

# Reporte Perfiles de emisión sectores Anexo 3.

Plan de Crecimiento Verde y Desarrollo Compatible con el Clima para el Oriente Antioqueño

**Septiembre 2016**

## Note to supplier:

This progress report is intended to summarise the progress of the project over the past month. The report should be results focused – telling the story of the project, sharing lessons learned and emphasising how activities are working to meet objectives and have impact. It will also outline the upcoming work schedule for the subsequent month and track project progress against the agreed work plan. Information should be presented in a short, succinct manner and it is not intended to be a lengthy document.

This progress report will normally be supplemented by a monthly catch up call with the CDKN project manager. The call will be used to discuss this report in more detail, where required.

This progress report may be circulated within the CDKN.

Please submit this report at the end of each month.



## Tabla de contenido

Tabla de contenido.....	2
1 GENERALIDADES .....	3
1.1 Grupos (sectores) contenidos en los inventarios nacionales.....	6
1.2 Resultados de inventarios nacionales.....	8
2 PERFIL DE EMISIONES PARA LA REGIÓN DEL ORIENTE ANTIOQUEÑO .....	9
2.1 Regionalización del inventario de gases de efecto invernadero para el departamento de Antioquia ....	10
2.2 Consideraciones necesarias para las aproximaciones de emisiones de GEI en el oriente antioqueño.	12
2.3 Metodología empleada para la aproximación a las emisiones de GEI en el oriente antioqueño .....	15
2.4 Origen de las emisiones de gases de efecto invernadero en el oriente antioqueño .....	24
2.4.1 Procedimiento para la estimación de las emisiones de GEI según grupo en los municipios del oriente antioqueño .....	25
2.4.2 Tipo de gases que se emiten en el Oriente Antioqueño .....	28
2.4.3 Aproximación a las emisiones de GEI por subregión del oriente antioqueño .....	29
2.4.4 Aproximación a las emisiones de GEI por municipio del oriente antioqueño .....	33
3 BIBLIOGRAFÍA .....	40



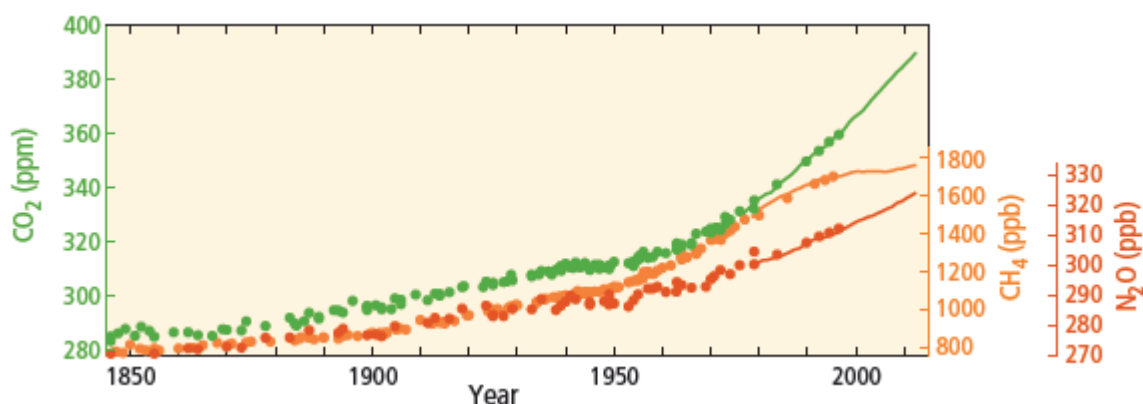
## Detalles del Proyecto

CDKN Project Manager	
Project Reference Number	
Supplier Project Manager	
Bimonthly Reporting Period	Septiembre, 2016
Date of Report	[Date submitted to CDKN]

### 1 GENERALIDADES

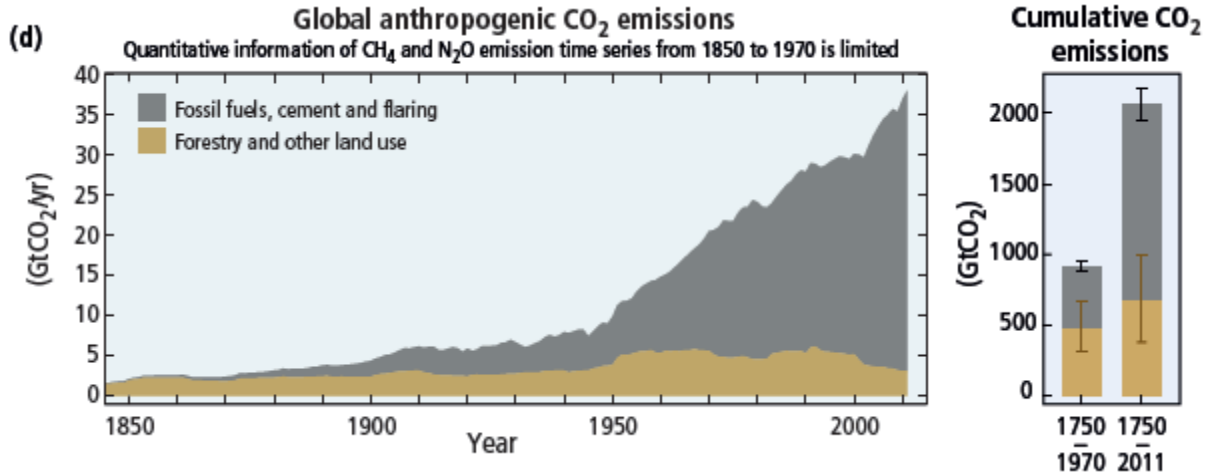
De acuerdo a lo contenido en el Reporte Síntesis de Cambio Climático 2014 realizado por el Panel Intergubernamental de Expertos en Cambio Climático (IPCC por sus siglas en inglés) (IPCC, 2014), las emisiones mundiales de Gases de Efecto Invernadero (GEI) han crecido desde la época preindustrial, aumentando la concentración en la atmósfera de gases como el dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ), metano ( $\text{CH}_4$ ) y óxido nitroso ( $\text{N}_2\text{O}$ ) (Figura 1). Entre 1750 y 2011 las emisiones acumuladas de  $\text{CO}_2$  antropogénico fueron de  $2040 \pm 310 \text{ GtCO}_2$ . Cerca del 40% de estas emisiones permanecieron en la atmósfera ( $880 \pm 35 \text{ GtCO}_2$ ), el resto fue removido de la atmósfera y almacenado en tierra (en plantas y suelos) y en el océano. El océano ha absorbido alrededor del 30% del  $\text{CO}_2$  antropogénico emitido provocando la acidificación de éste. Se puede asegurar con una alta confianza que la mitad de las emisiones antropogénicas de  $\text{CO}_2$  entre 1750 y 2011 se han producido en los últimos 40 años (Figura 2).

Figura 1. Promedio de concentraciones globales de GEI



Fuente: Reporte síntesis de cambio climático 2014 (IPCC, 2014)

Figura 2. Emisiones globales de CO2 antropogénico

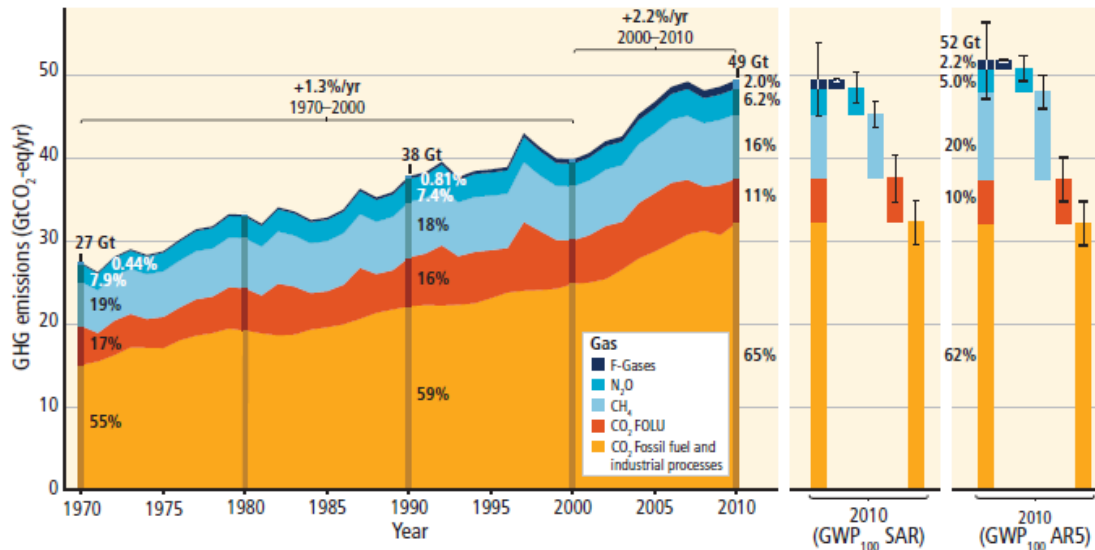


Fuente: Reporte síntesis de cambio climático 2014 (IPCC, 2014)

Las emisiones antropogénicas totales de GEI han seguido aumentando durante 1970 – 2010 con mayores aumentos absolutos entre 2000 y 2010 a pesar de un número cada vez mayor de políticas de mitigación al cambio climático. Las emisiones antropogénicas de GEI en 2010 alcanzaron 49 +/- 4.5 GtCO<sub>2</sub>eq/año<sup>1</sup>. Las emisiones de CO<sub>2</sub> provenientes de procesos de combustión de combustibles fósiles e industriales contribuyen con cerca del 78% de las emisiones totales de GEI entre 1970 y 2010, con similar porcentaje de contribución para los valores durante 2000 y 2010 (Figura 3). A nivel mundial, el crecimiento económico y de población continúan siendo los impulsores más importantes del aumento de las emisiones de CO<sub>2</sub> procedentes de la quema de combustibles fósiles. La contribución del crecimiento de la población entre los años 2000 y 2010 se mantuvo estable, mientras que la contribución del crecimiento económico aumentó considerablemente.

Figura 3. Emisiones antropogénicas de GEI anuales totales por gases entre 1970 – 2010

<sup>1</sup> Las emisiones de GEI son cuantificadas como emisiones de CO<sub>2</sub> equivalente (GtCO<sub>2</sub>eq) usando los pesos basados en los potenciales globales de calentamiento de 100 años, usando el Segundo Reporte de Evaluación del IPCC.



Fuente: Reporte síntesis de cambio climático 2014 (IPCC, 2014)

La evidencia acerca de la influencia humana en el sistema climático ha crecido desde el Cuarto Reporte de Evaluación del IPCC (AR4). Es muy probable que más de la mitad del aumento observado en la temperatura superficial media global desde 1951 hasta 2010 fue causada por el aumento en las concentraciones de GEI antropogénicas y otros forzamientos antropogénicos juntos.

Colombia mediante la expedición de la Ley 164 de 1994 aprobó la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC) con la finalidad de abordar la compleja problemática de cambio climático. Lo anterior implicó el cumplimiento por parte del país de unos compromisos, entre los cuales se encuentra en el artículo 4: “Todas las partes teniendo en cuenta sus responsabilidades comunes pero diferenciadas y el carácter específico de sus prioridades nacionales y regionales de desarrollo, de sus objetivos y de sus circunstancias, deberán: a) Elaborar, actualizar periódicamente, publicar y facilitar a la Conferencia de las Partes, de conformidad con el artículo 12, inventarios nacionales de las emisiones antropógenas por las fuentes y de la absorción por los sumideros de todos los gases de efecto invernadero no controlados por el Protocolo de Montreal, utilizando metodologías comparables que habrán de ser acordadas por la Conferencia de las Partes”.

En 2001 el país presentó su Primera Comunicación Nacional de Cambio Climático ante la CMNUCC (Marrakech), publicación coordinada por el IDEAM que analizó y expuso el Inventario Nacional de GEI para los años 1990 y 1994. Posteriormente en el año 2010 (Cancún), se presenta la Segunda Comunicación Nacional de Cambio Climático ante la CMNUCC, donde se socializa el inventario nacional de fuentes y sumideros de gases de efecto invernadero para los años 2000 y 2004 cuyo cálculo se determinó con base en la información disponible, utilizando las metodologías aprobadas por la Conferencia de las Partes de la CMNUCC.

Como parte de los compromisos adquiridos por el país ante la CMNUCC, el IDEAM y el PNUD le entregaron al país su primer informe Bienal de actualización en noviembre de 2015 en el marco de la Feria de Cambio Climático en Bogotá y en diciembre a la Convención en plena Conferencia de las



partes (COP) 21 en París (IDEAM, PNUD, MADS, DNP, CANCELLERÍA. 2016). El objetivo principal del encuentro era lograr un acuerdo internacional sobre cambio climático con miras a evitar un aumento de la temperatura global promedio por encima de los 2°C. Para alcanzar este objetivo, todos y cada uno de los países parte de la CMNUCC debieron manifestar cuáles serían sus aportes en términos del nivel de reducción de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) en el período post-2020. Estos aportes, conocidos como las Contribuciones Determinadas y Previstas a Nivel Nacional (INDC por sus siglas en inglés), son definidos de manera autónoma por cada país. Para el caso de Colombia, el país se comprometió a reducir el 20% de sus emisiones de gases de efecto invernadero para 2030 a partir de un escenario inercial (*business as usual*). Esto quiere decir que Colombia tomó como punto de referencia en inventario nacional de emisiones de GEI del año 2010 y proyectó el comportamiento de sus emisiones si no se tomaran e implementaran medidas de mitigación.

La Tercera Comunicación Nacional sobre Cambio Climático es el reporte que elabora Colombia, para cumplir el compromiso adquirido como miembro de la CMNUCC, de dar información sobre el inventario nacional de GEI para los años 2010 y 2012; acciones de mitigación; vulnerabilidad; acciones de adaptación; circunstancias nacionales; información de obstáculos, carencias y necesidades; y finalmente educación y sensibilización de públicos. El país nunca antes había realizado una estimación tan completa de emisiones de GEI, donde se utilizó por primera vez la versión más actualizada (año 2006) de las Directrices del IPCC para la elaboración de inventarios nacionales de GEI. Esta metodología es la empleada por los países desarrollados y Colombia es uno de los primeros países latinoamericanos en implementarla.

## 1.1 Grupos (sectores) contenidos en los inventarios nacionales

Las estimaciones de emisiones y absorciones de gases de efecto invernadero se dividen en sectores principales, que son grupos de procesos, fuentes y sumideros relacionados. Estos son: (1) Energía, (2) Procesos Industriales, (3) Agricultura, (4) Uso de la Tierra, Cambio en el Uso de la Tierra y Silvicultura (USCUSS), y (5) Residuos. En las últimas directrices del IPCC para inventarios nacionales de gases de efecto invernadero del 2006 (IPCC, 2006), los grupos (3) y (4) se unen para conformar el llamado “agricultura, silvicultura y otros usos de la tierra (AFOLU)”. Cada grupo se divide en varios subgrupos, que representan diferentes actividades emisoras de GEI, para cada uno de los cuales se estiman sus emisiones y en los casos que aplica, las absorciones por sumideros de carbono. En definitiva, los países crean un inventario a partir del nivel de la subcategoría porque así están establecidas las metodologías del IPCC. A continuación se presenta una breve descripción de los grupos que propone el IPCC para el desarrollo de los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero (IPCC, 2006).

1. Dentro de la categoría **Energía** se contabilizan las emisiones de GEI generadas por quema de combustibles fósiles y las emisiones fugitivas generadas en las actividades de petróleo, gas y carbón mineral. Según el IPCC, la quema del combustible puede definirse como la oxidación intencional del combustible dentro de un aparato diseñado para suministrar calor o trabajo mecánico a un proceso, o para utilizar fuera del aparato<sup>2</sup>. Se consideran emisiones generadas por la quema de combustibles

<sup>2</sup> Esta oxidación es un proceso en el que los componentes de un combustible, principalmente el carbono, hidrógeno y azufre, reaccionan con un comburente (comúnmente oxígeno) y se oxidan liberando energía utilizable, dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) y agua (H<sub>2</sub>O), cuando la combustión es completa. Cuando la combustión es incompleta, es decir, cuando parte del combustible no ha sido oxidado, se liberan además, otros





fósiles con fines energéticos las centrales térmicas, hornos, estufas, calderas y motores. Las emisiones fugitivas, son los gases liberados a la atmósfera de forma imprevista o deliberadamente, en actividades antropogénicas; particularmente de la producción, procesamiento, transformación, almacenamiento y uso de combustibles. Las emisiones más significativas de gases de efecto invernadero en esta categoría, son las emisiones de CO<sub>2</sub>. También se emiten otros gases tales como CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O y COVDM.

2. En la categoría de **procesos industriales**, se abordan las emisiones de GEI provocadas por los procesos industriales y por el uso de gases de efecto invernadero en los productos. Las principales fuentes de emisión son las descargas provenientes de los procesos industriales que transforman materias por medios químicos o físicos; por ejemplo, los altos hornos de la industria del hierro y el acero, el amoníaco y otros productos químicos fabricados a partir de combustibles fósiles utilizados como sustancia química intermedia y la industria del cemento: estos son ejemplos notorios de procesos industriales que liberan cantidades significativas de CO<sub>2</sub><sup>3</sup>. Una característica notable del uso de estos productos es que en casi todos los casos puede transcurrir un tiempo significativo entre la fabricación del producto y la liberación del gas de efecto invernadero. El retardo puede variar desde pocas semanas (por ejemplo las latas de aerosol) hasta varios decenios, como es el caso de las espumas rígidas.

3. En el grupo **agricultura, silvicultura y otros usos de la tierra (AFOLU)** se contabilizan las emisiones de metano y óxido nitroso provenientes de las actividades agropecuarias, teniendo en cuenta principalmente las siguientes categorías: fermentación entérica, manejo o gestión del estiércol y gestión de suelos agrícolas; así como también emisiones y absorciones de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), ocasionadas por el desarrollo de actividades humanas relacionadas con el cambio de uso de la tierra y la gestión de tierras principalmente forestales. Igualmente, en el sector se debe cuantificar la emisión de gases diferentes al CO<sub>2</sub>, tales como metano (CH<sub>4</sub>), óxido nitroso (N<sub>2</sub>O), óxidos de nitrógeno (NO<sub>x</sub>) y monóxido de carbono (CO) generados por quemas vinculadas a la conversión de bosques y praderas.

4. La categoría **residuos** estima las emisiones de metano (CH<sub>4</sub>) originadas mediante la descomposición anaeróbica de la materia orgánica contenida en los residuos sólidos y en las aguas residuales domésticas e industriales, así como también las emisiones de Óxido Nitroso (N<sub>2</sub>O) debidas a los procesos de nitrificación y desnitrificación del nitrógeno en las excretas humanas. Las categorías con mayor participación en emisiones son: eliminación desechos sólidos y tratamiento y eliminación de aguas residuales (aguas servidas humanas, tratamiento de aguas residuales domésticas, comerciales e industriales).

---

compuestos como el monóxido de carbono (CO), óxidos de nitrógeno (NO<sub>x</sub>), dióxidos de azufre (SO<sub>2</sub>), carbono (C), hidrógeno (H) y partículas de carbono.

<sup>3</sup> Durante estos procesos puede producirse una gran variedad de gases de efecto invernadero, incluidos el dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), el metano (CH<sub>4</sub>), el óxido nitroso (N<sub>2</sub>O), los hidrofluorocarbonos (HFC) y los perfluorocarbonos (PFC). Además, con frecuencia se utilizan los GEI en productos tales como refrigeradores, espumas o latas de aerosol. Por ejemplo, se usan los HFC como alternativa a las sustancias que agotan la capa de ozono en variados tipos de aplicaciones de productos. Análogamente, se emplean el hexafluoruro de azufre (SF<sub>6</sub>) y el óxido nitroso (N<sub>2</sub>O) en una serie de productos utilizados por la industria (por ejemplo el SF<sub>6</sub> utilizado en las instalaciones eléctricas y el N<sub>2</sub>O utilizado como propulsor en los productos de aerosol, principalmente en la industria de la alimentación) o por los consumidores finales (por ejemplo el SF<sub>6</sub> utilizado en el calzado deportivo y el N<sub>2</sub>O utilizado durante la anestesia).



Típicamente, las emisiones de CH<sub>4</sub> procedentes de los sitios de disposición de residuos sólidos son la mayor fuente de emisiones de GEI la categoría. Las emisiones de CH<sub>4</sub> procedentes del tratamiento y la eliminación de aguas residuales pueden ser importantes también. Los sitios de disposición de residuos sólidos y el tratamiento de aguas residuales producen también CO<sub>2</sub>, pero éste es de origen biogénico y, por lo tanto, no se incluye como elemento a declarar en este sector. Los desechos y el tratamiento y la eliminación de aguas residuales pueden producir también emisiones de compuestos orgánicos volátiles diferentes del metano (COVDM), óxidos de nitrógeno (NO<sub>x</sub>) y monóxido de carbono (CO), así como amoníaco (NH<sub>3</sub>).

## 1.2 Resultados de inventarios nacionales

La metodología empleada para la elaboración de los inventarios de GEI de los años 1990, 1994, 2000 y 2004, contenidos en la Primera y Segunda Comunicación Nacional obedece a las directrices del IPCC del año 1996, mientras que la metodología utilizada para el inventario de GEI de los años 2010 y 2012 (Tercera Comunicación Nacional) corresponde a las directrices del IPCC del 2006. El uso de diferentes metodologías conlleva a diferencias significativas en las emisiones, principalmente para grupos como AFOLU y Residuos; adicionalmente algunas entidades han suministrado información histórica de datos de actividad con la que anteriormente no se contaba para las estimaciones del inventario.

Por esta razón y para poder comparar los resultados de los diferentes inventarios fue necesario realizar el re-cálculo de los inventarios de GEI de los años 1990, 1994, 2000 y 2004 bajo la metodología del IPCC 2006 (IDEAM, PNUD, MADS, DNP, CANCELLERÍA. 2015<sup>a</sup>). La Figura 4 muestra los resultados de este re-cálculo.

De acuerdo con la información generada por el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales de Colombia (IDEAM) en el marco del Primer Informe Bienal de Actualización del país y su Tercera Comunicación Nacional de Cambio Climático, Colombia produjo en el año 2010 emisiones estimadas de gases de efecto invernadero (GEI) de 224 Mton de CO<sub>2</sub>eq, lo cual representa tan sólo el 0,46% del total global para el año 2010. Aunque la cifra es baja, no desconoce la responsabilidad que tiene el país en materia de índices de deforestación y por su potencial económico y productivo para hacer aportes significativos a la mitigación del cambio climático (García et al. 2015).

Como se observa en la Figura 4, durante el período 1990 - 2010 se presentó una tendencia creciente en emisiones de GEI, con un aumento de 58.908 Gg CO<sub>2</sub>eq en el año 2010 respecto a 1990. El grupo que más favoreció el incremento de las emisiones en este período fue AFOLU donde se pasó de 102.737 Gg CO<sub>2</sub>eq a 130.341 Gg CO<sub>2</sub>eq (27.604 Gg CO<sub>2</sub>eq), seguido por el grupo Energía donde se presentó un aumento de las emisiones de 20.879 Gg CO<sub>2</sub>eq. El grupo Residuos presentó un incremento en las emisiones de GEI pasando de 7.317 Gg CO<sub>2</sub>eq a 13.706 Gg CO<sub>2</sub>eq. Finalmente, el grupo Procesos Industriales y Uso de Productos (IPPU), también incrementó sus emisiones de GEI en el período 1990 – 2010, partiendo de 4.656 Gg CO<sub>2</sub>eq hasta llegar a 8.692 Gg CO<sub>2</sub>eq.

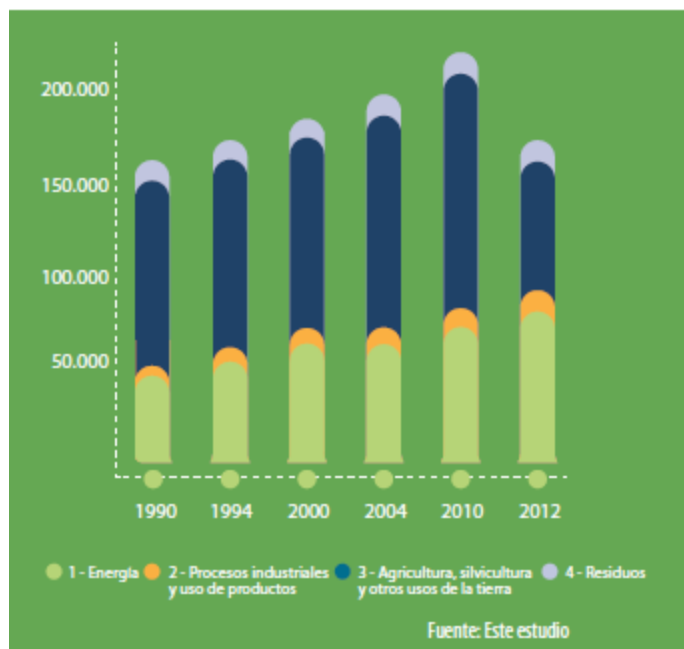
Ahora entre los años 2010 y 2012, se presenta una disminución de 45.691 Gg CO<sub>2</sub>eq en las emisiones totales de GEI, esto debido al descenso en las emisiones calculadas para el grupo AFOLU en el año 2012. Para este período el grupo AFOLU disminuye sus emisiones pasando de 130.341 Gg CO<sub>2</sub>eq a 76.312 Gg CO<sub>2</sub>eq; el grupo Energía incrementó sus emisiones en 6.574 Gg CO<sub>2</sub>eq, alcanzando emisiones de 77.784 Gg CO<sub>2</sub>eq y desplazando al grupo AFOLU como aquel con mayores emisiones





de GEI a la atmósfera en el país. Por su parte el grupo Residuos alcanza emisiones de 14.297 Gg CO<sub>2</sub>eq y el grupo IPPU incrementa sus emisiones hasta alcanzar valores de 9.865 Gg CO<sub>2</sub>eq.

Figura 4. Evolución histórica de emisiones de GEI en Gg de CO<sub>2</sub>eq por grupo



Fuente: Primer Informe Bienal de Actualización de Colombia

De acuerdo a las emisiones del año 2012 podemos destacar la alta participación de los grupos de energía y agricultura, silvicultura y otros usos de la tierra (AFOLU), con el 44 y 43%, respectivamente, donde juntas participan con el 87% de las emisiones totales. La categoría de fuente agricultura incluye las actividades agrícolas y ganaderas, por lo tanto conlleva al contexto agropecuario. Los grupos de procesos industriales y residuos son aquellos con los valores más bajos de emisiones de GEI, alcanzando cifras de 9,9 Gg CO<sub>2</sub>eq y 14,3 Gg CO<sub>2</sub>eq, respectivamente.

## 2 PERFIL DE EMISIONES PARA LA REGIÓN DEL ORIENTE ANTIOQUEÑO

Mediante el análisis socioeconómico de la región y el análisis de la situación actual en materia de estrategias y programas, instrumentos de planificación y acciones de seguimiento y control por parte de la Corporación Autónoma Regional de las Cuencas de los Ríos Negro y Nare (CORNARE), se identificaron las principales actividades productivas del departamento, con el fin de caracterizar los grupos y por lo tanto obtener una aproximación a las fuentes de emisión de GEI en cada uno de ellos. Dado el alcance, personal y tiempo del proyecto, no es posible considerar la elaboración de un inventario regional de GEI bajo la metodología del IPCC (Guías metodológicas para la elaboración de inventarios nacionales de gases de efecto invernadero). Por este motivo, para obtener emisiones

aproximadas a escala de la jurisdicción de CORNARE (26 municipios del oriente antioqueño), se parte de información secundaria existente, que en lo posible siga una metodología clara y ofrezca resultados confiables. Por este motivo, se toman como base los resultados de la regionalización del inventario de GEI desarrollado por la Corporación Ecovera, en el marco de su trabajo para la construcción de la propuesta de Política Nacional de Cambio Climático, en el cual, basados en el inventario nacional del año 2004, obtuvieron las aproximaciones a las emisiones de CO<sub>2</sub>eq para el departamento de Antioquia.

## 2.1 Regionalización del inventario de gases de efecto invernadero para el departamento de Antioquia

La Corporación Ecovera, en el desarrollo de la Propuesta de Política Nacional de Cambio Climático, elaboró como parte fundamental del diagnóstico de las emisiones de GEI del país, la regionalización del inventario de GEI para el departamento de Antioquia. Esta regionalización no corresponde a un inventario regional y fue construida con base en el inventario nacional de emisiones de GEI del año 2004, contenido en la Segunda Comunicación Nacional de Colombia ante la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC). En este estudio se agrupan las emisiones por seis (6) *categorías* diferentes de los cuatro grandes grupos asumidos en los inventarios nacionales de GEI según directrices del IPCC 2006, y no por fuente de emisión; estos sectores son:

- Minero – energético
- Agricultura
- Usos del suelo y cambio en el uso del suelo
- Transporte
- Vivienda, edificaciones y saneamiento básico
- Industria

Cada una de estas categorías se encuentra conformada por subcategorías que, mediante variables de regionalización, permiten obtener las aproximaciones de las emisiones de GEI (en Gg de CO<sub>2</sub>eq) para el departamento de Antioquia. La Tabla 1 muestra las categorías, subcategorías y variables de regionalización utilizadas en el estudio de Ecovera.

Tabla 1. Sectores y subsectores utilizados en el ejercicio de aproximación a las emisiones de GEI en el departamento de Antioquia realizado por la Corporación Ecovera.

Categoría/ Subcategoría	Variable de Regionalización
<b>Minero-energético</b>	
Centrales Térmicas	Capacidad instalada térmica instalada mayor a 20 MW (MW) en el 2013
Otros centros de Transformación	Carga anual en Barriles por día Calendario (BPDC) a refinerías 2004.
Actividades de carbón	Regalías municipales por producción carbón (pesos 2005)
Actividades de Petróleo y Gas	Producción de petróleo en el 2013 (Barriles promedio por día calendario).



<b>Categoría/ Subcategoría</b>	<b>Variable de Regionalización</b>
<b><i>Agricultura</i></b>	
Ganado Bovino	Cabezas de ganado municipal - Fedegán 2010
Otros pecuarios	Cabezas de ganado municipal - Fedegán 2010
Cultivo arroz	Área sembrada arroz
Fertilización agrícola	Área sembrada cultivos transitorios
Otros agrícolas	Área sembrada cultivos transitorios
<b><i>Uso del suelo y Cambio en el uso del suelo</i></b>	
Deforestación	Deforestación total 2005-2010
Otros	Deforestación total 2005-2010
<b><i>Transporte</i></b>	
Otros modos	Toneladas de carga originada en departamentos. Fuente. MinTransporte Caracterización del Transporte en Colombia (2005)
Carretero pasajeros	Estaciones de servicio por departamento
Carretero carga	Toneladas de carga originada en departamentos. Fuente. MinTransporte Caracterización del Transporte en Colombia (2005)
<b><i>Vivienda, Edificaciones y Saneamiento Básico</i></b>	
Residuos sólidos	Generación residuos (Ton/mes)
Aguas residuales domésticas y comerciales	Población Proyección 2010
Consumo energía en residencial, comercial e institucional	Población Proyección 2010
<b><i>Industria</i></b>	
Manufacturera	Participación departamental en el PIB sector manufacturero (2012)
Producción de cemento	Capacidad de producción en plantas
Procesos metales	Capacidad de producción siderúrgicas
Otros industriales	Participación departamental en el PIB sector manufacturero (2012)

Fuente: Propuesta de política nacional de cambio climático – Taller regional Antioquia, 24 Octubre de 2014 (presentación powerpoint)

Del análisis de la estructura utilizada en la regionalización del inventario de GEI para el departamento de Antioquia descrita en la Tabla 1, y para la posterior utilización de estos resultados en las aproximaciones de las emisiones para el Oriente Antioqueño, podemos concluir que:



1. Para obtener las aproximaciones a las emisiones en el departamento de Antioquia, Ecovera no utilizó la estructura sugerida por el IPCC para inventarios nacionales de GEI y, en lugar de eso, utilizó la agrupación de emisiones por categoría/subcategoría (asimilable a sector/subsector) y no por fuente. Por este motivo, las emisiones del sector **Usos del suelo y cambio en el uso del suelo**, así como las de **Transporte** se estiman separadamente de la categoría de fuente a la que pertenecen, es decir Agricultura, Silvicultura y Otros Usos de la Tierra (AFOLU) y Energía, respectivamente.
2. El sector **Vivienda, Edificaciones y Saneamiento Básico** concentra los consumos de energía según uso residencial, comercial e institucional, así como también la generación de residuos sólidos y aguas residuales domésticas y comerciales. El consumo de energía residencial, comercial e institucional, pertenece al grupo **Energía** definido en las directrices del IPCC, mientras que la generación de residuos sólidos y aguas residuales domésticas y comerciales al grupo **Residuos**. Por este motivo y para las aproximaciones de emisiones en el oriente antioqueño, es necesario renombrar el grupo a **Residuos**.
3. El sector **industria** agrupa los subsectores de industria manufacturera, de minerales (producción de cemento) y de metales (siderúrgicas) del departamento. Es importante recalcar que la quema de combustible por industrias manufactureras debe ser considerado en el grupo **Energía** y no en **Industria**.

## 2.2 Consideraciones necesarias para las aproximaciones de emisiones de GEI en el oriente antioqueño

Debido a que nuestro punto de partida en términos de emisiones es la regionalización del inventario de GEI para el departamento de Antioquia realizado por la Corporación Ecovera, y que uno de los objetivos de las aproximaciones de emisiones en el oriente antioqueño es ir en consonancia con los análisis que está realizando el país en materia de cuantificación de GEI, es necesario reagrupar las emisiones del departamento por fuente y no por sector/subsector, es decir, redefinir los grandes grupos en los cuatro sugeridos por el IPCC (Energía; Agricultura, silvicultura y otros usos de la tierra; Residuos y Procesos industriales y uso de productos) según sus guías metodológicas para la elaboración de inventarios nacionales de gases de efecto invernadero. Para lograr lo anterior fue necesario considerar los siguientes argumentos:

1. El grupo **Energía** concentra las categorías de industrias de energía y transporte definidas en la regionalización. Dentro de las industrias de energía únicamente se incluye como categoría de fuente la actividad de quema de combustible por centrales térmicas dada su participación en la región, pero no la refinación de petróleo ni la fabricación de combustibles sólidos (carbón) debido a su ausencia en el territorio.

Se considera para la aproximación a las emisiones dentro de la categoría transporte, el subsector transporte terrestre, para lo cual se cuenta con información del parque automotor de la región detallado por número de vehículos por clase de servicio matriculados en las secretarías de tránsito y transporte de los municipios jurisdicción de CORNARE (Gobernación de Antioquia, 2014<sup>a</sup>).



Para mejorar las aproximaciones de las emisiones en este grupo se recomienda incluir la categoría de quema de combustible por industrias manufactureras que se encuentra presente dentro de la regionalización del inventario para el departamento de Antioquia en el sector Industria (*se detalla más adelante en el grupo IPPUm*).

2. El grupo **Agricultura, silvicultura y otros usos de la tierra (AFOLU)** reúne los sectores/subsectores *agropecuario y deforestación* definidos en la regionalización del inventario de GEI para el departamento de Antioquia. Con la información recolectada por municipio en términos de inventario pecuario (bovinos, caballar, asnal, mular, búfalos, ovejos, cabras, aves y porcino), área sembrada en cultivos transitorios, permanentes y anuales, es posible, mediante las participaciones municipales, estimar las aproximaciones de emisiones para las categorías de fermentación entérica, gestión del estiércol y emisiones directas de N<sub>2</sub>O de suelos gestionados.

Para la aproximación a las emisiones de CO<sub>2</sub>eq por deforestación, se asume que en la región, la pérdida de la cobertura boscosa en mayor proporción es producto de la conversión de estas zonas de protección a usos pecuarios, es decir, a ganadería. Teniendo en cuenta lo anterior, se categoriza la deforestación en el oriente antioqueño como tierras convertidas en pastizales. Se optó por determinar la participación de cada municipio respecto al departamento de Antioquia según las áreas eliminadas de cobertura boscosa por año en el período 2005 - 2010. La pérdida de cobertura boscosa por municipio fue estimada a partir de álgebra de mapas en un Sistema de Información Geográfica (SIG) tomando como base la información geográfica en formato RASTER de los cambios en la cobertura boscosa para el país en el período 2005 – 2010 (Cabrera et al., 2011).

3. El sector llamado en la regionalización del inventario de GEI para el departamento de Antioquia como Vivienda, edificaciones y saneamiento básico, es redefinido como el grupo **Residuos**. Debido en primer lugar a que la categoría consumo de energía en los usos residencial, comercial e institucional pertenece al grupo **Energía**, en segundo lugar, que la mayor parte de la energía consumida por estos sectores se genera mediante centrales hidroeléctricas, las cuales no utilizan combustibles fósiles y en tercer lugar, que se desconoce la participación de ésta en el sector Vivienda, Edificaciones y Saneamiento Básico definido por la Corporación Ecovera, fue necesario excluirla como categoría de fuente del grupo **Residuos** y por lo tanto asumir que las emisiones estimadas en la regionalización departamental corresponden únicamente a las categorías de eliminación de desechos sólidos y aguas de tratamiento residual y comercial.

El criterio de número de suscriptores al servicio de aseo de las cabeceras de los municipios contenidos en el anuario estadístico del departamento de Antioquia 2013 (Gobernación de Antioquia, 2014<sup>a</sup>) es utilizado para determinar la participación de cada municipio de la jurisdicción CORNARE respecto al departamento de Antioquia.

4. El sector llamado Industria en la regionalización del inventario de GEI para el departamento de Antioquia es redefinido según las directrices del IPCC como **Procesos Industriales y Uso de Productos modificado (IPPUm)**. Dentro de este grupo se incluyen las industrias manufactureras, de minerales (producción de cemento) y de metales (siderúrgicas), las dos primeras con participación en la región. No se identifica como IPPU como el IPCC lo llama en





sus directrices debido a la existencia de las emisiones de los procesos de la industria manufacturera.

Para la aproximación a las emisiones de CO<sub>2</sub>eq en el grupo **IPPUM**, se optó por determinar la participación de Oriente en el departamento de Antioquia según el valor agregado al año 2005 de las actividades de la industria manufacturera y la explotación de minas y canteras. Esta información fue tomada del documento en construcción “Plan tecnológico del centro de la innovación, la agroindustria y el turismo” (Centro de la innovación, la agroindustria y el turismo – SENA, 2009).

Con objeto de mejorar las aproximaciones de las emisiones de GEI en este grupo se recomienda en primer lugar excluir la categoría de quema de combustibles por la industria manufacturera del grupo **IPPUM** e incluirla dentro del grupo **Energía** una vez sea conocida la contribución en las emisiones de esta categoría dentro del grupo Industria de la regionalización del inventario departamental. En segundo lugar, con los resultados de las huellas de carbono de las industrias que se encuentran dentro del convenio de producción más limpia ejecutado por CORNARE, se pueden mejorar las estimaciones de emisiones de GEI de las industrias manufactureras. En tercer lugar, por la no presencia de industrias de metales (siderúrgicas) en el oriente antioqueño, debe excluirse esta categoría de fuente del grupo. Finalmente, los informes de sostenibilidad publicados anualmente por Cementos Argos, contienen las emisiones directas e indirectas de GEI de cada uno de sus negocios y por regional (Colombia, Caribe y Centroamérica, USA), por lo tanto es posible la consecución de emisiones de GEI de las plantas de producción que se encuentran en la región de estudio y de esta manera obtener datos más ajustados a la realidad y concluyentes.

De acuerdo con las consideraciones descritas anteriormente, en la Figura 5 se ilustra la estructura, por categorías principales o grupos finalmente definidos, para la aproximación a las emisiones de GEI del Oriente Antioqueño.

Figura 5. Estructura de categorías principales (grupos) de emisiones según directrices del IPCC 2006 utilizadas en el Oriente antioqueño



Fuente: Elaboración propia, a partir de IPCC, 2014.



## 2.3 Metodología empleada para la aproximación a las emisiones de GEI en el oriente antioqueño

Es importante recalcar que la metodología utilizada no pretende obtener resultados precisos de un inventario de GEI, sino una caracterización de los sectores y/o actividades más importantes y más impactantes de la región en relación con sus emisiones de GEI a la atmósfera, para efectos de generar conciencia sobre la situación particular de la región, y para permitir la toma de decisiones a estos niveles, ya que, una vez calificadas las actividades emisoras, será posible identificar sectores y actividades con potenciales significativos de reducción de emisiones, así como las medidas que permitan lograrlo.

En primer lugar es necesario calcular las participaciones de cada uno de los municipios de la región respecto al departamento según el criterio o variable de regionalización seleccionada para cada una de las categorías de emisión identificadas, excepto para el grupo IPPUm, en el cual la participación se estima para el grupo en general ya que no existe información a escala municipal. Con la participación de cada municipio según categoría de fuente de emisión y con los valores de Gg CO<sub>2</sub>eq de cada sector/subsector de la regionalización del inventario de GEI para el departamento de Antioquia se obtienen las aproximaciones de las emisiones de GEI en el oriente antioqueño para la categoría de fuente en cuestión (Ecuación 1).

$$E_i = \sum (p_{ri} \times A_j) \quad (\text{Ecuación 1})$$

E<sub>ig</sub>: Emisiones de la categoría de emisión i del grupo g

p<sub>ri</sub>: Participación del municipio r de la región Oriente respecto al departamento en cuanto a la categoría de emisión i del grupo g

A<sub>j</sub>: Emisiones en Gg CO<sub>2</sub>eq del subsector j obtenido en la regionalización del inventario de GEI para el departamento de Antioquia

$$p_{ri} = V_r / V_d \quad (\text{Ecuación 2})$$

donde:

V<sub>r</sub>: Valor del criterio o variable del municipio r (capacidad instalada, número de ganado vacuno, valor agregado, etc)

V<sub>d</sub>: Valor del criterio o variable del departamento

En las Tablas 2, 3, 4, 5 y 6 se describen, por grupo, la información secundaria y su fuente, utilizada como criterio para estimar la participación de cada municipio de la región en el departamento según la categoría de fuente de emisión de GEI.

Tabla 2. Fuentes de información y descripción de las características de las categorías de fuente de emisión en el grupo Energía

Categoría de fuente GEI existente en la región Oriente (grupo Energía)	Fuente de información	Características específicas de la región Oriente
Actividades de quema de combustible - industrias de la energía	PGAR 2014 – 2032 (CORNARE, 2014)	En la jurisdicción de CORNARE, no existen centros de tratamiento de gas, refinerías, ni altos hornos.  Existen en la región 5 centrales de generación de energía eléctrica administradas por EPM (Playas – Guatapé) e ISAGEN (San Carlos,



**Plan de Crecimiento Verde y Desarrollo Compatible con el Clima para el Oriente Antioqueño**

Anexo 3. Reporte - Perfiles de emisión sectores

Categoría de fuente GEI existente en la región Oriente (grupo Energía)	Fuente de información	Características específicas de la región Oriente
	Grupo PCH CORNARE (entrevista personal) Cementos Argos (entrevista personal)	Jaguas y Calderas). Todas son hidroeléctricas que no emplean combustibles fósiles en su actividad. La única central térmica en la región se encuentra localizada en el municipio de Puerto Triunfo, es propiedad de ARGOS, posee una capacidad instalada de 17MW y tiene como objetivo la autogeneración de energía.
Actividades de quema de combustible – Transporte – Transporte terrestre	Plan Tecnológico de Centro de la Innovación la Agroindustria y el Turismo 2009 - documento en construcción (Centro de la innovación, la agroindustria y el turismo – SENA, 2009)  Vehículos matriculados en Antioquia según tipos de vehículo y por clase de servicio en los municipios con secretarías de tránsito y transporte (Gobernación de Antioquia, 2014 <sup>a</sup> )	La actividad del transporte junto con almacenamiento y comunicaciones, en la región Oriente aporta en términos de valor agregado el 23,4% del total del departamento.  El número de vehículos por clase de servicio matriculados en las secretarías de tránsito y transporte de los municipios jurisdicción de CORNARE en el año 2012 es de 9.273 respecto a 342.980 que es el total para el departamento de Antioquia. La proporción es de 2,7%. Los municipios con mayor número de vehículos matriculados son Rionegro y La Ceja.

Fuente: Elaboración propia

Según el inventario de GEI para el año 2012 (IDEAM, PNUD, MADS, DNP, CANCELLERÍA. 2015<sup>a</sup>), las categorías de quema de combustible para industrias de la energía – centrales térmicas y quema de combustible - transporte terrestre tienen participaciones dentro del grupo Energía de 9,7% y 32,6%, respectivamente.

Como se mencionó anteriormente, debido a que en la región jurisdicción de CORNARE no existen centros de tratamiento de gas, refinerías, ni altos hornos y que las centrales hidroeléctricas presentes en el territorio no emplean combustibles fósiles para su actividad, para la aproximación a las emisiones de CO<sub>2</sub>eq en el grupo Energía, se optó por determinar la participación de cada municipio en la generación de energía mediante centrales térmicas. Así entonces, teniendo en cuenta que la capacidad de la central térmica de Argos en el municipio de Puerto Triunfo es de 17MW y la existente propiedad de EPM localizada en el municipio de Puerto Nare (La Sierra) es de 480MW, la participación del municipio y por lo tanto de la región respecto al departamento en materia de industrias de energía utilizando la Ecuación 2 es de 3,5% (17MW/480MW).

Por otro lado y para estimar la participación en las emisiones según la categoría quema de combustible del sector transporte terrestre de cada uno de los municipios que conforman la jurisdicción de CORNARE, se utilizó el criterio de parque automotor por clase de servicio (automóvil, campero, camioneta, motocarro, motocicleta, cuatrimoto, bus, buseta, microbús, camión, tractocamión, volqueta, otros) matriculado en las secretarías de tránsito y transporte de los municipios jurisdicción de CORNARE en el año 2012 (Gobernación de Antioquia, 2014<sup>a</sup>). El oriente antioqueño cuenta con un parque automotor de 9.273 respecto a 342.980 que es el total en el departamento de Antioquia. Con la Ecuación 2 se obtiene que la participación de la jurisdicción CORNARE respecto al departamento es de 2,7% (9.273/342.980) y los municipios con mayor número de vehículos matriculados en las secretarías de tránsito y transporte son Rionegro y La Ceja.



Tabla 3. Fuentes de información y descripción de las características de las categorías de fuente de emisión en el grupo Agricultura, Silvicultura y Otros Usos de la Tierra (AFOLU)

Categoría de fuente GEI existente en la región Oriente (grupo AFOLU)	Fuente de información	Características específicas de la región Oriente
Fermentación entérica	<p>PGAR 2014 – 2032 (CORNARE, 2014)</p> <p>Anuario Estadístico del Sector Agropecuario en el departamento de Antioquia, 2013 (Gobernación de Antioquia 2014<sup>b</sup>)</p>	<p>Para 2013 la jurisdicción de CORNARE tenía un total de 289.375 cabezas de ganado bovino: el 26,3% del inventario se destinaba a la oferta de leche, el 53,8% de doble propósito y el 19,8% especializados en la producción de carne.</p> <p>Respecto a búfalos, cabras, ovejas, caballos, mulas y asnos, se tiene un inventario de 397, 3.190, 1.060, 27.433, 14.655 y 773, respectivamente. Finalmente respecto a los monogástricos (cerdos), se tiene un inventario de 338.844.</p>
Gestión del estiércol	<p>PGAR 2014 – 2032 (CORNARE, 2014)</p> <p>Anuario Estadístico del Sector Agropecuario en el Departamento de Antioquia, 2013 (Gobernación de Antioquia 2014<sup>b</sup>)</p>	<p>Para el 2013, en adición al número de cabezas de ganado bovino, búfalos, cabras, ovejas, caballos, mulas y asnos, la jurisdicción tenía un inventario de 1.743.515 aves de engorde, postura y traspatio, así como 338.844 cerdos.</p> <p>Los sistemas de manejo de estiércol utilizados en la región corresponden básicamente a los subsectores avícolas y porcícolas. En este último la porcina es tomada no con una visión de vertimiento sino más bien como un fertilizante. Cuando una granja solicita los permisos de vertimiento, la Autoridad Ambiental, en este caso CORNARE, le exige un plan de fertilización, en el cual los porcícolas describen el proceso de vertimiento de la porcina en pastos y/o cultivos.</p> <p>Los sistemas de manejo de estiércol comúnmente empleados en la región, son el abonado diario, praderas y pastizales, compostaje y almacenamiento sólido, y camas profundas (mayoritariamente para cerdos).</p> <p>El abonado diario consiste en sacar diariamente el estiércol de las instalaciones de confinamiento y se aplica a tierras de cultivo o pasturas dentro de las 24 horas de su excreción; el sistema praderas y pastizales consiste en dejar el estiércol de los animales en pasturas o prados sin gestionarse; el compostaje y almacenamiento sólido para emplearlo como abono orgánico; camas profundas que consiste en que a medida que el estiércol se acumula se agrega constantemente material de cama para absorber la humedad durante un ciclo de producción.</p> <p>Mediante los convenios de producción más limpia adelantados por la Corporación con diferentes sectores, se está evaluando el empleo de biodigestores para el tratamiento del estiércol.</p>
Suelos gestionados (emisiones directas de N <sub>2</sub> O)	<p>Anuario Estadístico del Sector Agropecuario en el Departamento de Antioquia, 2013 (Gobernación de Antioquia 2014<sup>b</sup>)</p>	<p>La jurisdicción de CORNARE posee una extensión sembrada de cultivos permanentes de 46.304,7 hectáreas que representan el 61,2% de la superficie total sembrada con cultivos en la región. El área sembrada con cultivos transitorios ocupa una extensión de 27.735 ha, que representan el 36,7% de la superficie total; por último, los cultivos anuales representan el 2,1% de la superficie total sembrada.</p> <p>Los cultivos permanentes más significativos en la jurisdicción son el café con el 39,9% del área total sembrada, seguido por la caña con el 23,9% y el plátano en asocio con el 13,8%.</p> <p>Los cultivos transitorios más significativos en la jurisdicción son el frijol voluble con el 24,7% del área total sembrada, seguido por la papa con el 18,2% y el chócolo con el 13,9%.</p>

Plan de Crecimiento Verde y Desarrollo Compatible con el Clima para el Oriente Antioqueño

Anexo 3. Reporte - Perfiles de emisión sectores

Categoría de fuente GEI existente en la región Oriente (grupo AFOLU)	Fuente de información	Características específicas de la región Oriente
		Los cultivos anuales más significativos en la jurisdicción son la yuca con el 64,6% del área total sembrada, seguido por la arracacha con el 24,1% y la uchuva con el 8,9%.
Tierras convertidas en pastizales (deforestación)	<p>Memoria técnica de la cuantificación de la deforestación histórica nacional – escalas gruesa y fina (Cabrera <i>et al.</i> 2011)</p> <p>High-Resolution Global Maps of 21st-Century Forest Cover Change (Hansen <i>et al.</i> 2013). Data available on-line from: <a href="http://earthenginepartners.appspot.com/science-2013-global-forest">http://earthenginepartners.appspot.com/science-2013-global-forest</a>.</p>	<p>Según la memoria técnica de la cuantificación de la deforestación histórica nacional – escala gruesa y fina realizada por el IDEAM en 2011, en la jurisdicción de CORNARE en el período 2005 – 2010 se eliminaron 25.681 hectáreas de bosque, mientras que en el departamento de Antioquia en ese mismo período se eliminaron 240.900 hectáreas.</p> <p>Respecto al total de cobertura boscosa eliminada en el período, los municipios con mayores proporciones de área deforestada son Sonsón, Nariño, San Luis, Cocorná, y Carmen de Viboral con el 17,9%, 9,6%, 9%, 8,6% y 8%, respectivamente.</p> <p>Ahora mediante el mapa de cambio global de la cobertura forestal (Hansen <i>et al.</i>, 2013), en el período 2001 – 2013, en la jurisdicción de CORNARE se eliminaron 30.881,9 hectáreas de cobertura forestal. Las subregiones con mayores superficies deforestadas en el período 2001 – 2013 son: Bosques (9.054 ha), Páramo (7.132,4 ha) y Valles de San Nicolás (6.603,3 ha).</p> <p>Cuando se analizan los resultados de superficies deforestadas en la jurisdicción por año a partir del 2001 y hasta 2013, se concluye que el proceso de deforestación ha sido muy dinámico, donde en los primeros años de este período se presentó una disminución significativa en la tendencia de coberturas boscosas eliminadas, para luego nuevamente en el año 2004 incrementarse hasta valores de 3.700 hectáreas. Posterior a este año el proceso de deforestación presenta una disminución paulatina hasta el año 2011, para finalmente iniciar nuevamente una tendencia de crecimiento, tal vez justificado por el retorno de las comunidades desplazadas por el conflicto interno. Para el año 2013, se estima una pérdida de cobertura forestal de 2.208,7 ha.</p>

Fuente: Elaboración propia

Para el grupo AFOLU, se optó por determinar la participación de cada municipio respecto al departamento de Antioquia tomando como criterios el inventario pecuario (ganado vacuno, caballar, asnal, mular, búfalos, ovejos, cabras, aves y porcícolas) del año 2013, las áreas sembradas en cultivos transitorios, permanentes y anuales en este mismo año y la pérdida anual de la cobertura boscosa en el período 2005-2010.

Para los cálculos de la participación de cada municipio respecto a la fermentación entérica, se utilizó el inventario de ganado vacuno, caballar, asnal, mular, búfalos, ovejos, cabras y porcícolas existentes en la región Oriente para el año 2013. Según lo anterior y mediante la Ecuación 2, el oriente antioqueño tiene una participación de 12,9% respecto al departamento (675.726/5.253.815). Los municipios con mayor participación en este inventario son Santo Domingo, Rionegro y El Santuario.

Por la calidad de la información que se encontró en el proceso de recolección realizado (inventario pecuario del año 2013), que cuenta con el número de población animal por municipio, es posible realizar la determinación de emisiones de metano (CH<sub>4</sub>) por fermentación entérica mediante el método Nivel 1 de las directrices del IPCC 2006 para cada uno de los municipios de la región del Oriente Antioqueño.



Para la utilización de este método, en primer lugar, se debe contar con los datos de población animal (ganado lechero, otros vacuno, búfalos, ovejas, caprino, caballos, mulas y asnos y porcino), que están disponibles para la zona. Luego, mediante la selección de los factores de emisión más adecuados para las características del ganado del país, se estiman las emisiones de metano a la atmósfera por fermentación entérica. Los factores de emisión por defecto que se encuentran en las directrices del IPCC del año 2006 se han obtenido de estudios previos en diferentes partes del mundo. En la Tabla 4 se muestran los factores de emisión por fermentación entérica, aplicables en Colombia, para el método de nivel 1 que se encuentran en las directrices del IPCC 2006 (Cuadros 10.10 y 10.11), discriminados por grupo animal.

Tabla 4. Factores de emisión por fermentación entérica para el método de nivel 1

Ganado	Factor de emisión (Kg cabeza <sup>-1</sup> año <sup>-1</sup> )	Observaciones
Lechero	63	América Latina: sector lechero comercializado en base a pastoreo. Hato de vacuno por separado en pasturas y tierras de pastoreo. Pequeña cantidad de alimentación en corral con granos. El ganado no lechero para engorde constituye una gran parte de la población.
Otros vacuno	56	
Búfalo	55	Países en desarrollo
Ovinos	5	Países en desarrollo
Caprino	5	Países en desarrollo
Equinos	18	Países en desarrollo
Mulas y asnos	10	Países en desarrollo
Porcinos	1	Países en desarrollo

Fuente: Directrices del IPCC 2006 para los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero. Capítulo 10. La estimación de emisiones mediante este método es realizada estrictamente con motivo comparativo, ya que no se considera pertinente mezclar dos metodologías radicalmente diferentes de estimación de las emisiones municipales. Los resultados percibidos mediante este método de cálculo son contrastados más adelante con los obtenidos mediante las participaciones municipales en el inventario departamental.

Respecto a la participación de cada municipio referente a la categoría de emisión de gestión del estiércol, se utilizó el criterio utilizado para fermentación entérico con la inclusión del inventario de número de aves de engorde, postura y traspatio presentes en la región Oriente para el año 2013. Teniendo que el oriente antioqueño cuenta con un inventario de 2.419.241 de esta categoría de animales y el departamento 9.636.068, la participación de la región respecto al departamento es de 25,1% (2.419.241/9.636.068). Los municipios con mayor participación son Marinilla, Santo Domingo y Guarne.





De acuerdo con el Anuario Estadístico del sector agropecuario del departamento de Antioquia del 2013 (Gobernación de Antioquia, 2014<sup>b</sup>), en los municipios del oriente antioqueño se establecieron 75.619,7 hectáreas (ha) de cultivos transitorios, permanentes y anuales, mientras que las áreas establecidas con estos mismos cultivos en el departamento de Antioquia fueron 435.362,5 ha. Según lo anterior y mediante la Ecuación 2, la región del oriente de Antioquia tiene una participación del 17,4% (75.619,7/435.362,5) en las áreas establecidas en el año 2013. Los municipios con mayor extensión de cultivos transitorios, permanentes y anuales son Sonsón, El Carmen de Viboral y Abejorral.

Finalmente, para la aproximación a las emisiones de CO<sub>2</sub>eq en la categoría tierras convertidas a pastizales (deforestación), se optó por determinar la participación de cada municipio respecto al departamento de Antioquia utilizando las áreas de la cobertura boscosa eliminadas anualmente durante el período 2005 – 2010. La pérdida de cobertura boscosa por municipio fue estimada a partir de algebra de mapas en un Sistema de Información Geográfica (SIG) tomando como base la información geográfica en formato RASTER de los cambios en la cobertura boscosa para el país en el período 2005 – 2010 (Cabrera et al., 2011). Según el análisis geográfico, la región del oriente antioqueño perdió anualmente 5.136 ha de bosque en el período 2005 – 2010, mientras en el departamento en este mismo período se eliminaron 48.180 ha de cobertura protectora. Según la Ecuación 2, la participación de la región oriente respecto al departamento en cuanto a pérdidas de cobertura boscosa es de 10,7% (5.136/48.180). Los municipios con mayores proporciones de área deforestada son Sonsón, Nariño, San Luis, Cocorná, y Carmen de Viboral.

El procedimiento empleado para la obtención de las aproximaciones a las emisiones de GEI en el oriente antioqueño en el grupo AFOLU difiere del procedimiento utilizado de manera general para los demás grupos. En primer lugar fue necesario la suma de las emisiones de los sectores/subsectores agropecuario (5.933,9 Gg CO<sub>2</sub>eq) y uso del suelo y cambio en el uso del suelo (3.221,3 Gg CO<sub>2</sub>eq) de la regionalización del inventario de GEI para Antioquia. Una vez obtenidas las emisiones totales del grupo AFOLU (9.155,2 Gg CO<sub>2</sub>eq) para el departamento de Antioquia, y considerando que las categorías de fermentación entérica, gestión del estiércol, emisiones directas de N<sub>2</sub>O en suelos gestionados y tierras convertidas en pastizales según el inventario de GEI del 2010 (IDEAM, PNUD, MADS, DNP, CANCELLERÍA. 2015<sup>b</sup>) tuvieron participaciones respecto al grupo AFOLU de 17%, 2%, 13% y 51%, respectivamente, se estima la variable A<sub>ei</sub> de la siguiente manera (Ecuación 3):

$$A_{ei} = E_{ta} \times p_{in} \quad (\text{Ecuación 3})$$

Donde,

A<sub>ei</sub>: Emisiones *equivalentes* en Gg CO<sub>2</sub>eq según categorías de fuente de emisión del grupo AFOLU (fermentación entérica, gestión del estiércol, emisiones directas de N<sub>2</sub>O en suelos gestionados y tierras convertidas en pastizales).

E<sub>ta</sub>: Suma de las emisiones de los subsectores agropecuario y usos del suelo y cambio en el uso del suelo presentes en la regionalización del inventario de GEI para el departamento de Antioquia

p<sub>in</sub>: Participación de la categoría de fuente de emisión i dentro del grupo AFOLU según inventario de GEI del año 2010





Ahora, asumiendo que  $A_{ei} \approx A_i$ , y conociendo la participación de cada municipio según categoría de fuente de emisión, mediante la Ecuación 1 se calculan las aproximaciones de las emisiones de GEI en el oriente antioqueño para las categoría de fuente fermentación entérica, gestión del estiércol, emisiones directas de  $N_2O$  en suelos gestionados y tierras convertidas en pastizales.

Para el cálculo de las emisiones de  $CH_4$  por fermentación entérica para el método de nivel 1 de las directrices del IPCC 2006, se multiplica el número de cabezas del tipo de ganado por el factor de emisión correspondiente (Ecuación 4).

$$CH_{4FE} = N_T \times EF_T \times 10^{-6} \quad (\text{Ecuación 4})$$

Donde,

$CH_{4FE}$ : emisiones de metano por fermentación entérica (Gg  $CH_4$  año<sup>-1</sup>)

$N_T$ : cantidad de cabezas de ganado de la especie/categoría T del país

$EF_T$ : factor de emisión para la población de ganado definida (Kg  $CH_4$  cabeza<sup>-1</sup> año<sup>-1</sup>)

T: especie/categoría de ganado

Finalmente, el Potencial de Calentamiento Global (PCG) para el gas metano es de 25; por lo tanto, al multiplicar este valor con el resultado de  $CH_{4FE}$ , se obtienen las emisiones en Gg de  $CO_{2eq}$  por fermentación entérica para cada uno de los municipios del oriente antioqueño.

Tabla 5. Fuentes de información y descripción de las características de las categorías de fuente de emisión en el grupo Residuos

Categoría de fuente GEI existente en la región Oriente (grupo Residuos)	Fuente de información	Características específicas de la región Oriente
Eliminación desechos sólidos	PGAR 2014 – 2032 (CORNARE, 2014)  Personal Residuos CORNARE (entrevista personal)  Referentes Ambientales para la Construcción de los Planes de Desarrollo en los municipios del Oriente Antioqueño (CORNARE, 2015)	Según información de personal de CORNARE, de los 26 municipios que conforman la jurisdicción, a octubre de 2015: cuatro (4) no poseen relleno sanitario (El Retiro, Guarne, Rionegro y Santo Domingo) y disponen sus residuos en el relleno sanitario de Pradera; tres (3) se encuentran clausurados (Marinilla, El Peñol y Granada); uno (1) próximo a clausurar que es La Ceja y uno (1) que presentó plan de cierre y abandono (Cocorná).  La región jurisdicción de CORNARE está generando 113.523 toneladas año de residuos ordinarios, realizando un aprovechamiento del 13% de residuos orgánicos y del 11% de residuos inorgánicos, es decir que en los rellenos sanitarios se están disponiendo 85.282 toneladas año; los municipios de Guarne, El Retiro, Rionegro y Santo Domingo disponen 47.119 toneladas año en el relleno sanitario de Pradera, equivalente al 42% del total de residuos generados en la región y el 55% de los residuos que se disponen en los diferentes rellenos de la región.



Categoría de fuente GEI existente en la región Oriente (grupo Residuos)	Fuente de información	Características específicas de la región Oriente
Tratamiento y eliminación de aguas residuales	PGAR 2014 – 2032 (CORNARE, 2014)  Referentes Ambientales para la Construcción de los Planes de Desarrollo en los municipios del Oriente Antioqueño (CORNARE, 2015)  Personal grupo recurso hídrico CORNARE (entrevista)	Con una inversión cercana a los 60 mil millones de pesos (a precios corrientes), dieciocho (18) de los veintiséis (26) municipios de la jurisdicción Cornare cuentan con Planta de Tratamiento de Aguas Residuales urbanas, PTARD, así como once (11) Centros Poblados, permitiendo la remoción en un 82% del total de carga contaminante que se genera en las zonas urbanas de la región. Para 2016 entrarán en funcionamiento las Plantas de tratamiento de aguas residuales en los municipios de Sonsón, San Vicente, Santo Domingo, Nariño y San Roque, llegando así a 23 municipios (92%) con saneamiento urbano. Resta por ejecutar las Plantas de tratamiento correspondientes a los municipios de Abejorral, Argelia y San Rafael, y lograr de esta manera alcanzar la meta de un 100%. Respecto a lo anterior, las tres plantas faltantes ya cuentan con el compromiso de consecución de recursos, por ejemplo, para los municipios de Abejorral y San Rafael actualmente se realizó la solicitud de trámite de recursos ante el Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio

Fuente: Elaboración propia

Según el inventario de GEI para el año 2012 (IDEAM, PNUD, MADS, DNP, CANCELLERÍA. 2015<sup>a</sup>), las categorías de eliminación de desechos sólidos, así como la de tratamiento y eliminación de aguas residuales (domésticas e industriales) tienen participaciones dentro del grupo Residuos de 58% y 39%, respectivamente.

Para la aproximación a las emisiones de CO<sub>2</sub>eq en el grupo Residuos, se determinó la participación de cada municipio de la jurisdicción CORNARE respecto al departamento de Antioquia según el criterio número de suscriptores al servicio de aseo de las cabeceras de los municipios contenidos en el anuario estadístico del departamento de Antioquia 2013 (Gobernación de Antioquia, 2014<sup>a</sup>). El número de suscriptores al servicio de aseo en las cabeceras municipales de la región Oriente es de 145.331, mientras que el número de suscriptores para las cabeceras municipales del departamento es de 1.526.885. Así entonces, mediante la Ecuación 2, se obtiene que las cabeceras municipales de la región Oriente contienen el 9,5% de los suscriptores al servicio de aseo del departamento (145.331/1.526.885). Los municipios con mayor número de suscriptores se encuentran localizados en la subregión Valles de San Nicolás y corresponden a Rionegro, La Ceja y Marinilla.

Tabla 6. Fuentes de información y descripción de las características de las categorías de fuente de emisión en el grupo Procesos Industriales y Uso de Productos (IPPUM)

Categoría de fuente GEI existente en la región Oriente (grupo IPPUM)	Fuente de información	Características específicas de la región Oriente
Industrias de los minerales (producción de cemento)	Plan Tecnológico de Centro de la Innovación la Agroindustria y el Turismo 2009 - documento en construcción (Centro de la innovación, la agroindustria y el turismo – SENA, 2009)	La actividad de explotación de minas y canteras, en el Oriente antioqueño aporta el 0,5% (17.058 millones de pesos) del valor agregado de la región.  Según estudio realizado por la Universidad EAFIT en el año 2001, se identificaron, desde el punto de vista minero, las siguientes potencialidades:



Plan de Crecimiento Verde y Desarrollo Compatible con el Clima para el Oriente Antioqueño

Anexo 3. Reporte - Perfiles de emisión sectores

	<p>PGAR 2014 – 2032 (CORNARE, 2014)</p> <p>Identificación de zonas potencialmente explotables para los recursos minerales y pétreos en la región de los Valles de San Nicolás y lineamientos para su aprovechamiento (EAFIT – CORNARE, 2001)</p> <p>Grupo minas CORNARE (entrevista personal)</p> <p>Cementos Argos (entrevista personal)</p>	<p><b>Arcillas y caolines industriales:</b> Los yacimientos de arcillas y caolines con propiedades industriales en la región del oriente cercano, se localizan en los municipios de La Unión, El Carmen de Viboral y Rionegro. Empresas importantes realizan su aprovechamiento y se tiene reservas por más de 50 años.</p> <p><b>Talco:</b> Todos los depósitos económicamente importantes se han formado en condiciones de metamorfismo regional de bajo grado. Manifestaciones de talco, en la región de los Valles de San Nicolás, se presentan entre los municipios de La Unión y La Ceja, localizados en las unidades litológicas correspondientes a esquistos verdes (actinolítico – cloríticos) y en esquistos intercalados (esquistos verdes más esquistos negros).</p> <p><b>Mármoles y Calizas:</b> Se encuentran en la zona de Rio Claro Cocorná Sur en los municipios de Sonsón, San Luis, y Puerto Triunfo. En estos municipios se presenta tanto la extracción de la caliza para la fabricación de cemento y productos para pinturas y materiales impalpables, como también las plantas para desarrollar los respectivos procesos. Sobre el corredor de la autopista Medellín Bogotá entre Rio claro y Puerto Triunfo se localizan las fábricas de los derivados de la roca cálcica y algunas minas que se aprecian desde la vía principal.</p> <p>Una de las empresas mineras más importante en la región es Cementos Argos S.A. Esta organización concentra la producción de cemento en las plantas Rio Claro y El Cairo, en los municipios de Sonsón y Abejorral, respectivamente; y la producción de concreto se realiza en una planta localizada en el municipio de Marinilla.</p>
<p>Industria manufacturera</p>	<p>Plan Tecnológico de Centro de la Innovación la Agroindustria y el Turismo 2009 - documento en construcción (Centro de la innovación, la agroindustria y el turismo – SENA, 2009)</p> <p>Grupo Convenios de Producción Más Limpia CORNARE (entrevista personal)</p>	<p>La industria manufacturera, en el Oriente antioqueño aporta el 16,6% (573.807 millones de pesos) del valor agregado de la región.</p> <p>Además del Grupo Nutresa S.A. – Compañía Nacional de Chocolates, en la región se asientan empresas del sector de alimentos como Panamericana de Alimentos S.A.S., Griffith Laboratories y Alimentos Cárnicos S.A, entre otros.</p> <p>Del sector producción de comida animal se encuentran las empresas Avícola Kakaraka S.A., Avinal S.A y Premex.</p>

Fuente: Elaboración propia

Las variables de regionalización empleadas en el estudio de la Corporación Ecoversa para la estimación de las emisiones del sector IPPUm son: la industria manufacturera, la capacidad de producción en plantas de cemento y siderúrgicas, así como la participación de otros tipos de industrias. Dentro de la categoría industria de los minerales se encuentra la subcategoría producción de cemento, donde según el inventario de GEI del año 2012 (IDEAM, PNUD, MADS, DNP, CANCELLERÍA. 2015<sup>b</sup>) representó una participación respecto al grupo IPPU de 49,8%. Por su parte la industria de los metales (hierro, acero y ferroaleaciones) significó una participación respecto al grupo de 29,4%. La categoría de fuente industria manufacturera como se trató anteriormente, pertenece al grupo energía, específicamente en la categoría de industria manufacturera y de la construcción, ésta categoría obtuvo una participación dentro del módulo energía de 12,2%.

Para la aproximación a las emisiones de CO<sub>2</sub>eq en el sector IPPUm, se optó por determinar la participación de Oriente en el departamento de Antioquia según las actividades de la industria manufacturera y la explotación de minas y canteras. Así entonces, en el Plan tecnológico del centro de



la innovación, la agroindustria y el turismo (Centro de la innovación, la agroindustria y el turismo – SENA, 2009) se encontró que el valor agregado al año 2005 en precios constantes (millones de pesos) en la región Oriente de la actividad de industria manufacturera y explotación de minas y canteras fue de 573.807 y 17.058, respectivamente, y que estas mismas actividades para el mismo año pero a escala departamental tuvieron valores en precios constantes (millones de pesos) de 6.210.032 y 622.537, respectivamente. Con esta información y usando la Ecuación 2 es posible determinar que la participación de estas actividades en la región Oriente respecto al departamento es de 8,6% ( $p_{ri} = 590.865/6.832.569$ ).

## 2.4 Origen de las emisiones de gases de efecto invernadero en el oriente antioqueño

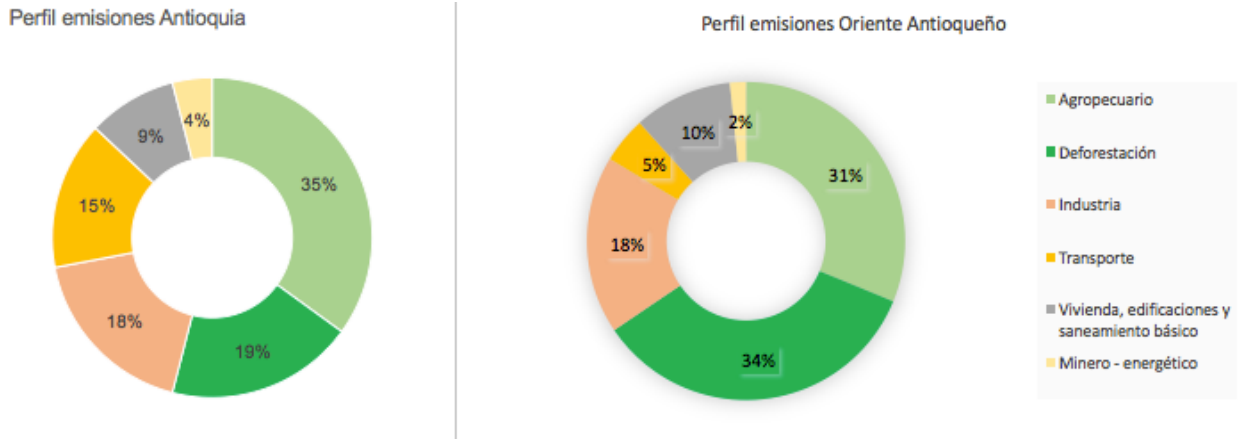
De acuerdo con la regionalización del inventario de GEI para el departamento de Antioquia (Corporación Ecovera), las emisiones totales fueron 16.954 Gg de CO<sub>2</sub>eq, mientras que para el territorio jurisdicción de CORNARE se estimaron valores de 1.450,83 Gg de CO<sub>2</sub>eq, que representan el 8,6% de las emisiones del departamento.

En la Figura 6, se presentan las distribuciones de las emisiones de GEI en el departamento de Antioquia, así como las obtenidas para el oriente antioqueño según los sectores y subsectores utilizados por la regionalización del inventario de GEI realizado por la Corporación Ecovera. Esta gráfica se incluye en el texto únicamente con el objeto de ilustrar los resultados iniciales en materia de aproximación de emisiones en el oriente antioqueño. La Figura 7, por su parte muestra la distribución de las emisiones de GEI en el departamento y en la región del oriente antioqueño según los grupos definidos por el IPCC. Como se puede observar a escala departamental y regional, el grupo con mayor participación dentro de las emisiones de GEI totales es el AFOLU (unión de agropecuario y deforestación), donde las emisiones alcanzan valores de 9.155,2 y 950,6 Gg CO<sub>2</sub>eq, respectivamente. Tanto el departamento de Antioquia como la región del oriente antioqueño, tienen grandes extensiones con vocación agrícola y pecuaria, además, son territorios caracterizados y reconocidos por su gran riqueza en ecosistemas forestales. Estas características le conceden a estos territorios altas emisiones de GEI a la atmósfera producto de las actividades desarrolladas dentro de los sectores (ganadería, uso de fertilizantes nitrogenados y deforestación).

A escala departamental, le siguen los grupos de Energía (unión de industrias de la energía – centrales térmicas y transporte terrestre), IPPUm y residuos con 3.221,3, 3.051,7 y 1.525,9 Gg CO<sub>2</sub>eq, respectivamente (Figura 7). A escala de la región del oriente antioqueño, se presentan discrepancias en el orden de participación respecto a la escala departamental, encontrándose como segundo mayor emisor el grupo IPPUm, seguido por el de residuos y finalmente el grupo de energía. Estos grupos tienen emisiones de 262,5, 145,2 y 92,5 Gg CO<sub>2</sub>eq, respectivamente. Si comparamos por ejemplo la participación del grupo Energía, encontramos que a escala regional éste ocupa el último lugar, mientras que a escala departamental ocupa el segundo lugar después del AFOLU, y es lógico, ya que el Área Metropolitana del Valle de aburrá, es la región dentro del departamento que concentra la mayor cantidad de vehículos de transporte en todas sus modalidades, lo que sustenta de alguna manera los altos valores obtenidos (Figura 6).

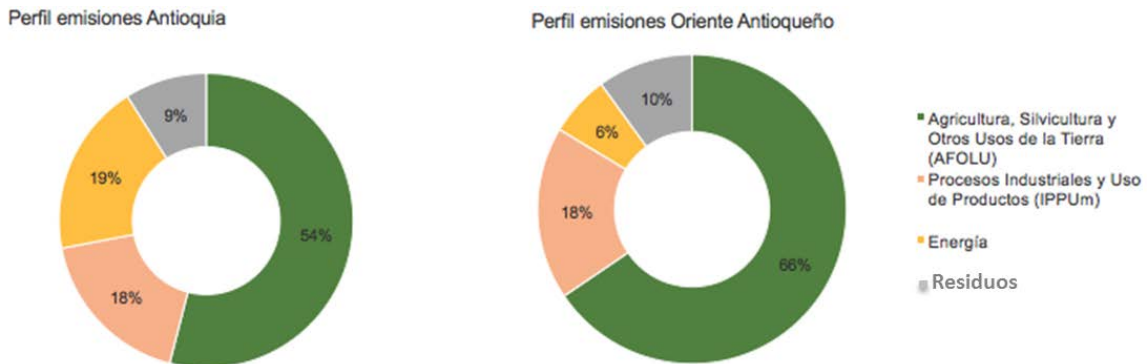


Figura 6. Distribución de las emisiones de GEI en el departamento de Antioquia y Oriente antioqueño según sectores/subsectores de la regionalización del inventario de GEI para Antioquia (Ecovera).



Fuente: elaboración propia, a partir de resultados de la regionalización del inventario de GEI para Antioquia

Figura 7. Distribución de las emisiones de GEI en el departamento de Antioquia y Oriente antioqueño según grupos sugeridos por el IPCC.



Fuente: elaboración propia, a partir de resultados de la regionalización del inventario de GEI para Antioquia

La economía en la región del Oriente Antioqueño se caracteriza por contar con una gama muy diversa de actividades agropecuarias, industriales, mineras, comerciales, recreativas y de turismo. La región es naturalmente agrícola, se produce papa, maíz, frijol, fresa, uchuva, en algunos lugares plátano, caña, café, higos y hortalizas. Se desarrollan actividades agrícolas de realce nacional como el cultivo y comercialización de hortalizas, tubérculos y leguminosas; la explotación avícola, porcícola y lechera, y la producción de flores para la exportación, entre otras actividades primarias. Esta diversidad de actividades en la región promueve de igual manera una gran variedad en términos de emisiones de GEI.

#### 2.4.1 Procedimiento para la estimación de las emisiones de GEI según grupo en los municipios del oriente antioqueño





- *Energía*

El dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) normalmente representa el 95 por ciento de las emisiones del sector energético, mientras que el metano y el óxido nitroso son responsables del porcentaje restante (IPCC, 2006). Para el presente estudio se asumirá que en su totalidad las emisiones ocasionadas por las actividades de este grupo consistirán en el tipo de gas de CO<sub>2</sub>.

Para la aproximación a las emisiones de GEI en la región del oriente antioqueño para este grupo, se partió de las emisiones de los sectores minero-energético (678,2 Gg CO<sub>2</sub>eq) y transporte (2.543,1 Gg CO<sub>2</sub>eq) obtenidos por medio de la regionalización del inventario de GEI para el departamento de Antioquia.

Respecto a la industria de la energía – centrales térmicas, en la región únicamente se encuentra esta infraestructura en el municipio de Puerto Triunfo, por lo que una vez calculada la participación de este municipio respecto al departamento de Antioquia en cuanto a la capacidad instalada, se procede mediante la Ecuación 1 a obtener las emisiones aproximadas de la categoría en el municipio de Puerto Triunfo.

De la misma manera, para la categoría transporte terrestre, las aproximaciones a las emisiones de GEI en cada uno de los municipios con vehículos matriculados en las secretarías de tránsito y transporte se obtienen empleando la Ecuación 1. Los municipios con información son en su mayoría aquellos localizados en la subregión Valles de San Nicolás como El Carmen de Viboral, El Santuario, Guarne, La Ceja, Marinilla y Rionegro, además del municipio de Sonsón de la subregión Páramo.

- *AFOLU*

Según el inventario de GEI del año 2012 (IDEAM, PNUD, MADS, DNP, CANCELLERÍA 2015<sup>a</sup>), el 67% de las emisiones del grupo corresponden al gas CO<sub>2</sub> generadas principalmente por el cambio en el stock de carbono por cambio en el uso de la tierra, el 19% son emisiones de metano (CH<sub>4</sub>), principalmente por la fermentación entérica y gestión del estiércol. El 14% restante corresponde a emisiones de N<sub>2</sub>O (óxido nitroso) generado en su mayoría por gestión de suelos agrícolas y del estiércol. Por este motivo, se asume que las emisiones producto de tierras convertidas en pastizales corresponden al tipo de gas de CO<sub>2</sub>, aquellas por fermentación entérica y gestión del estiércol a metano (CH<sub>4</sub>) y finalmente, las de suelos gestionados al gas N<sub>2</sub>O.

Para la aproximación a las emisiones de GEI en los municipios de la región del oriente antioqueño para este grupo, se parte de los resultados obtenidos mediante la Ecuación 3, que corresponden a las emisiones equivalentes de las categorías de fuente de fermentación entérica, gestión del estiércol, emisiones directas de N<sub>2</sub>O en suelos gestionados y tierras convertidas en pastizales. A continuación se muestran los resultados obtenidos:

$$A_{\text{e fermentación entérica}} = 9.155,2 \times 17\% = 1.556,4 \text{ Gg CO}_2\text{eq}$$

$$A_{\text{e gestión del estiércol}} = 9.155,2 \times 2\% = 183,1 \text{ Gg CO}_2\text{eq}$$

$$A_{\text{e suelos gestionados}} = 9.155,2 \times 13\% = 1.190,2 \text{ Gg CO}_2\text{eq}$$





$$A_{e \text{ tierras convertidas}} = 9.155,2 \times 51\% = 4.669,2 \text{ Gg CO}_2\text{eq}$$

Ahora, con las participaciones de cada municipio respecto al departamento en cada categoría de fuente estimadas anteriormente mediante la Ecuación 2 y asumiendo que  $A_{ei} \approx A_j$  es posible mediante la Ecuación 1 ( $E_i = \sum (p_{ri} \times A_j)$ ), la obtención de las emisiones de GEI para las categorías de fuente del grupo AFOLU para cada municipio.

Mediante la Ecuación 4, se estiman las emisiones de CH<sub>4</sub> por fermentación entérica para el método de nivel 1 del IPCC 2006 para cada uno de los municipios del oriente antioqueño. Posteriormente, mediante el uso del PCG (Potencial de Calentamiento Global) del gas metano, se obtienen las emisiones de CO<sub>2</sub> eq de la actividad.

- *Residuos*

Las emisiones de metano CH<sub>4</sub> procedentes de los sitios de eliminación de desechos sólidos son la mayor fuente de emisiones de gases de efecto invernadero del sector residuos (IPCC, 2006). Aunque en el tratamiento y eliminación de aguas residuales domésticas e industriales se puede presentar además de emisiones de CH<sub>4</sub>, emisiones de N<sub>2</sub>O, no se asumen dentro de este grupo, ya que son muy variables dependiendo del tipo de tratamiento y las condiciones existentes durante el tratamiento.

Para la aproximación de las emisiones de GEI en la región del oriente antioqueño para este grupo, se partió de las emisiones obtenidas para el sector Vivienda, edificaciones y saneamiento básico (1.525,9 Gg CO<sub>2</sub>eq) obtenidos en la regionalización del inventario de GEI para el departamento de Antioquia y de las participaciones municipales respecto al departamento en cuanto al número de suscriptores al servicio de aseo urbano obtenidas mediante la Ecuación 2.

Una vez son calculadas las participaciones de cada uno de los municipios respecto al departamento en lo referente al número de suscriptores al servicio de aseo de las cabeceras, mediante la Ecuación 1, se obtienen las emisiones aproximadas en cada uno de los municipios del oriente antioqueño.

- *Procesos Industriales y Uso de Productos modificado (IPPUM)*

Las emisiones de gases de efecto invernadero son producidas por una gran variedad de actividades industriales. Durante los procesos de estas actividades puede producirse una gran variedad de gases de efecto invernadero, incluidos el dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), el metano (CH<sub>4</sub>), el óxido nitroso (N<sub>2</sub>O), entre otros. El gas emitido a la atmósfera por las actividades de la industria de los minerales como la producción de cemento es el CO<sub>2</sub>, mientras que los gases emitidos a través de las industrias manufactureras son más diversos y dependen principalmente del proceso productivo, tipo de tecnología, entre otros. Por la ausencia de información de procesos productivos en las industrias manufactureras, se asume que el gas emitido en el grupo IPPUM es el dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>).

Para la aproximación a las emisiones de GEI en este grupo, se partió de las emisiones obtenidas para el sector Industria (3.051,72 Gg CO<sub>2</sub>eq) obtenidas en la regionalización del inventario de GEI para el departamento de Antioquia y de la participación de la región respecto al departamento en cuanto al



valor agregado del año 2005 de las actividades de industria manufacturera y explotación de minas y canteras (Ecuación 2).

Las aproximaciones a las emisiones en este grupo en particular fueron posibles a escala regional, pues no se cuenta con información que permita detallar las emisiones a escala municipal. No obstante, con el conocimiento previo de la participación de la región respecto al departamento en cuanto al valor agregado del año 2005 de las actividades de industria manufacturera y explotación de minas y canteras, y con el empleo de la Ecuación 1, es posible obtener las emisiones en la región del oriente antioqueño. Nuevamente, por el detalle de la información disponible no es posible realizar análisis a escala municipal, pero de acuerdo al uso del suelo actual en el territorio, si podemos asegurar que las emisiones de las industrias manufactureras están concentradas en los municipios de la subregión del Valle de San Nicolás y que las emisiones de las industrias de los minerales principalmente en la subregión Páramo (Sonsón y Abejorral) y Bosques (Puerto Triunfo, Cocorná y San Luis).

#### 2.4.2 Tipo de gases que se emiten en el Oriente Antioqueño

Nuevamente es conveniente recordar que la metodología empleada no pretende obtener resultados precisos de un inventario de GEI, sino una aproximación de las emisiones de los sectores y/o actividades más importantes e impactantes de la región. Por esta razón no se emplea una metodología como tal para el cálculo de emisiones por tipo de gas, sino que de acuerdo a la descripción de la participación de cada tipo de gas en cada grupo según la literatura, se estiman las emisiones correspondientes a los gases más representativos ( $\text{CO}_2$ ,  $\text{CH}_4$  y  $\text{N}_2\text{O}$ ) en el oriente antioqueño. En algunos casos, como se describió para el grupo IPPUm, por ausencia de información, fue necesario asumir que la totalidad de las emisiones a la atmósfera correspondían a dióxido de carbono, aunque es conocido que mediante las actividades industriales se emiten otros tipos de gases como  $\text{CH}_4$  y  $\text{N}_2\text{O}$ .

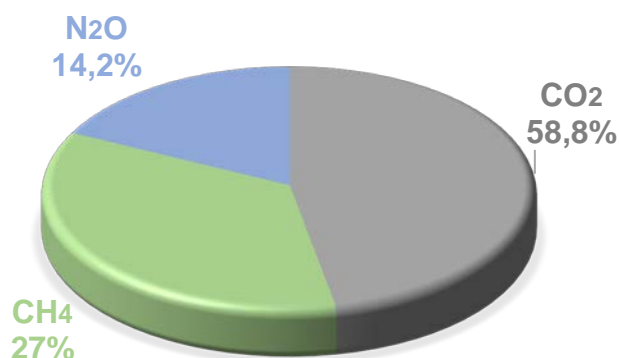
Las aproximaciones a las emisiones de GEI muestran que en la jurisdicción de CORNARE, las emisiones de dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ) representan el 58,8% de las emisiones de la región (Figura 8) debido principalmente a las pérdidas de cobertura boscosa (deforestación), a las emisiones producto de los procesos productivos de las industrias de producción de cemento y manufactureras, así como aquellas generadas por el transporte terrestre. Como se analizará más adelante, los municipios que más participación tienen en la emisión de  $\text{CO}_2$  son aquellos con las mayores extensiones de cobertura boscosa eliminada, tal es el caso de aquellos localizados en las subregiones Páramo y Bosques.

Las emisiones de metano ( $\text{CH}_4$ ) representan el 27% de las emisiones totales en la región (Figura 8) debido principalmente a las actividades de fuente como la fermentación entérica, gestión del estiércol y al inadecuado manejo de los residuos sólidos y líquidos. En municipios como Marinilla, Guarne y Santo Domingo, donde se concentra una gran cantidad de granjas porcícolas y avícolas, las emisiones de  $\text{CH}_4$  pueden superar el 50% de las emisiones totales municipales.

Finalmente, el óxido nitroso ( $\text{N}_2\text{O}$ ) representa el 14,2% de las emisiones totales en la región (Figura 8) y son producto de la fertilización de los suelos agrícolas. Los municipios con alta vocación agrícola y con grandes superficies establecidas con cultivos transitorios, permanentes y anuales son aquellos con mayor participación en las emisiones de este tipo de gas de efecto invernadero. Los municipios con mayor extensión de área sembrada son Sonsón, El Carmen de Viboral y Abejorral.



Figura 8. Distribución de los principales tipos de gases emitidos en el oriente antioqueño



Fuente: elaboración propia, a partir de resultados de la regionalización del inventario de GEI para Antioquia

### 2.4.3 Aproximación a las emisiones de GEI por subregión del oriente antioqueño

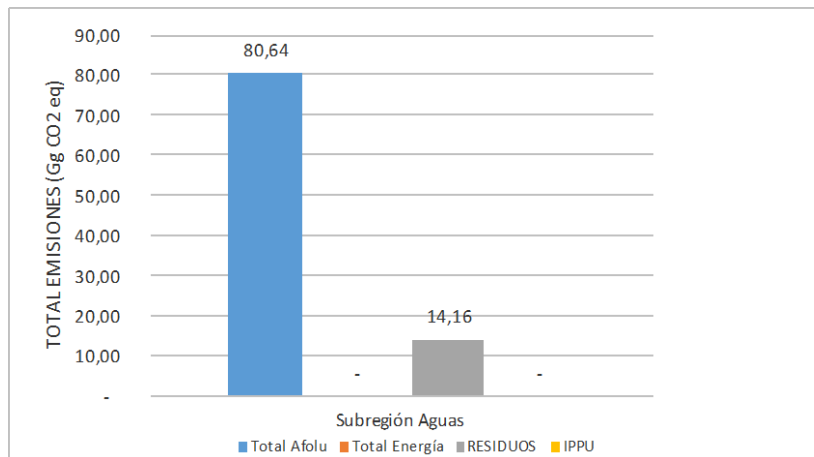
La jurisdicción de CORNARE está conformada por veintitrés (23) municipios de la zona Oriente, dos (2) municipios de la zona del Nordeste y un (1) municipio de la zona del Magdalena Medio, con un área aproximada de 827.600 hectáreas correspondientes al 13% del departamento de Antioquia. Estos municipios a su vez se distribuyen según su vocación principal y con objeto de planificación en cinco (5) subregiones así:

- Subregión Aguas: tiene un área de 176.600 ha correspondiente a los municipios de El Peñol, Granada, Guatapé, San Carlos y San Rafael.
- Subregión Bosques: con 162.700 ha está integrada por los municipios de Cocorná, San Francisco, San Luis y Puerto Triunfo.
- Subregión Páramo: tiene una superficie de 240.200 ha y está conformada por los municipios de Abejorral, Argelia, Nariño y Sonsón.
- Subregión Porce-Nus: posee una extensión de 101.700 ha y la conforman los municipios de Alejandría, Concepción, San Roque y Santo Domingo.
- Subregión Valles de San Nicolás: con una superficie de 176.600, es la segunda subregión mas grande luego de Páramo, y concentra el mayor número de municipios, El Carmen de Viboral, El Retiro, El Santuario, Guarne, La Ceja, La Unión, Marinilla, Rionegro y San Vicente.

Con la estimación a las aproximaciones de emisiones de GEI para cada uno de los municipios, es posible obtener las emisiones por subregión en la jurisdicción de CORNARE. Es importante nuevamente aclarar, que no fue posible la obtención de las emisiones de GEI por municipio para el grupo IPPUm, y que debido a que entre las emisiones de las dos actividades de este grupo (industrias manufactureras y minerales) las mayores se producen al interior de las industrias manufactureras, se asume de acuerdo al uso actual del territorio que las emisiones del grupo IPPUm se concentran en la subregión Valles de San Nicolás.

En la subregión Aguas, se presentan emisiones de GEI de 80,64 y 14,16 Gg CO<sub>2</sub>eq en los grupos AFOLU y residuos, respectivamente, que representan el 6,5% de las emisiones totales de la región. Debido a la baja participación respecto a las actividades agropecuarias y pérdidas de cobertura boscosa, las emisiones del grupo AFOLU son las menores respecto a las demás subregiones. Ahora, como los municipios de esta subregión concentran la mayor parte de sus habitantes en la cabecera urbana, las emisiones del grupo residuos después de la subregión Valles de San Nicolás son las más altas en el territorio (Figura 9).

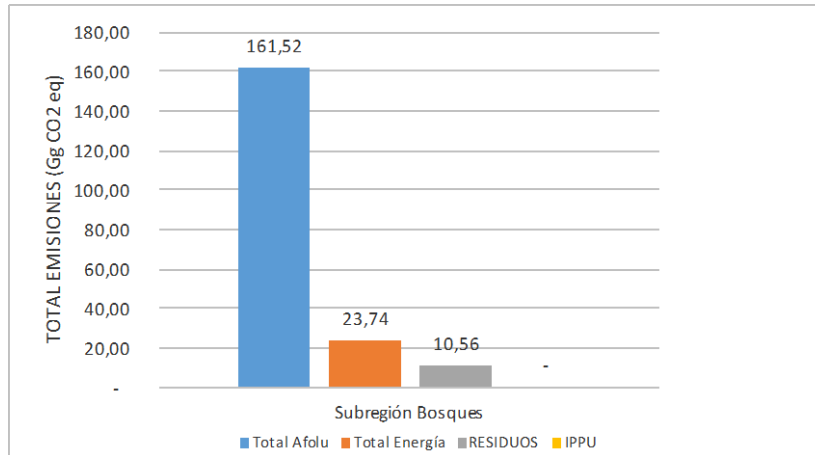
Figura 9. Emisiones de GEI por grupo en la subregión Aguas



Fuente: elaboración propia, a partir de resultados de la regionalización del inventario de GEI para Antioquia

Para la subregión Bosques se obtuvieron emisiones de 161,52, 23,74 y 10,56 Gg CO<sub>2</sub>eq en los grupos AFOLU, Energía y Residuos, respectivamente, que representan el 13,5% de las emisiones totales de la región. Las mayores emisiones en la subregión pertenecen al grupo AFOLU (Figura 10), aunque no son las emisiones más altas respecto a las emisiones totales de la región, conociendo las particularidades en extensiones de la cobertura boscosa de la subregión. Las emisiones del grupo Energía en esta subregión son las más altas después de la subregión Valles de San Nicolás y en su totalidad corresponden a la actividad de la central térmica propiedad de Argos que se encuentra en el municipio de Puerto Triunfo.

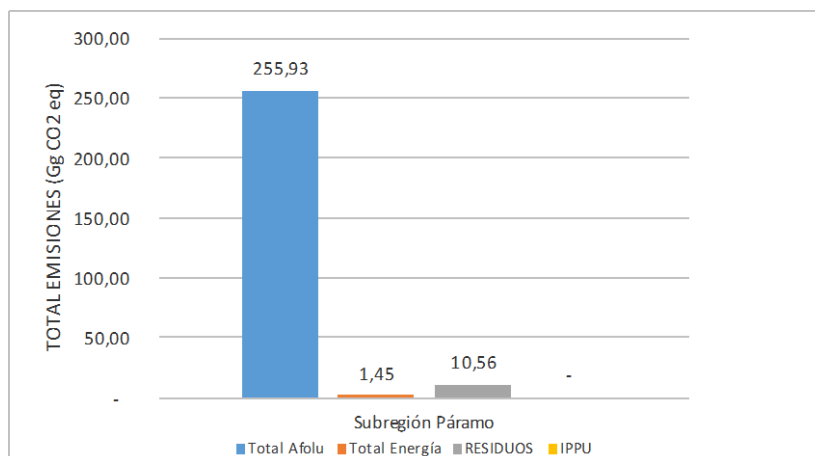
Figura 10. Emisiones de GEI por grupo en la subregión Bosques



Fuente: elaboración propia, a partir de resultados de la regionalización del inventario de GEI para Antioquia

En la subregión Páramo se presentan altas emisiones de GEI producto del grupo AFOLU (255,93 Gg CO<sub>2</sub>eq) debido principalmente a las grandes superficies de bosques naturales eliminadas para la expansión de la actividad pecuaria (Figura 11). Estas emisiones ocupan el segundo puesto en participación respecto a las emisiones totales del grupo AFOLU en la región, es sobrepasada por la subregión de Valles de San Nicolás. Las emisiones de GEI de los grupos Energía y Residuos son de 1,45 y 10,56 Gg CO<sub>2</sub>eq, respectivamente. Las emisiones del grupo Energía corresponden a las obtenidas por actividad de transporte terrestre en el municipio de Sonsón y las emisiones del grupo Residuos en esta subregión coinciden con los valores obtenidos en el mismo grupo en la subregión Bosques. Las emisiones totales de GEI en esta subregión son de 267,94 Gg CO<sub>2</sub>eq, que equivalen al 18,5% de las emisiones del oriente antioqueño.

Figura 11. Emisiones de GEI por grupo en la subregión Páramo

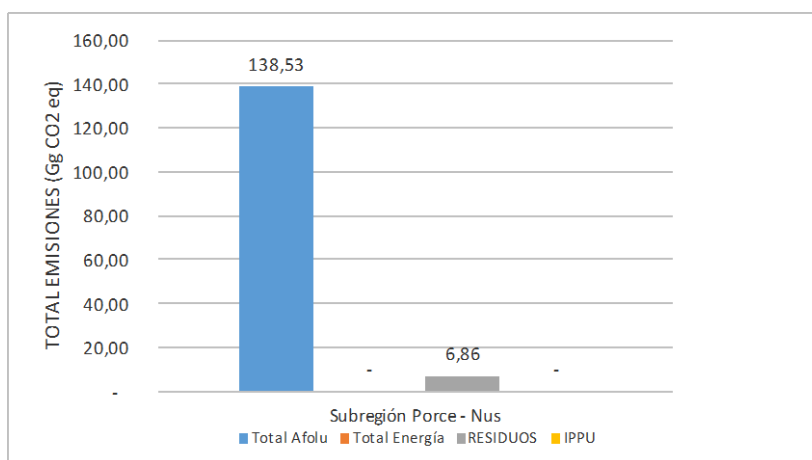


Fuente: elaboración propia, a partir de resultados de la regionalización del inventario de GEI para Antioquia



La subregión Porce-Nus presenta emisiones en los grupos AFOLU y Residuos de 138,53 y 6,86 Gg CO<sub>2</sub>eq (Figura 12), respectivamente, que equivalen al 10% de las emisiones totales de la región. Esta subregión presenta las emisiones totales más bajas después de la subregión Aguas. Como en todas las subregiones, existe una alta participación en las emisiones del grupo AFOLU y en este territorio específicamente corresponden a la predominancia de las actividades agrícolas y pecuarias. El número de granjas avícolas y porcícolas en los municipios de San Roque y Santo Domingo promueven las emisiones del grupo. Por el lado de las emisiones del grupo Residuos, de acuerdo a la concentración de la población en la zona rural de los municipios, se encuentra que las emisiones son las más bajas de todas las subregiones.

Figura 12. Emisiones de GEI por grupo en la subregión Porce-Nus



Fuente: elaboración propia, a partir de resultados de la regionalización del inventario de GEI para Antioquia

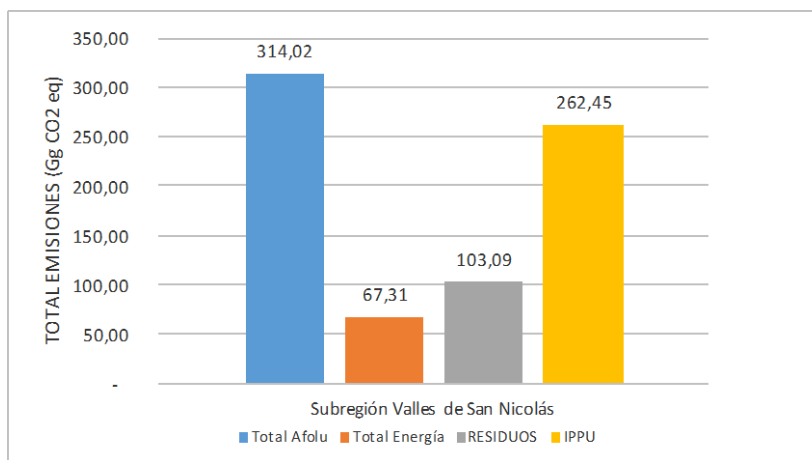
Finalmente, la subregión de Valles de San Nicolás presenta las mayores emisiones de GEI (746,88 Gg CO<sub>2</sub>eq), que corresponden al 51,5% de las emisiones totales de la región. En esta subregión las emisiones son lideradas por el grupo AFOLU con 314,02 Gg CO<sub>2</sub>eq (Figura 13), las cuales son las más altas comparadas con las demás subregiones. Lo anterior se debe principalmente al aporte de las actividades avícolas y porcícolas presente en algunos municipios como Marinilla y Guarne, así como a las grandes superficies establecidas con cultivos transitorios.

El grupo IPPUm ofrece emisiones de 262,45 Gg CO<sub>2</sub>eq (Figura 13), que son producto de las actividades de la industria manufacturera y de los minerales. Estas estimaciones como se ha mencionado constantemente, se le asignaron a la subregión Valles de San Nicolás debido a que allí se concentran la mayoría de las industrias manufactureras.

El grupo Residuos tiene emisiones de 103,09 Gg CO<sub>2</sub>eq (Figura 13), los más altos respecto a las demás subregiones; un resultado lógico y esperado ya que los municipios de la subregión son los más poblados, donde la mayor parte de la población se encuentra establecida en las zonas urbanas y por lo tanto existe mayor número de suscriptores al servicio de aseo.

El grupo Energía presenta emisiones de 67,31 Gg CO<sub>2</sub>eq (Figura 13), producto de las actividades de transporte terrestre. La mayoría de vehículos matriculados en el oriente antioqueño, corresponden a vehículos matriculados en las secretarías de tránsito y transporte de los municipios de la subregión de Valles de San Nicolás, lo que favorece los altos valores de las emisiones.

Figura 13. Emisiones de GEI por grupo en la subregión Valle de San Nicolás



Fuente: elaboración propia, a partir de resultados de la regionalización del inventario de GEI para Antioquia

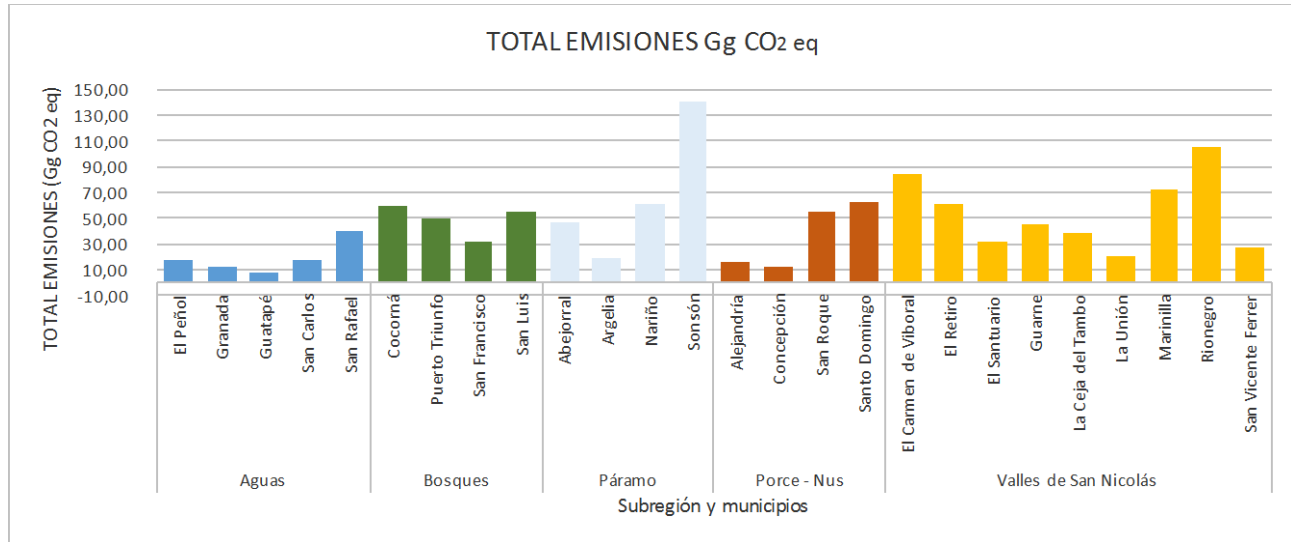
#### 2.4.4 Aproximación a las emisiones de GEI por municipio del oriente antioqueño

Cuando detallamos los análisis a escala municipal, notamos que debido a la diversidad en las actividades económicas en cada uno de estos, inclusive dentro de una misma subregión se presentan diferencias significativas respecto a las emisiones totales (Figura 14). Como se mencionó anteriormente, la subregión con menores emisiones corresponde a la subregión Aguas y esto es debido a que sus municipios presentan una vocación económica referenciada a la generación de energía por medio de centrales hidroeléctricas que no utilizan combustibles fósiles en su proceso y por lo tanto no se consideran emisiones de GEI. A pesar que en los municipios de la subregión Aguas existan áreas establecidas con cultivos permanentes, transitorios y anuales; y además que se encuentran zonas con uso pecuario, la participación de estas actividades respecto a los demás municipios está muy por debajo y por lo tanto conllevan a bajas emisiones de GEI. Existen municipios como Argelia, Alejandría y Concepción que también presentan bajas emisiones de GEI debido en primer lugar a la poca participación de actividades agrícolas y pecuarias respecto a los demás municipios de la región, y en segundo lugar porque tienen la particularidad de concentrar la mayoría de la población en las zonas rurales, lo que favorece resultados de bajas emisiones en el grupo Residuos, debido a que el criterio utilizado para estimar la participación de cada municipio de la jurisdicción CORNARE respecto al departamento de Antioquia fue el número de suscriptores al servicio de aseo en las cabeceras urbanas.

Los municipios con mayores emisiones son en orden descendente Sonsón, Rionegro, El Carmen de Viboral, Marinilla y Santo Domingo, con valores de 140,79, 104,10, 84,05, 71,86 y 62,6 Gg CO<sub>2</sub>eq, respectivamente (Figura 14). Estos municipios representan aproximadamente la tercera parte de las

emisiones totales de la región (31,9%). En todos los municipios de la región con excepción de Rionegro se presenta que las emisiones de GEI provienen principalmente de las actividades del grupo AFOLU.

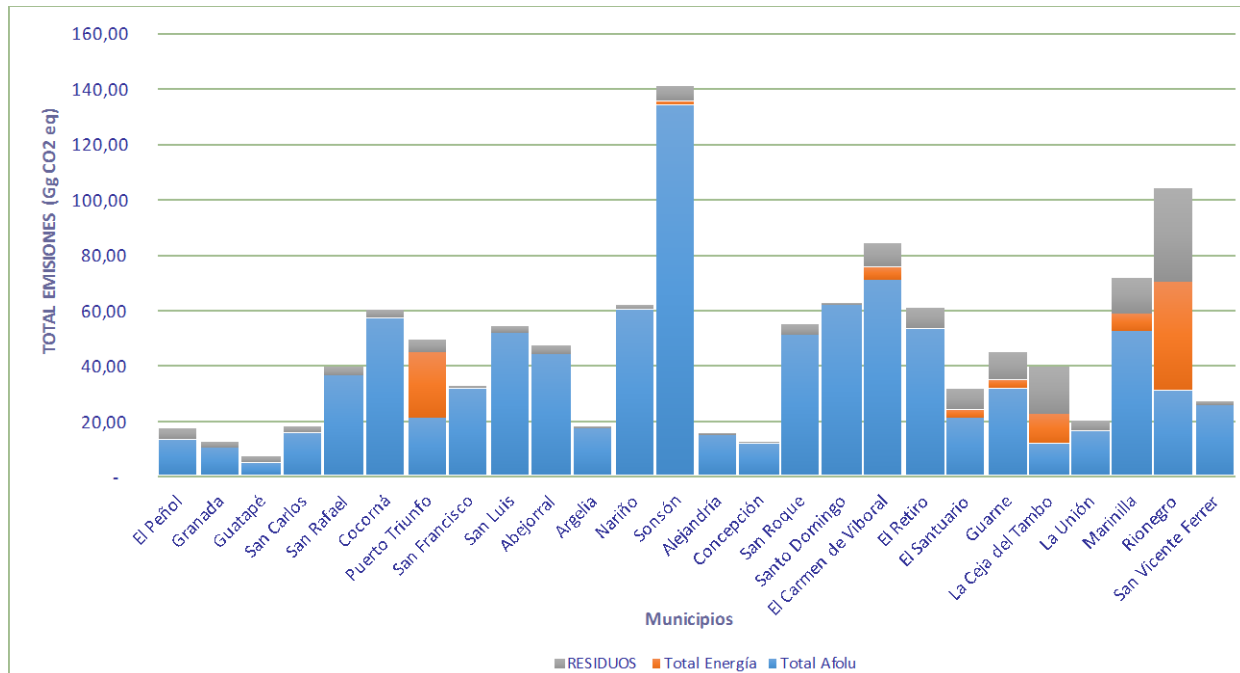
Figura 14. Emisiones totales de GEI en los municipios del oriente antioqueño



Fuente: elaboración propia, a partir de resultados de la regionalización del inventario de GEI para Antioquia

El municipio de Sonsón, lidera la lista como el de mayor emisión en la región, debido a que presenta la mayor extensión de superficie de bosque eliminada anualmente entre el período 2005 – 2010 y además a que es el municipio con mayor superficie establecida con cultivos transitorios, permanentes y anuales que demandan gran cantidad de fertilizantes con compuestos de nitrógeno (N) (Tabla 7); estas dos características favorecen que las emisiones en el grupo AFOLU (134 Gg CO<sub>2</sub>eq) sean aún mayores que las emisiones totales para el municipio que le sigue Rionegro (Figura 15). Los demás grupos (Energía y Residuos) no son preponderantes a la hora de aportar a las estimaciones totales del municipio y se encuentran por debajo de la mayoría de municipios de la subregión Valles de San Nicolás.

Figura 15. Emisiones de GEI por grupo en los municipios del oriente antioqueño



Fuente: elaboración propia, a partir de resultados de la regionalización del inventario de GEI para Antioquia

Como se observa en la Figura 15 y en la Tabla 7, el grupo Energía tiene la mayor participación en las emisiones totales del municipio de Rionegro (39,02 Gg CO<sub>2</sub>eq). Esto se debe a que la mayoría de vehículos matriculados en el oriente antioqueño, se encuentran registrados en la secretaría de tránsito y transporte del municipio, lo que conlleva a obtener los valores más altos en emisiones de este grupo. El grupo Residuos es otro de los propulsores de las altas emisiones de GEI en el municipio (34,23 Gg CO<sub>2</sub>eq), pues es el municipio con mayor cantidad de población y la gran mayoría de esta se encuentra establecida en la zona urbana. Respecto a las emisiones producto del grupo AFOLU, este municipio no tiene una participación considerable (30,85 Gg CO<sub>2</sub>eq), pues las actividades pecuarias y agrícolas no son tan significativas e inclusive se encuentran por debajo de municipios de la misma subregión Valles de San Nicolás como San Vicente, La Unión, entre otros. Es importante aclarar, que dentro de este municipio no se encuentran las aproximaciones de emisiones de la industria manufacturera, uso que en este municipio es de gran importancia y participación, por lo que pudiera considerarse que con la inclusión de estas emisiones en el perfil del municipio, lograría superar al municipio de Sonsón como mayor emisor.

El municipio de El Carmen de Viboral, presenta 84,05 Gg CO<sub>2</sub>eq. El grupo AFOLU es aquel con mayor participación en las emisiones totales del municipio (70,94 Gg CO<sub>2</sub>eq) y es sustentado por las grandes superficies establecidas con cultivos transitorios y permanentes, así como por la eliminación anual de coberturas boscosas entre el período 2005 – 2010. Al igual que Rionegro y Marinilla, El Carmen de Viboral es de los municipios más poblados de la región y su población se encuentra asentada en la cabecera urbana, lo que favorece relativamente altos valores de emisión en el grupo Residuos (8,85 Gg CO<sub>2</sub>eq). Como sucede en los municipios de Rionegro y Marinilla, en El Carmen de Viboral están



asentadas industrias manufactureras que posiblemente ocasionen un incremento en los niveles de emisiones de GEI.

El siguiente municipio con altos valores de emisiones es Marinilla, donde se presentan emisiones de 71,86 Gg CO<sub>2</sub>eq, donde el grupo AFOLU tiene la mayor participación dentro de las emisiones totales del municipio (Figura 15) debido a que allí tiene presencia el mayor número de granjas porcícolas de la región (52,87 Gg CO<sub>2</sub>eq). Marinilla es uno de los municipios mas poblados de la región del oriente antioqueño y la mayoría de su población se encuentra asentada en la zona urbana. Estas características, al igual que en el municipio de Rionegro, favorecen emisiones altas de metano pertenecientes al grupo Residuos (13,05 Gg CO<sub>2</sub>eq). Finalmente las emisiones de la actividad de transporte terrestre son de 5,93 Gg CO<sub>2</sub>eq, ya que es un municipio que posee el tercer puesto en número de vehículos matriculados. Como sucede en el municipio de Rionegro, en Marinilla están asentadas industrias manufactureras que posiblemente ocasionen un incremento en los niveles de emisiones de GEI.

Del total de emisiones de GEI en el municipio de Santo Domingo (62,60 Gg CO<sub>2</sub>eq), casi el 99% (61,49 Gg CO<sub>2</sub>eq) están asociadas a actividades como la fermentación entérica y gestión del estiércol que hacen parte del grupo AFOLU (Tabla 7). De acuerdo al inventario pecuario del año 2013 (Gobernación de Antioquia, 2014), el municipio ocupa el segundo lugar en la región en cuanto a número de porcinos y el primer lugar en número de aves de engorde. Estas particularidades benefician el alto valor de emisiones de las actividades de fermentación entérica y gestión del estiércol. Las emisiones restantes corresponden al grupo de Residuos (1,11 Gg CO<sub>2</sub>eq), que realmente no son significativas.

Aunque el municipio de La Ceja no tiene altas emisiones de GEI, si se presenta un caso muy particular, y es que la mayor proporción de las emisiones del municipio corresponden al grupo de Residuos (16,37 Gg CO<sub>2</sub>eq), seguido por AFOLU (11,52 Gg CO<sub>2</sub>eq) y por Energía con 11,33 Gg CO<sub>2</sub>eq (Figura 15). Esta distribución de las emisiones se sustenta con la variable demográfica, ya que este municipio ocupa el segundo lugar después de Rionegro y al igual que la mayoría de los municipios de la subregión Valles de San Nicolás, concentra gran parte de su población en la cabecera urbana.





Tabla 7. Emisiones de GEI en Gg de CO<sub>2</sub>eq en cada municipio del Oriente Antioqueño, según categoría de fuente y grupo.

Municipio	AFOLU					ENERGÍA		RESIDUOS	IPPUm	TOTAL EMISIONES Gg CO <sub>2</sub> eq
	Fermentación entérica	Fermentación entérica Nivel 1 IPCC 2006	Gestión del estiércol	Emisiones directas de N <sub>2</sub> O de los suelos gestionados	Tierras convertidas en pastizales	Transporte terrestre	Industrias Energía - Centrales térmicas			
El Peñol	1,36	6,58	0,09	7,38	4,88	-	-	3,58	-	47,29
Granada	1,86	7,60	0,24	3,13	4,94	-	-	2,70	-	12,87
Gustapé	0,56	2,10	0,04	0,34	3,61	-	-	2,38	-	6,91
San Carlos	5,69	18,27	0,69	7,75	1,36	-	-	2,71	-	48,20
San Rafael	3,02	9,82	0,20	5,28	28,22	-	-	2,80	-	39,53
SUBREGIÓN AGUAS	12,49	44,37	1,26	23,88	43,01	-	-	14,16	-	94,81
Cocorná	4,05	10,20	0,60	10,07	42,58	-	-	2,62	-	59,92
Puerto Triunfo	12,29	56,89	0,85	0,85	6,90	-	23,74	4,79	-	49,41
San Francisco	0,38	1,80	0,14	3,66	27,25	-	-	0,94	-	32,36
San Luis	2,87	13,69	0,36	3,85	44,83	-	-	2,21	-	54,13
SUBREGIÓN BOSQUES	19,58	82,58	1,95	18,42	121,56	-	23,74	10,56	-	195,82
Abigorral	8,25	41,75	0,53	19,79	15,66	-	-	2,89	-	47,12
Argelia	1,64	4,29	0,10	5,48	9,98	-	-	1,09	-	18,29
Namio	2,77	11,56	0,18	9,86	47,70	-	-	1,24	-	61,74
Sorsón	16,48	77,80	1,33	27,13	89,06	1,45	-	5,34	-	140,78
SUBREGIÓN PÁRAMO	29,14	135,41	2,14	62,25	162,40	1,45	-	10,56	-	267,94
Alejandro	0,94	3,92	0,14	3,05	10,62	-	-	1,07	-	15,82
Concepción	2,11	8,62	1,54	2,58	5,29	-	-	0,88	-	12,39
San Roque	8,52	21,68	0,57	12,45	29,23	-	-	3,81	-	54,58
Santo Domingo	28,55	19,60	10,00	9,56	13,37	-	-	1,11	-	62,60
SUBREGIÓN PORCE - NUS	40,12	53,82	12,25	27,65	58,51	-	-	6,86	-	145,39
El Carmen de Viboral	5,65	18,80	4,17	21,51	39,62	4,26	-	8,85	-	84,05
El Retiro	9,24	5,81	3,45	3,55	37,16	-	-	7,20	-	60,60
El Santuario	3,67	9,32	5,18	9,61	2,25	3,43	-	7,61	-	31,74
Guame	20,09	10,51	1,58	2,39	7,37	3,34	-	10,28	-	45,06
La Ceja del Tambo	5,30	19,16	0,34	0,72	5,16	11,33	-	16,37	-	39,22
La Unión	7,53	44,90	0,52	5,08	3,66	-	-	3,62	-	20,41
Mariella	31,36	19,44	4,03	14,19	3,29	5,93	-	13,05	-	71,86
Rionegro	12,66	21,90	8,22	2,82	7,15	39,02	-	34,23	-	104,10
San Vicente Ferrer	3,34	8,93	0,89	14,64	6,63	-	-	1,88	-	27,38
SUBREGIÓN VALLES DE SAN NICOLÁS	98,84	158,77	28,37	74,53	112,28	67,31	-	103,09	262,45	484,43
TOTAL REGIÓN CORNARE	200,18	474,95	45,97	206,73	497,77	68,76	23,74	145,24	262,45	1.450,83
TOTAL DEPARTAMENTO				5.933,90	3.221,30	2.543,10	678,20	1.525,90	3.051,70	16.954,0

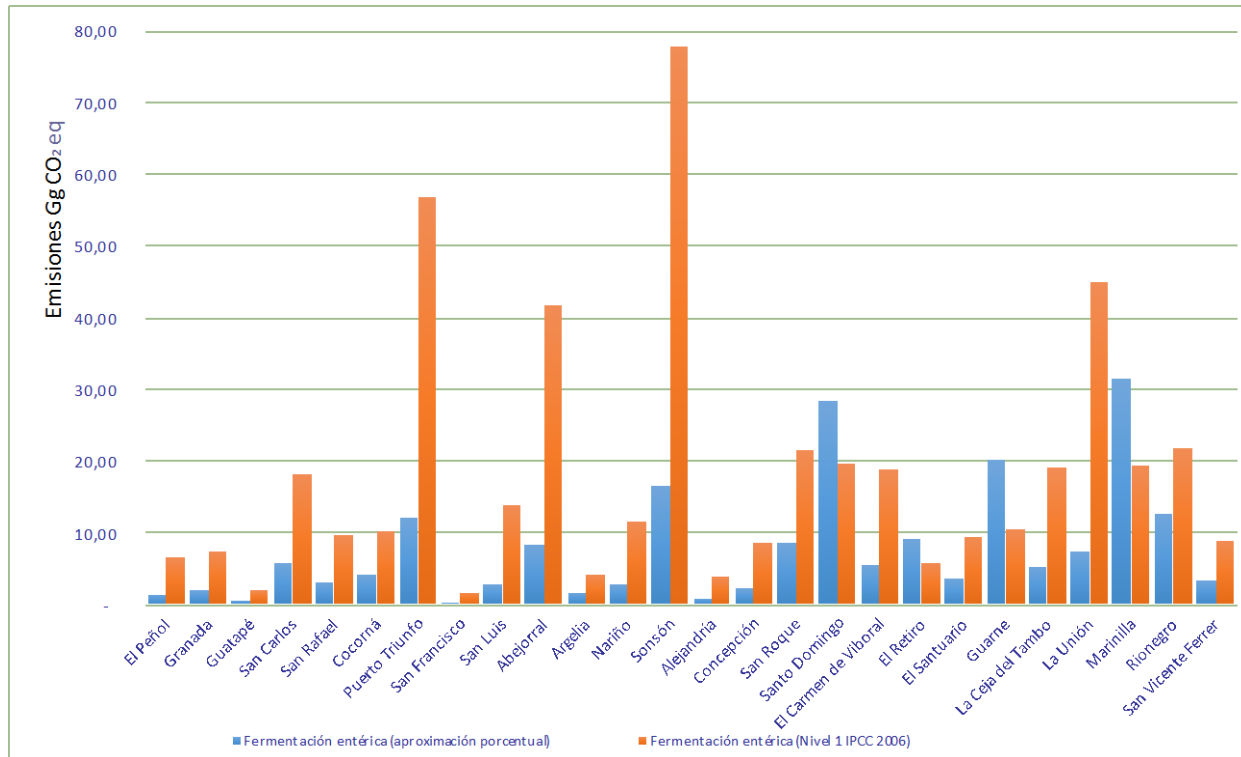
Fuente: elaboración propia, a partir de resultados de la regionalización del inventario de GEI para Antioquia y Nivel 1 directrices del IPCC 2006 para el inventario nacional de GEI

Al realizar análisis de acuerdo a las fuentes de emisión caracterizadas (Tabla 7), se encuentra que respecto al grupo Energía, la región cuenta con una única central térmica localizada en el municipio de Puerto Triunfo, por lo que una vez calculada la participación de este municipio respecto al departamento de Antioquia en cuanto a capacidad y mediante la Ecuación 1, se obtiene que las emisiones aproximadas en esta categoría es de 23,74 Gg de CO<sub>2</sub>eq que corresponden al 1,6% de las emisiones totales de la zona de estudio (Tabla 7). Por otro lado, para la categoría transporte terrestre, las emisiones de GEI en la región del oriente antioqueño son de 68,76 Gg de CO<sub>2</sub>eq que corresponden al 4,7% de las emisiones totales de la región. Los municipios de Rionegro y La Ceja son aquellos que concentran las mayores emisiones, debido a que poseen el mayor número de vehículos matriculados.

Las emisiones en el oriente antioqueño referentes a la actividad de fermentación entérica representan el 13,8% de las emisiones totales alcanzando cifras de 200,18 Gg CO<sub>2</sub>eq, los municipios con mayor aporte a estas emisiones son aquellos que tienen un alto número de granjas porcícolas que se encuentran en la subregión Valles de San Nicolás, municipios como Marinilla, Guarne y Rionegro.

Se encuentran diferencias en los resultados de las emisiones en Gg CO<sub>2</sub>eq de la actividad de fermentación entérica mediante el uso de los métodos de participación de cada municipio en el inventario pecuario del departamento y el método de Nivel 1 de las directrices del IPCC 2006 (Tabla 7). Se obtiene un mayor valor de emisiones mediante el método del Nivel 1, 474,95 Gg CO<sub>2</sub>eq respecto a 324,99 Gg CO<sub>2</sub>eq obtenidos mediante el método de aproximación. Con esta metodología, los municipios con mayor número de cabezas de ganado vacuno según el inventario pecuario del año 2013 (Sonsón, Puerto Triunfo y La Unión), son los que tienen mayores emisiones de GEI en el oriente antioqueño. En la Figura 16 se muestran las emisiones de CO<sub>2</sub>eq por municipio para la actividad de fermentación entérica y según los métodos empleados (aproximación porcentual y método de Nivel 1 del IPCC 2006).

Figura 16. Emisiones de CO<sub>2</sub>eq por municipio para la actividad de fermentación entérica según los dos métodos empleados



Fuente: elaboración propia, a partir de resultados de la regionalización del inventario de GEI para Antioquia y del uso del método Nivel 1 para fermentación entérica IPCC 2006

Las emisiones de la actividad gestión del estiércol en el oriente antioqueño alcanzaron valores de 45,97 Gg CO<sub>2</sub>eq donde su principal gas emisor es el CH<sub>4</sub>. La participación de esta actividad respecto a las



emisiones totales es de 3,2%, respaldadas principalmente por municipios como Santo Domingo, Rionegro y El Santuario, donde la actividad avícola tiene una alta participación. A escala de subregión, las mayores emisiones se presentan en Valles de San Nicolás.

La actividad de emisiones directas de N<sub>2</sub>O en suelos gestionados en la región oriente de Antioquia, presentó valores de 206,73 Gg CO<sub>2</sub>eq que representan el 14,2% de las emisiones totales en la región. Los municipios de Sonsón, El Carmen de Viboral y Abejorral, tienen las mayores extensiones establecidas con cultivos transitorios, permanentes y anuales y por lo tanto son los que más contribuyen a las emisiones obtenidas (Tabla 7 y Figura 15).

Finalmente, la conversión de tierras forestales a pasturas, es la actividad con mayores emisiones en la región del oriente antioqueño, donde el dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) es el gas emitido. Las emisiones obtenidas son 497,77 Gg CO<sub>2</sub>eq y representan el 34,3% de las emisiones totales del territorio. La subregión de la jurisdicción de CORNARE con mayores emisiones es Páramo, donde los municipios de Sonsón y Nariño promueven la cifra debido a que presentan las mayores pérdidas anuales de la cobertura boscosa. Son igualmente importantes y alarmantes las emisiones obtenidas en los municipios de San Luis y Cocorná de la subregión Bosques, ya que son municipios con grandes extensiones de bosques naturales en diferentes estados de conservación, que pueden aumentar las emisiones si el proceso de expansión de la frontera pecuaria continúa.

El grupo Residuos en la región del oriente antioqueño presenta emisiones de 145,24 Gg de CO<sub>2</sub>eq, que corresponden al 10% de las emisiones totales del territorio. Los municipios con mayores emisiones coinciden obviamente con los que poseen mayor número de habitantes y por lo tanto generan mayor número de residuos, estos municipios son aquellos localizados en la subregión de Valles de San Nicolás (Tabla 7).

Con la identificación de las actividades y sectores emisores de gases de efecto invernadero en la región jurisdicción de CORNARE, se pretende establecer cuál de estas, a través de la implementación de acciones o medidas de mitigación, tienen potencial de reducir sus emisiones y de esta manera favorecer un desarrollo bajo en carbono en la región.



### 3 BIBLIOGRAFÍA

Cabrera E., Vargas D. M., Galindo G. García, M.C., Ordoñez, M.F., Vergara, L.K., Pacheco, A.M., Rubiano, J.C. y Giraldo, P. 2011. Memoria técnica de la cuantificación de la deforestación histórica nacional – escalas gruesa y fina. Instituto de Hidrología, Meteorología, y Estudios Ambientales-IDEAM. Bogotá D.C., Colombia. 106 p.

Centro de la innovación, la agroindustria y el turismo – SENA. 2009. Plan tecnológico del centro de la innovación, la agroindustria y el turismo. Consultado en Noviembre de 2015 de <http://www.sigp.sena.edu.co/soporte/Plan/Planes%20Tecnologicos/PT%202019%20Antioquia%20-%20Centro%20Innovacion%20Agroindustria%20Turismo%20>

CORNARE. PLAN DE GESTIÓN AMBIENTAL REGIONAL 2014-2032. Servicios ecosistémicos y adaptación al cambio climático, un pacto por la sostenibilidad del oriente Antioqueño. El Santuario, Junio 11 de 2014.

CORNARE. Referentes ambientales para la construcción de los planes de desarrollo en los municipios del oriente antioqueño. 2015. Consultado en Noviembre de 2015 de <http://www.cornare.gov.co/component/content/article/166-siar/402-sistema-de-informacion-ambiental-regional>.

EAFIT – CORNARE. Identificación de zonas potencialmente explotables para los recursos minerales y pétreos en la región de los Valles de San Nicolás y lineamientos para su aprovechamiento / Geovany Bedoya S., Víctor Flórez T., Jorge López R; Universidad EFIT. -- El Santuario: Cornare, 2001. -- 2v.

IDEAM, PNUD, MADS, DNP, CANCELLERÍA. 2015<sup>a</sup>. Primer Informe Bienal de Actualización de Colombia. Bogotá D.C., Colombia.

IDEAM, PNUD, MADS, DNP, CANCELLERÍA. 2015<sup>b</sup>. Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero (GEI) de Colombia. Tercera Comunicación Nacional de Cambio Climático de Colombia. IDEAM, PNUD, MADS, DNP, CANCELLERÍA, FMAM. Bogotá, Colombia.

IDEAM, PNUD, MADS, DNP, CANCELLERÍA. 2016. Avance Tercera Comunicación Nacional de Cambio Climático de Colombia. Boletín 08 de Enero de 2016. Bogotá, Colombia.

García Arbeláez, C.; Barrera, X.; Gómez, R. y R. Suárez Castaño. 2015. El ABC de los compromisos de Colombia para la COP 21. 2 ed. WWF-Colombia.31 pp.

Gobernación de Antioquia<sup>a</sup>. Departamento Administrativo de Planeación. Anuario Estadístico de Antioquia, 2013 [Recurso electrónico] Medellín: Departamento Administrativo de Planeación, 2014.



Gobernación de Antioquia<sup>b</sup>. Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural. Anuario Estadístico del Sector Agropecuario en el Departamento de Antioquia 2013. Medellín: Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural, 2014.

Hansen et al. 2013, High-Resolution Global Maps of 21st-Century Forest Cover Change.” Science 342 (15 November): 850–53. Data available on-line from: <http://earthenginepartners.appspot.com/science-2013-global-forest>

IPCC 2006. 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories. Consultado en Noviembre de 2015 de <http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/>.

IPCC, 2014: Climate Change 2014: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Core Writing Team, R.K. Pachauri and L.A. Meyer (eds.)]. IPCC, Geneva, Switzerland, 151 pp.

This document is an output from a project funded by the UK Department for International Development (DFID) and the Netherlands Directorate-General for International Cooperation (DGIS) for the benefit of developing countries. However, the views expressed and information contained in it are not necessarily those of or endorsed by DFID or DGIS, who can accept no responsibility for such views or information or for any reliance placed on them.

This publication has been prepared for general guidance on matters of interest only, and does not constitute professional advice. You should not act upon the information contained in this publication without obtaining specific professional advice. No representation or warranty (express or implied) is given as to the accuracy or completeness of the information contained in this publication, and, to the extent permitted by law, the entities managing the delivery of the Climate and Development Knowledge Network do not accept or assume any liability, responsibility or duty of care for any consequences of you or anyone else acting, or refraining to act, in reliance on the information contained in this publication or for any decision based on it.





© 2012, All rights reserved

