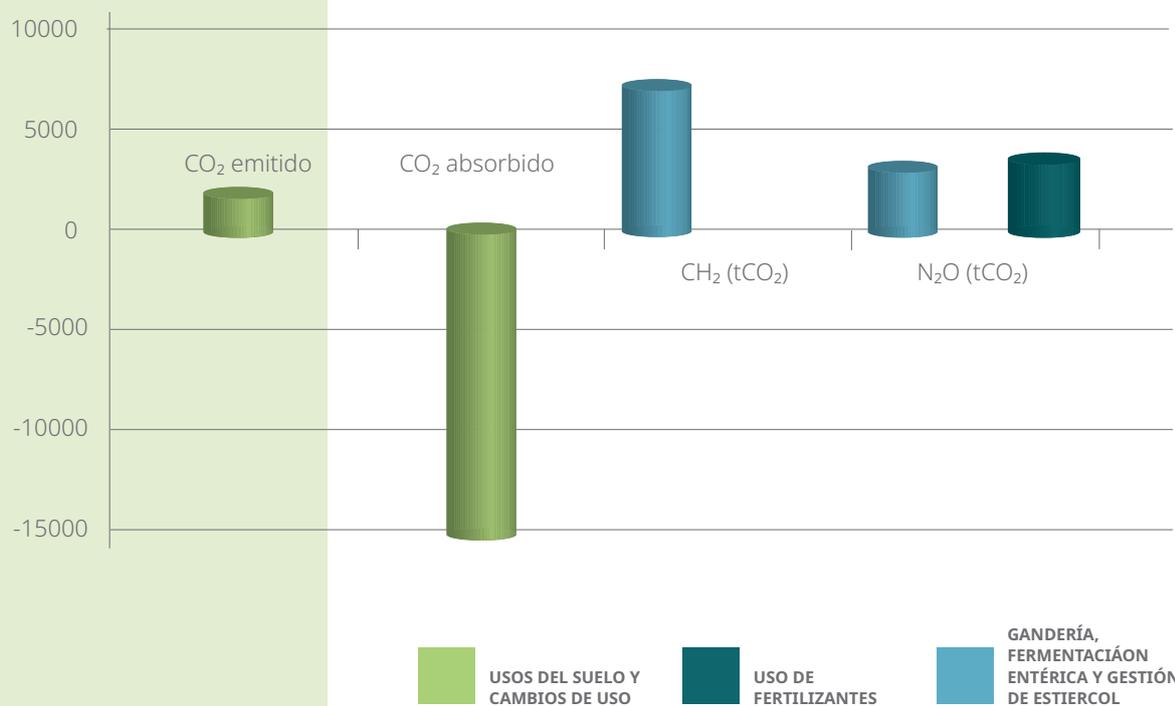
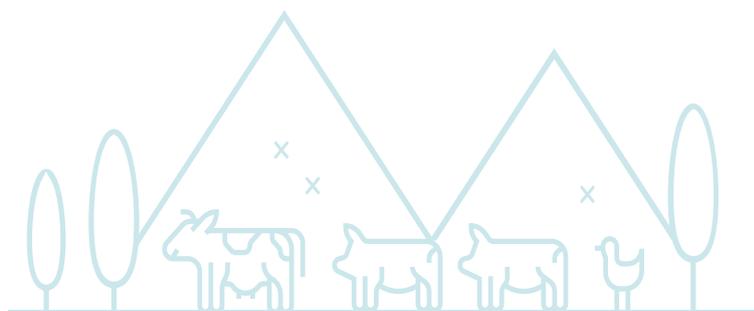


Ilustración 18: Emisiones del sector AFOLU, año 2018. (tCO₂e)
Fuente: Elaboración propia



05. CONCLUSIÓN

Según los datos del inventario de emisiones de GEI para el alcance **BASIC**, las emisiones de GEI ascendieron a un total de **318.751 tCO₂e** que representan 1,39 tCO₂e por habitante al año. En la Tabla 20 se muestran los resultados según este alcance.

RESULTADOS EMISIONES GEI, BASIC		
Concepto	Valor absoluto (t CO ₂ e)	Valor per cápita (t CO ₂ e)
Total BASIC	318.751	1,39
Alcance 1	248.591	1,09
Alcance 2	40.912	0,18
Alcance 3	27.073	0,12

Tabla 20: Resultados de las emisiones de GEI, según alcance BASIC. Valores absolutos y per cápita, año 2018. (tCO₂e)

Fuente: Elaboración propia

Realizando un análisis de las emisiones de GEI por sectores se observa que la mayor parte corresponde al Alcance 1, al representar un 78% del total de emisiones del municipio.

Las emisiones del Alcance 2 representan un 13% del total, mientras que las del alcance 3 un 9%, tal y como se puede observar en la Ilustración 19.

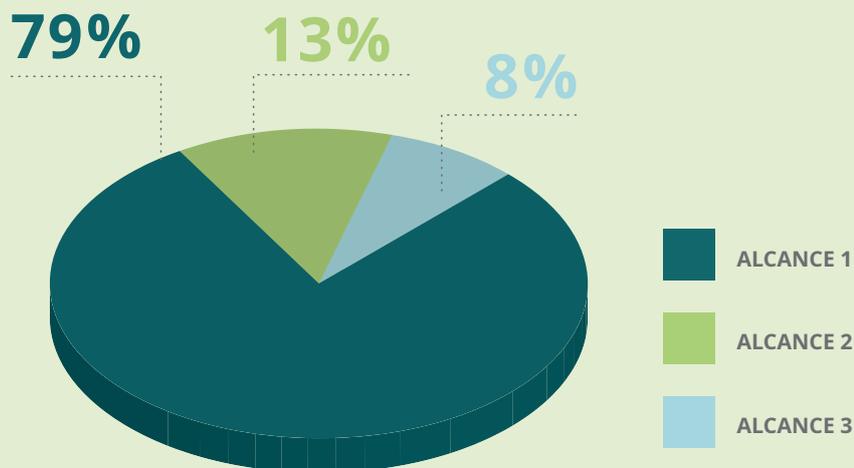


Ilustración 19: Emisiones GEI Basic por alcance, 2018

Fuente: Elaboración propia

En la Ilustración 20 se muestran los resultados del inventario por sectores, donde se observa cómo es el sector de transportes el responsable de la mayor parte de las emisiones de GEI, seguido por el sector de energía estacionaria y de los residuos.

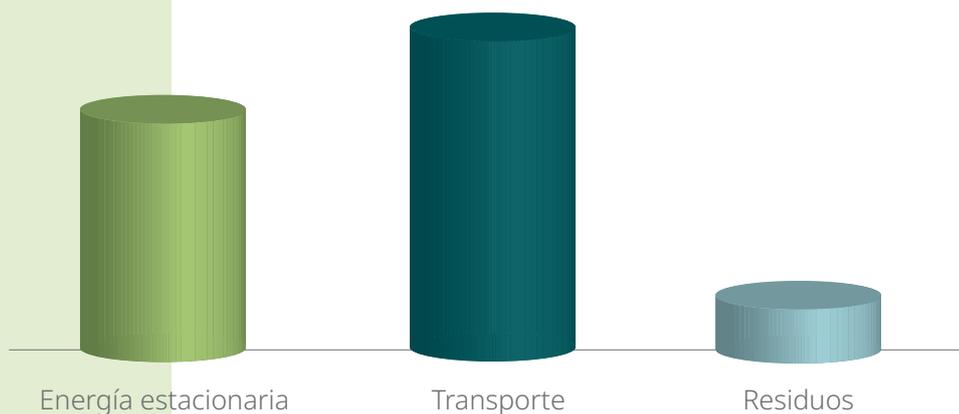


Ilustración 20: Emisiones de GEI Basic municipales por sector, año 2018. (tCO₂e)
Fuente: Elaboración propia

El subsector que representa una mayor cantidad de emisiones de GEI es el sector transporte, al que le corresponde el 52% de las emisiones totales. Los sectores que le siguen son: el sector de industria con un 18%, el sector residencial con un 13% y el sector residuos con un 9%.

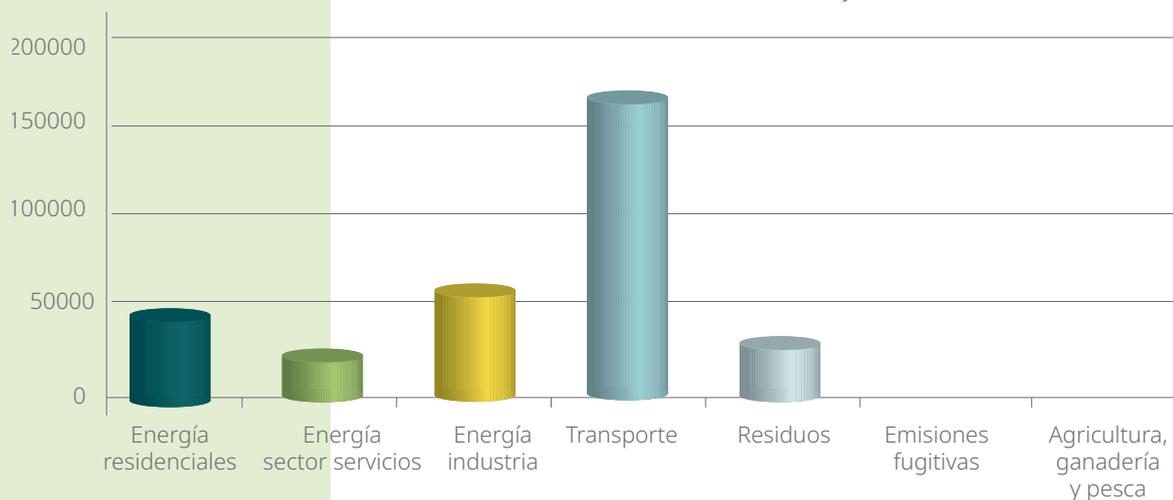


Ilustración 21: Emisiones GEI Basic por sectores desagregados, 2018 (tCO₂e)
Fuente: Elaboración propia

Según el alcance BASIC+, las emisiones ascendieron a un total de **343.742 tCO₂e**, que representan 1,50 tCO₂e por habitante al año. Las emisiones de CO₂ por combustión de biomasa ascienden a 2.256 tCO₂e para el año 2018. En la Tabla 21 se muestran los resultados

según el alcance BASIC+ del GPC. Se destaca que los resultados de emisiones totales para este alcance incluyen los cálculos de las absorciones asociadas al uso del suelo.

RESULTADOS EMISIONES GEI, BASIC +		
Concepto	Valor absoluto (t CO ₂ e)	Valor per cápita (t CO ₂ e)
Total BASIC +	343.742	1,50
Alcance 1	269.342	1,18
Emisiones alcance 1	269.342	1,18
Absorciones alcance 1	-12.518	-0,05
Alcance 2	40.912	0,18
Alcance 3	33.488	0,15
Emisiones de CO₂ por combustión de biomasa	2.256	0,01

Tabla 21: Resultados de las emisiones de GEI, según alcance BASIC +. Valores absolutos y per cápita, año 2018 (tCO₂e)

Fuente: Elaboración propia

Analizando los resultados en términos de alcances, el balance de emisiones-absorciones de GEI del alcance 1 es positivo. Es decir, las emisiones son superiores a las absorciones que ascienden a 12.518 tCO₂e.

Si se realiza un análisis de las emisiones de GEI por sectores, se observa que la mayor parte de las emisiones son del Alcance 1, representando estas un 78% del total de emisiones del municipio.

Las emisiones del Alcance 2 representan un 12% del total, mientras que las del Alcance 3 un 10%, como se observa en la Ilustración 22.

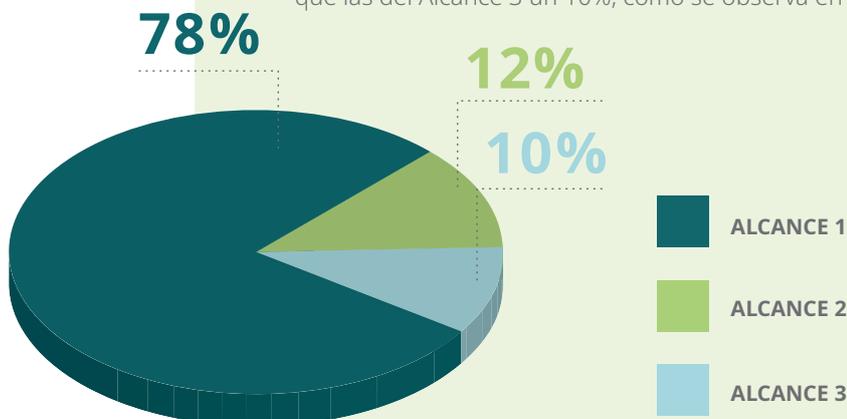


Ilustración 22: Emisiones de GEI Basic +, por alcance, año 2018 (tCO₂e)

Fuente: Elaboración propia a partir de los datos del inventario.

En la Ilustración 23 se muestran los resultados del inventario por sectores, y puede observarse cómo el sector de transporte es el responsable de la mayor parte de las emisiones de GEI, seguido por el sector de energía estacionaria y el de residuos

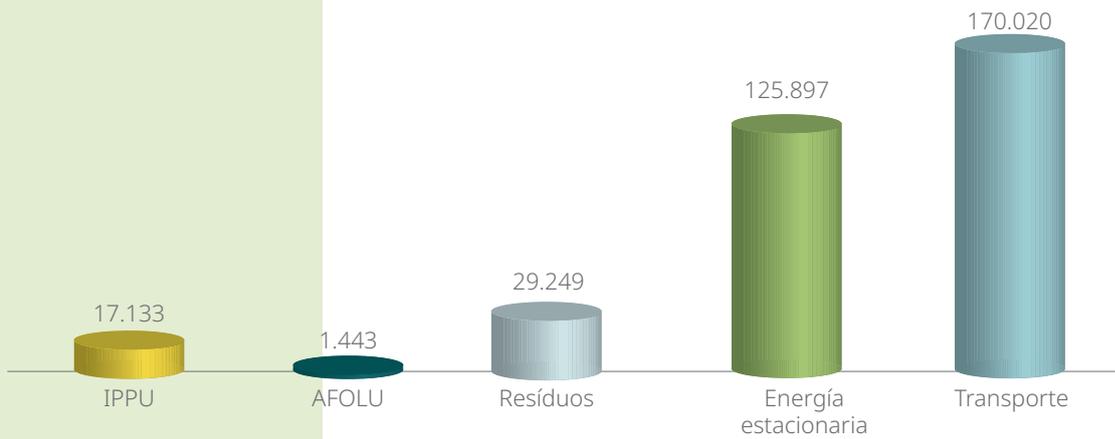


Ilustración 23: Emisiones de GEI Basic + municipales por sector, año 2018. (Ton CO₂e)
Fuente: Elaboración propia

En los resultados detallados por subsector se puede apreciar que el subsector que representa una mayor cantidad de emisiones de GEI es el de transporte, el cual representa el 49% de las emisiones totales. Los sectores que le siguen en nivel de importancia son: el de energía estacionaria con un 37% de las emisiones totales, el sector residuos con un 9% y el sector IPPU con un 5% de las emisiones.

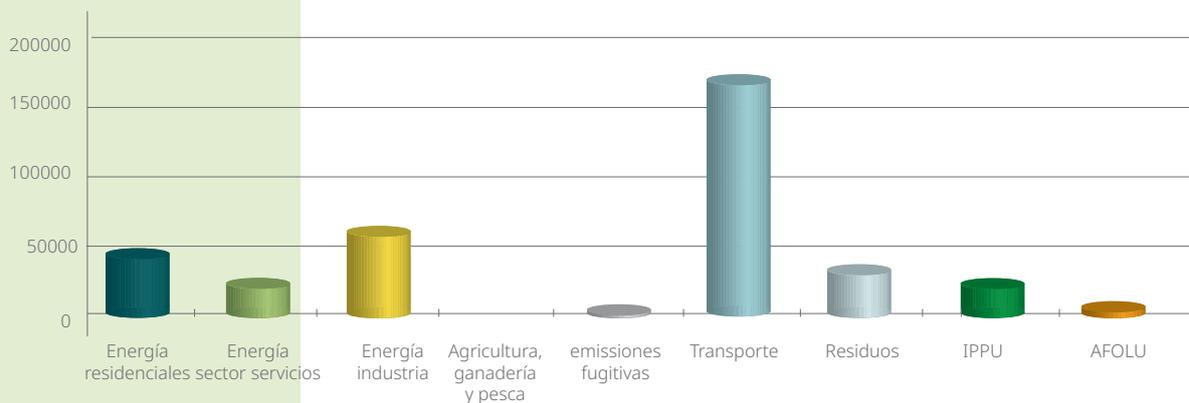


Ilustración 24: Emisiones de GEI Basic+ municipales por sectores desagregados, año 2018 (tCO₂e)
Fuente: Elaboración propia

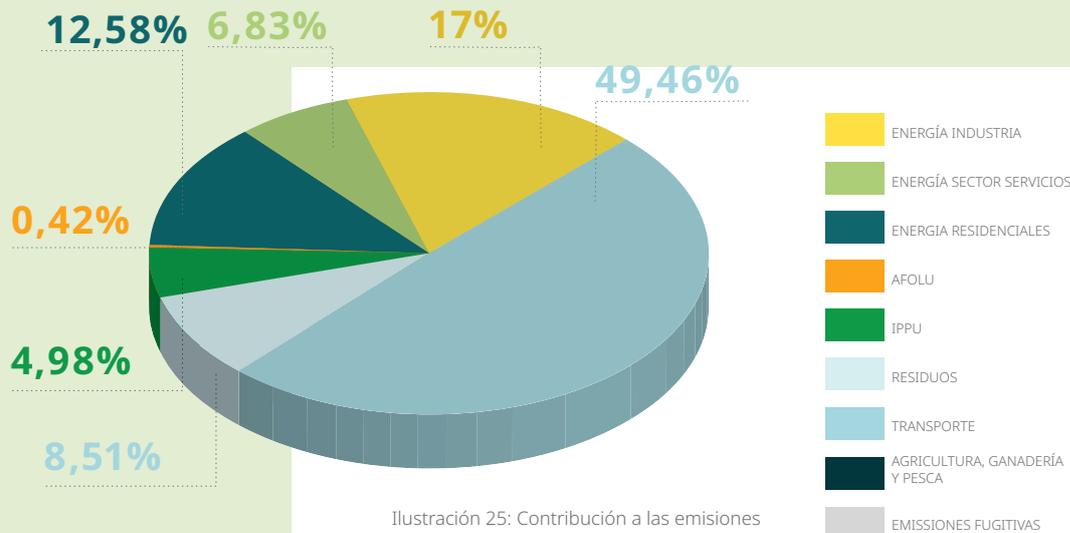


Ilustración 25: Contribución a las emisiones de GEI Basic+ municipales totales por sector desagregado, 2018

Fuente: Elaboración propia

En la Ilustración 26 se analiza cada uno de los GEI de forma sectorial. El CO₂ es el principal GEI con un 80% de las emisiones provenientes del sector transporte y seguido por el sector energía estacionaria.

Le sigue en importancia el metano (CH₄), con un 10% de las emisiones. Para este GEI, los sectores relevantes son el de residuos y el AFOLU, relacionado con la fermentación entérica del ganado y la gestión del estiércol. Los clorofluorocarbonados aportan un 5% del total de las emisiones asociadas a Envigado.

La mayor parte de las emisiones de N₂O (4% de las emisiones) están asociadas al uso de fertilizantes por parte del sector agrícola.

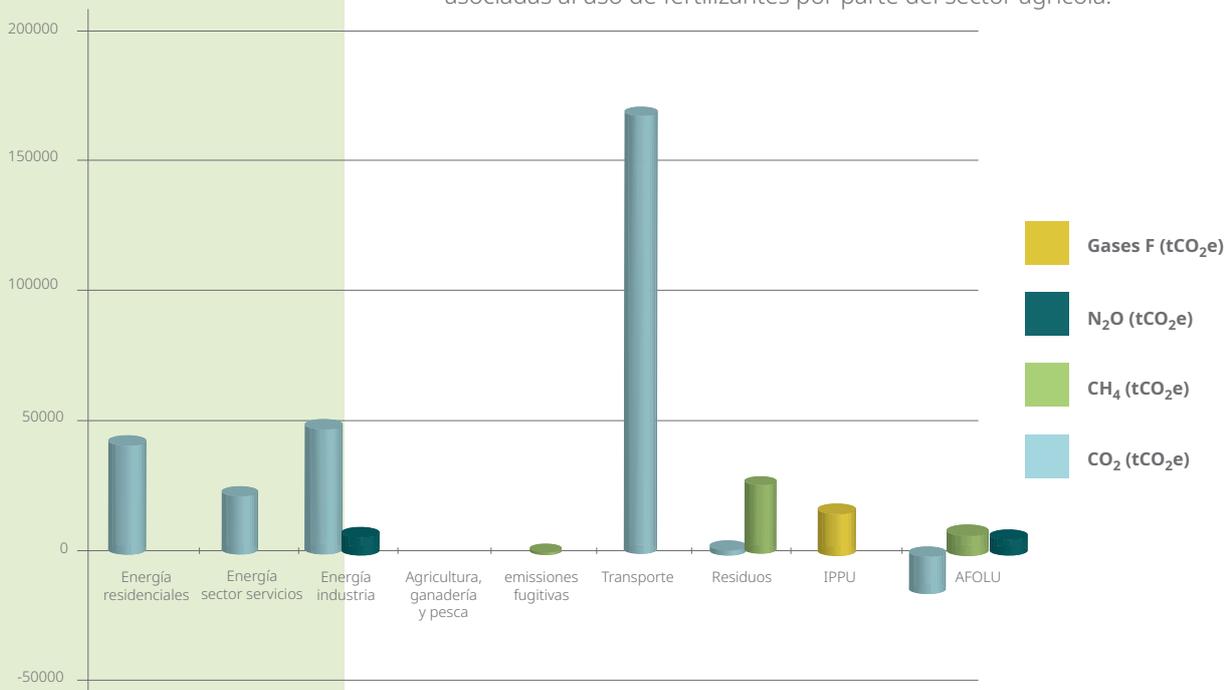


Ilustración 26: Emisiones municipales por sector y tipo de GEI, año 2018. (tCO₂e)

Fuente: Elaboración propia

06. BIBLIOGRAFÍA

ACP. (2018). Informe Estadístico Petrolero Actualizado. Recuperado el 23 de julio de 2021, de <https://acp.com.co/web2017/es/publicaciones-e-informes/informe-estadistico-petrolero/271-informe-estadistico-petrolero-actualizado-marzo>

Alcaldía de Envigado. (2019). ACTUALIZACIÓN DEL PLAN DE GESTIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS SÓLIDOS – PGIRS DEL MUNICIPIO DE ENVIGADO 2018-2019. Envigado. Recuperado de https://www.envigado.gov.co/secretaria-ambiente/SiteAssets/010_ACORDEONES/DOCUMENTOS/2020/06/PGIRS_2018_2019.pdf

Alcaldía de Envigado. (2020). Plan de Desarrollo 2020 - 2023 Juntos sumamos por Envigado. Envigado. Recuperado de [https://www.envigado.gov.co/Lists/028_MENU_ITEMS/Attachments/97/Plan Desarrollo 2020-2023 Envigado.pdf](https://www.envigado.gov.co/Lists/028_MENU_ITEMS/Attachments/97/Plan%20Desarrollo%202020-2023%20Envigado.pdf)

Alcaldía de Envigado. (2021). Aspectos técnicos | Megaplán de Movilidad | Alcaldía de Envigado. Recuperado el 23 de julio de 2021, de <https://www.envigado.gov.co/mega-plan-movilidad/paginas/contenido/aspectos-tecnicos/aspectos-tecnicos>

AMVA. (s/f). Plan de gestión integral de residuos sólidos. Recuperado el 23 de julio de 2021, de <https://www.metropol.gov.co/ambiental/residuos-solidos/Paginas/plan-de-gestion-integral.aspx>

AMVA, & Universidad Pontificia Bolivariana. (2017). ACTUALIZACIÓN INVENTARIO DE EMISIONES ATMOSFÉRICAS DEL VALLE DE ABURRÁ -AÑO 2015. Recuperado el 23 de julio de 2021, de https://www.metropol.gov.co/ambiental/calidad-del-aire/Documents/Inventario-de-emisiones/Inventario_FuentesFijas2016_FuentesMóviles2015.pdf

AMVA, & Universidad Pontificia Bolivariana. (2020). Actualización inventario de emisiones atmosféricas del Valle de Aburrá año 2018. Recuperado el 23 de julio de 2021, de <https://www.metropol.gov.co/ambiental/calidad-del-aire/Documents/Inventario-de-emisiones/Inventario-de-Emissiones-2018.pdf>

Cámara de Comercio Aburrá del Sur. (2019). Diagnóstico Económico vigencia 2018. Envigado.

DANE. (2019). Cuenta ambiental y económica de flujos de productos del bosque. Bogotá DC. Recuperado de https://www.dane.gov.co/files/investigaciones/pib/ambientales/cuentas_ambientales/cuenta-ambiental-flujos-productos-del-bosque/Bol_bosque_2016_2017prov.pdf

IDEAM, PNUD, MADS, DNP, & CANCELLERÍA. (2015). 3a Comunicación Nacional de Cambio Climático- Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero (GEI) de Colombia. Bogotá DC.

IPCC. (2006a). CHAPTER 11: N₂O EMISSIONS FROM MANAGED SOILS, AND CO₂ EMISSIONS FROM LIME AND UREA APPLICATION. 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories, 4, 1–54. Recuperado de https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/pdf/4_Volume4/V4_11_Ch11_N2O&CO2.pdf

IPCC. (2006b). CHAPTER 3: SOLID WASTE DISPOSAL. 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories, 5, 1–40.

IPCC. (2006c). CHAPTER 5: CROPLAND. 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories, 4, 1–66.

IPCC. (2006d). Chapter 6: Wastewater Treatment and Discharge. 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories, 5, 1–28. <https://doi.org/WAS-01>

IPCC. (2006e). Chapter 9 Other land (Vol. 4). Recuperado de https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/pdf/4_Volume4/V4_09_Ch9_Other_Land.pdf

IPCC. (2006f). EMISIONES RESULTANTES DE LA GESTIÓN DEL GANADO Y DEL ESTIÉRCOL. Directrices del IPCC de 2006 para los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero, 4. Recuperado de http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/spanish/pdf/4_Volume4/V4_10_Ch10_Livestock.pdf

IPCC. (2014). Climate Change 2014 Synthesis Report. Geneva, Switzerland. Recuperado de https://archive.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar5/syr/SYR_AR5_FINAL_full_wcover.pdf

IPCC. (2020). 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories Volume 4 Agriculture, Forestry and Other Land Use. Recuperado el 23 de julio de 2021, de <https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/vol4.html>

MADS. (2015). Estrategia Colombiana de Desarrollo Bajo en Carbono. Bogotá DC. Recuperado de https://www.minambiente.gov.co/images/cambioclimatico/pdf/Estrategia_Colombiana_de_Development_Bajo_en_Carbono/100713_cartilla_ecdbd.pdf

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2016). Política Nacional de Cambio Climático. Recuperado el 23 de julio de 2021, de https://www.minambiente.gov.co/images/cambioclimatico/pdf/Politica_Nacional_de_Cambio_Climatico_-_PNCC_/PNCC_Politicas_Publicas_LIBRO_Final_Web_01.pdf

Ministerio de Comercio, I. y T. (2021). Perfil económico: Departamento de Antioquia Contenido. Bogotá. Recuperado de <https://www.mincit.gov.co/getattachment/estudios-economicos/perfiles-economicos-por-departamentos/perfiles-economicos-por-departamentos/antioquia/oee-dv-perfil-departamental-antioquia-29jun21.pdf.aspx>

Ministerio de Minas y Energía, & UPME. (2016). PLAN DE ACCIÓN INDICATIVO DE EFICIENCIA ENERGÉTICA 2017 - 2022. Recuperado el 23 de julio de 2021, de https://www1.upme.gov.co/DemandaEnergetica/MarcoNormatividad/PAI_PROURE_2017-2022.pdf

Ministerio de Minas y Energía, & UPME. (2018). Plan indicativo de abastecimiento de GLP. Recuperado el 23 de julio de 2021, de http://www1.upme.gov.co/Hidrocarburos/publicaciones/Plan_GLP_19102018.pdf

SUI. (2018). Reportes SUI. Recuperado el 23 de julio de 2021, de http://reportes.sui.gov.co/fabricaReportes/frameSet.jsp?idreporte=ele_com_096

WRI, C40 Cities, ICLEI, & GHG Protocol. (2014). Global Protocol for Community-Scale Greenhouse Gas Emission Inventories. USA. Recuperado de https://ghgprotocol.org/sites/default/files/standards/GHGP_GPC_0.pdf

Yañez, E., Ecopetrol, Gualdrón, M., & CTP. (s/f). METODOLOGÍA PARA LA IDENTIFICACIÓN Y CUANTIFICACIÓN DE EMISIONES FUGITIVAS DE METANO EN CAMPOS DE PRODUCCIÓN. Piedecuesta. Recuperado de https://www.minambiente.gov.co/images/cambioclimatico/pdf/Geses_efecto_invernadero/Guía_Metano_con_ISBN_.pdf

World Bank Group. (2020). GDP Per capita (Current US \$). Recuperado el 17 de agosto del 2021 de <https://data.worldbank.org/indicator/NY.GDP.PCAP.CD?end=2020&start=2020&view=map>



Foto: Shutterstock.com



"La responsabilidad exclusiva por el contenido de esta publicación es de los autores. No refleja necesariamente la opinión de la Unión Europea. La Comisión Europea no es responsable por cualquier uso que pueda ser realizado de las informaciones en el contenido".