



Financiado por  
la Unión Europea



## REGIÓN FUNCIONAL TERRITORIAL DE CAMBIO CLIMÁTICO

### RELATORIA de Insumos Técnicos, Planes *de* ACCIÓN CLIMÁTICA RFTCC





**Financiado por  
la Unión Europea**



## **Agradecimiento**

Este documento de Relatoría de insumos técnicos recibió el respaldo del Pacto Global de Alcaldes por el Clima y la Energía, financiado por el Servicio de Instrumentos de Política Exterior de la Comisión Europea.

La Relatoría de insumos técnicos, publicado en 2023, ha sido verificado y validado por el Pacto Global de Alcaldes por el Clima y la Energía.

Su contenido es responsabilidad exclusiva de los Municipios de la Región Funcional Territorial de Cambio Climático y no necesariamente refleja la opinión del Pacto Global de Alcaldes por el Clima y la Energía ni de la Unión Europea.



**Financiado por  
la Unión Europea**



## RELATORÍA DE INSUMOS TÉCNICOS.

**Planes de Acción RFTCC**

### **Pacto Global de Alcaldes por el Clima y la Energía (GCoM Américas)**

Hélina Cardoso, hcardoso@globalcovenantofmayors.eu

Belén Jiménez, belen.jimenez@giz.de

### **ICLEI- Gobiernos Locales por la Sustentabilidad**

Alejandro González Valencia, alejandro.gonzalez@iclei.org

Sergio Aranguren, sergio.aranguren@iclei.org

Luz Camacho, luz.camacho@iclei.org

Lorena Hurtado, lorena.hurtado@iclei.org

Maria Riveros, mariafernanda.riveros@iclei.org

### **Asociación Colombiana de Ciudades Capitales**

Luz María Zapata, info@asocapitales.co

Natalia Castañeda, nataliacastaneda@asocapitales.co

### **Federación Colombiana de Municipios**

Gilberto Toro, gilberto.toro@fcm.org.co

Sandra Castro, sandra.castro@fcm.org.co

### **Carlos Cubides**

cacubidesdur@hotmail.com



## **INFORME TÉCNICO**

**RELATORIA DE INSUMOS TÉCNICOS: DESARROLLO DE OCHO PLANES DE ACCIÓN  
CLIMÁTICA PARA LOS MUNICIPIOS DE LA REGIÓN FUNCIONAL TERRITORIAL DE CAMBIO  
CLIMÁTICO**

2023

## PRESENTACIÓN

La Estrategia Colectiva del Pacto Global de Alcaldes por el Clima y la Energía para Colombia es un proyecto de cooperación financiado por la Comisión Europea e implementado en Colombia por ICLEI-Gobiernos por la Sustentabilidad. En este marco, la Región Funcional Territorial de Cambio Climático, compuesta por los municipios de Betétiva, Busbanzá, Corrales, Floresta, Gámeza, Mongua, Monguí y Tópaga, fue seleccionada para recibir apoyo técnico en la elaboración de inventarios de gases de efecto invernadero y la formulación de un plan de acción climática comunitario.

## CONTENIDO

INTRODUCCIÓN .....	7
I. METODOLOGÍA .....	8
1.1 Plantear los objetivos que quiere alcanzar con la implementación de los Planes Locales de Acción Climática.....	9
1.2 Propuesta de medidas o estrategias de mitigación .....	9
1.3 Definir los criterios de evaluación y ponderación de las medidas identificadas .....	9
1.4 Evaluar y priorizar las medidas de acuerdo con los criterios .....	9
1.5 Selección de las medidas .....	9
1.6 Agrupar las medidas en líneas y ejes estratégicos.....	9
1.7 Alinear las medidas con las líneas de la Política Nacional de Cambio Climático, la Contribución Nacionalmente Determinada, los medios de implementación y la Estrategia de Largo Plazo 2050 .....	10
1.8 Identificar las características de cada medida.....	10
1.9 Elaborar las fichas de medidas.....	10
II. LINEA BASE DE LOS INVENTARIOS MUNICIPALES DE GEI.....	11
RESULTADOS DE LOS INVENTARIOS MUNICIPALES DE GASES DE EFECTO INVERNADERO COMO DETERMINANTE EN LA LÍNEA BASE Y SELECCIÓN DE LAS MEDIDAS.....	13
Resultados globales de los inventarios de gases de efecto invernadero discriminados por sector y fuente de emisión.....	15
Concentración de las emisiones y relación con su origen.....	21
III. DISEÑO DE MEDIDAS BASADO EN LAS FUENTES DE EMISIÓN Y SU PARTICIPACIÓN EN EL INVENTARIO.....	33
Medida 1. Programa de ganadería sostenible .....	34
Medida 2. Programa de legalización minera .....	37
Medida 3. Sustitución progresiva de fogones tradicionales de leña .....	38
Medida 4. Programa transporte sostenible.....	41
Medida 5. Agricultura sostenible.....	42
Medida 6. Programa de implementación de sistemas fotovoltaicos en edificios públicos .....	44
Medida 7. Programa de gestión integral de residuos sólidos .....	46
Medida 8. Construcción de plantas de tratamiento de aguas residuales.....	47
IV. PRIORIZACIÓN DE MEDIDAS DE MITIGACIÓN .....	48
Priorización de las medidas según el potencial de reducción de las emisiones.....	48
Priorización de las medidas según el alcance territorial .....	50
Priorización de las medidas según la población beneficiada.....	51



Financiado por  
la Unión Europea



Priorización de las medidas según la calidad de los datos de la fuente de emisión .....52

Resultados de la priorización de medidas según los criterios de evaluación.....53

V. ALINEACIÓN DE LAS MEDIDAS CON LAS LÍNEAS DE LA POLÍTICA NACIONAL DE CAMBIO CLIMÁTICO, LA CONTRIBUCIÓN NACIONALMENTE DETERMINADA, EL PLAN INTEGRAL DE GESTIÓN DEL CAMBIO CLIMÁTICO DEL DEPARTAMENTO Y EL PROGRAMA CAMINO HACIA CARBONO NEUTRAL. ....56

    Alineación de los programas con los planes de gobierno municipales .....56

    Alineación de los programas con políticas y programas a nivel nacional, regional y local .....62

VI. FICHAS DE LAS MEDIDAS DE MITIGACIÓN DEL PLAN DE ACCIÓN CLIMÁTICA ....

VII. BIBLIOGRAFIA.....70



## INDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1 Pasos para la formulación de las medidas de mitigación.....	8
Ilustración 2 Municipios de la Región Funcional Territorial de Cambio Climático .....	11
Ilustración 3 Participación porcentual de los sectores del inventario de GEI para la Región Funcional Territorial de Cambio Climático .....	16
Ilustración 4 Participación porcentual de los sectores del inventario de GEI para la Región Funcional Territorial de Cambio Climático .....	17
Ilustración 5 Relación de las emisiones asociadas a la fermentación entérica con los resultados totales del inventario de GEI en los municipios de la región funcional .....	21
Ilustración 15 Emisiones asociadas al consumo de leña en los municipios de la Región Funcional	31
Ilustración 16 Relación de las emisiones asociadas a la gestión de estiércol con los resultados totales del inventario de GEI en los municipios de la región funcional .....	32
Ilustración 17 Medida 1. Potencial de reducción de GEI en cada municipio del programa ganadería sostenible.....	36
Ilustración 18 Medida 3. Emisiones de GEI asociadas al consumo de carbón, leña, deforestación y extracción de leña en cada municipio de la Región Funcional. Expresadas en toneladas de CO <sub>2</sub> e .....	39
Ilustración 19. Número de beneficiarios asignados y potencial de reducción de GEI para cada municipio.....	40
Ilustración 21 Medida 6. Programa de implementación de sistemas fotovoltaicos en edificios públicos y su aplicabilidad en cada municipio en virtud de las emisiones .....	45
Ilustración 23 Medidas de mitigación de GEI en relación con el potencial de reducción de emisiones para cada municipio .....	49
Ilustración 24 Medidas de mitigación de GEI en relación con el potencial de reducción de emisiones de forma acumulada. ....	49
Ilustración 25 Evaluación de las medidas de mitigación de GEI en relación con el alcance territorial .....	50
Ilustración 26 Evaluación de las medidas de mitigación de GEI en relación con la población beneficiada .....	51
Ilustración 27 Evaluación final de las medidas de acuerdo a los cuatro criterios de priorización.....	54

## INDICE DE TABLAS

Tabla 1 Línea base municipios de la Región Funcional Territorial de Cambio Climático.....	12
Tabla 2 Marcos y límites de los inventarios municipales de GEI en la Región Funcional Territorial de Cambio Climático .....	13
Tabla 3 Fuentes de emisión y construcción de la información empleada en los inventarios municipales de GEI .....	13
Tabla 4 Resumen de los resultados de los inventarios municipales de GEI en la Región Funcional Territorial de Cambio Climático. ....	
Tabla 5 Jerarquización de las fuentes de emisión de acuerdo a los resultados del inventario.....	16
Tabla 20 Evaluación final de las medidas de acuerdo a los cuatro criterios de priorización .....	54
Tabla 21 Alineación de las medidas del PLAC con el plan de desarrollo del municipio de Gámeza	56
Tabla 22 Alineación de las medidas del PLAC con el plan de desarrollo del municipio de Tópaga .	57
Tabla 23 Alineación de las medidas del PLAC con el plan de desarrollo del municipio de Floresta	58
Tabla 24 Alineación de las medidas del PLAC con el plan de desarrollo del municipio de Mongui .	58
Tabla 25 Alineación de las medidas del PLAC con el plan de desarrollo del municipio de Mongua	59

Tabla 26 Alineación de las medidas del PLAC con el plan de desarrollo del municipio de Betetiva 61  
Tabla 27 Alineación de las medidas del PLAC con el plan de desarrollo del municipio de Corrales 62  
Tabla 28 Alineación del programa ganadería sostenible con políticas y programas a nivel nacional,  
regional y local ..... 63  
Tabla 29. Alineación del programa sustitución progresiva fogones tradicionales de leña con políticas  
y programas a nivel nacional, regional y local ..... 65

## INTRODUCCIÓN

En la lucha global contra el cambio climático, los gobiernos locales desempeñan un papel crucial al implementar estrategias y acciones específicas en sus comunidades. Estas medidas buscan fortalecer la resiliencia territorial frente a los cambios en los patrones climáticos y contribuir a la reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero. De esta manera, se suman de manera significativa al objetivo global de evitar que la temperatura media del planeta se incremente en más de 1,5 °C.

Los Planes Locales de Acción Climática (PLAC) son estrategias y programas desarrollados a nivel local por gobiernos municipales, regionales o comunidades, para abordar y mitigar los efectos del cambio climático. Estos planes buscan identificar, planificar e implementar acciones específicas adaptadas a las necesidades y características particulares de una localidad. Los PLAC suelen incluir medidas para aumentar la resiliencia frente a eventos climáticos extremos, reducir las emisiones de gases de efecto invernadero a nivel local y fomentar prácticas sostenibles. Estos pueden abordar diversos aspectos, como la eficiencia energética, la gestión sostenible del agua, la movilidad urbana, la planificación del uso del suelo, la promoción de energías renovables, entre otros.

**El presente informe de relatoría de insumos técnicos es una guía para entender cómo se llevó a cabo la formulación de los Planes Locales de Acción Climática para los municipios que conforman la Región Funcional Territorial de Cambio Climático en el departamento de Boyacá.**

El objetivo de los Planes Locales de Acción Climática (PLACs) para los 8 municipios de la Región Funcional es, disminuir las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) específicas de cada municipio. Esto se logra mediante la definición de medidas, la evaluación de los potenciales de reducción de emisiones, la formulación de esquemas de financiamiento, el establecimiento de mecanismos de seguimiento y la fijación de metas claras en un horizonte de planificación a corto, mediano y largo plazo. Estos objetivos se traducen en acciones concretas destinadas a mitigar el impacto ambiental y contribuir activamente a la sostenibilidad climática local.

Para su elaboración, se empleó la metodología establecida por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, conforme a las directrices de la "Guía para la formulación e implementación de los planes integrales de gestión del cambio climático territoriales". Además, se llevó a cabo un proceso de concertación de las medidas con la colaboración de la Corporación Autónoma Regional de Boyacá (Corpoboyacá) en el contexto de la formulación del Plan Integral de Gestión del Cambio Climático Territorial del departamento de Boyacá. Este enfoque también se alineó estratégicamente con el programa "Camino Hacia Carbono Neutral" como parte integral de la estrategia departamental. Las estrategias de mitigación diseñadas abarcan una amplia gama de sectores, incluyendo el transporte, el acceso a la energía, la agricultura, la gestión del uso del suelo, la disposición de residuos sólidos y el manejo de los vertimientos.

## I. METODOLOGÍA

La elaboración de los PLACs para los municipios de la Región Funcional Territorial de Cambio Climático tuvo como marco metodológico la “*Guía para la formulación e implementación de los planes integrales de gestión del cambio climático territoriales*” del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MinAmbiente). En particular, se enfocó en la metodología de la Fase 3, denominada Análisis Estratégico. Esta etapa tiene como objetivo construir una hoja de ruta para la definición de las medidas más adecuadas para cada una de las fuentes de emisión identificadas y los medios para su implementación. Este enfoque se basa en la información recopilada, analizada y validada a través de los inventarios municipales de gases de efecto invernadero.

La metodología establece dos enfoques con los que se debe formular las medidas de mitigación de los gases de efecto invernadero. El primero plantea reducir los niveles de emisiones de los gases de efecto invernadero a la atmósfera a través de la limitación o disminución de los gases generados por las fuentes de emisiones que generan determinadas actividades en el territorio. El segundo se enmarca en aumentar o mejorar los sumideros y reservas para la captura y almacenamiento de gases de efecto invernadero.<sup>1</sup>

Ilustración 1 Pasos para la formulación de las medidas de mitigación



**Fuente:** Dirección de Cambio Climático y Gestión del Riesgo, Minambiente, 2020

A continuación, se describe el marco metodológico de uno de los pasos para la formulación de las medidas contenidas en los PLACs.

<sup>1</sup> Guía para la formulación e implementación de los planes integrales de gestión del cambio climático territoriales [Recurso electrónico] / Dirección de Cambio Climático y Gestión del Riesgo. Coord.: equipo técnico líder de formulación: Ortiz Rodríguez, Edwin Giovanni; PNUD. Proyecto Amazonía Sostenible para la Paz: equipo técnico líder de formulación: Pulido Sánchez, Ana María. Bárcenas Sandoval, Jairo Enrique Bogotá D.C.: Colombia. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible; Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo, 2022. 187 p.

### **1.1 Plantear los objetivos que quiere alcanzar con la implementación de los Planes Locales de Acción Climática**

A partir de los resultados de los inventarios de gases de efecto invernadero municipales, es imperativo establecer metas claras respecto a la reducción de las emisiones calculadas. Se deben definir tanto los objetivos como el alcance que se asignarán a los distintos Planes Locales de Acción Climática (PLAC). Este proceso debe incorporar la participación de actores estratégicos, garantizar el cumplimiento de políticas y acuerdos internacionales, nacionales y sectoriales, y asegurar la coherencia con los instrumentos de gestión del cambio climático a nivel departamental.

### **1.2 Propuesta de medidas o estrategias de mitigación.**

Después de definir el alcance, se establecen las líneas estratégicas para cada uno de los municipios de la Región Funcional. Posteriormente, se procede a desarrollar la lista de medidas propuestas para cada fuente de emisión que serán objeto de gestión. Estas deben ser concertadas y estructuradas con meticulosidad, teniendo en cuenta no solo los documentos territoriales de cada municipio, sino también la participación activa de las comunidades y los diversos actores involucrados.

### **1.3 Definir los criterios de evaluación y ponderación de las medidas identificadas.**

La priorización de medidas de mitigación implica la definición clara de criterios que permitirán evaluar el cumplimiento de las medidas propuestas. Cada uno de estos criterios debe contar con una valoración numérica, estableciendo de manera cuantitativa su importancia y contribución al objetivo general.

### **1.4 Evaluar y priorizar las medidas de acuerdo con los criterios.**

Una vez que los criterios han sido definidos y consensuados, se procede a evaluar las medidas considerando la realidad específica de los territorios y las fuentes de emisión que se buscan mitigar a través de los Planes Locales de Acción Climática (PLAC). Esta evaluación debe resultar en la priorización de las medidas, asegurando así su ejecución efectiva y la asignación eficiente de los recursos disponibles.

### **1.5 Selección de las medidas.**

Posteriormente, es necesario elaborar una lista de medidas junto con su calificación correspondiente, organizada de mayor a menor puntuación según los criterios evaluados. Esto permitirá establecer un orden de prioridad coherente con los criterios previamente definidos.

### **1.6 Agrupar las medidas en líneas y ejes estratégicos.**

Esta agrupación posibilitará la identificación de puntos en común o compartidos, como actores estratégicos, fuentes de financiación y acciones que pueden integrarse en un proyecto o programa. Este enfoque resulta invaluable para la formulación de las acciones necesarias en la elaboración de los planes de acción. En este punto, se recomienda iniciar la evaluación del horizonte temporal en el cual se implementarán las medidas seleccionadas y la definición de los plazos de ejecución de las acciones, anticipando aquellas que puedan llevarse a cabo en cada una de ellas.

### **1.7 Alinear las medidas con las líneas de la Política Nacional de Cambio Climático, la Contribución Nacionalmente Determinada, los medios de implementación y la Estrategia de Largo Plazo 2050**

Es imperativo alinear cada una de las medidas priorizadas con las metas de mitigación establecidas en la Contribución Nacionalmente Determinada, la Estrategia 2050, la Política Nacional de Cambio Climático (2017) y el Plan Integral de Gestión del Cambio Climático del Departamento de Boyacá. Esta alineación asegura la coherencia y la sinergia entre los diversos niveles de gobernanza, desde el ámbito nacional hasta el regional y local.

### **1.8 Identificar las características de cada medida**

Cada una de las medidas de mitigación priorizadas debe detallar y recopilar información que permita su caracterización. Esta caracterización es esencial para tomar decisiones informadas sobre las necesidades de implementación de cada medida, incluyendo los recursos y medios requeridos para su ejecución.

### **1.9 Elaborar las fichas de medidas**

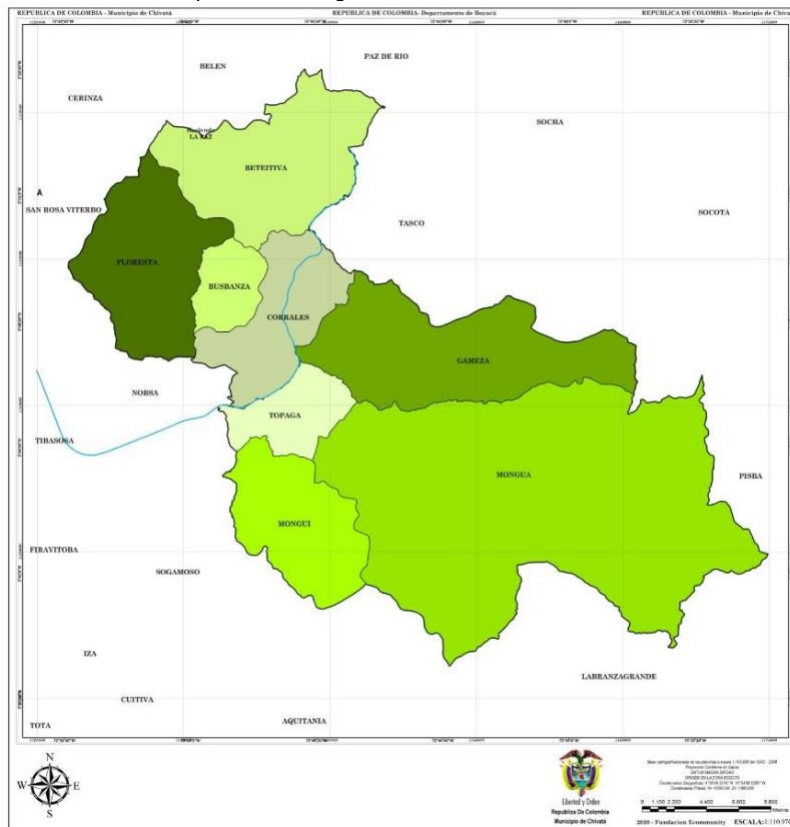
En esta fase, se desarrolla la ficha técnica correspondiente a cada una de las medidas priorizadas. Esta ficha no solo facilitará la creación de los PLACs al proporcionar una comprensión detallada de los objetivos asociados con cada medida, sino que también será un recurso esencial para el monitoreo y seguimiento continuo de su implementación.

## II. LINEA BASE DE LOS INVENTARIOS MUNICIPALES DE GEI

La Región Funcional Territorial de Cambio Climático (RFTCC) es un ejercicio de gobernanza climática creada en el 2019 en el marco del apoyo técnico brindado por el Pacto Global de Alcaldes por el Clima y la Energía al municipio de Tópaga en el departamento de Boyacá. Está conformado por los municipios de Tópaga, Monguí, Mongua, Gámeza, Corrales, Busbanzá, Betéitiva y Floresta. Su creación se dio mediante la firma de un memorándum de entendimiento que fue ratificado en el año 2021 por los gobiernos electos. La RFTCC fue concebida como un escenario catalizador diseñado para que dichos gobiernos locales den respuesta de manera oportuna a problemas transversales del desarrollo teniendo como eje central el cambio climático. Es una estrategia de participación comunitaria transfronteriza que permite aunar esfuerzos mediante alianzas territoriales para hacer frente a problemas comunes.

La **RFTCC** es una herramienta de planeación política y territorial que permite a los municipios que conforman la misma, trabajar mancomunadamente por un interés y con un enfoque común frente a la protección, preservación y promoción del medio ambiente, teniendo como eje central la lucha y resiliencia frente al cambio climático. Dentro de sus objetivos se tiene aumentar la resiliencia climática mediante la creación de sinergias entre municipios vecinos y/o con características similares, reducir las emisiones de GEI como una estrategia para desarrollar nuevos empleos, migrar a actividades económicas sostenibles y mejorar los procesos productivos, sincronizando esfuerzos colectivos. Facilitar el acceso de los territorios a mecanismos de cooperación y financiamiento, así como promover la participación e integración público-privada.

Ilustración 2 Municipios de la Región Funcional Territorial de Cambio Climático



Fuente: Fundación ECommunity

En 2020, se llevó a cabo la Estrategia Nacional del Pacto Global de Alcaldes por el Clima y la Energía en Colombia como un proyecto de cooperación financiera por la Comisión Europea e

implementado por ICLEI-Gobiernos por la Sustentabilidad en colaboración con la Federación Colombiana de Municipios y ASOCAPITALES. El objetivo principal de esta estrategia fue la cuantificación de las emisiones de gases de efecto invernadero en los municipios pertenecientes a la Región Funcional Territorial de Cambio Climático, tomando como período de estudio el año 2019. Para la construcción de los inventarios de gases de efecto invernadero, se optó por la metodología delineada en el Protocolo Global para Inventarios de Emisión de Gases de Efecto Invernadero a Escala Comunitaria, elaborado por el World Resources Institute, el Grupo de Liderazgo de Ciudades contra el Cambio Climático C40 y la red ICLEI - Gobiernos Locales por la Sustentabilidad. Además, se llevó a cabo un primer ejercicio de construcción del Plan Local de Acción Climática, liderado por la empresa Anthesis-Lavola, estableciendo así el marco base para la formulación de las medidas.

En el presente año se actualizaron los inventarios desarrollados en el marco de la Estrategia Nacional del GCoM 2022-2023, empleando la metodología contenida en la "GUÍA PARA LA ACTUALIZACIÓN DE INVENTARIOS DE EMISIONES DE GEI EN CIUDADES COLOMBIANAS" así como el uso de la herramienta de cálculo, teniendo como periodo de estudio el año 2022.

Tabla 1 Línea base municipios de la Región Funcional Territorial de Cambio Climático

	TÓPAGA	MONGUÍ	MONGUA	GAMEZA	CORRALES	BUSBANZÁ	BETÉTIVA	FLORESTA
<b>SUPERFICIE (Km<sup>2</sup>)</b>	37	81	365,5	117	61	22,5	123	85
<b>POBLACIÓN (2023)</b>	3.980	4.377	4.292	4.947	2.595	1.176	1.973	3.295
<b>ACTIVIDAD ECONÓMICA PRINCIPAL</b>	Minería, agricultura, ganadería.	Turismo, agricultura, ganadería, minería	Minería, agricultura, ganadería	Minería, agricultura, ganadería	Agricultura, ganadería, minería	Agricultura, ganadería	Agricultura, ganadería, minería	Ganadería, agricultura, producción lácteos
<b>ESTADO DE LOS SERVICIOS PÚBLICOS DOMICILIARIOS</b>	-Energía eléctrica en todo el municipio.  -Gas natural en la zona urbana y centro poblado.  -Acueducto en todo el municipio.  -Alcantarillado en la zona urbana y centro poblado.	-Energía eléctrica en todo el municipio.  -Gas natural en la zona urbana.  -Acueducto en todo el municipio.  -Alcantarillado en la zona urbana.	-Energía eléctrica en todo el municipio.  -Gas natural en la zona urbana.  -Acueducto en todo el municipio.  -Alcantarillado en la zona urbana.	-Energía eléctrica en todo el municipio.  -Gas natural en la zona urbana.  -Acueducto en todo el municipio.  -Alcantarillado en la zona urbana.	-Energía eléctrica en todo el municipio.  -Gas natural en la zona urbana.  -Acueducto en todo el municipio.  -Alcantarillado en la zona urbana.	-Energía eléctrica en todo el municipio.  -Gas natural en la zona urbana.  -Acueducto en todo el municipio.  -Alcantarillado en la zona urbana.	-Energía eléctrica en todo el municipio.  -Acueducto en todo el municipio.  -Alcantarillado en la zona urbana y centro poblado.	-Energía eléctrica en todo el municipio.  -Gas natural en la zona urbana.  -Acueducto en todo el municipio.  -Alcantarillado en la zona urbana
<b>GESTIÓN DE RESIDUOS</b>	-No cuenta con relleno sanitario, los residuos sólidos son dispuestos fuera del municipio.  -No cuenta con planta de tratamiento de aguas residuales	-No cuenta con relleno sanitario, los residuos sólidos son dispuestos fuera del municipio.  -No cuenta con planta de tratamiento de aguas residuales	-No cuenta con relleno sanitario, los residuos sólidos son dispuestos fuera del municipio.  -No cuenta con planta de tratamiento de aguas residuales	-No cuenta con relleno sanitario, los residuos sólidos son dispuestos fuera del municipio.  -No cuenta con planta de tratamiento de aguas residuales	-No cuenta con relleno sanitario, los residuos sólidos son dispuestos fuera del municipio.  -No cuenta con planta de tratamiento de aguas residuales	-No cuenta con relleno sanitario, los residuos sólidos son dispuestos fuera del municipio.  -No cuenta con planta de tratamiento de aguas residuales	-No cuenta con relleno sanitario, los residuos sólidos son dispuestos fuera del municipio.  -No cuenta con planta de tratamiento de aguas residuales	-No cuenta con relleno sanitario, los residuos sólidos son dispuestos fuera del municipio.  -No cuenta con planta de tratamiento de aguas residuales
<b>VENTA DE COMBUSTIBLE</b>	-No cuenta con estación de servicio	-No cuenta con estación de servicio	-No cuenta con estación de servicio	-No cuenta con estación de servicio	Cuenta con estación de servicio (Gasolina y A.C.P.M.)	-No cuenta con estación de servicio	-No cuenta con estación de servicio	-No cuenta con estación de servicio

Fuente: Fundación ECommunity

## RESULTADOS DE LOS INVENTARIOS MUNICIPALES DE GASES DE EFECTO INVERNADERO COMO DETERMINANTE EN LA LÍNEA BASE Y SELECCIÓN DE LAS MEDIDAS

Para formular medidas de mitigación de gases de efecto invernadero en los PLACs de la Región Funcional Territorial de Cambio Climático, es fundamental identificar la actividad responsable de las emisiones a abordar. Esta línea base proporciona información clave para establecer los objetivos y metas de las medidas a corto, mediano y largo plazo. Es importante destacar que los datos de actividad, la línea base y las metas de las iniciativas de mitigación fueron establecidos en términos de CO<sub>2</sub> equivalente. La siguiente tabla resume los límites y el marco metodológico utilizado para cuantificar las emisiones en la RFTCC.

Tabla 2 Marcos y límites de los inventarios municipales de GEI en la Región Funcional Territorial de Cambio Climático

MARCO DEL INVENTARIO	DESCRIPCIÓN
Periodo de reporte	2022
Sectores calculados	Energía, transporte, residuos, AFOLU
Gases de efecto invernadero	CO <sub>2</sub> , CH <sub>4</sub> , N <sub>2</sub> O, HCFC, CFC
Alcance del inventario	Emisiones generadas dentro de los límites municipales (A1), emisiones indirectas por consumo de energía eléctrica (A2), Emisiones gestionadas fuera de los límites de la ciudad (A3)
Estándar de cuantificación	de Guía para la actualización de inventarios de emisiones de gei en ciudades colombianas

Fuente: Fundación ECOMmunity

Los datos de actividad empleados fueron obtenidos de fuentes primarias, secundarias y en algunos casos contruados partiendo de supuestos y modelados de acuerdo a la realidad de los municipios. Dada la diversidad del origen de los datos fue necesario establecer la incertidumbre de los mismos y se estableció la calidad de los datos empleados de acuerdo al Protocolo Global para Inventarios de Emisión de Gases de Efecto Invernadero a Escala Comunitaria. A continuación, se presentan los datos de actividad empleados para el cálculo de las diferentes fuentes de emisión identificadas.

Tabla 3 Fuentes de emisión y construcción de la información empleada en los inventarios municipales de GEI

FUENTE DE EMISIÓN DE GEI	DATOS DE ACTIVIDAD		CONSTRUCCIÓN INFORMACION	CALIDAD DE LOS DATOS
		Unidad		
ENERGÍA	CARBÓN	Toneladas	Construcción a partir de datos del municipio, DANE y UPME	MEDIO
	LEÑA	Toneladas	Construcción a partir de datos del municipio, DANE y UPME	MEDIO
	GLP	Kilogramos	Obtenida del Sistema Unificado de información de Servicios Públicos Domiciliarios	ALTO
	GAS NATURAL	M3	Obtenida del Sistema Unificado de información de Servicios Públicos Domiciliarios	ALTO
	EMISIONES FUGITIVAS MINERIA DE CARBÓN	Toneladas	Obtenida de la plataforma del Sistema general de regalías sobre la participación de los municipios y datos de producción de carbón de la UPME	ALTO



	ENERGÍA ELÉCTRICA	KWh	Obtenida directamente de la empresa de energía EBSA y corroborada en el Sistema Unificado de información de Servicios Públicos Domiciliarios	ALTO	
TRANSPORTE	MÉTODO VENTA DE COMBUSTIBLE	Galones	Obtenida de la plataforma SICOM	ALTO	
	MÉTODO GEOGRÁFICO	Galones	Construida a partir de información geográfica, empresas de transporte, empresas lecheras, empresas mineras y supuestos. Para la vía troncal 130 se empleó la información suministrada por Invias a través de la plataforma HERMES	BAJO	
RESIDUOS	DISPOSICIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS EN TIERRA	Toneladas	Obtenida de la empresa encargada de la operación del relleno sanitario terrazas del porvenir	ALTO	
	TRATAMIENTO BIOLÓGICO DE RESIDUOS ORGÁNICOS	Toneladas	Obtenida de las administraciones municipales	ALTO	
	TRATAMIENTO AGUAS RESIDUALES DOMÉSTICAS	Número de habitantes sin PTAR	Obtenida del DANE y corroborada con la oficina de planeación municipal	ALTO	
		Gramo de DBO/persona/día	Obtenida del reporte de vertimientos de la autoridad ambiental Corpoboyacá	ALTO	
AFOLU	FERMENTACIÓN ENTÉRICA	Número de Bovinos	Obtenida del Censo Nacional Agropecuario y verificadas con la oficina de fomento agropecuario	ALTO	
		Número de equinos		ALTO	
		Número de ovinos		ALTO	
		Número de porcinos		ALTO	
	GESTIÓN DE ESTIERCOL	Número de Bovinos	Obtenida del Censo Nacional Agropecuario y verificadas con la oficina de fomento agropecuario	ALTO	
		Número de equinos		ALTO	
		Número de ovinos		ALTO	
		Número de porcinos		ALTO	
			Número de aves ponedoras		ALTO
	EXTRACCIÓN DE LEÑA	% Población que emplea leña como energético	Construcción a partir de datos del municipio, DANE y UPME	MEDIO	
	DEFORESTACIÓN	Hectáreas	Construida a partir de información geográfica sobre deforestación y visitas de campo para la verificación de los polígonos	MEDIO	
	INCENDIOS FORESTALES	Hectáreas	Obtenida de la plataforma Global Forest	MEDIO	
	FERTILIZANTES	Hectáreas de papa	Obtenida del Censo Nacional Agropecuario y verificadas con la oficina de fomento agropecuario	ALTO	
Hectáreas de maíz		ALTO			
Hectáreas hortalizas		ALTO			
Hectáreas (otros)		ALTO			
Hectáreas pasturas		ALTO			

Fuente: Fundación ECOcommunity

La métrica que evalúa la calidad de los datos utilizados en el inventario desempeña un papel fundamental al definir los indicadores de seguimiento y determinar el nivel de confiabilidad en el potencial de reducción de emisiones de cada medida diseñada. Contar con datos de alta calidad facilita el seguimiento en la implementación de una medida y garantiza un monitoreo efectivo de la

misma. Por otro lado, la baja calidad de los datos de actividad tiene un impacto negativo en la priorización de una medida y dificulta el acceso a mecanismos de financiamiento efectivo. Es crucial reconocer que la calidad de los datos influye significativamente en la toma de decisiones informadas y en la maximización del impacto de las medidas de reducción de emisiones.

### Resultados globales de los inventarios de gases de efecto invernadero discriminados por sector y fuente de emisión

Las emisiones de gases de efecto invernadero fueron calculadas y presentados de forma independiente para cada municipio (ver inventarios de GEI). A continuación, se presentan las emisiones GEI para cada municipio y el total para la Región Funcional para cada una de los sectores y sus respectivas fuentes de emisión.

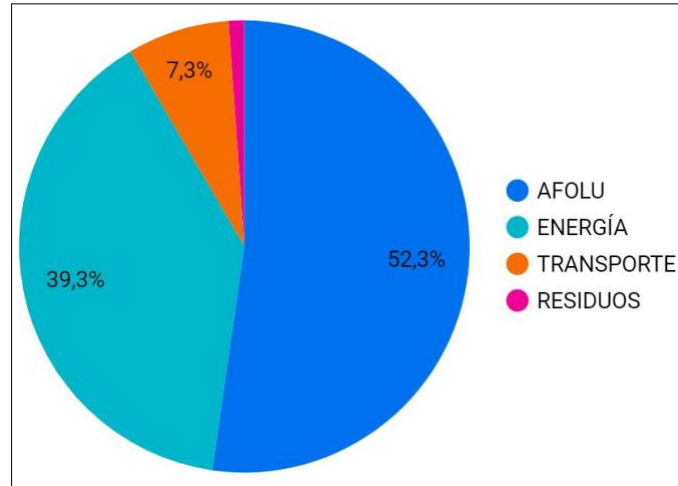
Tabla 4 Resultados totales del inventario de GEI en los municipios de la Región Funcional

FUENTE DE EMISIÓN DE GEI		RESULTADOS REGION FUNCIONAL TERRITORIAL DE CAMBIO CLIMÁTICO (Ton CO2e)										
		TÓPAGA	MONGUI	MONGUA	GAMEZA	CORRALES	BETÉITIVA	BUSBANZÁ	FLORESTA	SUB SECTOR	TOTAL SECTOR	TOTAL INVENTARIO
ENERGÍA	CARBÓN	2.481,2	2.199,4	3.080,5	3.235,8	1.421,7	1.515,5	0,0	0,0	13.934,2	73.372,1	186.758,3
	LEÑA	181,3	241,1	450,3	378,9	44,9	303,7	45,3	188,9	1.834,2		
	GLP	265,9	495,8	32,4	76,5	696,5	25,0	1,6	32,5	1.626,1		
	GAS NATURAL	23,4	0,6	0,1	9,6	112,0	0,0	31,6	241,5	418,8		
	EMISIONES FUGITIVAS DE MINERÍA CARBÓN	14.000,8	2.061,1	14.265,5	4.273,6	15.609,7	2.568,1	0,0	0,0	52.778,8		
	ENERGÍA ELÉCTRICA	697,0	380,0	498,0	388,0	396,0	134,2	55,6	231,0	2.779,9		
TRANSPORTE	TRANSPORTE CARRETERA	2.964,0	62,0	135,8	1.599,7	8.303,1	476,1	35,5	86,3	13.662,5	13.662,5	
RESIDUOS	DISPOSICIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS EN TIERRA	181,5	273,5	111,5	148,9	124,7	39,6	21,9	288,5	1.189,9	2.091,6	
	TRATAMIENTO BIOLÓGICO DE RESIDUOS ORGÁNICOS	0,018	0,020	0,001	0,003	0,002	0,000	0,001	0,004	0,048		
	TRATAMIENTO AGUAS RESIDUALES DOMÉSTICAS	129,0	134,0	160,0	168,5	90,0	67,6	40,3	112,2	901,6		
AFOLU	FERMENTACIÓN ENTÉRICA	4.011,8	10.568,1	24.254,2	17.354,0	2.820,3	7.557,1	2.015,4	14.259,3	82.840,1	97.632,2	
	GESTIÓN DE ESTIERCOL	113,3	178,4	441,2	277,4	86,8	153,1	57,0	284,4	1.591,6		
	EXTRACCIÓN DE LEÑA	2,2	2,3	5,5	4,6	0,6	1,9	0,6	2,3	20,0		
	DEFORESTACIÓN	326,0	98,0	880,0	98,0	978,0	199,0	7.172,0	199,0	9.950,0		
	INCENDIOS FORESTALES	0,0	0,0	13,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	13,3		
	FERTILIZANTES	343,5	330,8	523,5	1.082,6	192,7	243,3	164,9	335,9	3.217,1		
<b>TOTAL, MUNICIPIOS</b>		<b>25.720,9</b>	<b>17.025,1</b>	<b>44.851,8</b>	<b>29.096,1</b>	<b>30.876,9</b>	<b>13.284,2</b>	<b>9.641,6</b>	<b>16.261,8</b>			

Fuente: Fundación ECOcommunity

Las emisiones totales de gases de efecto invernadero en la Región Funcional Territorial de Cambio Climático alcanzaron las 186.758 toneladas de CO<sub>2</sub>e. El sector AFOLU (Agricultura, Silvicultura y Otros Usos de la Tierra) fue el mayor contribuyente, con 97.632 toneladas de CO<sub>2</sub>e, seguido del sector Energía con 73.372 toneladas de CO<sub>2</sub>e. El sector Transporte mostró 13.662 toneladas de CO<sub>2</sub>e, mientras que el sector Residuos tuvo un aporte de 2.091 toneladas de CO<sub>2</sub>e. La siguiente gráfica muestra la participación porcentual de las emisiones de gases de efecto invernadero para cada uno de los sectores cuantificados.

Ilustración 3 Participación porcentual de los sectores del inventario de GEI para la Región Funcional Territorial de Cambio Climático



Fuente: Fundación ECOcommunity

La participación porcentual permite establecer que sectores requieren ser priorizados a la hora de diseñar las medidas de reducción de emisiones estableciendo de manera más eficiente la relación entre mitigación y mecanismos de implementación. No obstante, es necesario establecer la participación de cada una de las fuentes de emisión independientemente del sector al que corresponde y definir los potenciales de reducción para cada medida. La tabla 6 expone en orden descendente las emisiones generadas por cada una de las fuentes de emisión calculadas.

Tabla 4 Jerarquización de las fuentes de emisión de acuerdo a los resultados del inventario.

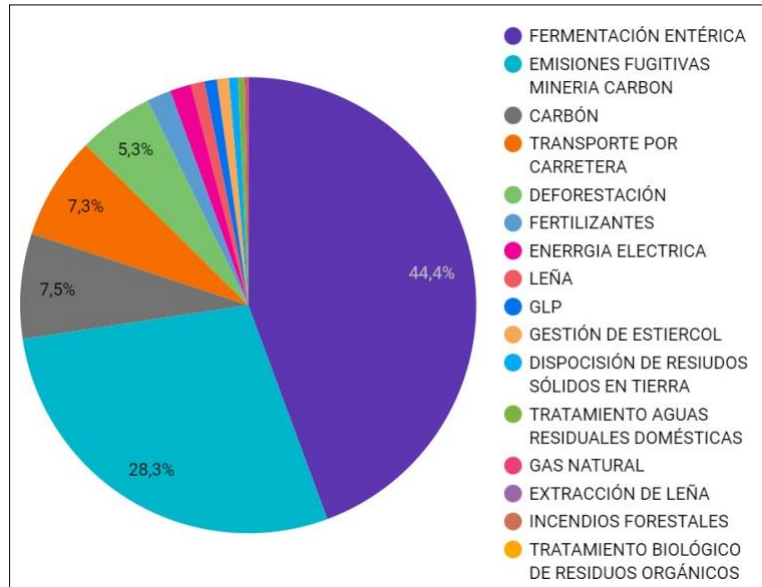
No	FUENTE DE EMISIÓN	RESULTADOS (Ton CO <sub>2</sub> e)
1	FERMENTACIÓN ENTÉRICA	82.840,14
2	EMISIONES FUGITIVAS MINERIA DE CARBÓN	52.778,84
3	CARBÓN	13.934,18
4	TRANSPORTE POR CARRETERA	13.662,47
5	DEFORESTACIÓN	9.950,00
6	FERTILIZANTES	3.217,14
7	ENERGÍA ELÉCTRICA	2.779,93
8	LEÑA	1.834,25
9	GLP	1.626,11
10	GESTIÓN DE ESTIERCOL	1.591,63
11	DISPOSICIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS EN TIERRA	1.189,92
12	TRATAMIENTO AGUAS RESIDUALES DOMÉSTICAS	901,61

13	GAS NATURAL	418,78
14	EXTRACCIÓN DE LEÑA	19,97
15	INCENDIOS FORESTALES	13,33
16	TRATAMIENTO BIOLÓGICO DE RESIDUOS ORGÁNICOS	0,05

Fuente: Fundación ECommunity

La fermentación entérica es responsable del 44% del total de emisiones en la Región Funcional, contribuyendo con 82.480 toneladas de CO<sub>2</sub>e. Esta fuente de emisión presenta un gran potencial de reducción y se encuentra generalizada en los 8 municipios. Por otro lado, las emisiones fugitivas derivadas de la minería de carbón generaron 52.778 toneladas de CO<sub>2</sub>e, representando el 28,3% del total. Estas emisiones son difíciles de gestionar debido a su dependencia de la producción y la demanda internacional del mineral. Además, en Gámeza, Tópaga, Mongua, Monguí, Corrales y Betétiva, la minería de carbón es una importante fuente de empleo con un impacto social significativo. El consumo de carbón mineral como fuente principal de energía en el sector residencial representa el 7,5% de las emisiones, con un total de 13.934 toneladas de CO<sub>2</sub>e. Estas emisiones presentan un alto potencial de reducción, ya que están asociados con el uso de fogones tradicionales en los municipios con actividad minera. La deforestación contribuye con 9.950 toneladas de CO<sub>2</sub>e, representando el 5,3% del total de emisiones. La deforestación está vinculada al autoabastecimiento energético y los cambios en el uso del suelo, y su gestión ofrece un alto potencial tanto para reducir las emisiones como para capturar carbono. Por otro lado, la aplicación de abonos nitrogenados genera emisiones asociadas a gases de efecto invernadero distintos al CO<sub>2</sub>, aportando un total de 3.217 toneladas de CO<sub>2</sub>e, lo cual representa el 1,7% del total. La gestión adecuada de estas emisiones no solo tiene un alto potencial de reducción, sino que también puede mejorar la productividad del sector agrícola.

Ilustración 4 Participación porcentual de los sectores del inventario de GEI para la Región Funcional Territorial de Cambio Climático



Fuente: Fundación ECommunity

## Emisiones per cápita de los municipios de la Región Funcional

El índice de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) per cápita es una métrica que relaciona la cantidad total de emisiones de gases de efecto invernadero generados en un municipio con la población que lo habita. Se calcula dividiendo las emisiones totales de GEI producidas en el municipio durante un período específico entre el número de habitantes del municipio. Este índice es una herramienta importante para evaluar y comparar la contribución territorial de las emisiones en relación con su tamaño poblacional. Proporciona una medida más específica que tiene en cuenta la cantidad de emisiones por persona en ese lugar específico. Por lo tanto, el análisis del índice de emisiones de GEI per cápita no solo ayuda a comprender mejor la relación entre la población y las emisiones, sino que también guía la toma de decisiones al identificar qué fuentes de emisión tienen un mayor potencial de reducción en función de la cantidad de emisiones generadas por habitante. Esto permite una asignación más efectiva de recursos y esfuerzos para lograr una reducción más significativa de las emisiones de GEI en la Región Funcional específica.

Para llevar a cabo un análisis más exhaustivo, se calculó el índice per cápita para cada una de las fuentes de emisión cuantificadas, lo que proporcionó los siguientes datos:

Tabla 5 Estimación de las emisiones per cápita para cada fuente de emisión en Toneladas de CO<sub>2</sub>e.

FUENTE DE EMISIÓN	TOPAGA	MONGUI	MONGUA	GAMEZA	CORRALES	BETEITIVA	BUSBANZA	FLORESTA
CARBÓN	0,623	0,502	0,718	0,654	0,548	1,289		
LEÑA	0,046	0,055	0,105	0,077	0,017	0,154	0,023	0,096
GLP	0,067	0,113	0,008	0,015	0,268	0,013	0,001	0,016
GAS NATURAL	0,006	0,00013	0,00003	0,002	0,043		0,016	0,122
EMISIONES FUGITIVAS MINERIA DE CARBÓN	3,518	0,471	3,324	0,864	6,015	1,302		
ENERGÍA ELÉCTRICA	0,175	0,087	0,116	0,078	0,153	0,068	0,028	0,117
TRANSPORTE CARRETERA	0,745	0,014	0,032	0,323	3,200	0,241	0,018	0,044
DISPOSICIÓN DE RESIJDOS SÓLIDOS EN TIERRA	0,046	0,062	0,026	0,030	0,048	0,020	0,011	0,146
TRATAMIENTO BIOLÓGICO DE RESIDUOS ORGÁNICOS	0,000005	0,000004	0,000000	0,000001	0,000001	0,000000	0,000001	0,000002
TRATAMIENTO AGUAS RESIDUALES DOMÉSTICAS	0,032	0,031	0,037	0,034	0,035	0,034	0,020	0,057
FERMENTACIÓN ENTÉRICA	1,008	2,414	5,651	3,508	1,087	3,830	1,022	7,227
GESTIÓN DE ESTIERCOL	0,028	0,041	0,103	0,056	0,033	0,078	0,029	0,144
EXTRACCIÓN DE LEÑA	0,001	0,001	0,001	0,001	0,000	0,001		0,001
DEFORESTACIÓN	0,082	0,022	0,205	0,020	0,377	0,101	3,635	0,101
INCENDIOS FORESTALES			0,003					
FERTILIZANTES	0,086	0,076	0,122	0,219	0,074	0,123	0,084	0,170

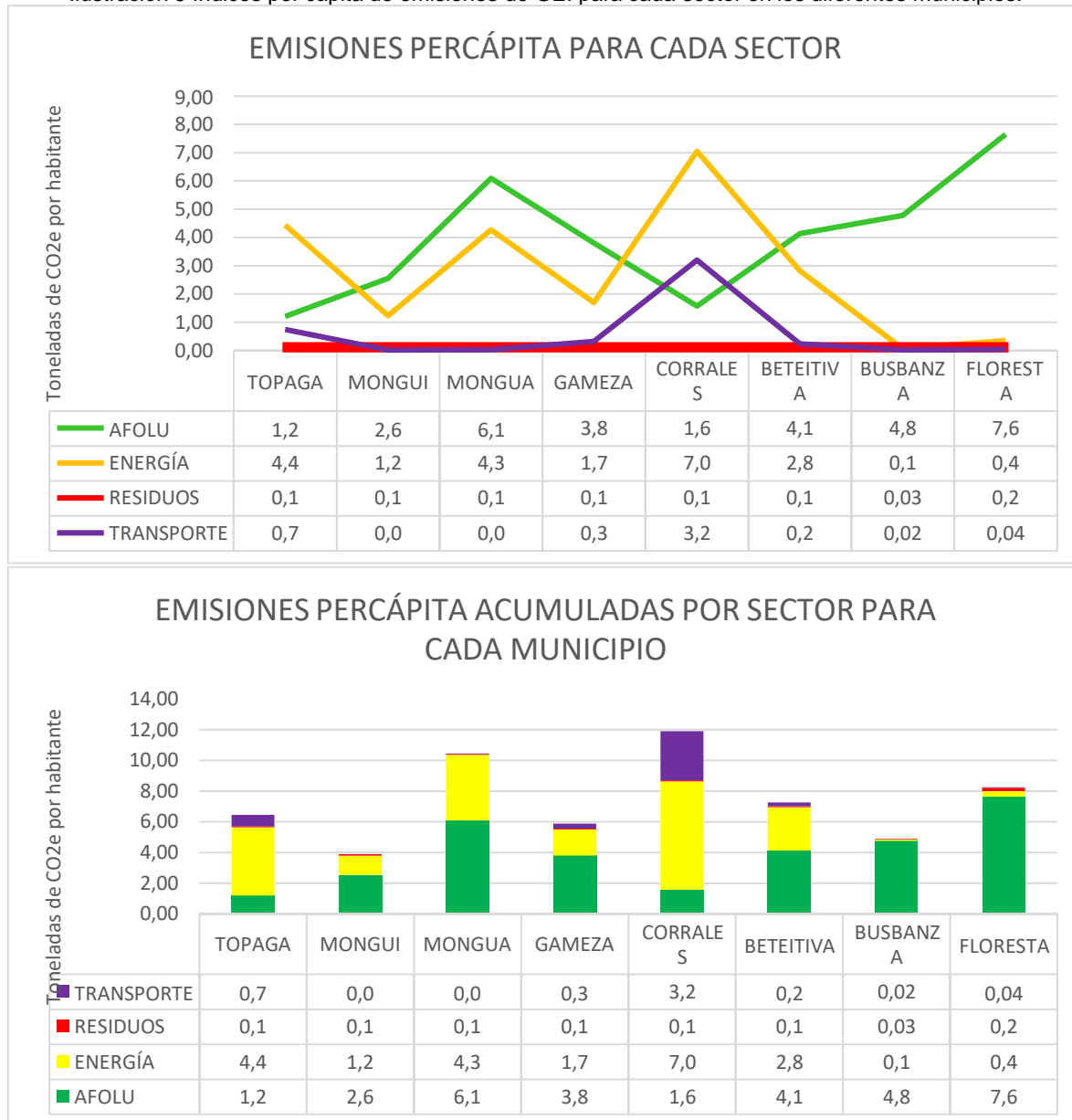
Fuente: Fundación ECommunity

En esta relación entre la población y las emisiones de gases de efecto invernadero, se observan diversas tendencias. Por ejemplo, suele ocurrir que a medida que la población de un municipio es más grande, la distribución de emisiones por habitante tiende a disminuir. En la relación entre la población de un municipio y las emisiones de gases de efecto invernadero, se identifican varias tendencias. A menudo, a medida que la población de un municipio aumenta, la distribución de emisiones por habitante tiende a disminuir. Un ejemplo evidente es el caso del municipio de Monguí, que cuenta con una población considerable, pero muestra índices más bajos de emisiones per cápita, a pesar de la intensidad de sus emisiones especialmente en los sectores de energía y AFOLU. Llama

la atención el comportamiento de la fermentación entérica en Floresta: a pesar de tener la población más numerosa entre los municipios de la Región Funcional, exhibe el mayor índice de emisiones per cápita. Este hecho pone de manifiesto la fuerte influencia ganadera en Floresta y destaca el gran potencial de reducción que posee esta fuente de emisión, así como en el sector AFOLU. Por otro lado, se observa un comportamiento distinto en Busbanzá, donde no solo se registra la población más reducida, sino también una economía más limitada y un estilo de vida más tranquilo. Este comportamiento se refleja en los bajos índices de emisión per cápita en el municipio.

La siguiente tabla presenta los índices per cápita de emisiones de GEI para cada sector en los diferentes municipios.

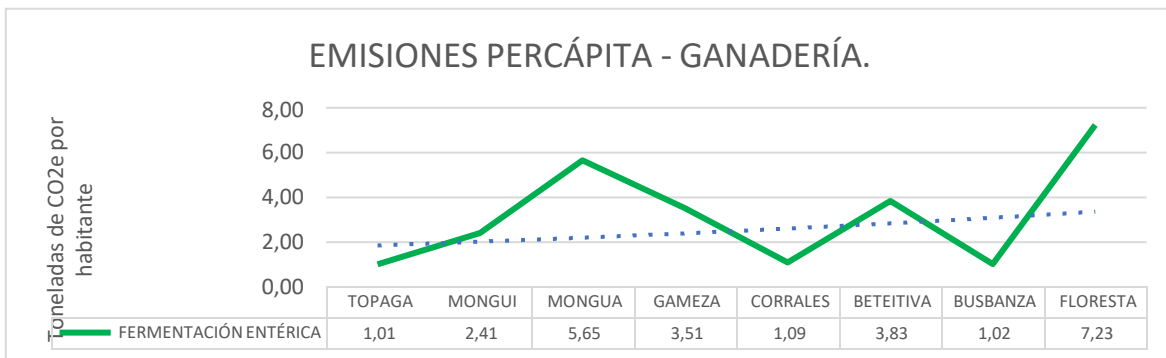
Ilustración 5 Índices per cápita de emisiones de GEI para cada sector en los diferentes municipios.



Fuente: Fundación ECommunity

Corrales y Mongua exhiben los índices de emisiones per cápita más elevados, superando las 10 toneladas de CO<sub>2</sub>e. Estos territorios presentan valores que sobrepasan más del doble del promedio nacional (4,2 toneladas per cápita de CO<sub>2</sub>e), debido a la presencia de emisiones fugitivas en la minería de carbón y la fermentación entérica en estas áreas. Estas dos fuentes de emisión contribuyen significativamente a que los índices en estos municipios sean considerablemente más altos que la media nacional y reflejan las actividades económicas que en ellos se desarrollan. En cuanto a las actividades que muestran los índices más altos, destaca la ganadería. Su comportamiento es consistente en los ocho municipios, siendo el índice más alto entre todas las fuentes de emisión en cada uno de ellos. A continuación, se presenta de manera gráfica el comportamiento de las emisiones asociadas a la fermentación entérica en relación al tamaño de la población para cada municipio.

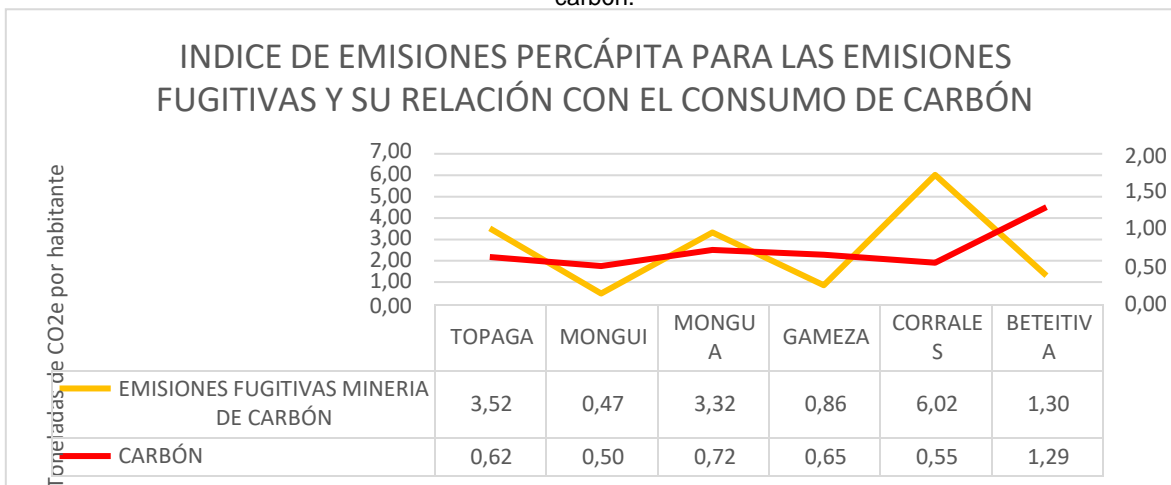
Ilustración 6 Índice per cápita de emisiones de GEI para la ganadería.



Fuente: Fundación ECommunity

Entre los ocho municipios, Tópaga y Corrales muestran índices por debajo de la tendencia relacionada con la ganadería. A pesar de que en estos territorios se llevan a cabo actividades pecuarias, la ganadería no constituye la principal fuente de ingresos. Estos municipios se caracterizan por su intensa actividad minera, lo que explica el menor impacto de la ganadería en comparación con otros municipios, a pesar de su presencia en la zona

Ilustración 7 índice de emisiones per cápita para las emisiones fugitivas y su relación con el consumo de carbón.



Fuente: Fundación ECommunity

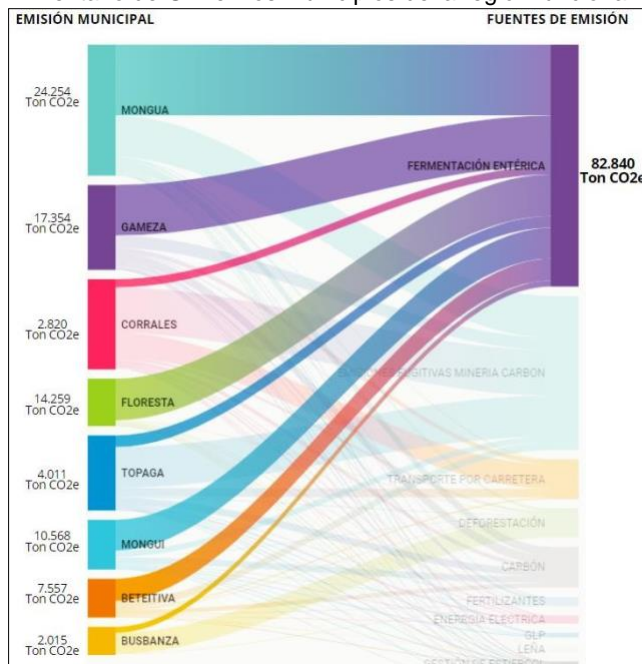
### Concentración de las emisiones y relación con su origen

El análisis de la relación entre el origen de las fuentes y la concentración de las emisiones desempeña un papel clave en el proceso de priorización de las medidas de reducción diseñadas. Comprender cómo se generan las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) en el territorio y en qué municipios se localizan nos permite evaluar el alcance y enfocar los medios de implementación en función de la población beneficiada. En otras palabras, una medida diseñada para abordar una fuente de emisión presente en los ocho municipios y con un alto potencial de mitigación tendrá un impacto mucho mayor que una medida con el mismo potencial de reducción, pero que solo beneficiará a un número reducido de municipios. Para describir la relación entre las fuentes de emisión y el territorio, se utilizaron gráficos tipo Sankey, también conocidos como diagramas de flujo de energía. En el gráfico utilizado, los bloques del lado izquierdo representan los diferentes municipios de la región, mientras que los bloques del lado derecho representan las distintas fuentes de emisión. El ancho de los bloques en el gráfico es proporcional a la cantidad de emisiones que cada fuente representa en cada municipio. Las flechas en el gráfico conectan los territorios (municipios) con las fuentes de emisión presentes en ellos. Esto permite visualizar claramente cómo las distintas fuentes de emisión están distribuidas en los municipios y cómo contribuyen a las emisiones totales en la región.

### Fermentación entérica.

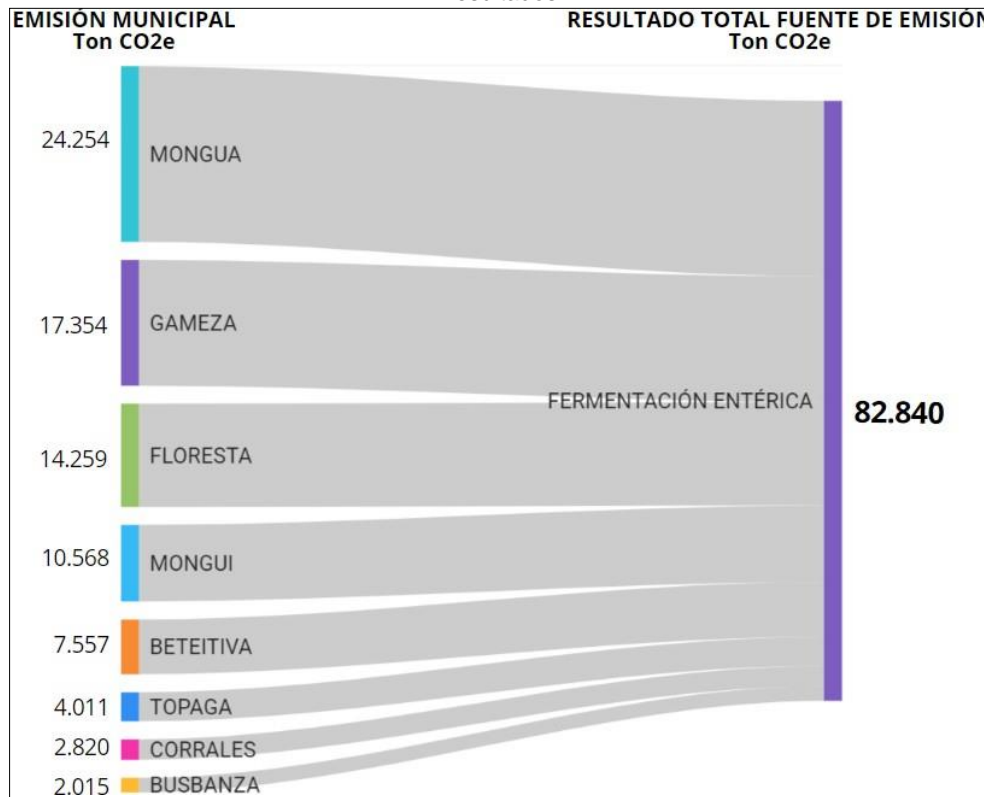
La fermentación entérica fue la principal fuente de emisiones en el inventario de gases de efecto invernadero (GEI) de la Región Funcional, contribuyendo con 82.840 toneladas de CO<sub>2</sub>e, lo que representa el 44% del total. Además, debido a la vocación pecuaria de la región, esta fuente de emisión estuvo presente en los ocho municipios. La siguiente Ilustración muestra la relación entre la concentración de emisiones asociadas a la fermentación entérica en cada uno de los municipios respecto al total de las emisiones del inventario.

Ilustración 8 Relación de las emisiones asociadas a la fermentación entérica con los resultados totales del inventario de GEI en los municipios de la región funcional



Fuente: Fundación ECommunity

Ilustración 6 Jerarquización municipal de las emisiones asociadas a la fermentación entérica de acuerdo a los resultados



Fuente: Fundación ECOMmunity

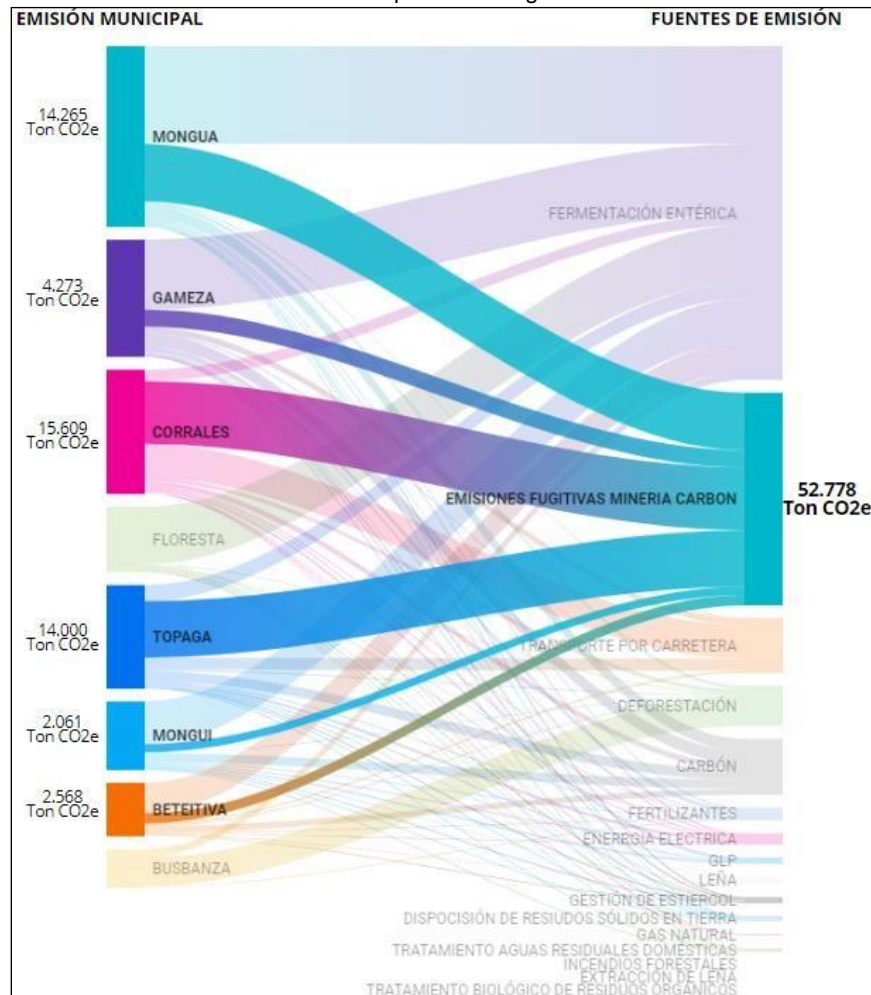
Las emisiones relacionadas con la fermentación entérica se han destacado como la principal contribución al inventario de emisiones, lo que subraya la influencia significativa de la ganadería en los municipios de la Región Funcional. La ganadería generalmente se caracteriza como una actividad de carácter familiar, donde la posesión de animales no suele superar los 3 individuos. Sin embargo, en municipios como Mongua, Monguí y Gámeza, se observan operaciones ganaderas de mayor envergadura en áreas de páramo, lo que plantea un riesgo considerable en términos de generación de emisiones relacionadas con el cambio en el uso del suelo debido a la expansión de la frontera agropecuaria. Esta situación podría tener un impacto negativo en zonas de alto valor ambiental y de vital importancia para el suministro de agua en el futuro. Por otro lado, el municipio de Floresta registra emisiones considerables, lo que refleja su liderazgo en la producción lechera, que constituye la principal fuente de empleo en su territorio. En los demás municipios, la cría de ganado se presenta mayormente como una fuente de ingresos en las áreas rurales, sin la presencia de grandes hatos ganaderos. La distribución de bovinos es relativamente homogénea en todo el territorio.

Es esencial establecer mecanismos que permitan la reducción de las emisiones relacionadas con la fermentación entérica sin comprometer el sustento de la población. La modernización de la ganadería debe ser una prioridad, creando las condiciones para que los municipios puedan implementar programas centrados en la mejora genética, la modificación de la dieta de los animales y la promoción de sistemas silvopastoriles. La posesión de ganado en áreas de páramo requiere una revisión exhaustiva, evaluando minuciosamente la relación costo-beneficio en términos de empleo y los impactos ambientales que conlleva.

### Emisiones fugitivas por la minería de carbón.

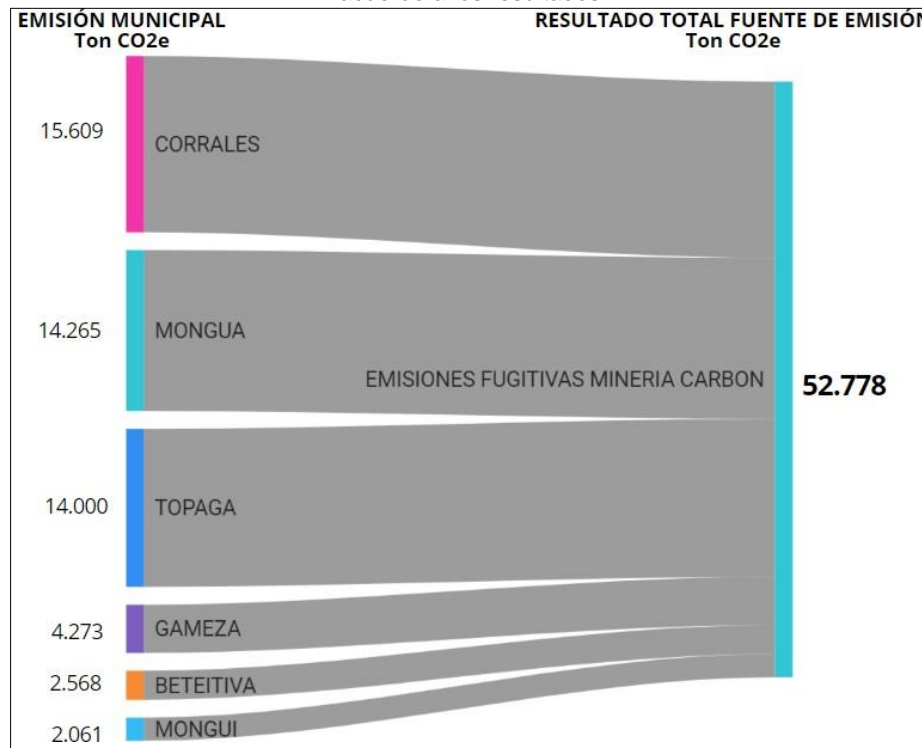
Estas emisiones se originaron a raíz de la liberación involuntaria de grandes cantidades de metano, el cual había permanecido atrapado en los poros del carbón durante millones de años. La gestión de estas emisiones plantea un desafío significativo. La actividad minera del carbón está presente en seis de los ocho municipios de la Región Funcional y tiene una importancia económica considerable, siendo la principal fuente de empleo en estos territorios, en especial en los municipios de Tópaga y Corrales. Durante el año de estudio, se destacó un notorio aumento en el precio del carbón, generando un período de auge en la industria minera que condujo a niveles históricos en la explotación del mineral. La siguiente imagen presenta de manera gráfica el comportamiento de las emisiones fugitivas procedentes de la minería del carbón en relación al total de emisiones cuantificadas en el inventario.

Ilustración 7 Relación de las emisiones fugitivas minería de carbón con los resultados totales del inventario de GEI en los municipios de la región funcional



Fuente: Fundación ECOcommunity

Ilustración 8 Jerarquización municipal de las emisiones fugitivas provenientes de la minería de carbón de acuerdo a los resultados.



Fuente: Fundación ECOMmunity

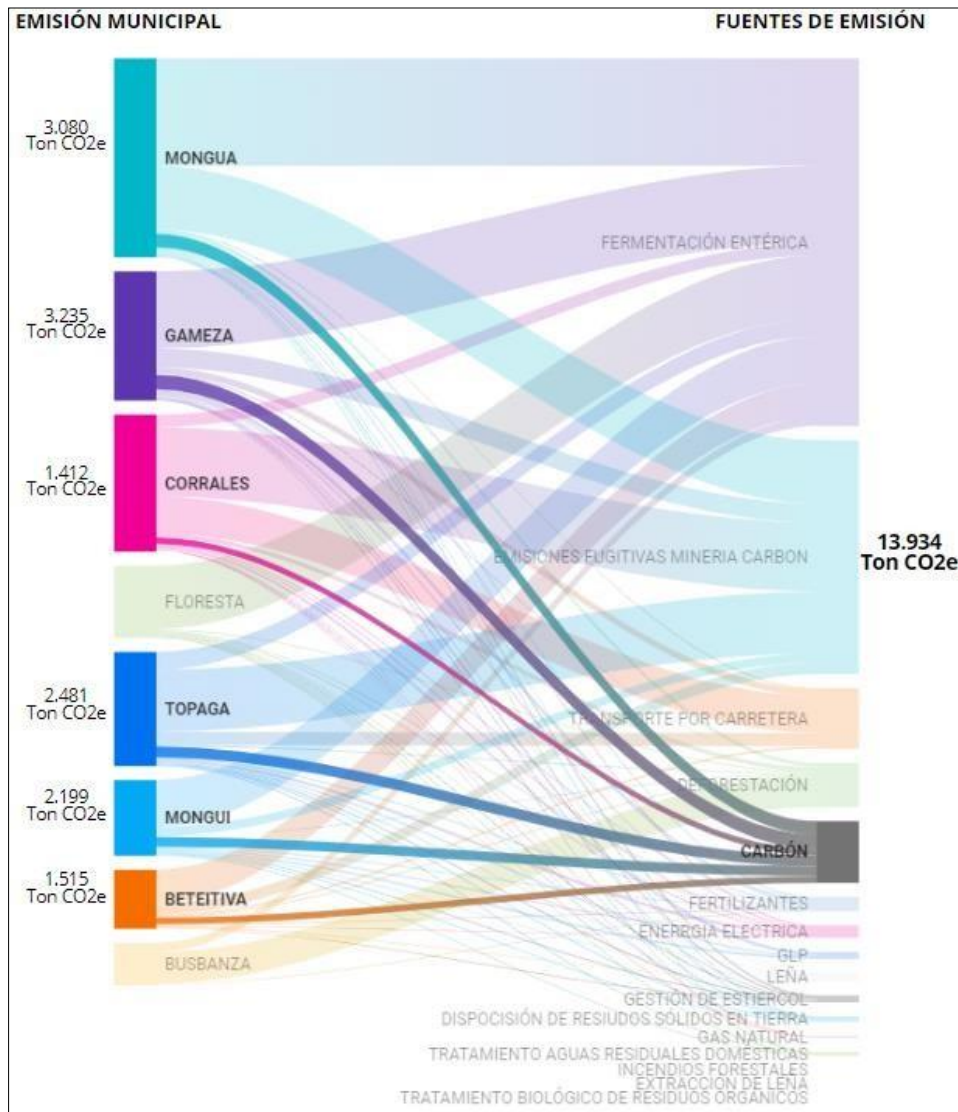
La minería del carbón desempeña un papel fundamental en la economía de la mayoría de los municipios de la Región Funcional, con la excepción de Floresta y Busbanzá. Sin embargo, en la mayoría de los municipios mineros, las emisiones fugitivas originadas por la minería del carbón constituyen la principal fuente de gases de efecto invernadero. Esta relación directamente proporcional genera un desafío para diseñar mecanismos que permitan mitigar las emisiones sin deteriorar las condiciones de empleo en los municipios. En municipios Tópaga y Gámeza, la minería se ha convertido en un elemento fundamental en la economía, no solo debido a los empleos que genera de manera directa, sino también por su capacidad para impulsar otros sectores productivos.

### Consumo de carbón.

El consumo de carbón está estrechamente ligado a los municipios que albergan actividades mineras. En otras palabras, los seis municipios con operaciones mineras utilizan el carbón como fuente de energía debido a su disponibilidad directa. Durante el periodo de estudio, el consumo de carbón resultó en la generación de 13,934 toneladas de CO2e, lo que equivale al 7.5% del total de las emisiones. Territorialmente, Mongua, Gámeza y Tópaga destacan por tener los mayores consumos de carbón. En la mayoría de los casos, el consumo de carbón como fuente de energía se relaciona con la cocción de alimentos. Es relevante destacar que la eficiencia energética en los fogones tradicionales de las zonas rurales de la Región Funcional es baja, lo que constituye una valiosa oportunidad para reducir las emisiones, con un potencial de financiamiento considerable.

El gráfico siguiente muestra la relación entre las emisiones derivadas del consumo de carbón y las emisiones totales de gases de efecto invernadero (GEI) en los municipios de la región funcional.

Ilustración 9 Relación de las asociadas al consumo de carbón con los resultados totales del inventario de GEI en los municipios de la región funcional



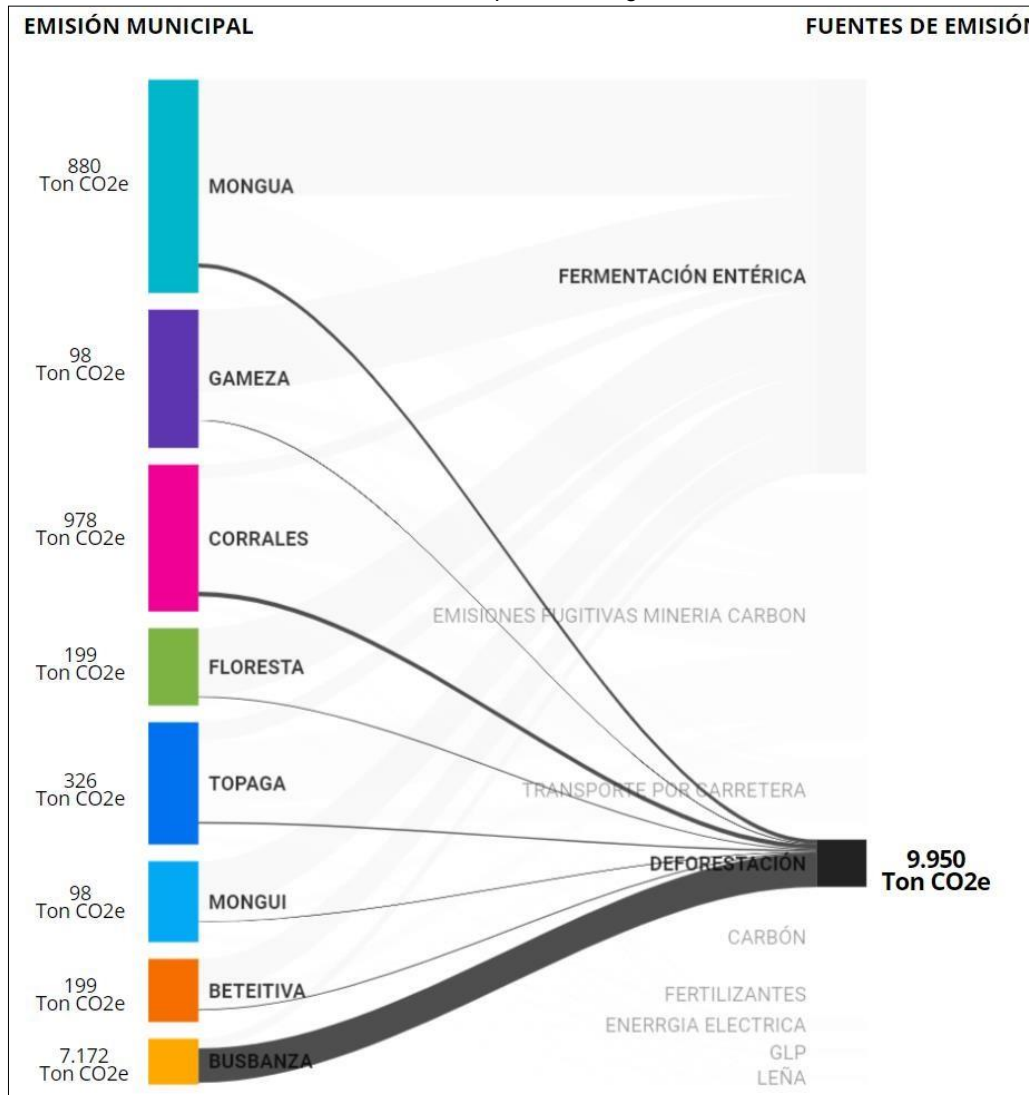
Fuente: Fundación ECOMunity

### Deforestación

La deforestación en la Región Funcional puede atribuirse principalmente a tres factores. En primer lugar, el autoabastecimiento energético desempeña un papel importante, ya que la extracción de madera para combustible es una fuente común de deforestación. En segundo lugar, el cambio en el uso del suelo para expandir la frontera agropecuaria también contribuye a la pérdida de bosques. La conversión de áreas forestales en tierras agrícolas y pastizales es una práctica que impulsa la deforestación en la región. Por último, el aprovechamiento forestal para sostener los socavones en la minería de carbón es otro factor relevante. En los municipios mineros, la madera se utiliza para sostener los túneles y galerías dentro de la tierra generando procesos de deforestación por el aprovechamiento de bosques maderables.

Las emisiones asociadas a esta fuente de emisión fueron de 9.950 Ton de CO<sub>2</sub>e con una participación porcentual del 5,3%. Si bien en los ocho municipios se registran emisiones relacionadas con la deforestación, el municipio de Busbanzá destacó como la jurisdicción que contribuyó de manera más significativa en este ámbito. Es importante destacar que este no es un fenómeno recurrente, y la deforestación experimentada en el año 2022 fue verdaderamente histórica. Esta situación se debió principalmente a la explotación de bosques maderables, la expansión de infraestructuras viales, el incremento en la frontera agropecuaria y, en menor medida, a las actividades de abastecimiento energético.

Ilustración 10 Relación de las emisiones asociadas a la deforestación con los resultados totales del inventario de GEI en los municipios de la región funcional



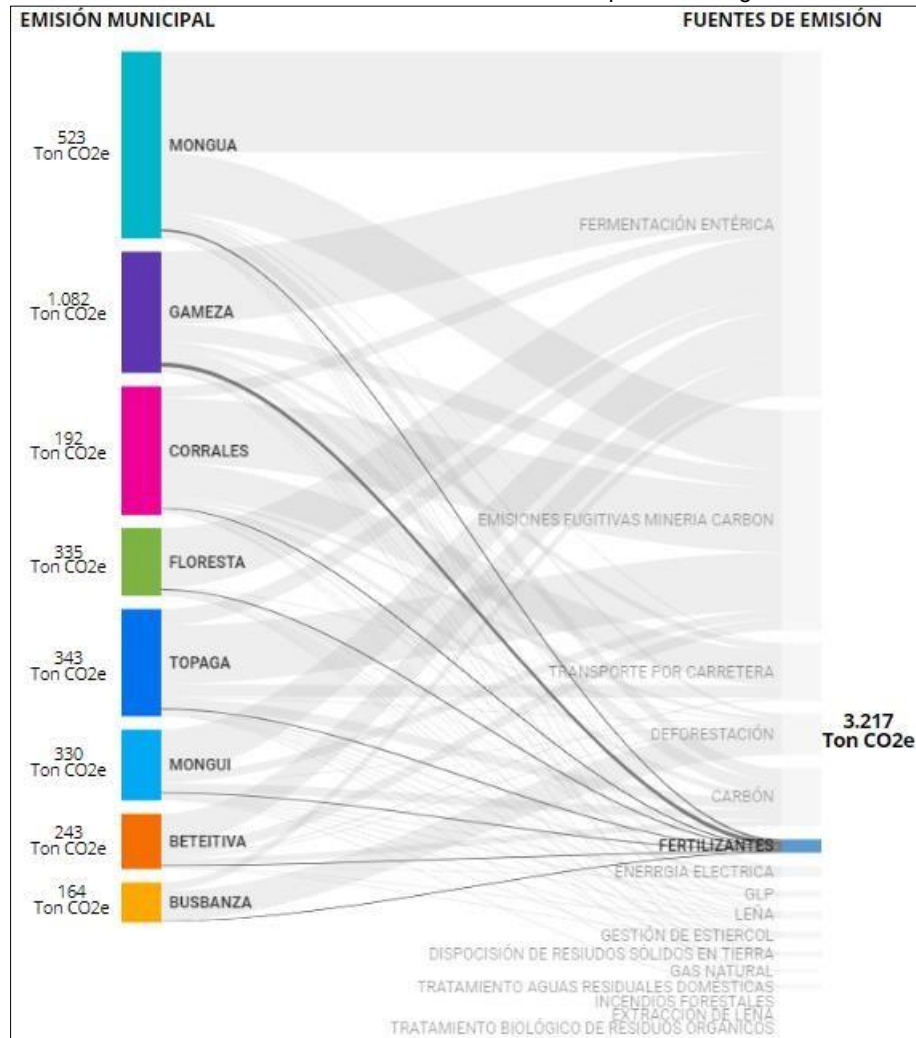
Fuente: Fundación ECommunity

### Fertilizantes

La aplicación de fertilizantes nitrogenados es la mayor fuente de emisiones en el sector agrícola, alcanzando un total de 3.217 toneladas de CO<sub>2</sub>e debido a su aplicación. Esta fuente de emisión tiene un potencial de reducción muy alto y se presenta de manera similar en toda la Región Funcional. Sin embargo, destaca el municipio de Gámeza, reconocido por ser un importante productor de papa en el departamento, como el territorio que contribuye en mayor medida a estas

emisiones. Se hace necesario implementar medidas para mitigar estas emisiones en el sector agrícola, con el objetivo de reducir su impacto ambiental y promover prácticas más sostenibles en la agricultura.

Ilustración 11 Relación de las emisiones asociadas a la aplicación de fertilizantes nitrogenados con los resultados totales del inventario de GEI en los municipios de la región funcional

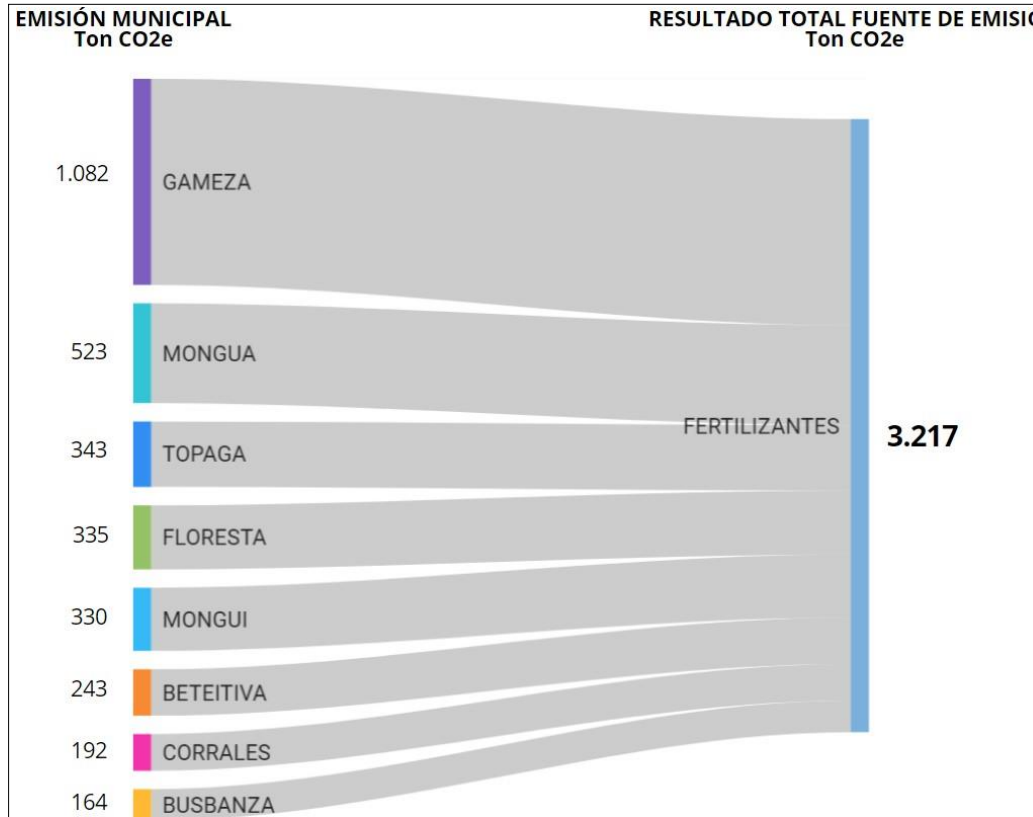


Fuente: Fundación ECOcommunity

El cultivo de papa es el mayor usuario en la aplicación de fertilizantes nitrogenados. En la mayoría de los casos, estos productos se utilizan sin un enfoque técnico adecuado y carecen de un diagnóstico agronómico. Su aplicación es generalizada entre todos los productores y suele basarse en conocimientos transmitidos a lo largo de los años, a menudo de manera empírica o con la orientación de los distribuidores de fertilizantes, quienes buscan aumentar sus ventas sin considerar las necesidades específicas de enriquecimiento del suelo. Estas emisiones pueden reducirse significativamente mediante la implementación de programas de agricultura de precisión.

Es esencial proporcionar capacitación a los productores sobre los riesgos asociados con la aplicación de sustancias químicas sin un diagnóstico edafológico adecuado, ya que la sobreexplotación de la tierra conduce a la degradación de la calidad del suelo, disminuyendo la productividad y aumentando la necesidad de aplicar fertilizantes nitrogenados de manera creciente.

Ilustración 12 Jerarquización municipal de las emisiones provenientes de la aplicación de fertilizantes de acuerdo a los resultados.



Fuente: Fundación ECommunity

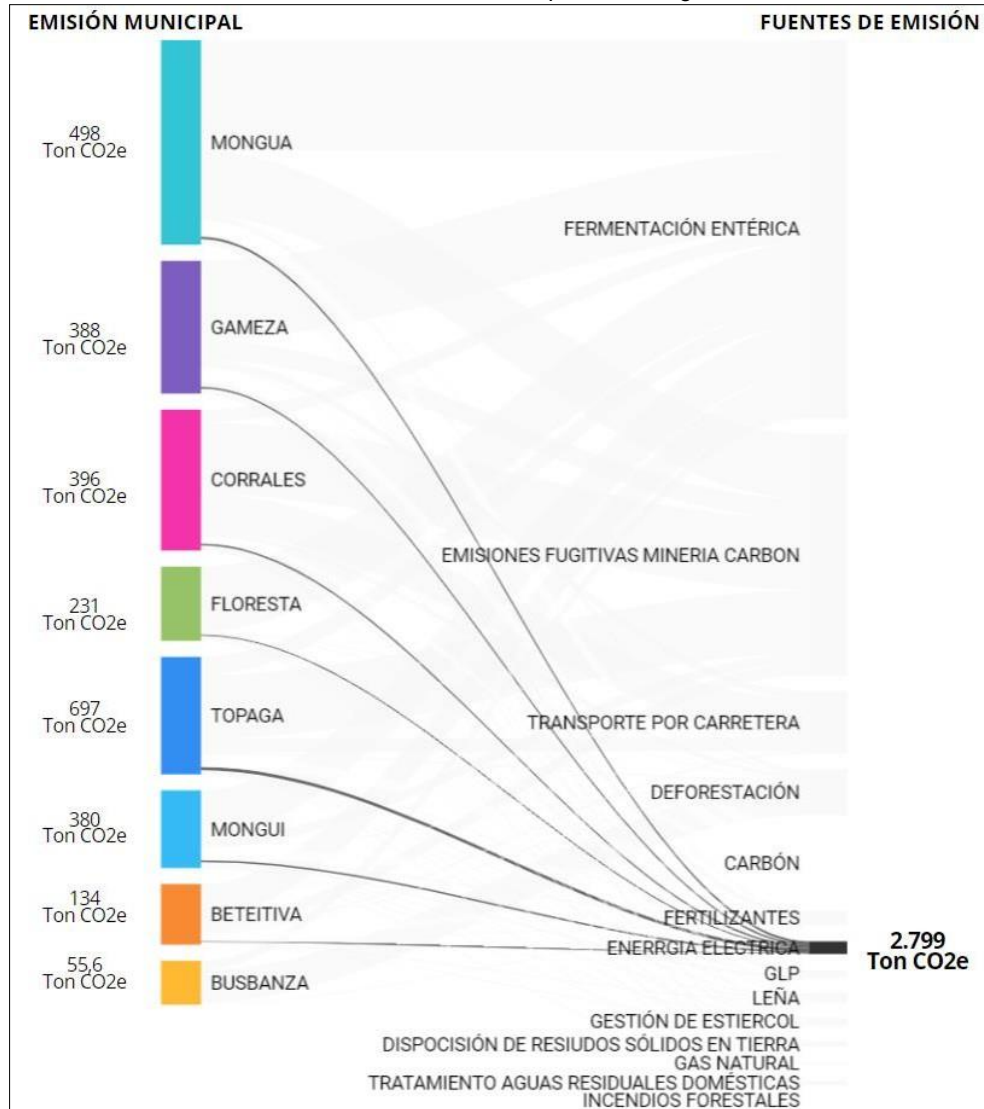
El análisis territorial revela que las emisiones resultantes de la aplicación de fertilizantes nitrogenados en el municipio de Gámeza constituyen aproximadamente una tercera parte del total de emisiones asociadas a la agricultura en la Región Funcional. La distribución de los cultivos de papa en el municipio no es uniforme y se concentra principalmente en las zonas elevadas asociadas a ecosistemas de páramo, lo que plantea un riesgo potencial de aumentar las emisiones relacionadas con cambios en el uso del suelo, además de poner en peligro el suministro de agua en las áreas más bajas. Esta misma situación se presenta en menor medida en municipios como Mongua y Monguí. Por lo tanto, resulta esencial establecer mecanismos que posibiliten la disminución de las emisiones vinculadas a la agricultura sin comprometer la generación de empleo ni perjudicar la economía de los municipios dedicados a la producción de alimentos.

### Energía eléctrica

El consumo de energía eléctrica resultó en la emisión de 2.779 toneladas de CO2e, y estas emisiones se distribuyen de manera relativamente uniforme en todo el territorio. Sin embargo, los municipios de Tópaga y Mongua registraron las emisiones más elevadas. Esto se debe a que la minería de carbón en estos municipios está caracterizada por un mayor grado de tecnificación, empleando malacates eléctricos en lugar de los malacates que consumen combustibles líquidos utilizados en otros municipios con actividad minera. La implementación de mejoras tecnológicas en la minería puede reducir de manera significativa las emisiones relacionadas con el consumo de energía eléctrica mediante la instalación de bancos de condensadores, los cuales ayudan a reducir las penalizaciones por el consumo de energía reactiva. Por otro lado, es crucial resaltar que las

decoraciones navideñas, en particular los alumbrados navideños, conllevan un considerable consumo de energía eléctrica. Esto es evidente en el caso del municipio de Corrales, reconocido por sus festividades navideñas, donde se observa un aumento significativo en el consumo energético durante el mes de diciembre debido a la iluminación decorativa.

Ilustración 13 Relación de las emisiones asociadas al consumo de energía eléctrica con los resultados totales del inventario de GEI en los municipios de la región funcional

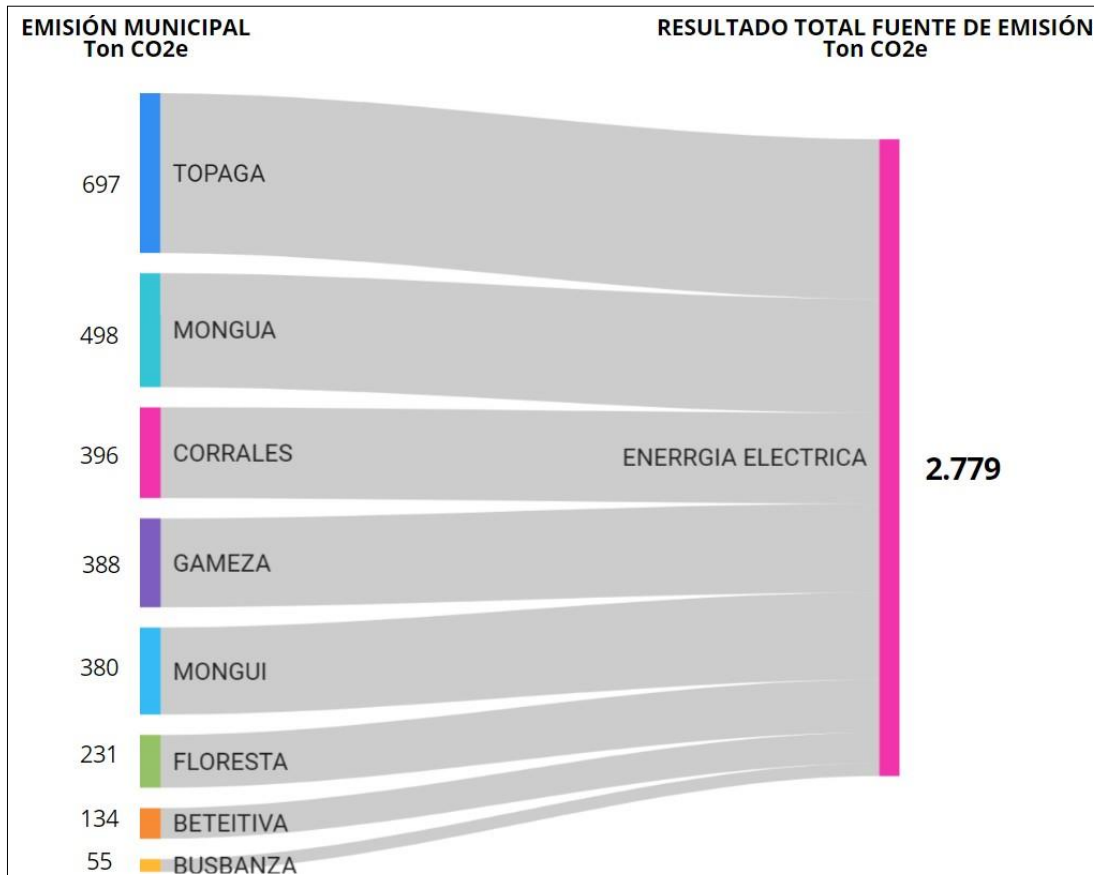


Fuente: Fundación E COmmunity

En el plan local de acción climática se debe priorizar la gestión de las emisiones relacionadas con el consumo de energía eléctrica, a través de la generación de electricidad mediante fuentes renovables. Esto puede servir como un mecanismo efectivo para reducir los consumos energéticos y, al mismo tiempo, generar ingresos adicionales. Además, existen diversos modelos de financiamiento disponibles, como el pago por ahorros. Mediante modelos de asociación público-privada, se pueden financiar proyectos de generación de energía o mejoras en el alumbrado público, evitando que la inversión provenga del presupuesto municipal.

La siguiente gráfica presenta la jerarquización de las emisiones asociadas al consumo de energía eléctrica según la intensidad en cada municipio.

Ilustración 14 Jerarquización municipal de las emisiones provenientes del consumo de energía eléctrica de acuerdo a los resultados.



Fuente: Fundación ECOcommunity

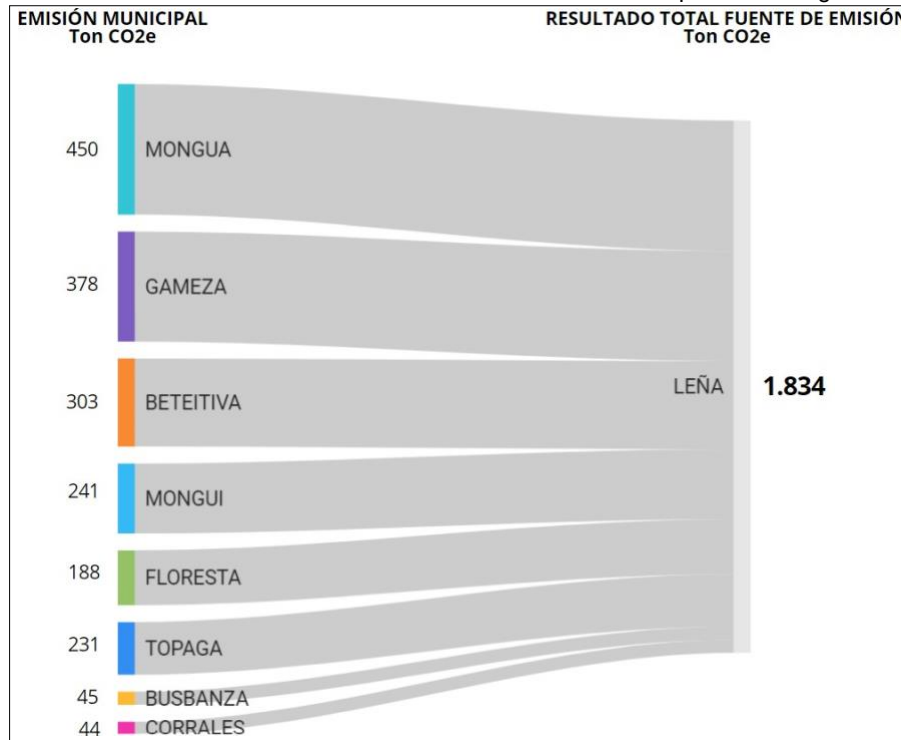
### Leña

La leña es el energético predominante para la cocción de alimentos en los municipios de la Región Funcional. En los ocho municipios se identificaron consumos de biomasa no solo en las zonas rurales sino también en las cabeceras municipales. Se evidenció que son muchas las familias que aun cocinan en fogones tradicionales de leña con procesos de combustión ineficientes que además generan efectos nocivos en la salud de los usuarios. Mongua y Gámeza destacan como los municipios con mayores emisiones, debido a la presencia de una significativa población rural que depende principalmente de la leña como fuente energética.

A su vez, las emisiones asociadas al consumo de leña tienen relación directa con otras fuentes de emisión como la extracción de leña, la deforestación y eventualmente consumos de carbón.

El consumo de leña como fuente energética, especialmente en las zonas rurales, conlleva problemas de salud y aumenta las brechas de género. Para abordar esta situación, es crucial diseñar mecanismos que reduzcan el consumo de leña, lo que a su vez tendrá un impacto positivo en la calidad de vida de las comunidades afectadas. Además, esta medida puede ser considerada como una estrategia de adaptación al cambio climático, ya que contribuye a aumentar la resiliencia de las comunidades rurales. Con ello, se busca mejorar su capacidad para enfrentar los desafíos ambientales y sociales que se presentan en un contexto cambiante.

Ilustración 15 Emisiones asociadas al consumo de leña en los municipios de la Región Funcional



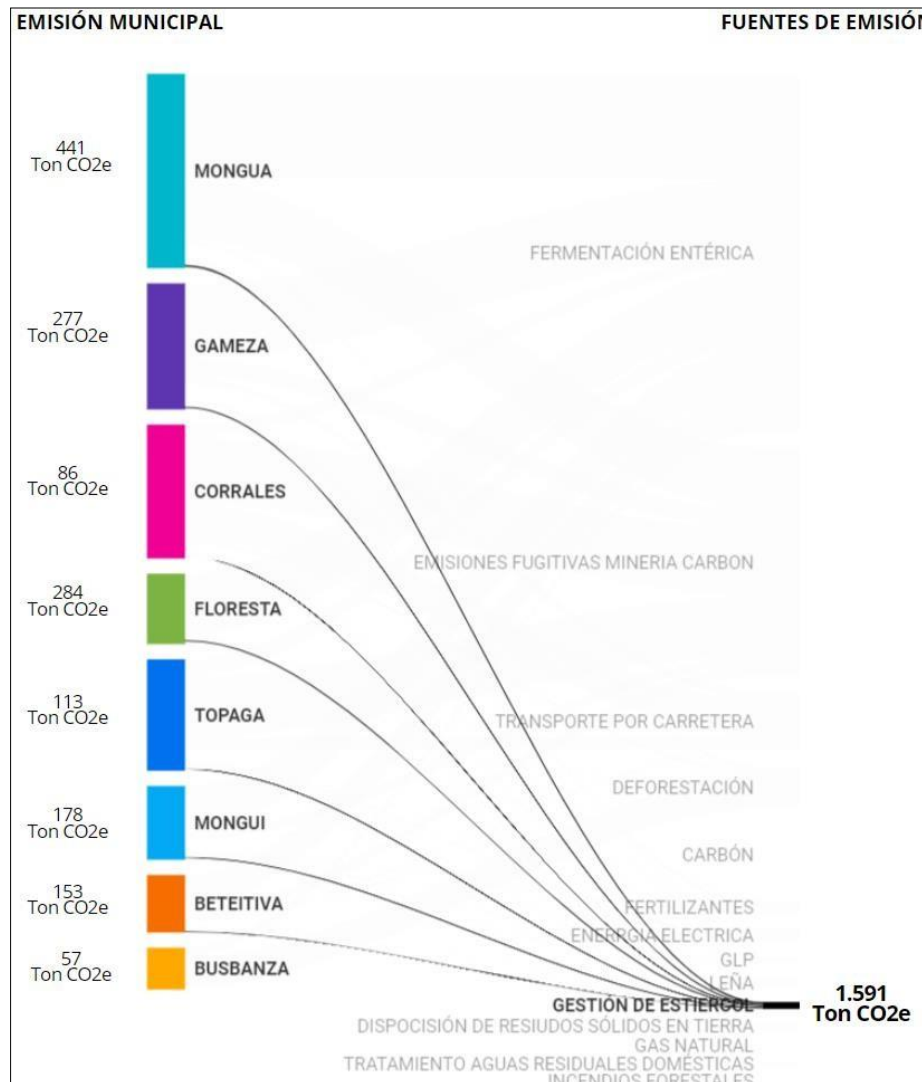
Fuente: Fundación ECOMmunity

El consumo de leña como fuente de energía resultó en la generación de 1.834 toneladas de CO2 equivalente en la Región Funcional. El municipio de Mongua registra las emisiones más elevadas, atribuibles tanto al tamaño del municipio como a la cantidad de habitantes que residen en las zonas rurales, donde la biomasa representa la única alternativa para la cocción de alimentos.

### Gestión de estiércol

Las emisiones asociadas a la gestión del estiércol tienen relación directa con las actividades ganaderas y la tenencia de animales de corral. Las emisiones se calculan en función de la especie animal, el número de individuos de cada especie y el tipo de suelo en el que se realiza el manejo de las excretas. La gestión eficiente del estiércol en condiciones anaeróbicas no solo posibilita la captura de metano y, por ende, la reducción de sus emisiones, sino que también conduce a la disminución del consumo de recursos energéticos en áreas rurales, como el carbón y la leña. En los municipios de la Región Funcional, la gestión de estiércol contribuyó con 1.591 toneladas de CO2 equivalente, representando menos del 1% del total del inventario de emisiones. Mongua encabezó la lista con la mayor contribución, seguido de cerca por Gámeza y Floresta. Esta situación refleja la relevancia de la actividad ganadera en la zona y el potencial existente para la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero en el territorio.

Ilustración 16 Relación de las emisiones asociadas a la gestión de estiércol con los resultados totales del inventario de GEI en los municipios de la región funcional



Fuente: Fundación ECommunity

El anterior diagnóstico de las fuentes de emisión pone de manifiesto cómo las particularidades de los municipios influyen en los resultados globales del inventario de gases de efecto invernadero. Comprender la interacción entre las dinámicas territoriales y las fuentes de emisión es fundamental para identificar los enfoques que posibilitarán una mitigación efectiva de las emisiones en cada municipio. En el proceso de elaboración de los PLACs, resulta fundamental comprender el origen de estas emisiones y cómo se manifiestan en los diversos municipios. Es importante tener en cuenta que la mayor fuente de emisiones no siempre representa la mejor oportunidad para reducir los gases de efecto invernadero (GEI). Por tanto, es esencial analizar y evaluar cuidadosamente todas las fuentes para identificar aquellas que tienen un mayor potencial de reducción y que puedan generar un impacto significativo en la lucha contra el cambio climático. En este sentido, la comprensión detallada del comportamiento de las emisiones en cada territorio permitirá desarrollar estrategias más efectivas y enfocadas, adaptadas a las particularidades de cada municipio. Así, los Plan Local de Acción Climática podrán ser una herramienta poderosa para enfrentar los desafíos ambientales y trabajar hacia un futuro más sostenible y resiliente.

### III. DISEÑO DE MEDIDAS BASADO EN LAS FUENTES DE EMISIÓN Y SU PARTICIPACIÓN EN EL INVENTARIO.

En los PLACs, las medidas propuestas en el componente de mitigación tienen como principal objetivo reducir las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) abordando su origen y su intensidad. Para cada fuente de emisión, se han planteado medidas de mitigación que son factibles de implementar a corto, mediano y largo plazo. Además, en algunos casos, una sola medida puede aplicar a la reducción de dos o más fuentes de emisión, maximizando así su impacto. Por otro lado, se identificaron fuentes de emisión que requieren de dos o más medidas para una gestión adecuada y efectiva. Esto demuestra la complejidad del desafío que representa la mitigación del cambio climático y la necesidad de un enfoque integral y coordinado para abordar las diversas fuentes de emisión.

En la siguiente tabla se presentan detalladamente las medidas propuestas para los PLACs, destacando su alcance y la temporalidad de su implementación. Estas acciones representan un paso crucial para enfrentar el cambio climático a nivel local y contribuir al esfuerzo global por un futuro más sostenible y resiliente.

Tabla 6 Medidas propuestas para cada fuente de emisión

No.	FUENTE DE EMISIÓN	MEDIDA
1	FERMENTACIÓN ENTÉRICA	Programa de ganadería sostenible
2	EMISIONES FUGITIVAS MINERÍA DE CARBÓN	Programa de legalización minera
3	CONSUMO DE CARBÓN	Programa de sustitución progresiva de fogones tradicionales de leña
4	TRANSPORTE POR CARRETERA	Programa de conducción eficiente
5	DEFORESTACIÓN	Programa de sustitución progresiva de fogones tradicionales de leña
6	FERTILIZANTES	Programa de agricultura de precisión
7	ENERGÍA ELÉCTRICA	Programa de implementación de sistemas fotovoltaicos en edificios públicos
8	CONSUMO DE LEÑA	Programa de sustitución progresiva de fogones tradicionales de leña
9	GESTIÓN DE ESTIERCOL	Programa de ganadería sostenible
10	DISPOSICIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS EN TIERRA	Programa de gestión integral de residuos sólidos
11	TRATAMIENTO AGUAS RESIDUALES DOMÉSTICAS	Programa de gestión de aguas residuales domésticas
12	EXTRACCIÓN DE LEÑA	Programa de sustitución progresiva de fogones tradicionales de leña

Fuente: Fundación ECommunity

En los Planes Locales de Acción Climática, cada medida diseñada tiene como objetivo reducir las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) calculadas. Las medidas han sido organizadas en un orden específico de presentación que refleja la participación porcentual de las emisiones generadas por cada fuente. Se han identificado medidas que son aplicables a varias fuentes de emisión, lo que permite abordar de manera eficiente y coordinada múltiples fuentes con una sola acción. Esto optimiza el impacto de las medidas y facilita su implementación. Además, se han detectado fuentes de emisión que requieren más de una medida para su adecuada gestión. Esto demuestra que algunas fuentes son más complejas y requieren enfoques más integrales para lograr una reducción significativa de sus emisiones. A continuación, se presenta una descripción detallada de cada medida y su relación con la fuente de emisión a la que se encuentra asociada.

## Medida 1. Programa de ganadería sostenible

La ganadería es un sector productivo que genera altas emisiones de gases de efecto invernadero, principalmente debido a dos fuentes: la fermentación entérica y la gestión de estiércol. La fermentación entérica es un proceso natural presente en el sistema digestivo de los animales rumiantes, como el ganado, que resulta en la liberación de metano (CH<sub>4</sub>). La cantidad de CH<sub>4</sub> emitida por la fermentación entérica depende del número de animales, el tipo de sistema digestivo y el tipo y cantidad de alimento consumido.<sup>2</sup> Por otro lado, la gestión de estiércol también contribuye significativamente a las emisiones de metano y óxido nitroso (N<sub>2</sub>O). El CH<sub>4</sub> se produce durante el almacenamiento y tratamiento del estiércol en condiciones anaeróbicas, mientras que las emisiones directas de N<sub>2</sub>O se originan a través de procesos de nitrificación y desnitrificación del nitrógeno contenido en el estiércol. La reducción de estas emisiones es un tema prioritario para el desarrollo de la ganadería sostenible. La adopción de sistemas silvopastoriles, el mejoramiento genético, la mejora de la dieta y la tecnificación en el manejo del estiércol son algunas de las medidas que mitigan las emisiones de gases de efecto invernadero en la ganadería.

Esta medida representa una estrategia importante para mejorar la sostenibilidad y la eficiencia en la producción de leche, al tiempo que se minimiza el impacto ambiental. Al optimizar la genética de los bovinos y su dieta, se avanza hacia un sistema ganadero más productivo, responsable con el medio ambiente y resiliente ante los desafíos del cambio climático. Un ejemplo exitoso de un proceso similar se llevó a cabo en el municipio de Betétiva, donde se enfocaron en mejorar la genética de sistemas caprinos, obteniendo resultados notables y un aumento significativo en la productividad para gran parte de la población. Mediante estas estrategias, se busca impulsar el desarrollo y la eficiencia en la producción ganadera local, al tiempo que se contribuye a la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero y se promueve una mayor sostenibilidad en la actividad agropecuaria. La experiencia positiva en Betétiva es un testimonio alentador de los beneficios que se pueden lograr a través del mejoramiento genético, inspirando la adopción de medidas similares en otros territorios para el bienestar de sus comunidades y el cuidado del medio ambiente. Del mismo modo, el mejoramiento de la dieta del ganado es una medida efectiva de mitigación de gases de efecto invernadero (GEI) en la ganadería. Esta práctica se enfoca en ajustar y optimizar la alimentación del ganado para reducir la producción de metano (CH<sub>4</sub>) asociada a la fermentación entérica. El aumento del nivel de eficiencia en el uso de nutrientes para los animales resulta en menores emisiones de CH<sub>4</sub>. Esto se puede lograr utilizando como alimento forrajes o granos de alta calidad y sumamente digestibles. Por su parte, la gestión eficiente de estiércol es una medida clave para reducir las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) en la ganadería sostenible. Esta práctica se enfoca en manejar y aprovechar adecuadamente los residuos generados por el ganado, lo que no solo disminuye las emisiones de metano (CH<sub>4</sub>) y óxido nitroso (N<sub>2</sub>O) asociadas al proceso de descomposición anaeróbica del estiércol, sino que también contribuye a mejorar la calidad del suelo y la salud del ganado. Asimismo, la implementación de programas silvopastoriles, que incluyen prácticas como cercas vivas, la incorporación de árboles dispersos en los potreros, la creación de bancos mixtos de forraje y la adopción de sistemas silvopastoriles intensivos para el pastoreo, representa una alternativa valiosa. Estos enfoques no solo mejoran la productividad de la ganadería mediante un uso más eficiente de la tierra, sino que también conllevan beneficios adicionales, como la captura de carbono, el fomento de la biodiversidad, la conservación de los recursos hídricos, la restauración de suelos y la reducción de las temperaturas ambientales.

### Potencial de reducción de emisiones programa ganadería sostenible

El programa de Ganadería Sostenible presenta un potencial significativo para la reducción de emisiones vinculadas a dos fuentes de manera directa: la fermentación entérica y la gestión de

<sup>2</sup> Protocolo Global para Inventarios de Emisión de Gases de Efecto Invernadero a Escala Comunitaria

estiércol. Además, la implementación de sistemas silvopastoriles y la modernización de las prácticas ganaderas desempeñan un papel fundamental en la disminución de emisiones relacionadas con cambios en el uso del suelo, particularmente en áreas de páramo, al evitar ampliar la frontera agropecuaria. A continuación, se presenta el modelo estadístico empleado para la estimación de la reducción de las emisiones

### Potencial de reducción emisiones por fermentación entérica

El cálculo de las emisiones relacionadas con la fermentación entérica implica la consideración de varios factores, que incluyen la especie animal, el tipo de ganado, la cantidad de animales y la ubicación geográfica donde se lleva a cabo la actividad ganadera. Es importante mencionar que la implementación del programa de ganadería sostenible se centra en la mejora de las prácticas ganaderas, específicamente en lo que respeta al ganado bovino. Por lo tanto, al calcular el potencial de reducción de emisiones relacionadas con la fermentación entérica, solo se tienen en cuenta las emisiones que pueden ser mitigadas en relación con este tipo de ganado. En el caso específico del ganado bovino, la herramienta de cálculo utilizada para la elaboración de inventarios de gases de efecto invernadero en las ciudades colombianas emplea factores de emisión que discriminan entre distintas categorías de ganado. Estas categorías agrupan a los animales en función de su uso, como ganado lechero de alta producción, ganado lechero de baja producción, ganado con fines reproductivos, terneros y ganado de engorde. Además, esta herramienta ajusta el factor de emisión de acuerdo con la región geográfica de Colombia donde se desarrolla la actividad ganadera. Este ajuste se basa en consideraciones relacionadas con la dieta del ganado y el nivel de tecnificación presente en la región. De esta manera, se obtiene una estimación más precisa de las emisiones de metano producidas por la fermentación entérica en el contexto de la ganadería colombiana. En el caso de los inventarios de GEI de la Región Funcional se usó el factor de emisión para ganado lechero de baja producción **75,3 Kg CH<sub>4</sub>/animal/año**.

La implementación del programa de ganadería sostenible tiene como objetivo principal reducir las emisiones de metano generadas en el proceso digestivo de los rumiantes mediante cambios en la dieta y mejoras en la genética de los animales. En otras palabras, se espera que la ejecución de esta medida resulte en una disminución de hasta un 20% en la producción de metano entérico.<sup>3</sup> Asimismo, al aumentar la productividad lechera de las reses, se espera lograr una reducción en el número de animales necesarios para mantener los niveles de producción, lo que conllevará una disminución de los costos de producción sin afectar los ingresos generados por la venta de la leche.

Tabla 8 Potencial de reducción de GEI Fermentación Entérica

FUENTE DE EMISIÓN DE GEI	RESULTADOS REGION FUNCIONAL TERRITORIAL DE CAMBIO CLIMÁTICO (Ton CO <sub>2</sub> e)								
	TÓPAGA	MONGUI	MONGUA	GAMEZA	CORRALES	BETÉITIVA	BUSBANZÁ	FLORESTA	SUB SECTOR
FERMENTACIÓN ENTÉRICA	4.011,8	10.568,1	24.254,2	17.354,0	2.820,3	7.557,1	2.015,4	14.259,3	82.840,1
POTENCIAL DE REDUCCIÓN DE GEI	802,4	2.113,6	4.850,8	3.470,8	564,1	1.511,4	403,1	2.851,9	16.568,0

Fuente: Fundación ECommunity

### Potencial de reducción emisiones por gestión de estiércol

El cálculo de la reducción de emisiones vinculadas a la gestión de estiércol se encuentra intrínsecamente ligado al tratamiento planificado para estos residuos y las posibilidades de su aprovechamiento. Además, es importante considerar que el tratamiento de las excretas está fuertemente influenciado por las condiciones ambientales que prevalecen en los municipios

<sup>3</sup> Gerber, P.J., Steinfeld, H., Henderson, B., Mottet, A., Opio, C., Dijkman, J., Falcucci, A. & Tempio, G. 2013. Enfrentando el cambio climático a través de la ganadería – Una evaluación global de las emisiones y oportunidades de mitigación. Organización de las naciones unidas para la alimentación y la agricultura (FAO), Roma.

respectivos. En el caso de la Región Funcional, la elevada altitud sobre el nivel del mar y las bajas temperaturas a las que están expuestos los municipios plantean desafíos significativos en cuanto a la viabilidad de programas de generación de biogás a partir de las excretas. Esto se debe a que la temperatura desempeña un papel esencial en el funcionamiento óptimo de los biodigestores, ya que los microorganismos encargados del procesamiento de la materia orgánica son particularmente sensibles a este factor. Para lograr una digestión anaeróbica efectiva, el biodigestor debe operar en entornos donde las temperaturas superen los 30°C. En consecuencia, se sugiere la implementación de procesos de compostaje para tratar las excretas de los animales, con el objetivo de obtener abonos que eviten tanto la nitrificación de los suelos como la emisión de óxido nitroso. Este tratamiento eficaz del estiércol tiene el potencial de reducir las emisiones asociadas hasta en un 20%, ajustando el valor de la fracción de la excreción anual total de nitrógeno gestionada para cada categoría de ganado. La siguiente tabla muestra el potencial de reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero en cada municipio.

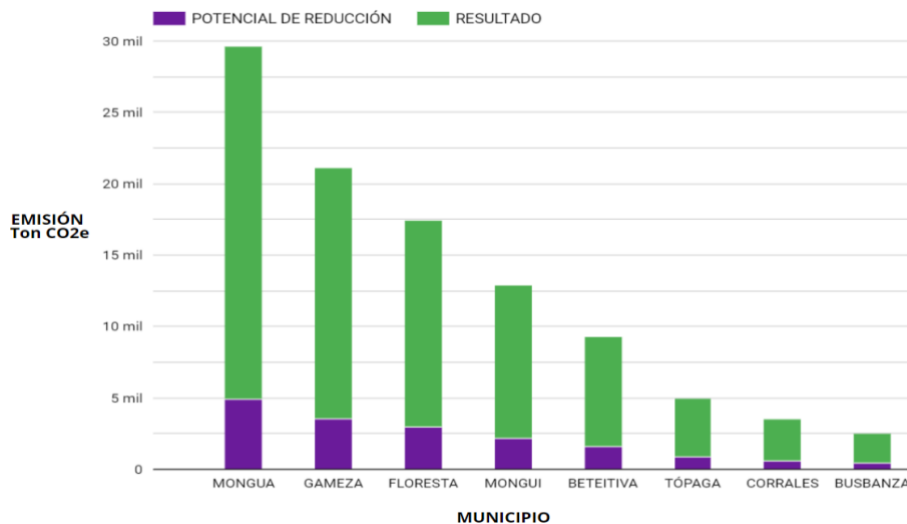
Tabla 9 Potencial de reducción de GEI gestión de estiércol

FUENTE DE EMISIÓN	RESULTADOS REGION FUNCIONAL TERRITORIAL DE CAMBIO CLIMÁTICO (Ton CO2e)								
	TOPAGA	MONGUI	MONGUA	GAMEZA	CORRALES	BETEITIVA	BUSBANZA	FLORESTA	SUB SECTOR
GESTIÓN DE ESTIERCOL	113,3	178,4	441,2	277,4	86,8	153,1	57,0	284,4	1.591,6
POTENCIAL DE REDUCCIÓN GEI	22,6	35,68	88,2	55,4	17,3	30,6	11,39	56,884	318,3

Fuente: Fundación ECommunity

La siguiente gráfica presenta de manera esquemática la relación de cada municipio entre las fuentes de emisión mencionadas y el potencial de reducción de gases de efecto invernadero por la implementación del programa de ganadería sostenible.

Ilustración 17 Medida 1. Potencial de reducción de GEI en cada municipio del programa ganadería sostenible



Fuente: Fundación ECommunity

En términos de reducciones netas, el programa de ganadería sostenible tendrá un impacto significativo en los municipios que cuentan con una mayor población de ganado. Esto se debe a que la cantidad de emisiones de gases de efecto invernadero generadas por la fermentación entérica y la gestión de estiércol guardan una relación directa con la cantidad de ganado presente en cada territorio. La implementación del programa de ganadería sostenible tiene el potencial de reducir más de 16.000 toneladas de CO2 equivalente por año en la Región Funcional. Entre los municipios, Mongua destaca como el que presenta el mayor potencial de reducción, proyectando una mitigación de 4.950 toneladas de CO2 equivalente.

## Medida 2. Programa de legalización minera

Los procesos geológicos de formación del carbón generan CH<sub>4</sub> y CO, conocidos como gas de veta, que quedan atrapados hasta que el carbón es expuesto durante operaciones mineras o posteriores a la explotación, incluyendo manejo, procesamiento y transporte de carbón.<sup>4</sup> Las emisiones fugitivas relacionadas con la producción y postproducción de carbón fueron la segunda fuente de emisiones más significativa en términos de CO<sub>2</sub>e. Están presentes en los seis municipios mineros y representan un desafío para la gestión de emisiones. Esta fuente incluye todas las emisiones, tanto intencionales como no intencionales, derivadas de la extracción, procesamiento, almacenamiento y transporte de carbón en cada municipio. Estas fuentes están directamente vinculadas a la producción de carbón, lo que implica que, para reducirlas, es necesario disminuir la producción minera, planteando un dilema social en los territorios, ya que podría resultar en pérdida de empleos y un impacto negativo en la economía local. En consecuencia, abordar las emisiones fugitivas asociadas a la producción y postproducción de carbón requiere de un enfoque equilibrado que considere tanto la necesidad de reducir las emisiones como la importancia de mantener la sostenibilidad económica y social de los municipios mineros. Se podría buscar la implementación de tecnologías más eficientes y limpias en el proceso de producción, así como promover la diversificación económica en los territorios para mitigar el impacto de una eventual reducción en la producción minera. Dentro del presente Plan Local de Acción Climática, se contempla la realización de jornadas de acompañamiento a los empresarios mineros con el objetivo de buscar la legalización y el cumplimiento de la normatividad ambiental vigente. Aunque esta medida no reduce emisiones directamente, tiene como propósito asegurar que las futuras actividades mineras en los territorios se realicen de manera ambientalmente responsable y cumplan con los estándares requeridos. Esto contribuirá a promover un desarrollo minero energético resiliente al clima y con bajas emisiones de carbono a largo plazo.

Asimismo, se propone la implementación de mejoras técnicas y locativas dentro de las minas, como sistemas de ventilación automáticos y el uso de electricidad para el transporte del carbón. Aunque estas mejoras no reducen las emisiones fugitivas directamente, sí mejoran significativamente la actividad minera y reducen los consumos energéticos asociados. Al implementar sistemas de ventilación automáticos, se garantiza una mejor circulación del aire dentro de las minas, lo que no solo contribuye a un ambiente laboral más seguro para los trabajadores, sino que también puede ayudar a reducir el riesgo de liberación de gases de efecto invernadero atrapados en la veta del carbón. Por otro lado, el uso de electricidad para el transporte del carbón dentro de las minas representa una opción más limpia y eficiente en comparación con otros métodos que utilizan combustibles fósiles contribuyendo a disminuir las emisiones indirectas asociadas con el consumo de energía durante las operaciones mineras.

### Potencial de reducción programa legalización minera

El programa de legalización minera carece de un potencial definido para la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero debido a su estrecha asociación con la explotación de carbón. Por lo tanto, no es factible cuantificar un potencial de reducción de emisiones directas, y resulta imposible medir o proyectar un escenario de mitigación como resultado de la implementación de esta medida.

---

<sup>4</sup> World Resources Institute, Grupo de Liderazgo de Ciudades contra el Cambio Climático C40, ICLEI - Gobiernos Locales por la Sustentabilidad. (2016). "Protocolo Global para Inventarios de Emisión de Gases de Efecto Invernadero a Escala Comunitaria". Cálculo de las emisiones fugitivas provenientes de combustibles, pág. 65. Recuperado de:

[[https://ghgprotocol.org/sites/default/files/standards\\_supporting/GHGP\\_GPC%20%28Spanish%29.pdf](https://ghgprotocol.org/sites/default/files/standards_supporting/GHGP_GPC%20%28Spanish%29.pdf)]

### **Medida 3. Sustitución progresiva de fogones tradicionales de leña.**

Debido al contexto sociocultural de los territorios, la preparación de alimentos normalmente se lleva a cabo en fogones de leña o estufas que utilizan combustibles fósiles. Estos dispositivos no solo se emplean para cocinar, sino que también son esenciales para calentar los espacios de las viviendas debido al clima frío de la región, lo que resulta en una alta demanda de recursos energéticos. El inventario de gases de efecto invernadero (GEI) realizado en los municipios de la Región Funcional ha revelado la dinámica energética que se desenvuelve en estas localidades. Se ha observado que solo los municipios con operaciones mineras presentan consumos de carbón en el sector residencial, debido a su acceso a este recurso. No obstante, los elevados costos asociados al carbón han disminuido su demanda, lo que ha generado un aumento en el uso de leña. En contraste, en los municipios que carecen de operaciones mineras, la leña se convierte en la única fuente de energía disponible, especialmente en las zonas rurales. El acceso a la leña como recurso energético puede variar según el territorio, pero la dinámica general es la misma. Las comunidades rurales acceden a la leña que es más asequible para ellas. Por ejemplo, si una familia reside en una zona montañosa donde los bosques nativos son de fácil alcance, será esta masa forestal la que proveerá la leña necesaria, lo que puede dar lugar a escenarios de deforestación.

Para abordar este desafío, es fundamental buscar soluciones energéticas sostenibles y alternativas que reduzcan en la medida de lo posible la dependencia de la leña obtenida de bosques nativos. Es fundamental mejorar la eficiencia energética en los hogares y fomentar prácticas de manejo forestal sostenible para mitigar las emisiones de GEI y proteger los recursos naturales de la región. Además, es esencial concienciar a las comunidades sobre la importancia de adoptar prácticas más responsables y sostenibles en el uso de la energía para lograr un desarrollo sostenible y resiliente al clima en la Región Funcional. Por lo tanto, se propone una solución que se fundamenta en dos componentes clave: la sustitución de los tradicionales fogones de leña por estufas eficientes y la implementación de un sistema de abastecimiento de biomasa conocido como "huerto maderero".

Las estufas ecoeficientes presentan una notable mejora en el proceso de combustión, lo que conlleva una reducción significativa de los consumos de biomasa, alcanzando una disminución hasta de un 60% respecto a los fogones tradicionales de leña<sup>5</sup>. El uso de ecoestufas representa una solución efectiva para mejorar la eficiencia energética y reducir las emisiones de GEI asociadas a la combustión incompleta de biomasa en fogones y estufas tradicionales. Estas mejoras contribuirán a disminuir las emisiones de GEI y promover un enfoque más sostenible en el manejo energético en la región, especialmente en áreas de alta montaña donde la concentración de oxígeno puede afectar significativamente el proceso de combustión. El huerto maderero se propone como una alternativa para el suministro energético, evitando así la extracción de leña de los bosques nativos y promoviendo las condiciones necesarias para avanzar en la gobernanza forestal. Cada huerto maderero debe garantizar el suministro de biomasa y la reposición de los individuos forestales que vayan siendo aprovechados.

Esta iniciativa cuenta con un programa piloto implementado en el año 2018 que se vio interrumpido debido a las restricciones decretadas a causa de la pandemia, lo que resultó en la entrega de solo 15 ecoestufas, sin que se estableciera ningún huerto maderero. No obstante, es importante destacar el programa piloto de estufas eficientes tenía como marco de referencia el inventario de GEI de 2019, por lo que esta situación no afecta la asignación actual de estufas a los municipios.

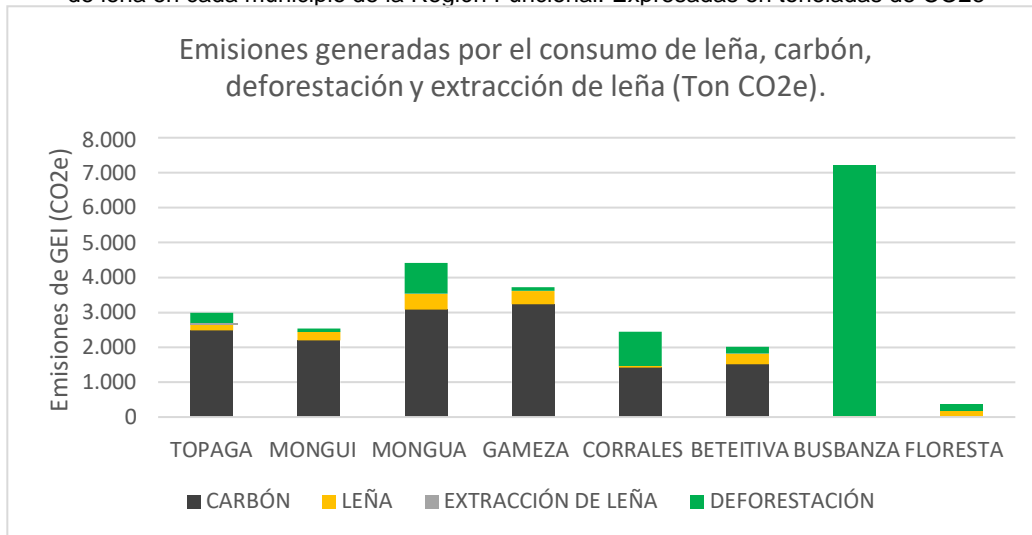
---

<sup>5</sup> Unidad de Planeación Minero Energética. Informe Final. Contrato UPME C-031-2019. Estudio que permita formular un programa actualizado de sustitución progresiva de leña como energético en el sector residencial en Colombia, con los componentes necesarios para su ejecución. 2019

### Potencial de reducción de emisiones programa de sustitución progresiva de fogones tradicionales de leña

El Programa de Sustitución Progresiva de Fogones Tradicionales de Leña tiene como objetivo distribuir 500 eco-estufas en la Región Funcional Territorial de Cambio Climático, priorizando los municipios con las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) más elevadas. Aunque su enfoque principal radica en la reducción de emisiones relacionadas con el uso de leña y carbón, también posee un considerable potencial para disminuir las emisiones asociadas a la deforestación y la extracción de leña. La gráfica presentada a continuación ilustra las emisiones de GEI vinculadas al consumo de carbón, leña, deforestación y extracción de leña en cada municipio, resaltando de este modo el potencial de cada territorio para reducir las emisiones provenientes de estas fuentes.

Ilustración 18 Medida 3. Emisiones de GEI asociadas al consumo de carbón, leña, deforestación y extracción de leña en cada municipio de la Región Funcional. Expresadas en toneladas de CO2e



Fuente: Fundación ECOMmunity

El análisis de la gráfica sugiere que, en los municipios con actividades mineras, el consumo de carbón constituye la principal fuente de emisiones relacionadas con la cocción de alimentos. Además, en estos municipios, las emisiones atribuibles a la deforestación son significativamente superiores a las generadas por el uso de leña y su origen se relaciona con la minería de carbón y la necesidad de adelantar el aprovechamiento de bosques maderables para el sostenimiento estructural de las operaciones mineras. En el caso de Busbanzá, la situación es notablemente diferente, ya que los procesos de deforestación no guardan relación con el consumo de leña o la explotación forestal, sino que se derivan del aumento de la frontera agropecuaria y cambios en el uso del suelo.

Es crucial destacar que reemplazar un fogón tradicional de leña por una eco estufa evita la emisión de 1,5 toneladas de CO2e por cada año de uso, lo que define el factor de reducción. En consecuencia, el potencial de reducción de emisiones para cada municipio se calculará multiplicando el número de fogones reemplazados por el factor de reducción. La cantidad de estufas eficientes a distribuir en cada municipio se fundamenta en tres criterios: las emisiones de CO2e generadas, la proporción de la población municipal que utiliza leña y carbón como su fuente principal de energía, y la disponibilidad de alternativas más eficientes para cocinar. La siguiente tabla presenta la distribución de las 500 estufas eficientes en los municipios de la Región Funcional.

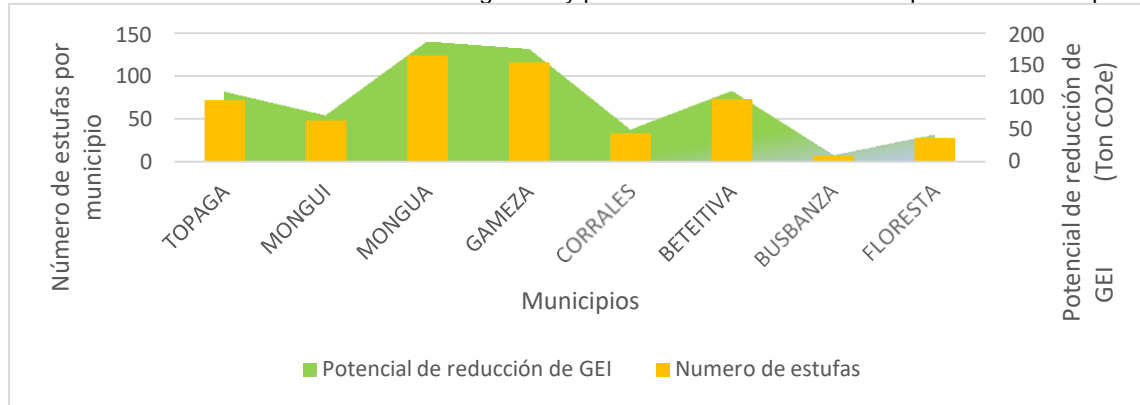
Tabla 10 Número de estufas eficiente a entregar en cada municipio

TÓPAGA	MONGUI	MONGUA	GAMEZA	CORRALES	BETÉITIVA	BUSBANZÁ	FLORESTA
72	48	124	116	33	73	7	28

Fuente: Fundación ECommunity

Los municipios que registraron una mayor asignación de beneficiarios en el programa fueron Mongua, Gámeza y Tópaga. Esto se debió a la combinación de su población rural considerable y las dificultades que enfrentan en el acceso a fuentes de energía alternativas para cocinar. En contraste, Busbanzá recibió una asignación más reducida de ecoestufas, principalmente debido a su bajo potencial de reducción de emisiones y su población rural relativamente pequeña. La siguiente gráfica ilustra el potencial de reducción de emisiones de CO2 equivalente en relación con la cantidad de beneficiarios asignados para el programa en cada uno de estos municipios.

Ilustración 19. Número de beneficiarios asignados y potencial de reducción de GEI para cada municipio.



Fuente: Fundación ECommunity

El potencial de mitigación calculado para el programa sustitución progresiva de fogones tradicionales de leña y su respectivo porcentaje de reducción de emisiones asociado al consumo de carbón y leña se detallan a continuación para cada municipio:

Tabla 11 Potencial de reducción de emisiones para cada municipio

	TÓPAGA	MONGUI	MONGUA	GAMEZA	CORRALES	BETÉITIVA	BUSBANZÁ	FLORESTA
Potencial de reducción de GEI (Ton CO2e)	108	71,3	185,5	173,9	48,9	109,1	10	42,3
Porcentaje de reducción de GEI	3,6 %	2,8 %	4,2 %	4,7 %	2,0 %	5,4 %	21,8 %	10,8 %

Fuente: Fundación ECommunity

El municipio de Mongua se destaca como el territorio con el mayor potencial de reducción de emisiones, alcanzando un total de 185 toneladas de CO2 equivalente. Por otro lado, Busbanzá es el municipio que experimentará la mayor disminución porcentual de las emisiones vinculadas al consumo de leña, a pesar de que su potencial de reducción es el más bajo en comparación con los demás municipios. Esta tendencia estadística debe ser considerada al momento de establecer las metas y desarrollar indicadores de seguimiento, de tal modo que facilite el monitoreo reporte y verificación del programa en cada uno de los municipios.

#### **Medida 4. Programa transporte sostenible.**

Las emisiones cuantificadas en el sector transporte de carretera se calcularon de dos maneras diferentes. Para el municipio de Corrales, se utilizaron datos sobre ventas de combustible, siguiendo la metodología de Minambiente, asumiendo que todo el combustible vendido fue consumido dentro del municipio. No obstante, esta aproximación no refleja de manera precisa las condiciones del sector de transporte en la localidad, debido a que la estación de servicio ubicada dentro de los límites municipales vende combustible a más de cinco municipios vecinos y está situada en una vía nacional con un considerable flujo vehicular. Para los demás municipios, se construyó el dato de actividad empleando el método geográfico<sup>6</sup>, que relaciona el tránsito promedio diario con los kilómetros de vías dentro del municipio y el consumo de combustible, teniendo en cuenta el tipo de vehículo. Este método refleja con mayor precisión las emisiones asociadas al sector transporte durante el periodo de estudio. Sin embargo, el dato de actividad tiene un mayor grado de incertidumbre debido a la forma en que se construyó, utilizando fuentes de información secundaria. En ambos casos, la trazabilidad sobre la reducción de las emisiones dificulta la construcción de indicadores de seguimiento y no permite establecer mecanismos de verificación de las medidas propuestas para mitigar las fuentes de emisión. Es crucial mejorar la precisión en la cuantificación de las emisiones asociadas al sector transporte, considerando las particularidades de cada municipio y empleando métodos más confiables en la obtención de los datos de actividad. Asimismo, se deben establecer mecanismos de seguimiento y verificación para garantizar la efectividad de las medidas propuestas y lograr una reducción real y medible de las emisiones en el sector transporte de la Región Funcional.

En consecuencia, la medida denominada "transporte sostenible" busca reducir emisiones asociadas al sector transporte apelando por mecanismos de participación comunitaria como el fomento en el uso de la bicicleta, iniciativas de transporte compartido, educación y conciencia, conducción eficiente, entre otros. Dicho de otra manera, el cálculo para el potencial de reducción de la medida no emplea los datos del inventario y por lo tanto deriva en interpretaciones cualitativas. El potencial de reducción de emisiones se basa en los resultados del inventario para el sector transporte, pero no tiene en cuenta los datos de actividad para establecer metas y mecanismos de seguimiento.

#### **Potencial de reducción de emisiones programa transporte sostenible**

El programa transporte sostenible plantea la reducción de emisiones de GEI partiendo del cambio en las conductas relacionadas con el desplazamiento de los habitantes dentro de los límites del municipio. Es decir, se espera que la comunidad se concientice sobre la necesidad de migrar hacia medios de transporte sostenible, resaltando el uso de la bicicleta, la creación de una escuela de conducción eficiente y la implementación de un modelo de transporte compartido para los funcionarios públicos del municipio. Se espera que el cambio en la conducta de los ciudadanos evite el consumo de miles de galones de combustible y se traduzca en una reducción significativa de emisiones de GEI.

Sin embargo, establecer un potencial de reducción de emisiones basado únicamente en los datos de actividad utilizados en el inventario de GEI resulta inexacto. Es más acertado planificar la reducción de emisiones mediante la creación de un modelo estadístico que tenga en cuenta las acciones a desarrollar.

---

<sup>6</sup> World Resources Institute, Grupo de Liderazgo de Ciudades contra el Cambio Climático C40, ICLEI - Gobiernos Locales por la Sustentabilidad. (2016). "Protocolo Global para Inventarios de Emisión de Gases de Efecto Invernadero a Escala Comunitaria". Método geográfico o territorial, pág. 75. Recuperado de:

[[https://ghgprotocol.org/sites/default/files/standards\\_supporting/GHGP\\_GPC%20%28Spanish%29.pdf](https://ghgprotocol.org/sites/default/files/standards_supporting/GHGP_GPC%20%28Spanish%29.pdf)]

## **Medida 5. Agricultura sostenible.**

Las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) asociadas a la aplicación de fertilizantes nitrogenados están principalmente relacionadas con la liberación de óxido nitroso (N<sub>2</sub>O) a la atmósfera. Cuando se aplican fertilizantes nitrogenados, como urea, nitrato de amonio o sulfato de amonio, al suelo, una parte del nitrógeno contenido en el fertilizante se transforma en óxido nitroso a través de procesos de nitrificación y desnitrificación. La nitrificación ocurre en el suelo bajo condiciones aeróbicas, donde las bacterias convierten el nitrógeno amoniacal en nitrato. Posteriormente, durante la desnitrificación en condiciones anaeróbicas, las bacterias convierten el nitrato nuevamente en nitrógeno gaseoso, liberando N<sub>2</sub>O a la atmósfera. Las emisiones de N<sub>2</sub>O asociadas a la aplicación de fertilizantes nitrogenados pueden variar dependiendo de factores como el tipo y la cantidad de fertilizante utilizado, las condiciones climáticas y del suelo, así como las prácticas de manejo agrícola. Las emisiones también pueden ocurrir durante la volatilización de amoníaco (NH<sub>3</sub>) cuando se aplican fertilizantes en forma de urea, lo que también contribuye al calentamiento global.

Para mitigar estas emisiones, se han propuesto prácticas agrícolas más sostenibles, como la aplicación de fertilizantes de forma más precisa y en momentos óptimos para reducir pérdidas de nitrógeno, el uso de técnicas de manejo de suelos que promuevan la retención de nitrógeno y la adopción de prácticas de agricultura de conservación. Estas estrategias buscan maximizar la eficiencia en el uso de los fertilizantes y reducir las emisiones de óxido nitroso. El objetivo principal de este programa es reducir las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) en la agricultura a través de la implementación de prácticas sostenibles y eficientes, mediante un enfoque integral que abarque la gestión de fertilizantes, el uso eficiente del agua y la promoción de la agricultura de conservación.

La gestión de fertilizantes exige un proceso de mapeo de las áreas de cultivo con el propósito de identificar parcelas de producción que compartan características similares. Este proceso se logra mediante análisis de suelos, los cuales proporcionan información crucial acerca de la textura del suelo, la presencia de nutrientes y la capacidad de retención de nitrógeno en el horizonte orgánico. Estos datos servirán como base para desarrollar planes de fertilización personalizados para cada parcela, reduciendo al mínimo la aplicación excesiva de fertilizantes con base en nitrógeno. En esta misma línea, la Gobernación de Boyacá ha estado implementando un programa llamado "Boyacá se adapta" con el objetivo de establecer un modelo de agricultura de precisión mediante el uso de drones, sistemas de información geográfica y estudios edafológicos. En este contexto, el programa de la Gobernación de Boyacá se configura como un valioso aliado en asuntos técnicos, en la capacitación de los productores y en el desarrollo de modelos de siembra altamente eficientes.

Por su parte, la agricultura de conservación representa una estrategia fundamental en la gestión agrícola sostenible, enfocada en la adopción de prácticas como la siembra directa, la cobertura del suelo y la rotación de cultivos. Esta metodología promueve la conservación de los recursos naturales al minimizar la erosión del suelo y evitar la liberación del carbono almacenado, lo que resulta en suelos más saludables y productivos, una mayor resiliencia de los cultivos ante condiciones climáticas adversas y la reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero.

### **Potencial de reducción de emisiones programa agricultura sostenible**

El enfoque de reducción de emisiones de esta medida se basa en el análisis de tres factores coyunturales relacionados con la aplicación de fertilizantes nitrogenados: el tipo de cultivo predominante en el municipio, la extensión territorial destinada a estos cultivos y el nivel de tecnificación en la actividad agrícola. El cultivo de papa sobresale como el que tiene un mayor aporte

en las emisiones de GEI. Los motivos son dos: el factor de emisión es más alto en relación a los factores de emisión de otros cultivos y las extensiones dedicadas a la siembra de este tubérculo. De esta manera, los municipios de Gámeza, Tópaga, Mongua y Monguí al tener las mayores extensiones de tierra destinadas al cultivo de papa tienen una ponderación mayor y un potencial de reducción de emisiones más elevado. La siguiente tabla presenta las emisiones de gases de efecto invernadero generados por la aplicación de fertilizantes nitrogenados y el potencial de reducción de emisiones en cada municipio.

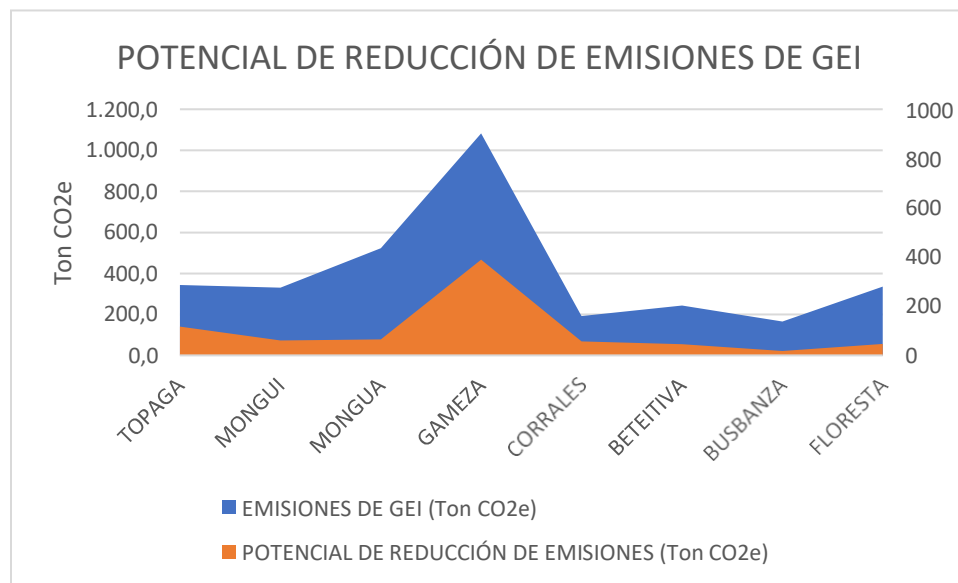
Tabla 12 Potencial de reducción de emisiones para cada municipio

DATOS DEL PROGRAMA	TÓPAGA	MONGUI	MONGUA	GAMEZA	CORRALES	BETÉITIVA	BUSBANZÁ	FLORESTA
EMISIÓN POR USO DE FERTILIZANTES (Ton CO2e)	343,5	330,8	523,5	1.082,6	192,7	243,3	164,9	335,9
POTENCIAL DE REDUCCIÓN (Ton CO2e)	117,3	61,1	65,5	389,2	56,9	45,3	18	46,7
PORCENTAJE DE REDUCCIÓN	34%	18%	13%	36%	30%	19%	11%	14%

Fuente: Fundación ECommunity

Gámeza y Tópaga se destacan por exhibir los porcentajes más elevados de reducción de emisiones en comparación con otros territorios de la Región Funcional Territorial de Cambio Climático. Esto se debe principalmente a la cantidad significativa de fertilizantes nitrogenados utilizados en el cultivo de papa y al alto grado de organización gremial presente en estos municipios. La consolidación de asociaciones de productores de papa en estas zonas puede desempeñar un papel crucial al contribuir a la tecnificación de los cultivos y al establecimiento exitoso de programas piloto.

Ilustración 20. Medida 5. Programa de agricultura sostenible y su aplicabilidad en cada municipio en virtud de las emisiones y su potencial de reducción.



Fuente: Fundación ECommunity

La gráfica muestra el potencial de reducción de emisiones en cada municipio mediante la implementación de la medida propuesta. La distribución de las emisiones en el territorio está relacionada con la cantidad de hectáreas cultivadas y el uso de fertilizantes en cada cultivo. En consecuencia, esta medida tendrá un mayor impacto en los municipios que tienen una mayor actividad agrícola y una mayor extensión de tierras cultivadas.

## **Medida 6. Programa de implementación de sistemas fotovoltaicos en edificios públicos.**

El comportamiento de las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) debido al consumo de electricidad es uniforme en toda la Región Funcional. Los consumos de energía eléctrica se distribuyen de manera equitativa entre los ocho municipios. No obstante, se ha notado que los municipios con actividades mineras más tecnificadas experimentan un incremento porcentual en sus consumos de electricidad en comparación con los demás municipios. Este análisis nos permite identificar la necesidad de implementar mecanismos de acompañamiento en los municipios mineros para llevar a cabo medidas de eficiencia energética en las unidades productivas. Estas medidas no solo contribuirán a reducir las emisiones asociadas al consumo de energía, sino que también fomentarán el aumento de la productividad y la reducción de los costos relacionados con la electricidad. Es importante mencionar que este modelo solo es aplicable a los municipios de Tópaga, Mongua, Gameza y Corrales debido a su vocación minera específica.

Las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) originadas por el consumo de energía eléctrica en el sector institucional de los territorios de la Región Funcional representan una valiosa oportunidad para la mitigación, al mismo tiempo que impulsan una gobernanza energética más sólida en los municipios. A medida que las condiciones climáticas cambian y la distribución de las precipitaciones se ve alterada en Colombia, aumenta el riesgo de cortes de energía y la dependencia en termoeléctricas. En este contexto, avanzar hacia la adopción de fuentes de energía alternativas permite a los territorios adaptarse a los nuevos desafíos energéticos sin comprometer la prestación de servicios públicos esenciales, como atención médica, educación, seguridad y otros. Por lo tanto, el programa de implementación de sistemas fotovoltaicos en edificios públicos busca no solo reducir las emisiones de GEI generadas por el consumo de energía en el sector público, sino también fortalecer la resiliencia de las instituciones oficiales frente a los desafíos planteados por los cambios en el clima y la dinámica climática.

Se ha planteado la implementación de sistemas fotovoltaicos en los edificios públicos de los municipios de la Región Funcional, otorgando prioridad a instituciones educativas, centros de salud, estaciones de policía y cuerpos de bomberos. Esto se debe a que estas instituciones dependen de un suministro eléctrico constante para su correcto funcionamiento y, además, registran consumos de energía significativamente superiores en comparación con otros edificios públicos. También se sugiere priorizar las instalaciones en donde funcionan las administraciones municipales, ya que son más accesibles para llevar a cabo el acompañamiento necesario y pueden servir como una estrategia efectiva de promoción y comunicación para generar el interés de posibles financiadores en futuros proyectos de eficiencia energética y generación de energías alternativas.

### **Potencial de reducción de emisiones programa implementación de sistemas fotovoltaicos en edificios públicos.**

Para establecer el potencial de reducción de emisiones de la medida se usaron los mismos datos de actividad de los inventarios municipales de GEI, obtenidos del Sistema único de información de servicios públicos domiciliarios SUI. La plataforma permite clasificar los consumos de energía según el tipo de usuario permitiendo establecer la cantidad de energía suministrado al sector oficial o institucional durante el periodo de estudio. Esta categorización de la información es esencial para identificar el potencial de reducción de emisiones, ya que son precisamente esos consumos de energía los que pueden ser reducidos. En la siguiente tabla, se presentan los consumos totales de energía eléctrica, los consumos en el sector institucional y el porcentaje de mitigación de GEI de la medida para cada uno de los municipios.

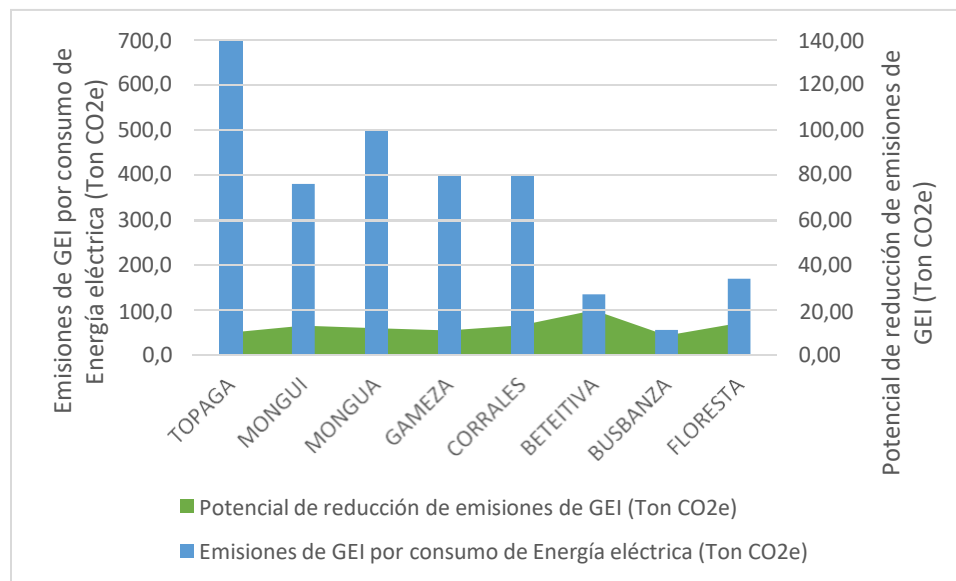
Tabla 13 Potencial de reducción de emisiones para cada municipio

ITEM	TÓPAGA	MONGUI	MONGUA	GAMEZA	CORRALES	BETÉITIVA	BUSBANZÁ	FLORESTA
Consumo total Energía Eléctrica (KWh/2022)	3.669.962	1.997.724	2.621.918	2.042.336	2.084.264	706.260	292.873	891.620
Consumo sector institucional (KWh/2022)	52.202	68.453	62.503	56.895	69.290	104.400	44.939	74.330
Potencial de reducción de emisiones de GEI (Ton CO2e)	9,92	13,01	11,88	10,8	13,1	19,8	8,53	14,12
Porcentaje de participación sector institucional	1,42 %	3,43 %	2,38 %	2,79 %	3,32 %	14,78 %	15,34 %	8,34 %

Fuente: Fundación ECOMmunity

Los municipios de Betétiva, Floresta y Corrales se destacan por presentar los escenarios más exitosos en términos de reducciones netas de CO2e gracias a la implementación de esta medida. Esto resalta el notable potencial de estos territorios para disminuir las emisiones relacionadas con el consumo de electricidad, particularmente en el sector institucional. Por su parte, Busbanzá presenta la mayor reducción porcentual de emisiones respecto al consumo total de electricidad.

Ilustración 9 Medida 6. Programa de implementación de sistemas fotovoltaicos en edificios públicos y su aplicabilidad en cada municipio en virtud de las emisiones.



Fuente: Fundación ECOMmunity

El municipio de Tópaga en el año 2022 empezó la energización de los edificios públicos teniendo reducciones importantes en términos de consumos, costos y emisiones. La Institución educativa Carlos Julio Umaña desde el presente año genera la totalidad de la energía eléctrica que consume mediante el aprovechamiento de la radiación solar. Este sistema fue implementado en el marco del programa Urban LEDS II y ejecutado por ICLEI Gobiernos locales por la sustentabilidad.

## **Medida 7. Programa de gestión integral de residuos sólidos**

La gestión integral de residuos sólidos se ha implementado de manera generalizada en los municipios de la Región Funcional, y ha sido un programa en el que las administraciones municipales han trabajado arduamente para reducir la cantidad de residuos sólidos destinados a los rellenos sanitarios. Este esfuerzo se debe a que la disposición de residuos sólidos en rellenos sanitarios representa una carga significativa en los presupuestos municipales. Es importante destacar que en ninguno de los municipios de la Región Funcional se cuenta con rellenos sanitarios propios, lo que implica costos elevados asociados a la recolección, transporte y disposición final de los residuos en instalaciones externas. Estos costos demandan una partida presupuestal considerable que podría ser asignada para resolver las necesidades básicas de la población. Por lo tanto, la reducción de residuos sólidos y la implementación de alternativas más sostenibles para su manejo no solo contribuirían al cuidado del medio ambiente, sino que también permitirían liberar recursos financieros que podrían ser destinados a mejorar la calidad de vida de la población, cubriendo necesidades fundamentales como salud, educación o infraestructura. Así, la gestión eficiente de residuos sólidos no solo representa un beneficio ambiental, sino también una oportunidad para el desarrollo y bienestar de la comunidad en la Región Funcional. La selección en la fuente se considera un mecanismo efectivo para reducir los volúmenes de residuos que se envían a los rellenos sanitarios. A pesar de que estos programas están incluidos en las líneas programáticas de los Planes de Gestión Integral de Residuos Sólidos Municipales, su implementación no ha logrado alcanzar los resultados esperados en términos de reducción de la cantidad de residuos dispuestos en los rellenos sanitarios. Por lo tanto, es crucial articular esta medida con los PGIRS existentes, realizando un análisis detallado para identificar las posibles razones por las cuales no han tenido el éxito esperado. A partir de esta revisión, se debe replantear la forma en que se han llevado a cabo los programas para lograr alcanzar las metas propuestas en la reducción de residuos sólidos.

Es de suma importancia identificar y abordar los desafíos que han obstaculizado la efectividad de la selección en la fuente, con el propósito de mejorar su implementación y maximizar su impacto en la reducción de residuos y en la promoción de prácticas más sostenibles en el manejo de los desechos. Mediante una revisión y replanteamiento de los enfoques actuales, será posible optimizar los resultados y avanzar hacia una gestión integral de residuos sólidos más eficiente y exitosa en la Región Funcional. Esta mejora en la gestión de residuos sólidos no solo tendrá beneficios ambientales, sino también se traducirá en una significativa mitigación de las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) asociadas a la gestión de estos residuos. Al reducir la cantidad de desechos que llegan a los rellenos sanitarios, disminuirán las emisiones de gases como el metano (CH<sub>4</sub>) producidas por la descomposición anaeróbica de los residuos en dichos sitios de disposición final. De esta manera, la implementación efectiva de la selección en la fuente se convertirá en una valiosa contribución para enfrentar el desafío del cambio climático en la Región Funcional.

### **Potencial de reducción de emisiones programa gestión integral de residuos sólidos**

El potencial de reducción de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) se ha determinado a través de las metas de aprovechamiento de residuos sólidos establecidos en cada municipio, de acuerdo con sus respectivos planes de gestión integral de residuos sólidos (PGIRS). En todos los territorios se han fijado metas ambiciosas de reducción de residuos sólidos, con horizontes de cumplimiento similares. La utilización de estos datos asegura que la implementación de la medida pueda ser cuantificada, permitiendo así el desarrollo de un modelo de monitoreo, reporte y verificación a corto, mediano y largo plazo. A continuación, se detallan las metas porcentuales de reducción de residuos propuestas en los PGIRS y su correspondencia en términos de emisiones de GEI.

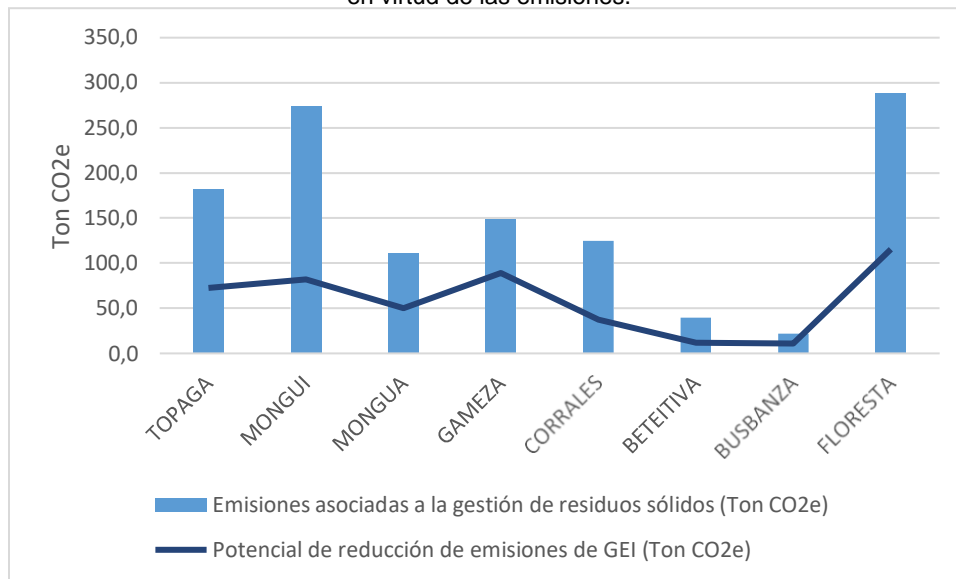
Tabla 14 Potencial de reducción de emisiones para cada municipio según los PGIRS municipales

ITEM	TOPAGA	MONGUI	MONGUA	GAMEZA	CORRALES	BETÉITIVA	BUSBANZÁ	FLORESTA
Emisiones asociadas a la gestión de residuos sólidos (Ton CO2e)	181,5	273,5	111,5	148,9	124,7	39,6	21,9	288,5
Potencial de reducción de emisiones de GEI (Ton CO2e)	72,60	82,04	50,18	89,32	37,40	11,88	10,93	115,38

Fuente: Fundación ECOMmunity

Cada municipio ha establecido metas ambiciosas de reducción de residuos sólidos, y la implementación de estas metas está siendo supervisada por la autoridad ambiental, Corpoboyaca, que verifica el grado de cumplimiento de las medidas y brinda apoyo en su ejecución. El municipio de Floresta destaca como el territorio con el mayor potencial de reducción de emisiones, seguido por Monguí, Gámeza y Tópaga. En la actualidad, los municipios están llevando a cabo campañas de reciclaje y selección en la fuente de manera más frecuente, dado que el costo de la disposición final de residuos ha experimentado un aumento significativo debido al cierre del relleno sanitario Terrazas del Porvenir, lo que los ha llevado a tener que disponer los residuos en el relleno sanitario de la ciudad de Tunja. En la siguiente gráfica se presentan las emisiones asociadas a la gestión de residuos sólidos y el potencial de reducción para cada municipio.

Ilustración 22 Medida 7. Programa de gestión integral de residuos sólidos y su aplicabilidad en cada municipio en virtud de las emisiones.



Fuente: Fundación ECOMmunity

### Medida 8. Construcción de plantas de tratamiento de aguas residuales.

El cálculo de las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) asociadas al tratamiento de residuos líquidos se realizó teniendo en cuenta que en ninguno de los municipios de la Región Funcional se dispone de sistemas de tratamiento de aguas residuales. Para la cuantificación de las emisiones, se empleó el método de cálculo de emisiones provenientes de aguas residuales vertidas directamente en cuerpos de agua a cielo abierto. En ausencia de datos precisos sobre las condiciones físico-químicas de los vertimientos, se asumió un nivel de Demanda Biológica de Oxígeno (DBO) de 45 mg/Litro/habitante, multiplicado por la totalidad de la población de cada municipio. Es importante destacar que el factor de emisión utilizado, aunque significativamente elevado, es el único método cuantificable aplicable debido a la falta de información detallada sobre

los vertimientos en la región. Esta situación resalta la necesidad de contar con un adecuado sistema de monitoreo y registro de los vertimientos para una cuantificación más precisa de las emisiones asociadas al tratamiento de residuos líquidos. Sin embargo, esta situación presenta una valiosa oportunidad para reducir las emisiones de GEI asociadas a los vertimientos. La identificación de las altas emisiones y la necesidad de mejorar la gestión de los vertimientos pueden ser un catalizador para acceder a mecanismos de financiamiento destinados a la construcción de plantas de tratamiento de aguas residuales en la región. Al cuantificar las emisiones asociadas al vertimiento, se puede mejorar el acceso a fuentes de financiamiento que antes eran descartadas debido a la falta de datos precisos y la percepción de un alto riesgo en términos ambientales.

#### IV. PRIORIZACIÓN DE MEDIDAS DE MITIGACIÓN

La priorización de medidas de mitigación de gases de efecto invernadero (GEI) implica establecer criterios claros que guíen el proceso. La metodología recomienda definir estos criterios de manera precisa para evaluar el cumplimiento de cada medida propuesta en función de ellos. Para la priorización de las medidas, se implementaron cuatro enfoques de evaluación que permiten determinar qué medidas deben ser implementadas con mayor prontitud y, de esta manera, movilizar los recursos necesarios. Estos enfoques consideran la cantidad de emisiones a mitigar, la población beneficiada, el alcance territorial y la calidad de los datos con los que se construyó el dato de actividad. De esta manera, se identifican las medidas con mayor impacto y urgencia para la reducción de emisiones de GEI. En el proceso de priorización, se evaluará cada medida asignándole un valor del 1 al 8, según cada criterio establecido. La suma de las evaluaciones de los 4 criterios determinará el orden de priorización de las medidas.

##### Priorización de las medidas según el potencial de reducción de las emisiones.

Este criterio permite priorizar las medidas con mayor potencial de reducción de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) en los territorios, enfocándose en la fuente de emisión que se pretende abordar. Es decir, se priorizarán las medidas que tengan un mayor alcance en la mitigación de emisiones de GEI, sin tener en cuenta la dificultad para su implementación o la movilización de recursos necesarios para llevarlas a cabo.

Tabla 15 Resumen del potencial de reducción de emisiones (Ton CO<sub>2</sub>e) de cada medida para cada uno de los municipios.

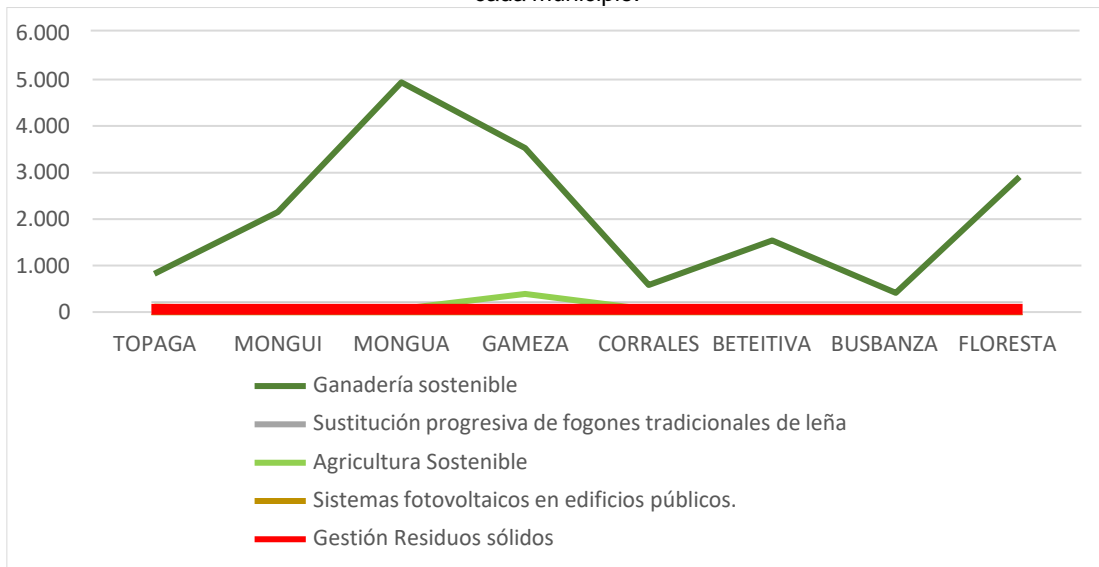
MEDIDA	TÓPAGA	MONGUI	MONGUA	GAMEZA	CORRALES	BETÉITIVA	BUSBANZÁ	FLORESTA	TOTAL
Ganadería sostenible	825	2.149	4.939	3.526	581	1.542	414	2.908	16.884
Legalización Minera	No calculado	No calculado	No calculado	No calculado	No calculado	No calculado	No aplica	No aplica	No calculado
Sustitución progresiva de fogones tradicionales de leña	108,00	71,30	185,50	173,90	48,90	109,10	10,00	42,30	749
Transporte sostenible	No calculado	No calculado	No calculado	No calculado	No calculado	No calculado	No calculado	No calculado	No calculado
Agricultura Sostenible	117,30	61,10	65,50	389,20	56,90	45,30	18,00	46,70	800
Sistemas fotovoltaicos en edificios públicos.	9,92	13,01	11,88	10,81	13,17	19,84	8,54	14,12	101

Gestión Residuos sólidos	72,6	82,0	50,1	89,3	37,4	11,9	10,9	115,4	470
Plantas de tratamiento de aguas residuales	No calculado	No calculado	No calculado	No calculado	No calculado	No calculado	No calculado	No calculado	No calculado
POTENCIAL DE REDUCCIÓN MUNICIPAL	1.132,82	2.376,41	5.251,98	4.189,21	737,37	1.728,12	461,44	3.126,50	19.004

Fuente: Fundación ECommunity

La siguiente ilustración presenta de manera gráfica las medidas diseñadas y su potencial de reducción de emisiones basado en los resultados de cada fuente de emisión. Establece la relación entre la cantidad de toneladas de CO<sub>2</sub>e generadas en cada fuente de emisión y la gestión de las emisiones proyectada para cada medida en los municipios de la Región Funcional.

Ilustración 103 Medidas de mitigación de GEI en relación con el potencial de reducción de emisiones para cada municipio.



Fuente: Fundación ECommunity

Ilustración 24 Medidas de mitigación de GEI en relación con el potencial de reducción de emisiones de forma acumulada.



Fuente: Fundación ECommunity

La ilustración anterior muestra el potencial acumulado de reducción de emisiones para cada medida. Se evidencia claramente cuáles medidas tienen un mayor impacto en la mitigación de GEI en relación a la respectiva fuente de emisión que pretende ser gestionada. De acuerdo con los criterios de priorización, la medida "ganadería sostenible" es la que posee el mayor potencial para reducir las emisiones de GEI debido a la alta concentración de estas emisiones asociadas a la fermentación entérica y a la gestión de excretas. En segundo lugar, se tiene el programa de legalización minera, en tercero la sustitución progresiva de fogones tradicionales de leña.

A continuación, se presenta el resultado de la evaluación de las medidas de acuerdo al criterio 1.

Tabla 16 Evaluación de las medidas de acuerdo al Criterio 1 de priorización

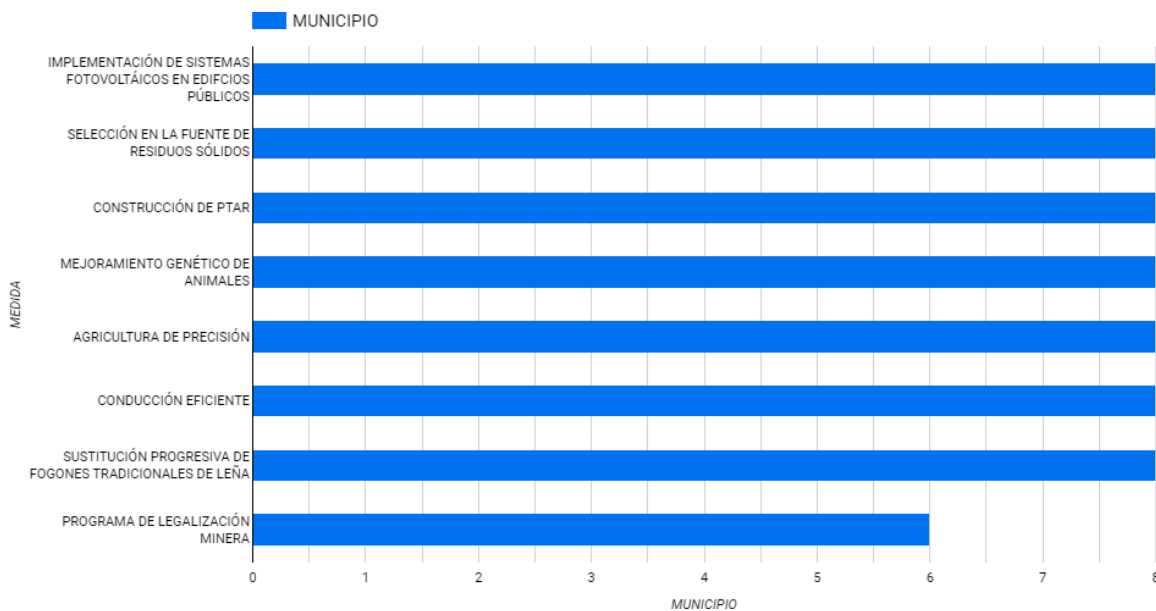
MEDIDA	CRITERIO 1
Programa de ganadería sostenible	8
Programa de legalización minera	0
Programa de sustitución progresiva de fogones tradicionales de leña	7
Programa de transporte sostenible	0
Programa de agricultura sostenible	6
Programa de implementación de sistemas fotovoltaicos en edificios públicos	5
Programa de gestión integral de residuos sólidos	4
Construcción de PTAR	0

Fuente: Fundación ECOMmunity

### Priorización de las medidas según el alcance territorial

Este criterio de evaluación se basa en el número de municipios en los que se aplicaría cada medida. De esta manera, se determina qué medidas tienen un mayor alcance territorial y se evalúan en función de este criterio. Esta evaluación nos permite priorizar aquellas medidas que pueden ser aplicadas de manera general en toda la Región Funcional, en comparación con aquellas que solo pueden ser implementadas en un número limitado de municipios.

Ilustración 25 Evaluación de las medidas de mitigación de GEI en relación con el alcance territorial



Fuente: Fundación ECOMmunity

La evaluación del segundo criterio sobre el alcance territorial evidenció que el programa de legalización minera es la única que mide que tiene restricciones sobre su aplicación. Esto se debe a que el programa está dirigido exclusivamente a los municipios que tienen unidades productivas mineras y no tiene sentido expandirlo a territorios que no desarrollan esta actividad dentro de los límites del municipio

Tabla 17 Evaluación de las medidas de acuerdo al Criterio 2 de priorización

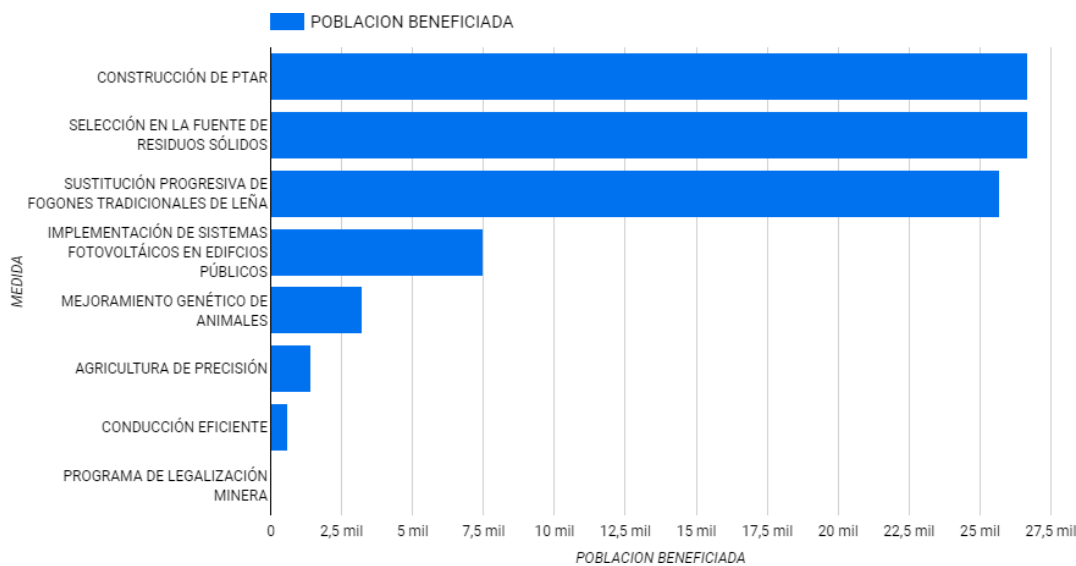
MEDIDA	CRITERIO 2
Programa de ganadería sostenible	8
Programa de legalización minera	6
Programa de sustitución progresiva de fogones tradicionales de leña	8
Programa de transporte sostenible	8
Programa de agricultura sostenible	8
Programa de implementación de sistemas fotovoltaicos en edificios públicos	8
Programa de gestión integral de residuos sólidos	8
Construcción de PTAR	8

Fuente: Fundación ECOMmunity

### Priorización de las medidas según la población beneficiada

Este criterio de evaluación se fundamenta en la cantidad de población beneficiada por la aplicación de cada medida. Los datos poblacionales se obtuvieron a partir de los datos de actividad empleados en el cálculo de las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) para cada municipio. De esta manera, el potencial de reducción de emisiones está estrechamente vinculado al dato de actividad de cada fuente de emisión, garantizando la trazabilidad de los indicadores y determinando el alcance real de cada medida en función de la población que se verá beneficiada.

Ilustración 26 Evaluación de las medidas de mitigación de GEI en relación con la población beneficiada



Fuente: Fundación ECOMmunity

La evaluación del tercer criterio de priorización resalta el potencial de cada medida para beneficiar a determinado número de personas. La construcción de plantas de tratamiento de aguas residuales

destaca por su capacidad de beneficiar al 100% de la población de la Región Funcional, ya que actualmente no existen plantas de tratamiento y toda la comunidad de los ocho municipios se vería favorecida. Asimismo, el Programa de gestión integral de residuos sólidos de residuos sólidos también tiene el potencial de beneficiar a toda la población de estos municipios, no solo por la reducción de residuos, sino también por la posible liberación de recursos que podrían destinarse a mejorar las condiciones de vida en general. El programa de sustitución progresiva de fogones tradicionales de leña ocupa el tercer lugar en términos de beneficiarios, ya que más de 25.000 habitantes se verían favorecidos con el cambio de estufas, reduciendo el consumo de leña y el tiempo dedicado a la recolección de energéticos. Por su parte, el programa de implementación de sistemas fotovoltaicos en edificios públicos podría beneficiar a 7.500 personas, especialmente a la población educativa de los municipios y a los usuarios de los centros de salud. La reducción en los costos asociados a la compra de energía eléctrica permitiría destinar recursos a mejorar la calidad de los servicios educativos y de salud.

Tabla 18 Evaluación de las medidas de acuerdo al Criterio 3 de priorización

MEDIDA	CRITERIO 3
Programa de ganadería sostenible	5
Programa de legalización minera	1
Programa de sustitución progresiva de fogones tradicionales de leña	7
Programa de transporte sostenible	3
Programa de agricultura sostenible	4
Programa de implementación de sistemas fotovoltaicos en edificios públicos	6
Programa de gestión integral de residuos sólidos	8
Construcción de PTAR	8

Fuente: Fundación ECommunity

### Priorización de las medidas según la calidad de los datos de la fuente de emisión

Este criterio de evaluación se basa en la calidad de la información con la que se construyeron los datos de actividad para cada fuente de emisión. Permite determinar qué medidas tienen indicadores de seguimiento sólidos y garantiza la trazabilidad en la ejecución de los programas en función de las emisiones calculadas. En otras palabras, al evaluar los datos de actividad utilizados en los inventarios municipales de gases de efecto invernadero (GEI), podemos determinar la efectividad de los indicadores y el seguimiento en la reducción de emisiones propuestas en cada medida del Plan Local de Acción Climática.

Tabla 19 Evaluación de las medidas de acuerdo al Criterio 4 de priorización (calidad de los datos de actividad de las fuentes de emisión)

MEDIDA	CRITERIO 3
Programa de ganadería sostenible	8
Programa de legalización minera	8
Programa de sustitución progresiva de fogones tradicionales de leña	6
Programa de conducción eficiente	1
Programa de agricultura de precisión	8
Programa de implementación de sistemas fotovoltaicos en edificios públicos	8
Programa de gestión integral de residuos sólidos	8
Construcción de PTAR	8

Fuente: Fundación ECommunity

La métrica que evalúa la calidad de los datos utilizados en el inventario desempeña un papel fundamental al definir los indicadores de seguimiento y determinar el nivel de confiabilidad en el

potencial de reducción de emisiones de cada medida diseñada. Contar con datos de alta calidad facilita el seguimiento en la implementación de una medida y garantiza un monitoreo efectivo de la misma. Por otro lado, la baja calidad de los datos de actividad tiene un impacto negativo en la priorización de una medida y dificulta el acceso a mecanismos de financiamiento efectivo. Es crucial reconocer que la calidad de los datos influye significativamente en la toma de decisiones informadas y en la maximización del impacto de las medidas de reducción de emisiones. El programa de conducción eficiente recibió la calificación más baja en virtud de la calidad de los datos empleados para el cálculo del sector transporte por carretera. Las emisiones cuantificadas en el sector transporte de carretera se realizaron de dos maneras diferentes. Para el municipio de Corrales, se utilizaron datos sobre ventas de combustible, siguiendo la metodología de Minambiente, asumiendo que todo el combustible vendido fue consumido dentro del municipio. Sin embargo, esta aproximación no refleja con precisión las condiciones del sector transporte, ya que la estación de servicio ubicada dentro de los límites de Corrales surte de combustible a más de 5 municipios vecinos y se encuentra en una vía nacional con un gran flujo vehicular. Para los demás municipios, se construyó el dato de actividad mediante el método geográfico, que relaciona el tránsito promedio diario con los kilómetros de vías dentro del municipio y el consumo de combustible, teniendo en cuenta el tipo de vehículo. Este método refleja con mayor precisión las emisiones asociadas al sector transporte durante el periodo de estudio. Sin embargo, el dato de actividad tiene un mayor grado de incertidumbre debido a la forma en que se construyó, utilizando fuentes de información secundaria. En ambos casos, la trazabilidad sobre la reducción de las emisiones dificulta la construcción de indicadores de seguimiento y no permite establecer mecanismos de verificación de las medidas propuestas para mitigar las fuentes de emisión.

El programa de sustitución progresiva de fogones tradicionales de leña recibió una calificación media en cuanto a la calidad de los datos de actividad. Esto se debe a que los datos utilizados para calcular los consumos de carbón y leña, así como las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI), se obtuvieron principalmente de fuentes de información secundaria, ya que no existen datos oficiales disponibles sobre estos consumos. A pesar de esta limitación, los datos de actividad fueron construidos de manera que permiten realizar un seguimiento efectivo del comportamiento de las emisiones a lo largo del tiempo. Asimismo, facilitan la creación de indicadores de seguimiento para la medida de mitigación propuesta. Aunque la calidad de los datos podría mejorarse con datos primarios más precisos, el programa se ha diseñado de forma que se pueda monitorear adecuadamente su impacto en la reducción de emisiones a lo largo del tiempo. El resto de las medidas obtuvo la mayor calificación debido a que los datos de actividad de las fuentes de emisión que se pretende mitigar fueron obtenidos de fuentes primarias con una alta calidad. Esto permitió una construcción más precisa y confiable de los indicadores de seguimiento y una mayor certeza en la efectividad de las medidas propuestas para reducir las emisiones de gases de efecto invernadero.

### **Resultados de la priorización de medidas según los criterios de evaluación.**

La evaluación final para la priorización de las medidas de mitigación de los Planes Locales de Acción Climática se basa en la suma de los resultados de los cuatro criterios de evaluación desarrollados. Este proceso nos permite determinar el orden jerárquico de las medidas, clasificándolas de mayor a menor calificación. Así, podemos enfocar nuestros esfuerzos en aquellas que tienen un mayor potencial para reducir las emisiones de gases de efecto invernadero, un amplio alcance territorial, beneficiar a la mayor cantidad de población posible y contar con una facilidad para realizar el seguimiento efectivo de su implementación. A continuación, se presenta la evaluación ponderada de los cuatro criterios de priorización analizados.

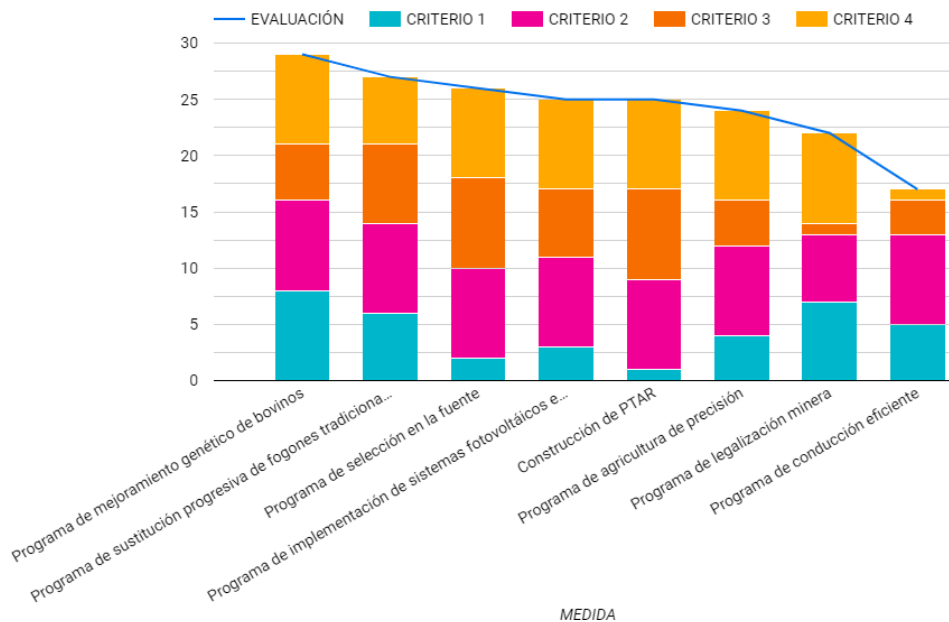
Tabla 20 Evaluación final de las medidas de acuerdo a los cuatro criterios de priorización

MEDIDA	CRITERIO 1	CRITERIO 2	CRITERIO 3	CRITERIO 4	EVALUACIÓN
Programa de ganadería sostenible	8	8	5	8	29
Programa de legalización minera	7	6	1	8	22
Programa de sustitución progresiva de fogones tradicionales de leña	6	8	7	6	27
Programa de transporte sostenible	5	8	3	1	17
Programa de agricultura sostenible	4	8	4	8	24
Programa de implementación de sistemas fotovoltaicos en edificios públicos	3	8	6	8	25
Programa de gestión integral de residuos sólidos	2	8	8	8	26
Construcción de PTAR	1	8	8	8	25

Fuente: Fundación ECommunity

El programa de ganadería sostenibles obtuvo la mayor calificación en la sumatoria de los cuatro criterios de priorización. Esto se debe a su alto potencial de reducción de emisiones, la calidad de los datos de actividad empleados y su aplicabilidad en los ocho municipios. La implementación de este programa conlleva un significativo impacto en la mitigación de gases de efecto invernadero, y estará a cargo de las administraciones municipales. Por otro lado, el programa de sustitución progresiva de fogones tradicionales de leña recibió la segunda mejor calificación en función de los criterios de priorización. Esta medida aborda la reducción de emisiones de cuatro fuentes diferentes: el consumo de leña, el consumo de carbón, la deforestación y la extracción de leña. Además de su efecto en la disminución de emisiones de GEI, esta iniciativa tiene como objetivo mejorar la calidad de vida de la población beneficiada y aumentar la resiliencia climática de las comunidades rurales al reducir la dependencia de los bosques nativos para la cocción de alimentos y la aclimatación de las viviendas.

Ilustración 11 Evaluación final de las medidas de acuerdo a los cuatro criterios de priorización



Fuente: Fundación ECommunity

El programa de gestión integral de residuos sólidos obtuvo la tercera calificación en función de los criterios de priorización. Lo destacable de esta medida es que su implementación efectiva no requiere de grandes inversiones y, por el contrario, puede convertirse en una fuente de financiamiento para otros programas. Esto se logra al reducir la partida presupuestal destinada al pago por la gestión de residuos sólidos y otros gastos asociados, como el transporte de los residuos al relleno sanitario. Al optimizar la selección en la fuente, se pueden liberar recursos que podrían ser reasignados para el financiamiento de otras iniciativas de mitigación y adaptación al cambio climático. El programa de implementación de sistemas fotovoltaicos en edificios públicos ocupó el cuarto lugar según los criterios de priorización. Esta medida destaca por su alto potencial de reducción de emisiones y su aplicabilidad general en los ocho municipios. Además, beneficiaría a una considerable población y su financiamiento podría lograrse a través del esquema de pago por ahorro. Por otro lado, las medidas de conducción eficiente y legalización de minería obtuvieron las calificaciones más bajas de acuerdo a los criterios de priorización. Esto se debe a la dificultad para diseñar indicadores de seguimiento efectivos y al bajo potencial de reducción de emisiones que presentan. Aunque estas medidas son de fácil aplicación y no requieren grandes inversiones, enfrentan desafíos importantes para su correcta implementación.



## V. ALINEACIÓN DE LAS MEDIDAS CON LAS LÍNEAS DE LA POLÍTICA NACIONAL DE CAMBIO CLIMÁTICO, LA CONTRIBUCIÓN NACIONALMENTE DETERMINADA, EL PLAN INTEGRAL DE GESTIÓN DEL CAMBIO CLIMÁTICO DEL DEPARTAMENTO Y EL PROGRAMA CAMINO HACIA CARBONO NEUTRAL.

Cada una de las medidas propuestas en el Plan Local de Acción Climática diseñado para la Región Funcional Territorial de Cambio Climático fue alineado con las políticas y programas de cambio climático a nivel nacional, regional y departamental.

### Alineación de los programas con los planes de gobierno municipales.

El proceso de formulación de las medidas de los PLACs se llevó a cabo de manera rigurosa y sincronizada con los planes de desarrollo municipales correspondientes. Esto se hizo con el propósito de facilitar el cumplimiento, la implementación efectiva y la asignación exitosa de recursos para su ejecución. El Plan Local de Acción Climática no se limita a la inclusión de programas desarrollados exclusivamente en Tópaga. En su elaboración, se consideraron los 8 planes de desarrollo municipal y se logró una sincronización de los programas de cada municipio con las medidas propuestas en el PLAC. A continuación, se resalta la transversalidad de las medidas y su relación con las metas establecidas en los planes de desarrollo municipales respectivos.

Tabla 21 Alineación de las medidas del PLAC con el plan de desarrollo del municipio de Gámeza

PLAN DE DESARROLLO MUNICIPAL		GANADERIA SOSTENIBLE	SUSTITUCIÓN FOGONES LEÑA	RESIDUOS SÓLIDOS	SISTEMAS FOTOVOLTÁICOS	AGUAS RESIDUALES	AGRICULTURA REGENERATIVA
PROGRAMA	ACTIVIDAD	MEDIDA 1	MEDIDA 2	MEDIDA 3	MEDIDA 4	MEDIDA 5	MEDIDA 6
Economía Naranja para mitigación del Cambio Climático	Generar campañas de fomento y promoción de negocios Verdes						
	Promover la implementación de proyectos sostenibles y biológicos						
Fortalecimiento de las Redes eléctricas	Generar capacitaciones a la comunidad en temas de eficiencia energética y el uso racional de la energía.						
Mujeres Rural y productiva	Formular proyectos productivos para las mujeres, promoviendo la consecución de recursos destinados a la familia.						
Generación de inclusión productiva rural	Asistencia técnica dirigida a pequeños productores						
	Apoyar proyectos productivos agropecuarios nuevos						
	Educación y capacitación a pequeños productores						
Desarrollo Agropecuario con	Brindar capacitaciones a productores en métodos de comercialización						



oportunidad de competitividad	Fortalecer y establecer los mercados verdes locales						
-------------------------------	---	--	--	--	--	--	--

Tabla 22 Alineación de las medidas del PLAC con el plan de desarrollo del municipio de Tópaga

PLAN DE DESARROLLO MUNICIPAL		GANADERIA SOSTENIBLE	SUSTITUCIÓN FOGONES LEÑA	RESIDUOS SÓLIDOS	SISTEMAS FOTOVOLTÁICOS	AGUAS RESIDUALES	AGRICULTURA REGENERATIVA
PROGRAMA	ACTIVIDAD	MEDIDA 1	MEDIDA 2	MEDIDA 3	MEDIDA 4	MEDIDA 5	MEDIDA 6
Programa: gestión, recuperación y educación ambiental	Servicio de restauración de ecosistemas						
	Servicio apoyo financiero para la implementación de esquemas de pago por Servicios ambientales						
	Servicio de educación formal en el marco de la información y el conocimiento ambiental						
	Obras y medidas de adecuación hidráulica.						
Programa: cambio climático	Servicio de identificación y reducción de generadores de gases efecto invernadero						
	Servicio de divulgación de la información en gestión del cambio climático para un desarrollo bajo en carbono y resiliente al clima						
Programa: aseo y gestión de residuos sólidos	Servicios de implementación y seguimiento del Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos PGIRS						
Programa: gasificación y energía eléctrica	Redes de conducción de gas combustible construidas						
	Redes de alumbrado público ampliadas						
Programa: extensión agropecuaria	Servicios de acompañamiento en la implementación de planes de desarrollo agropecuario y rural						
	Servicio de extensión agropecuaria						



Tabla 23 Alineación de las medidas del PLAC con el plan de desarrollo del municipio de Floresta

PLAN DE DESARROLLO MUNICIPAL		GANADERIA SOSTENIBLE	SUSTITUCIÓN FOGONES LEÑA	RESIDUOS SÓLIDOS	SISTEMAS FOTOVOLTAÍCOS	AGUAS RESIDUALES	AGRICULTURA REGENERATIVA
PROGRAMA	ACTIVIDAD	MEDIDA 1	MEDIDA 2	MEDIDA 3	MEDIDA 4	MEDIDA 5	MEDIDA 6
Desarrollo rural y agropecuario	Uso de energías alternativas propuestas en las soluciones individuales de riego permitirán reducir la emisión de Gases de Efecto Invernadero						
	Energía Solar						
Comercio, industria y turismo	Domos turísticos y senderos ecológicos						
Vivienda	Soluciones de disposición final de residuos sólidos construidas						
	Servicios de implementación del Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos PGIRS.						
Ambiente y desarrollo sostenible.	Fortalecimiento del desempeño ambiental de los sectores productivos						
	Conservación de la biodiversidad y sus servicios eco sistémicos						
	Gestión del cambio climático para un desarrollo bajo en carbono y resiliente al clima						
	Estufas ecoeficientes						

Tabla 64 Alineación de las medidas del PLAC con el plan de desarrollo del municipio de Mongui

PLAN DE DESARROLLO MUNICIPAL		GANADERIA SOSTENIBLE	SUSTITUCIÓN FOGONES LEÑA	RESIDUOS SÓLIDOS	SISTEMAS FOTOVOLTAÍCOS	AGUAS RESIDUALES	AGRICULTURA REGENERATIVA
PROGRAMA	ACTIVIDAD	MEDIDA 1	MEDIDA 2	MEDIDA 3	MEDIDA 4	MEDIDA 5	MEDIDA 6
Fortalecer e integrar los sistemas de producción agrícola y pecuaria	Garantizar la asistencia técnica y acompañamiento agropecuario						
	Desarrollar programa anual que fomente la producción limpia y/u orgánica						



	Realizar dos programas en técnicas de producción, manejo de post cosecha y mercadeo para el desarrollo agropecuario						
	Realizar programas para mejorar la productividad agropecuaria de Monguí						
Hacer frente al cambio climático	Implementar estrategia para concientizar a los comerciantes, industriales y prestadores de servicios en la adopción de prácticas sostenibles que reduzcan el impacto y afectación del medio ambiente en sus actividades industriales.						
	Estrategias realizadas de concientización de impacto y de adaptación						
	Gestionar la creación de un plan integral de gestión de cambio climático territorial						

Tabla 25 Alineación de las medidas del PLAC con el plan de desarrollo del municipio de Mongua

PLAN DE DESARROLLO MUNICIPAL		GANADERIA SOSTENIBLE	SUSTITUCIÓN FOGONES LEÑA	RESIDUOS SÓLIDOS	SISTEMAS FOTOVOLTÁICOS	AGUAS RESIDUALES	AGRICULTURA REGENERATIVA
PROGRAMA	ACTIVIDAD	MEDIDA 1	MEDIDA 2	MEDIDA 3	MEDIDA 4	MEDIDA 5	MEDIDA 6
DESARROLLO AGROPECUARIO	Dinamizar los procesos de producción y gestión empresarial agropecuaria en el marco de la sostenibilidad ambiental y social, a partir de acciones de acompañamiento, capacitación, y asesoría técnica; así como el establecimiento de alianzas con actores estratégicos de carácter público y privado.						



	Modernizar los procesos agropecuarios, desde la preparación, cultivo, crianza, producción y buenas prácticas						
	Dotar al municipio de instrumentos adecuados de planificación ambiental con procesos de intervención ambiental, organizados, planeados, articulados con los demás instrumentos municipales, regionales, departamentales y nacionales						
	Profundizar las acciones de educación ambiental						
	Adquisición de predios, formulación de los planes de manejo del recurso hídrico, planes de erradicación de especies invasoras, procesos de restauración.						
ENERGÍA LIMPIA	Incorporar nuevas formas de provisión de energía que sean sustentables y amigables con el medio ambiente, aplicadas al mejoramiento de condiciones						
	Implementación de soluciones energéticas alternativas, como una medida que contribuya a solventar las necesidades de provisión de energía en los hogares más alejados						



Tabla 76 Alineación de las medidas del PLAC con el plan de desarrollo del municipio de Betetiva

PLAN DE DESARROLLO MUNICIPAL		GANADERIA SOSTENIBLE	SUSTITUCIÓN FOGONES LEÑA	RESIDUOS SÓLIDOS	SISTEMAS FOTOVOLTAÍCOS	AGUAS RESIDUALES	AGRICULTURA REGENERATIVA
PROGRAMA	ACTIVIDAD	MEDIDA 1	MEDIDA 2	MEDIDA 3	MEDIDA 4	MEDIDA 5	MEDIDA 6
Alcantarillado para todos	Realizar actualización e Implementación de Planes de Saneamiento y Manejo de Vertimientos – PSMV						
	Realizar construcción pozos sépticos en las viviendas más necesitada.						
	Realizar la Construcción de Unidades Sanitarias en el área rural.						
Residuos Sólidos	Implementar iniciativas en la ampliación de la recolección de residuos, selección en la fuente, tratamiento y disposición final de residuos sólidos.						
Desarrollo rural productivo y sostenible	Fomentar e incentivar la producción orgánica en el sector agrícola.						
	Impulsar la implementación de las buenas prácticas agrícolas y ganaderas.						
Protección, restauración y conservación de ecosistemas del Municipio	Promover la puesta en práctica de la gestión sostenible de todos los tipos de bosques, detener la deforestación, recuperar los bosques degradados y aumentar considerablemente la forestación y la reforestación.						
Prevención, atención a desastres y adaptación al cambio climático	Implementación del Plan Integral de Gestión de Adaptación al Cambio Climático						

para el Municipio de Betétiva.							
--------------------------------	--	--	--	--	--	--	--

Tabla 87 Alineación de las medidas del PLAC con el plan de desarrollo del municipio de Corrales

PLAN DE DESARROLLO MUNICIPAL		GANADERIA SOSTENIBLE	SUSTITUCIÓN FOGONES LEÑA	RESIDUOS SÓLIDOS	SISTEMAS FOTOVOLTÁICOS	AGUAS RESIDUALES	AGRICULTURA REGENERATIVA
PROGRAMA	ACTIVIDAD	MEDIDA 1	MEDIDA 2	MEDIDA 3	MEDIDA 4	MEDIDA 5	MEDIDA 6
Social Corrales social e incluyente	Saneamiento básico eficiente						
Corrales empresarial y productivo	Servicios públicos e integrales (alumbrado público que incorpore iluminarias LED y gas domiciliario)						
Corrales responsable con el ambiente y la biodiversidad	Protección y conservación para la defensa del medio ambiente						
Corrales responsable con el ambiente y la biodiversidad	Sostenibilidad ambiental (PGIRS)						
Corrales responsable con el ambiente y la biodiversidad	Corresponsabilidad para la promoción del medio ambiente y la biodiversidad (monitoreo, seguimiento y control de actividades minero-energéticas)						

**Alineación de los programas con políticas y programas a nivel nacional, regional y local.**

Cada una de las medidas fue cuidadosamente diseñada considerando las directrices de la Política Nacional de Cambio Climático, las metas establecidas en la Contribución Nacionalmente Determinada, los programas del Plan Integral de Gestión del Cambio Climático del departamento de Boyacá y los planes de gobierno de cada municipio. A continuación, se presenta el proceso de sincronización de esta medida con los diferentes instrumentos para la gestión del cambio climático.



Tabla 28 Alineación del programa ganadería sostenible con políticas y programas a nivel nacional, regional y local.

INSTRUMENTO DE GESTIÓN TERRITORIAL	Medida 1. Ganadería sostenible
<p><b>Línea estratégica o instrumental de la Política Nacional de Cambio Climático (2017) relacionada.</b></p>	<p><b>Línea estratégica:</b> Desarrollo rural bajo en carbono y resiliente al clima</p> <p><b>Línea de acción:</b> Promover acciones integrales en fincas, en las chagras o comunidades que ayuden al uso eficiente del suelo, y en donde se privilegien la conservación de las coberturas naturales existentes en las fincas, la restauración de sus áreas degradadas, la intensificación ganadera baja en carbono, la implementación de sistemas agroforestales, la agricultura familiar, la reducción de la deforestación y la restauración de áreas degradadas, y la asistencia técnica o transferencia tecnológica agropecuaria que aumente la competitividad y disminuya la vulnerabilidad ante el cambio climático.</p> <p><b>Acción 1:</b> Identificar y evaluar medidas de mitigación para disminuir emisiones por la ganadería, la deforestación y el aumento de sumideros de carbono en fincas, en las chagras o comunidades.</p> <p><b>Acción 2:</b> Implementar medidas de adaptación y mitigación en fincas, en las chagras o comunidades</p> <p><b>Acción 3:</b> Implementar instrumentos económicos para la mitigación de gases de efecto invernadero en fincas, chagras o comunidades.</p>
<p><b>PORTAFOLIO DE MEDIDAS SECTORIALES DE MITIGACIÓN DEL CAMBIO CLIMÁTICO Contribución Determinada a Nivel Nacional (NDC) de Colombia 2020</b></p>	<p><b>Medida: 8</b></p> <p><b>Nombre de la iniciativa:</b> NAMA de ganadería bovina sostenible</p> <p><b>Actividades de la iniciativa:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Intensificación sostenible de la producción ganadera a través de la gestión del conocimiento y el establecimiento de sistemas silvopastoriles intensivos y no intensivos.</li> <li>2. Restauración de áreas naturales dentro de predios ganaderos para la conservación y/o restauración de ecosistemas naturales.</li> <li>3. Manejo de estiércol y aprovechamiento del gas metano generado por los residuos sólidos y líquidos en las subastas ganaderas y centrales de beneficio del país.</li> </ol>
<p><b>Plan Integral de Gestión del Cambio Climático Territorial para el departamento de Boyacá</b></p>	<p><b>Medida: M25</b></p> <p><b>Nombre de la medida:</b> Sistema silvopastoril para la mitigación y adaptación al cambio climático en el sector ganadero.</p> <p><b>Eje estratégico:</b> Desarrollo económico y descarbonización</p> <p><b>Objetivo:</b> Promover sistemas silvopastoriles y/o BPG para mejorar el desempeño productivo de la ganadería en aras de contribuir a la mitigación y adaptación al cambio climático en el sector.</p>
<p><b>Plan de desarrollo municipio de Tópaga</b></p>	<p><b>Programa:</b> Extensión agropecuaria</p> <p><b>Actividad 1:</b> Servicios de acompañamiento en la implementación de planes de desarrollo agropecuario y rural</p> <p><b>Actividad 2:</b> Servicio de extensión agropecuaria</p>
<p><b>Plan de desarrollo municipio de Mongua</b></p>	<p><b>Línea estratégica:</b> Desarrollo agropecuario</p> <p><b>Estrategia:</b> Dinamizar los procesos de producción y gestión empresarial agropecuaria en el marco de la sostenibilidad ambiental y social, a partir de acciones de acompañamiento, capacitación, y asesoría técnica; así como el establecimiento de alianzas con actores estratégicos de carácter público y privado que presten colaboración efectiva en hacer del campo Monguano, un importante motor de desarrollo y generador de bienestar para toda la población.</p>



<p><b>Plan de desarrollo municipio de Betétiva</b></p>	<p><b>Línea estratégica:</b> Desarrollo rural productivo, sostenible y amigable con los recursos naturales  <b>Programa:</b> Desarrollo rural productivo y sostenible  <b>Actividad:</b> Impulsar la implementación de las buenas prácticas agrícolas y ganaderas.</p>
<p><b>Plan de desarrollo municipio de Floresta</b></p>	<p><b>Línea estratégica:</b> Desarrollo rural y agropecuario  <b>Estrategia:</b> Gestión del cambio climático para un desarrollo agropecuario bajo en carbono y resiliente al clima</p>
<p><b>Plan de desarrollo municipio de Gámeza</b></p>	<p><b>Subprograma:</b> Desarrollo Agropecuario con oportunidad de competitividad  <b>Actividad:</b> Promover la implementación de proyectos sostenibles y biológicos en zonas rurales</p>
<p><b>Plan de desarrollo municipio de Monguít</b></p>	<p><b>Programa:</b> Fortalecer e integrar los sistemas de producción agrícola y pecuaria  <b>Actividad:</b> Desarrollar programas que fomente la producción limpia y sostenible</p>

Tabla 29. Alineación del programa sustitución progresiva fogones tradicionales de leña con políticas y programas a nivel nacional, regional y local

INSTRUMENTO DE GESTIÓN TERRITORIAL	Medida 2. Sustitución progresiva de fogones tradicionales de leña
Línea estratégica o instrumental de la Política Nacional de Cambio Climático (2017) relacionada.	<p><b>Línea estratégica:</b> Desarrollo rural bajo en carbono y resiliente al clima</p> <p><b>Línea de acción:</b> Promover un desarrollo y ordenamiento resiliente al clima y bajo en carbono de los sectores no agropecuarios, en el contexto rural como en los sectores de energía mediante estufas eléctricas y energías alternativas, en el sector de transporte con la implementación de orientaciones de mitigación y adaptación al cambio climático para la creación de nuevas vías o el mejoramiento de las existentes.</p>
PORTAFOLIO DE MEDIDAS SECTORIALES DE MITIGACIÓN DEL CAMBIO CLIMÁTICO Contribución Determinada a Nivel Nacional (NDC) de Colombia 2020	<p><b>Medida:</b> 27</p> <p><b>Nombre de la iniciativa:</b> Sustitución de fogones tradicionales de leña por estufas eficientes /Línea buenas prácticas y uso eficiente de los recursos</p> <p><b>Actividades de la iniciativa:</b> En los primeros años de la medida se generarán las capacidades de desarrollo del programa, en los años intermedios se espera una aceleración de la implementación por la habilitación de proyectos y programas tipo, así como la generación de un mercado en relación con la implementación de las estufas eficientes.</p>
Plan Integral de Gestión del Cambio Climático Territorial para el departamento de Boyacá	<p><b>Medida:</b> M25</p> <p><b>Nombre de la medida:</b> Comunidades Sostenibles y Negocios verdes.</p> <p><b>Eje estratégico:</b> Desarrollo económico y descarbonización</p> <p><b>Objetivo:</b> Reducir la afectación sobre los medios de vida de la población por efecto del Cambio Climático y Variabilidad climática, a través del fortalecimiento de la capacidad adaptativa comunitaria.</p>
Camino Hacia Carbono Neutral	<p><b>Estrategia:</b> Demanda</p> <p><b>Medida 4:</b> Eficiencia energética en cocinas</p>
Plan de desarrollo municipio de Tópaga	<p><b>Programa:</b> Cambio climático</p> <p><b>Actividad 1:</b> Servicio de identificación y reducción de generadores de gases efecto invernadero</p>
Plan de desarrollo municipio de Mongua	<p><b>Línea estratégica:</b> Medio ambiente</p> <p><b>Estrategia:</b> Fortalecer los mecanismos para ser un municipio respetuoso y protector del medio ambiente natural, cuyos pobladores interiorizan en la cotidianidad criterios de sostenibilidad ambiental, reconocen su entorno urbano y rural como el marco territorial en el cual se desenvuelven, apuntando a lograr perfecta sincronía entre explotación económica y sostenibilidad ambiental.</p>
Plan de desarrollo municipio de Betétiva	<p><b>Línea estratégica:</b> Medio ambiente, recursos naturales y el agua como dadores de vida</p> <p><b>Programa:</b> Protección, restauración y conservación de ecosistemas del Municipio</p> <p><b>Actividad:</b> Promover la puesta en práctica de la gestión sostenible de todos los tipos de bosques, detener la deforestación, recuperar los bosques degradados y aumentar considerablemente la forestación y la reforestación.</p>
Plan de desarrollo municipio de Floresta	<p><b>Línea estratégica:</b> Ambiente y desarrollo sostenible.</p> <p><b>Estrategia:</b> Estufas ecoeficientes</p>
Plan de desarrollo municipio de Gámeza	<p><b>Subprograma:</b> Economía Naranja para mitigación del Cambio Climático</p> <p><b>Actividad:</b> Promover la implementación de proyectos sostenibles y biológicos</p>
Plan de desarrollo municipio de Monguí	<p><b>Programa:</b> Por la protección de nuestros recursos naturales para una sostenibilidad ambiental</p> <p><b>Actividad:</b> Realizar estrategias de concientización para evitar la tala de árboles</p>



INSTRUMENTO DE GESTIÓN TERRITORIAL	
	<p><b>Medida 3. Gestión Integral de Residuos Sólidos</b></p> <p><b>Línea estratégica:</b> Desarrollo urbano bajo en carbono y resiliente al clima</p> <p><b>Línea de acción:</b> Incentivar la reducción constante de la generación de residuos sólidos y líquidos urbanos, así como el re-uso, reciclaje y/o el aprovechamiento de residuos, incluyendo la valorización energética de los residuos antes de que lleguen a disposición final en los rellenos y el aprovechamiento energético de las emisiones generadas en los rellenos sanitarios y en los sistemas de tratamiento de aguas residuales municipales.</p> <p><b>Acción 3:</b> Identificar y evaluar medidas de mitigación de emisiones de gases de efecto invernadero orientadas a la reducción de la generación, re-uso y reciclaje de residuos.</p> <p><b>Acción 5:</b> Promover el re-uso, reciclaje y minimización de residuos en planteles educativos.</p>
<p><b>Línea estratégica o instrumental de la Política Nacional de Cambio Climático (2017) relacionada.</b></p>	
<p><b>PORTAFOLIO DE MEDIDAS SECTORIALES DE MITIGACIÓN DEL CAMBIO CLIMÁTICO Contribución Determinada a Nivel Nacional (NDC) de Colombia 2020</b></p>	<p><b>Medida:</b> 5</p> <p><b>Nombre de la iniciativa:</b> Gestión Integral de Residuos Sólidos - GIRS.</p> <p><b>Actividades de la iniciativa:</b> La línea estratégica de gestión de residuos sólidos comprende las siguientes medidas:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Gestión y promoción de Sistemas de Tratamiento Mecánico Biológico (TMB)</li> <li>2. Aprovechamiento de materiales reciclables.</li> <li>3. Sistemas de captación, conducción y quema de biogás en rellenos sanitarios.</li> <li>4. Aprovechamiento de biogás en rellenos sanitarios (generación de energía eléctrica)</li> </ol>
<p><b>Plan Integral de Gestión del Cambio Climático Territorial para el departamento de Boyacá</b></p>	<p><b>Medida:</b> M22</p> <p><b>Nombre de la medida:</b> Gestión integral de residuos sólidos.</p> <p><b>Eje estratégico:</b> Desarrollo territorial</p> <p><b>Objetivo:</b> Disminuir las emisiones de GEI del sector Residuos.</p>
<p><b>Plan de desarrollo municipio de Tópaga</b></p>	<p><b>Programa:</b> Aseo y gestión de residuos sólidos</p> <p><b>Actividad 1:</b> Servicios de implementación y seguimiento del Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos PGIRS</p>
<p><b>Plan de desarrollo municipio de Mongua</b></p>	<p><b>Línea estratégica:</b> Medio ambiente</p> <p><b>Estrategia:</b> Fortalecer los mecanismos para ser un municipio respetuoso y protector del medio ambiente natural, cuyos pobladores interiorizan en la cotidianidad criterios de sostenibilidad ambiental, reconocen su entorno urbano y rural como el marco territorial en el cual se desenvuelven,</p>
<p><b>Plan de desarrollo municipio de Betétiva</b></p>	<p><b>Línea estratégica:</b> Salud, educación, deporte y cultura para todos con calidad y oportunidad</p> <p><b>Programa:</b> Residuos Sólidos</p> <p><b>Actividad:</b> Implementar iniciativas en la ampliación de la recolección de residuos, selección en la fuente, tratamiento y disposición final de residuos sólidos.</p>
<p><b>Plan de desarrollo municipio de Floresta</b></p>	<p><b>Línea estratégica:</b> Desarrollo social para la productividad: vivienda.</p> <p><b>Estrategia:</b> Soluciones de disposición final de residuos sólidos construidas</p> <p>Servicios de implementación del Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos PGIRS</p>
<p><b>Plan de desarrollo municipio de Gámeza</b></p>	<p><b>Subprograma:</b> Economía Naranja para mitigación del Cambio Climático</p> <p><b>Actividad:</b> Promover la implementación de proyectos sostenibles y biológicos</p>
<p><b>Plan de desarrollo municipio de Monguí</b></p>	<p><b>Programa:</b> Hacer frente al cambio climático</p> <p><b>Actividad:</b> Implementar estrategia para concientizar a los comerciantes, industriales y prestadores de servicios en la adopción de prácticas sostenibles</p>

INSTRUMENTO DE GESTIÓN TERRITORIAL	Medida 4. Programa de implementación de sistemas fotovoltaicos en edificios públicos
<p>Línea estratégica o instrumental de la Política Nacional de Cambio Climático (2017) relacionada.</p>	<p><b>Línea estratégica:</b> Desarrollo minero-energético resiliente al clima y bajo en carbono</p> <p><b>Línea de acción:</b> Incentivar la adecuada diversificación de la canasta energética, mediante instrumentos y tecnologías que reconozcan beneficios sobre la mitigación de GEI así como co beneficios en la calidad del aire, resiliencia climática, acceso y seguridad energética, y, adicionalmente, generar estrategias de coordinación interinstitucional del Gobierno nacional que permitan la promoción y el desarrollo de proyectos relacionados con Fuentes No Convencionales de Energía Renovable.</p> <p><b>Acción 4.1:</b> Identificar y evaluar medidas de mitigación dirigidas a incentivar el uso de fuentes renovables no convencionales.</p> <p><b>Acción 4.3:</b> Implementar incentivos económicos para estimular el uso de fuentes de energía no convencionales renovables.</p>
<p>PORTAFOLIO DE MEDIDAS SECTORIALES DE MITIGACIÓN DEL CAMBIO CLIMÁTICO Contribución Determinada a Nivel Nacional (NDC) de Colombia 2020</p>	<p><b>Medida: 4</b></p> <p><b>Nombre de la iniciativa:</b> Generación de electricidad</p> <p><b>Actividades de la iniciativa:</b> La línea estratégica tiene como objetivo la diversificación de la matriz energética colombiana, la promoción de la autogeneración de energía mediante fuentes alternativas.</p> <p><b>Diversificación de la matriz energética</b> Busca apoyar e impulsar los objetivos de política definidos desde el Ministerio para que el país logre una adecuada diversificación de la canasta energética, de manera tal que permita reducir emisiones de GEI; fortaleciendo la confiabilidad del sistema.</p>
<p>Plan Integral de Gestión del Cambio Climático Territorial para el departamento de Boyacá</p>	<p><b>Medida: M24</b></p> <p><b>Nombre de la medida:</b> Diversificación de la matriz energética del departamento.</p> <p><b>Eje estratégico:</b> Desarrollo económico y descarbonización</p> <p><b>Objetivo:</b> Incentivar el uso de energías no convencionales para la electrificación.</p>
<p>Camino Hacia Carbono Neutral</p>	<p><b>Estrategia:</b> Generación</p> <p><b>Medida 11:</b> Energía Solar</p>
<p>Plan de desarrollo municipio de Tópaga</p>	<p><b>Programa:</b> Cambio climático</p> <p><b>Actividad 1:</b> Servicio de identificación y reducción de generadores de gases efecto invernadero</p>
<p>Plan de desarrollo municipio de Mongua</p>	<p><b>Línea estratégica:</b> Energía limpia</p> <p><b>Estrategia:</b> Implementación de soluciones energéticas alternativas, como una medida que contribuya a solventar las necesidades de provisión de energía en los hogares más alejados</p>
<p>Plan de desarrollo municipio de Floresta</p>	<p><b>Línea estratégica:</b> Económicamente productiva: energía.</p> <p><b>Estrategia:</b> Energía Solar</p>
<p>Plan de desarrollo municipio de Gámeza</p>	<p><b>Subprograma:</b> Gámeza, Territorio Inteligente en Boyacá</p> <p><b>Actividad:</b> energía eléctrica por una red que use unidades fotovoltaicas (paneles solares)</p>
<p>Plan de desarrollo municipio de Monguí</p>	<p><b>Programa:</b> Hacer frente al cambio climático</p> <p><b>Actividad:</b> Implementar estrategia para concientizar a los comerciantes, industriales y prestadores de servicios en la adopción de prácticas sostenibles que reduzcan el impacto y afectación del medio ambiental</p>

INSTRUMENTO DE GESTIÓN TERRITORIAL	Medida 5. Programa de gestión de aguas residuales domésticas
<p>Línea estratégica o instrumental de la Política Nacional de Cambio Climático (2017) relacionada.</p>	<p><b>Línea estratégica:</b> Desarrollo urbano bajo en carbono y resiliente al clima</p> <p><b>Línea de acción:</b> Incentivar la reducción constante de la generación de residuos sólidos y líquidos urbanos, así como el reuso, reciclaje y/o el aprovechamiento de residuos, incluyendo la valorización energética de los residuos antes de que lleguen a disposición final en los rellenos y el aprovechamiento energético de las emisiones generadas en los rellenos sanitarios y en los sistemas de tratamiento de aguas residuales municipales.</p> <p><b>Acción 1:</b> Evaluar las emisiones de gases de efecto invernadero históricas y actuales de los residuos urbanos sólidos y líquidos.</p> <p><b>Acción 2:</b> Identificar y evaluar medidas de mitigación de emisiones de gases de efecto invernadero orientadas al aprovechamiento energético de las emisiones en los rellenos sanitarios y sistemas de tratamiento de aguas residuales.</p>
<p>PORTAFOLIO DE MEDIDAS SECTORIALES DE MITIGACIÓN DEL CAMBIO CLIMÁTICO Contribución Determinada a Nivel Nacional (NDC) de Colombia 2020</p>	<p><b>Medida:</b> 6</p> <p><b>Nombre de la iniciativa:</b> Gestión de las Aguas Residuales Domésticas - GARD.</p> <p><b>Actividades de la iniciativa:</b> Gestión de las aguas residuales domésticas contempla de manera integrada la gestión de biogás mediante quema y/o aprovechamiento en PTAR y la reducción de emisiones GEI a través del aumento en cobertura en el tratamiento de aguas residuales domésticas.</p>
<p>Plan Integral de Gestión del Cambio Climático Territorial para el departamento de Boyacá</p>	<p><b>Medida:</b> M9</p> <p><b>Nombre de la medida:</b> Reducción de contaminación de fuentes hídricas.</p> <p><b>Eje estratégico:</b> Preservación ecosistémica</p> <p><b>Objetivo:</b> Reducir la contaminación de las cuencas del departamento disminuyendo la emisión de gases efecto invernadero emitidas por estas, así como mitigando el riesgo por sequía originado por agua con altas cargas de contaminantes</p>
<p>Plan de desarrollo municipio de Tópaga</p>	<p><b>Programa:</b> Cambio climático</p> <p><b>Actividad 1:</b> Servicio de identificación y reducción de generadores de gases efecto invernadero</p>
<p>Plan de desarrollo municipio de Mongua</p>	<p><b>Línea estratégica:</b> Medio ambiente</p> <p><b>Estrategia:</b> Adquisición de predios, formulación de los planes de manejo del recurso hídrico, planes de erradicación de especies invasoras, procesos de restauración pasiva,</p>
<p>Plan de desarrollo municipio de Floresta</p>	<p><b>Línea estratégica:</b> Ambiente y desarrollo sostenible</p> <p><b>Estrategia:</b> Gestión del cambio climático para un desarrollo bajo en carbono y resiliente al clima</p>
<p>Plan de desarrollo municipio de Gámeza</p>	<p><b>Subprograma:</b> Gámeza, Territorio Inteligente en Boyacá</p> <p><b>Actividad:</b> energía eléctrica por una red que use unidades fotovoltaicas (paneles solares)</p>
<p>Plan de desarrollo municipio de Monguí</p>	<p><b>Programa:</b> Hacer frente al cambio climático</p> <p><b>Actividad:</b> Implementar estrategia para concientizar a los comerciantes, industriales y prestadores de servicios en la adopción de prácticas sostenibles que reduzcan el impacto y afectación del medio ambiental</p>
<p>Plan de desarrollo municipio de Betétiva</p>	<p><b>Línea estratégica:</b> Salud, educación, deporte y cultura para todos con calidad y oportunidad</p> <p><b>Programa:</b> Alcantarillado para todos</p> <p><b>Actividad 1:</b> Realizar actualización e Implementación de Planes de Saneamiento y Manejo de Vertimientos – PSMV</p> <p><b>Actividad 2:</b> Realizar construcción pozos sépticos en las viviendas más necesitada.</p> <p><b>Actividad 3:</b> Realizar la Construcción de Unidades Sanitarias en el área rural.</p>

INSTRUMENTO DE GESTIÓN TERRITORIAL	Medida 6. Agricultura sostenible
Línea estratégica o instrumental de la Política Nacional de Cambio Climático (2017) relacionada.	<p><b>Línea estratégica:</b> Desarrollo rural bajo en carbono y resiliente al clima.</p> <p><b>Línea de acción:</b> Generar y divulgar información agroclimática estratégica tanto para el desarrollo de la agricultura resiliente al clima, como para el desarrollo de seguros climáticos, y de sistemas de predicción y alerta temprana para la adecuación de calendarios de siembra y la prevención de pérdida de cosechas.</p> <p><b>Acción 1:</b> Identificar y evaluar medidas basadas en información, para la adaptación al cambio climático de sistemas agropecuarios.</p> <p><b>Acción 2:</b> Implementar medidas de adaptación basadas en información agroclimática.</p>
PORTAFOLIO DE MEDIDAS SECTORIALES DE MITIGACIÓN DEL CAMBIO CLIMÁTICO Contribución Determinada a Nivel Nacional (NDC) de Colombia 2020	<p><b>Medida:</b> 11</p> <p><b>Nombre de la iniciativa:</b> Reducción de emisiones de GEI en producción de arroz a través de la adopción masiva de tecnología (AMTEC 2.0) en Colombia.</p> <p><b>Actividades de la iniciativa:</b> REDUCCIÓN DE USO DE FERTILIZANTES DE SISTEMA PRODUCTIVO: Menor densidad de siembra requiriendo menos fertilizantes. La densidad de siembra del cultivo está relacionada con el uso de fertilizantes nitrogenados por unidad de área (reducción en N2O)</p>
Plan Integral de Gestión del Cambio Climático Territorial para el departamento de Boyacá	<p><b>Medida:</b></p> <p><b>Nombre de la medida:</b> Gestión sostenible del suelo en las provincias del departamento de Boyacá</p> <p><b>Eje estratégico:</b> Preservación ecosistémica</p> <p><b>Objetivo:</b> Promover la gestión sostenible del suelo en el departamento de Boyacá con el fin de reducir los procesos de su degradación, considerando los efectos del cambio climático.</p>
Plan de desarrollo municipio de Tópaga	<p><b>Programa:</b> Extensión agropecuaria</p> <p><b>Actividad 1:</b> Servicios de acompañamiento en la implementación de planes de desarrollo agropecuario y rural</p>
Plan de desarrollo municipio de Mongua	<p><b>Línea estratégica:</b> Desarrollo agropecuario</p> <p><b>Estrategia:</b> Dinamizar los procesos de producción y gestión empresarial agropecuaria en el marco de la sostenibilidad ambiental y social, a partir de acciones de acompañamiento, capacitación, y asesoría técnica; así como el establecimiento de alianzas con actores estratégicos de carácter público y privado que presten colaboración efectiva en hacer del campo Monguano, un importante motor de desarrollo y generador de bienestar para toda la población.</p>
Plan de desarrollo municipio de Floresta	<p><b>Línea estratégica:</b> Desarrollo rural y agropecuario.</p> <p><b>Estrategia:</b> Uso de energías alternativas propuestas en las soluciones individuales de riego permitirán reducir la emisión de Gases de Efecto Invernadero</p>
Plan de desarrollo municipio de Gámeza	<p><b>Subprograma:</b> Gámeza con generación de inclusión productiva rural</p> <p><b>Actividad:</b> Asistencia técnica dirigida a pequeños productores, Apoyar proyectos productivos agropecuarios nuevos</p>
Plan de desarrollo municipio de Monguí	<p><b>Programa:</b> Fortalecer e integrar los sistemas de producción agrícola y pecuaria</p> <p><b>Actividad:</b> Desarrollar programa anual que fomente la producción limpia y/u orgánica</p>
Plan de desarrollo municipio de Betétiva	<p><b>Línea estratégica:</b> Salud, educación, deporte y cultura para todos con calidad y oportunidad</p> <p><b>Programa:</b> Desarrollo rural productivo y sostenible</p> <p><b>Actividad 1:</b> Impulsar la implementación de las buenas prácticas agrícolas y ganaderas.</p>

## BIBLIOGRAFIA

- Colombia. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2017). PORTAFOLIO DE MEDIDAS SECTORIALES DE MITIGACIÓN DEL CAMBIO CLIMÁTICO Contribución Determinada a Nivel Nacional (NDC) de Colombia 2020.
- Colombia. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2017). Política nacional de cambio climático. Bogotá, D. C.: Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible.
- Colombia. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2022). Guía para la formulación e implementación de los planes integrales de gestión del cambio climático territoriales. Dirección de Cambio Climático y Gestión del Riesgo.
- PNUD. (2022). Actualización de la Contribución Determinada a Nivel Nacional de Colombia (NDC).
- Colombia. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2016). INVENTARIO NACIONAL Y DEPARTAMENTAL DE GASES EFECTO INVERNADERO - COLOMBIA.
- Protocolo Global para Inventarios de Emisión de Gases de Efecto Invernadero a Escala Comunitaria.
- Contrato UPME C-031-2019.
- Dirección de Cambio Climático. Coord.: Ortiz Rodríguez, Edwin Giovanni; PNUD. Proyecto Amazonía Sostenible para la Paz: Coord.: Pulido Sánchez, Ana María. Bárcenas Sandoval, Jairo Enrique. (Año no especificado). Guía para la formulación e implementación de los planes integrales de gestión del cambio climático territoriales [Recurso electrónico].
- Colombia. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2017). PORTAFOLIO DE MEDIDAS SECTORIALES DE MITIGACIÓN DEL CAMBIO CLIMÁTICO Contribución Determinada a Nivel Nacional (NDC) de Colombia 2020.
- Colombia. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2017). Política nacional de cambio climático. Bogotá, D. C.: Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible.
- Colombia. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2022). Guía para la formulación e implementación de los planes integrales de gestión del cambio climático territoriales. Dirección de Cambio Climático y Gestión del Riesgo.
- PNUD. (2022). Actualización de la Contribución Determinada a Nivel Nacional de Colombia (NDC).
- Dirección de Cambio Climático. Coord.: Ortiz Rodríguez, Edwin Giovanni; PNUD. Proyecto Amazonía Sostenible para la Paz: Coord.: Pulido Sánchez, Ana María. Bárcenas Sandoval, Jairo Enrique. (Año no especificado). Guía para la formulación e implementación de los planes integrales de gestión del cambio climático territoriales [Recurso electrónico].
- Camino hacia carbono neutral. OpEPA. The Climate Reality Project. (2023). Liderando el cambio climático para la construcción de territorios carbono neutrales.