

INVENTARIO MUNICIPAL DE GASES DE EFECTO INVERNADERO SECTORES TRANSPORTE Y AGROPECURIO PARA EL MUNICIPIO DE FUSAGASUGA



INTRODUCCIÓN

Por miles de años el ser humano adaptó sus costumbres y desarrolló su cultura alrededor del clima, y por miles de años hicimos parte del sistema beneficiándonos de su equilibrio. Con el paso del tiempo las poblaciones humanas fueron creciendo modelando el paisaje a su alrededor y modificando poco a poco la dinámica climática. La revolución industrial trajo consigo la emisión masiva gases de efecto invernadero, sustancias que tienen el potencial de atrapar energía y liberarla en forma de calor aumentando la temperatura media de la atmósfera desencadenando procesos irreversibles en el clima a corto plazo. Estos efectos ya se evidenciaban empezando la segunda mitad del siglo XX.

La Convención Marco de las Naciones Unidas para el Cambio Climático (CMNUCC) fue el primer paso que dieron los gobiernos mundiales para frenar el aumento de la temperatura media del planeta, estableciendo responsabilidades y mecanismos según el desarrollo económico de cada nación. En el año 2017 se estableció el acuerdo de París como último esfuerzo de la humanidad para frenar la crisis climática, acuerdo al que se suscribió el estado colombiano.

Colombia en el marco de la ratificación del acuerdo, busca mediante la Ley 1931 de 2018 que se adopte una visión territorial en el país que permita a los municipios desarrollar e implementen iniciativas orientadas a reducir el riesgo climático en los territorios y mitigar las concentraciones de gases efecto invernadero (GEI) liberadas en la atmósfera terrestre. Las ciudades son parte integral para la lucha contra el desafío mundial del cambio climático, como una fuente importante de emisiones de gases de efecto invernadero y como una fuente importante de soluciones climáticas innovadoras (World Resources Institute, 2016).

El municipio de Fusagasugá consciente de la responsabilidad histórica que tienen las ciudades intermedias en Colombia, asume el reto de trabajar por el aumento de la resiliencia climática, la reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero y la creación de mecanismos de implementación que permitan al municipio los medios técnicos, jurídicos y económicos para lograr un desarrollo territorial con bajas emisiones de carbono y resiliente al clima

En el marco de la ejecución del Plan de Desarrollo Municipal de Fusagasugá “con la fuerza de la gente” y dando cumplimiento a la política pública de cambio climático establecida en el acuerdo No. 100 – 02.1 – 17 de 2020 mediante el cual se conforma el SISTEMA MUNICIPAL DE GESTION DEL CAMBIO CLIMATICO Y DEL RIESGO DE DESASTRES, se da inicio a la formulación del Plan Integral de Gestión de Cambio Climático Territorial para el municipio de Fusagasugá.

El presente documento “INVENTARIO MUNICIPAL DE GASES DE EFECTO INVERNADERO PARA EL MUNICIPIO DE FUSAGASUGÁ”, es uno de los pilares del PIGCCT y establece las bases de cuantificación y reporte de las emisiones de GEI generadas en el municipio de Fusagasugá teniendo como marco temporal el año 2019.

El municipio de Fusagasugá consciente de la responsabilidad histórica que tienen las ciudades intermedias en Colombia, asume el reto de trabajar por el aumento de la resiliencia climática, la reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero y la creación de mecanismos de implementación que permitan al municipio los medios técnicos, jurídicos y económicos para lograr un desarrollo territorial con bajas emisiones de carbono y resiliente al clima



INVENTARIO MUNICIPAL DE GASES DE EFECTO INVERNADERO SECTORES TRANSPORTE Y AGROPECURIO PARA EL MUNICIPIO DE FUSAGASUGA



Ilustración 1: Dibujo Fusagasugá

Fuente: ECommunity

El municipio de Fusagasugá consciente de la responsabilidad histórica que tienen las ciudades intermedias en Colombia, asume el reto de trabajar por el aumento de la resiliencia climática, la reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero y la creación de mecanismos de implementación que permitan al municipio los medios técnicos, jurídicos y económicos para lograr un desarrollo territorial con bajas emisiones de carbono y resiliente al clima

En el marco de la ejecución del Plan de Desarrollo Municipal de Fusagasugá “con la fuerza de la gente” y dando cumplimiento a la política pública de cambio climático establecida en el acuerdo No. 100 – 02.1 – 17 de 2020 mediante el cual se conforma el SISTEMA MUNICIPAL DE GESTION DEL CAMBIO CLIMATICO Y DEL RIESGO DE DESASTRES, se da inicio a la formulación del Plan Integral de Gestión de Cambio Climático Territorial para el municipio de Fusagasugá.



La gestión territorial del cambio climático debe abordarse teniendo en cuenta dos enfoques diferenciados: la adaptación y la mitigación. Estos dos enfoques son complementarios y necesariamente deben ser abordados de manera sincronizada. La adaptación obedece a la necesidad de aumentar la capacidad adaptativa de las variables territoriales del municipio frente a los efectos de los cambios en los regímenes precipitación y el aumento de la temperatura. Por su parte, la mitigación busca la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero generadas dentro de los límites del municipio. La cuantificación de las emisiones de gases de efecto invernadero permite clasificar las fuentes de generación por sectores, entender su relación con las actividades económicas y establecer mecanismos de reducción de GEI que faciliten la toma de decisiones en aras de un territorio resiliente al clima y con bajas emisiones de carbono.

El presente documento “INVENTARIO MUNICIPAL DE GASES DE EFECTO INVERNADERO PARA EL MUNICIPIO DE FUSAGASUGÁ”, es uno de los pilares del PIGCCT y establece las bases de cuantificación y reporte de las emisiones de GEI generadas en el municipio de Fusagasugá teniendo como marco temporal el año 2019.

PRINCIPIOS DE CONTABILIDAD Y REPORTE

La contabilidad y el reporte de las emisiones de GEI del municipio de Fusagasugá se basan en los siguientes principios adaptados de la Norma de Protocolo Corporativo de GEI con el fin de representar una contabilidad justa y real de las emisiones municipales:

Relevancia: Las emisiones de GEI reportadas en el presente informe reflejan de manera apropiada las emisiones resultantes de las actividades y los patrones de consumo del municipio de Fusagasugá para los sectores Transporte y AFOLU. Por tal razón, se hizo el esfuerzo de presentar las emisiones asociadas al transporte con dos métodos de cuantificación diferentes, de tal manera que permitan cuantificar las emisiones producto del tránsito vehicular sobre la vía Panamericana. El presente inventario constituye un soporte técnico al actual gobierno y a los futuros alcaldes para tomar decisiones sobre el desarrollo territorial del municipio, tomando en consideración las proyecciones locales, departamentales y nacionales sobre emisiones de GEI y los recursos disponibles para su gestión. El principio de relevancia fue aplicado al seleccionar las fuentes de datos más óptimas y priorizar las mejoras para la recolección de datos en futuros inventarios.

Exhaustividad: En el presente cálculo y reporte de emisiones de GEI el municipio de Fusagasugá expone una a una las fuentes de emisión requeridas dentro del límite del inventario. Todas las omisiones y suposiciones fueron justificadas y su construcción explicada de manera sistemática. Las claves de notación fueron empleadas de acuerdo a la sección 2.2 del GPC.

Coherencia: El cálculo de emisiones para el municipio de Fusagasugá guarda una relación coherente entre el enfoque, el límite político y la metodología para su cuantificación. El uso riguroso de la metodología del GPC para calcular las emisiones de GEI permite una documentación significativa del cambio en las emisiones a través del tiempo, el análisis de tendencias y las comparaciones entre los corregimientos.

Transparencia: Los datos de actividad, las fuentes y los factores de emisión y las metodologías de contabilidad fueron documentados adecuadamente, de tal forma que facilite la divulgación y permita en el futuro una posible verificación por parte de autoridades ambientales, organismos de certificación y entidades de financiamiento climático. La información proporcionada es suficiente y permite que los verificadores puedan utilizar las mismas fuentes de datos y obtener los mismos resultados. Todas las omisiones fueron identificadas, reportadas y justificadas con claridad.



Precisión: El cálculo de las emisiones de GEI para el municipio de Fusagasugá, no exagerara ni minimiza los consumos reales. La exactitud con la que se elaboró el inventario asegura de manera razonable la integridad de la información reportada. Las incertidumbres en el proceso de cuantificación fueron determinadas, estableciendo las rutas para el acceso de la información de fuentes oficiales.

Cada uno de los principios de contabilidad y reporte fueron tenidos en cuenta de manera sistemática en las diferentes etapas del inventario con el fin de generar información que reflejara de forma asertiva las emisiones de gases de efecto invernadero presentes en el municipio de Fusagasugá.

CLAVES DE NOTACIÓN

Los datos empleados para la cuantificación de las emisiones en el municipio de Fusagasugá se obtuvieron de diversas fuentes, en diferentes formatos y con distintos grados de incertidumbre. En casos como las emisiones asociadas al transporte sobre la vía la información se construyó a partir de supuestos dada la inexistencia de datos. El GPC reconoce estos desafíos y ofrece principios de recopilación de datos y enfoques para estos casos específicos. La metodología implementada proporciona una guía sobre cómo recopilar datos existentes, generar nueva información y adaptarla al uso del inventario.

Para dar cabida a las limitaciones en la disponibilidad de datos y las diferencias en las fuentes de emisión entre las ciudades, el GPC requiere el uso de claves de notación, según se recomienda en las pautas de IPCC. El inventario de GEI desarrollado en el municipio de Fusagasugá cuenta con las claves de notación sugeridas por la metodología, adicionalmente las exclusiones y estimaciones fueron justificadas debidamente y categorizadas dentro las respectivas claves de notación.

A continuación, se presentan las claves empleadas para las diferentes fuentes de emisión.

CLAVE DE NOTACIÓN	DEFINICIÓN	EXPLICACIÓN
IE	Incluida en otro lugar	Las emisiones GEI para esta actividad se han estimado y se presentan en otra categoría del inventario
NE	No estimada	Las emisiones GEI para esta actividad no han sido estimados ni reportados; debe darse una justificación para excluir la fuente de emisión
NO	No ocurre	La actividad o proceso no ocurre dentro de la ciudad
C	Información confidencial	Las emisiones de GEI podrían llevar a la divulgación de información confidencial y por lo tanto no pueden ser reportadas

Tabla 1: Claves de notación empleadas en el inventario de GEI para el municipio de Fusagasugá

Fuente: (Protocolo Global para Inventarios de Emisión de Gases de Efecto Invernadero a Escala Comunitaria)



Cada una de las claves de notación anteriormente descritas fueron empleadas en el proceso de cuantificación y reporte de las emisiones de GEI generadas en el municipio de Fusagasugá. Por ejemplo, la clave de notación IE (incluida en otro lugar) fue empleada en el sector Transporte, sub sector transporte fuera de carretera, debido a que el método de venta de combustible no hace diferencia entre el suministro a automóviles y vehículos de uso agrícola como tractores.



Fotografía 1: Cerro Fusacatán

Fuente: ECommunity

LÍMITES DEL INVENTARIO DE GASES DE EFECTO INVERNADERO.

La caracterización del municipio de Fusagasugá descrita en el presente inventario fue obtenida en su mayoría del documento diagnóstico para la actualización del Plan de Ordenamiento Territorial elaborado por la Secretaría de Planeación del municipio, entendido como el documento descriptivo más completo que tiene el territorio y que necesariamente debe estar alineado con el Plan Integral de Gestión Cambio Climático Territorial. Por lo tanto, la información que se presenta es un resumen que pretende contextualizar el marco territorial del municipio empleado en la construcción de indicadores de las líneas base para la cuantificación de emisiones de gases de efecto invernadero y la formulación de medidas para el desarrollo bajo en carbono y resiliente al clima en el municipio de Fusagasugá. Así mismo, se levantó información complementaria en campo apoyado en los métodos de construcción de líneas base desde la cartografía social con el enfoque de adaptación basada en ecosistemas.



LÍMITES GEOGRÁFICOS

El municipio de Fusagasugá se localiza en la vertiente occidental de la cordillera oriental, al sur occidente del departamento de Cundinamarca. Geográficamente ubicado en una meseta delimitada por el río Cuja y el río Chocho, el cerro de Fusacatán y el Cerro de Quininí que conforman el denominado valle de los Sutagaos y la altiplanicie de Chinauta en la cuenca del río Sumapaz. Políticamente se ubica en la provincia del Sumapaz, departamento de Cundinamarca, ubicado a 59 km al suroccidente de Bogotá, capital de Colombia. (Secretaria de Planeación equipo POT , 2021).

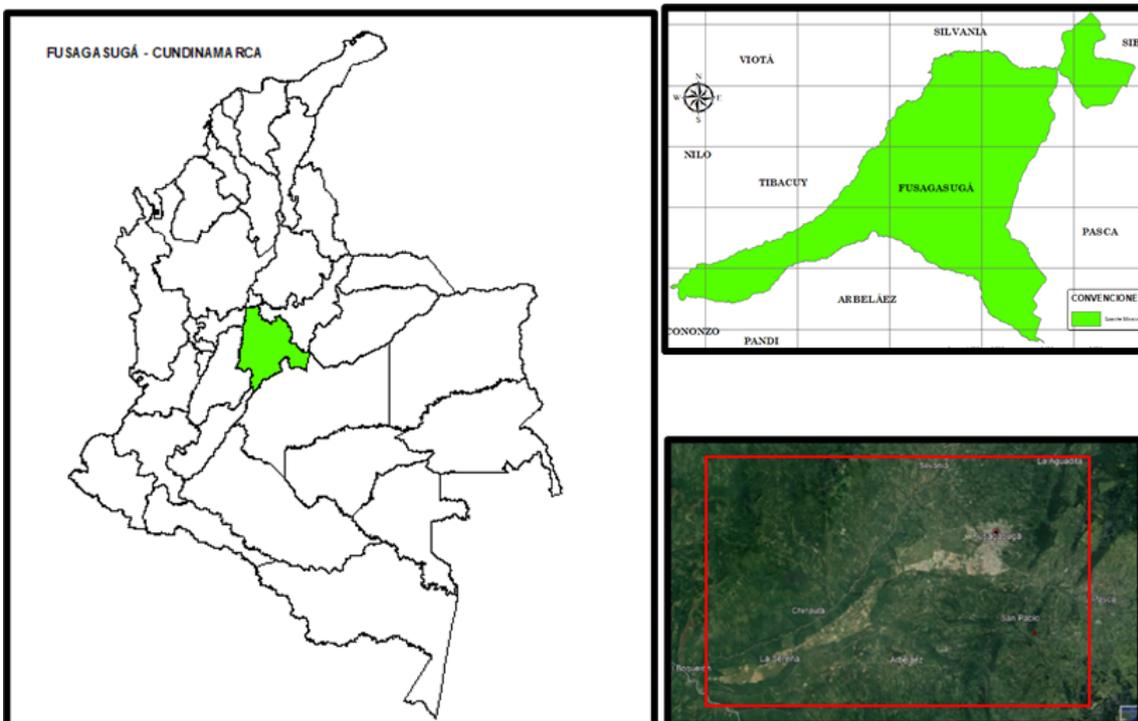


Ilustración 2: Localización del área de estudio.

Fuente: (IGAC, 2012), (Google earth, 2021), modificado Autores (2021).

A continuación, se presentan los límites geográficos del municipio de Fusagasugá y los actos administrativos de los procesos de deslinde.

PUNTO CARDINAL	MUNICIPIO	ACTO ADMINISTRATIVO
Norte	Silvania	Ordenanza No. 40 de 1948
	Sibaté	Ordenanza No. 23 de 1968
Sur	Arbeláez	Acta de deslinde de noviembre de 1973
	Icononzo	Proceso de deslinde ley 1447 de 2011
Oriente	Pasca	Acta de deslinde del 5 de agosto de 1948
	Sibaté	Ordenanza No. 23 de 1968
Occidente	Tibacuy	Decreto 441 de 1950
	Silvania	Ordenanza No. 40 de 1948

Tabla 2. Límites geográficos de Fusagasugá

Fuente: Diagnóstico POT creación de autor



DIVISIÓN POLÍTICA

El municipio de Fusagasugá está dividido en comunas y corregimientos de conformidad con el Acuerdo 34 de noviembre de 2006. El área urbana está compuesta por 6 comunas y el área rural por cinco corregimientos. En la tabla 3 se presentan las comunas, el área que abarcan y el número de barrios que las componen. De igual manera, en la tabla 3 se muestran las características de los corregimientos.

CORREGIMIENTO	VEREDA	ÁREA VEREDA (Ha)	ÁREA CORREGIMIENTO (Ha)
Norte	Los Robles	1069,48	3225,39
	Piamonte Parte alta	408,69	
	Usatama alta	421,8	
	Tierra Negra	319,15	
	Bermejál	110,07	
	San Rafael	645,8	
	La Aguadita	250,4	
SUR OCCIDENTAL	El Triunfo	727,35	4626,75
	La Puerta	2946,86	
	San Antonio	495,43	
	Santa María	457,11	
OCCIDENTAL	La Venta Norte	138,43	2737,67
	Viena	162,51	
	Novillero	490,71	
	Cucharal	520,34	
	Resguardo	323,57	
	Piamonte Parte baja	221,53	
	Bosachoque	362,97	
	Usatama baja	517,61	
ORIENTAL	La Venta Sur	79,27	2737,67
	Mosqueral	264,26	
	Bethel	219,58	
	Los Sauces	308,09	
	Pekin	242,12	
	La Palma	353,74	
Jordán	283,33		



CORREGIMIENTO	VEREDA	ÁREA VEREDA (Ha)	ÁREA CORREGIMIENTO (Ha)
SUR ORIENTAL	El Placer	548,04	5779,98
	El Guavio	919,97	
	El Carmen	622,59	
	Santa Lucía	475,47	
	Batán	753,24	
	Mesitas	222,3	
	Palacios	154,6	
	Bochica	661,15	
	Guayabal	351,12	
	Sardinas	483,74	
	La Isla	252,6	
	El Espinalito	335,16	

Tabla 3. Corregimientos municipio de Fusagasugá.

Fuente: Diagnóstico POT creación de autor

Adicionalmente, el Acuerdo 029 de 2001 indentificó dentro del suelo rural tres centros poblados:

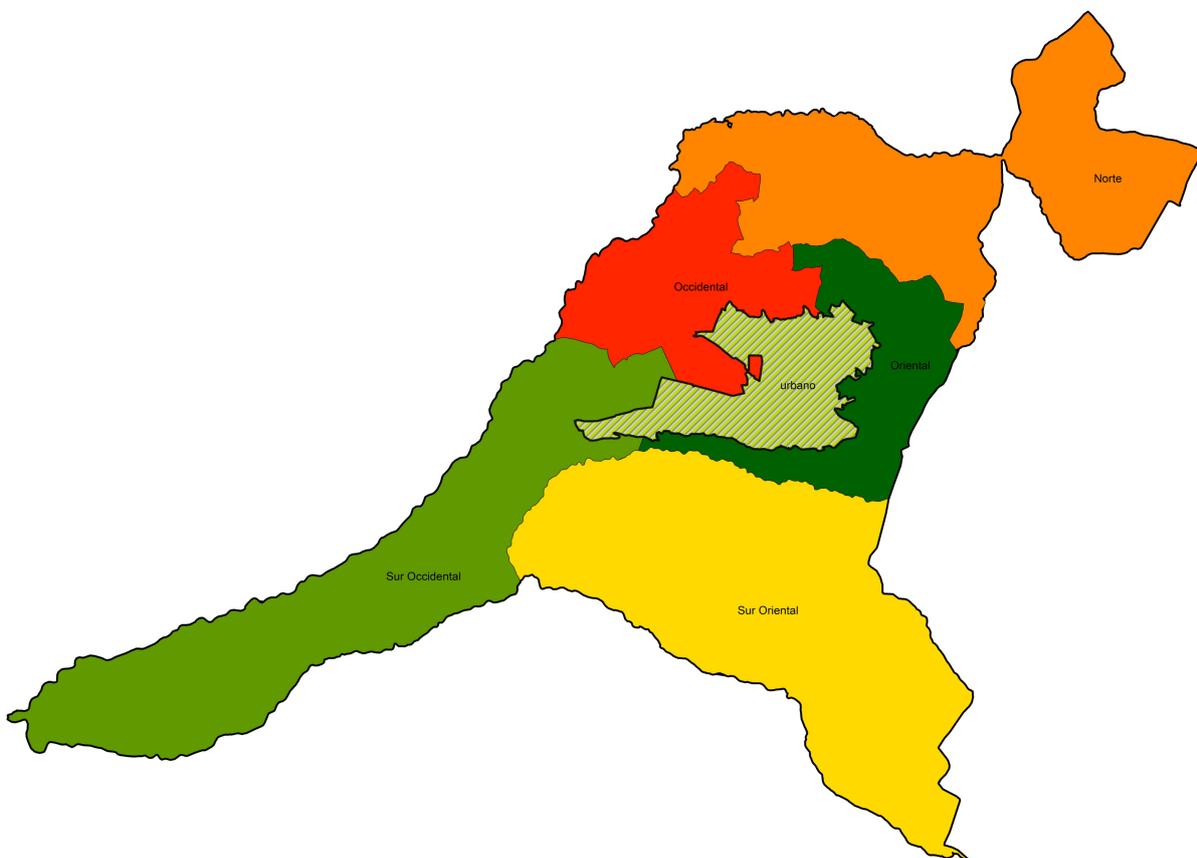


Ilustración 3. Corregimientos del municipio Fusagasugá

Fuente: (Diagnóstico POT creación de autor)



CENTRO POBLADO	CORREGIMIENTO	LOCALIZACIÓN
La Aguadita	NORTE	Vereda La Aguiadita, sobre la vía departamental Fusagasugá - Sibaté
La Cascada	NORTE	Vereda Ustama Alta, adyacente a la vía Panamericana
El triunfo	SUR-OCCIDENTAL	Vereda El Triunfo, adyacente a la vía Panamericana en límites con el municipio de Iconozo

Tabla 4. Centros poblados municipio de Fusagasugá.

Fuente: Diagnóstico POT creación de autor

CLIMA

La descripción del sistema climático del municipio fue obtenida del documento diagnóstico para la actualización del POT y los Estudios Básicos de Amenaza, Vulnerabilidad y Riesgo para el Municipio de Fusagasugá elaborado por la firma consultora Geocing S.A.S. en el año 2018. (POT, 2020). El análisis se realizó con información obtenida de 12 estaciones meteorológicas ubicadas en el municipio y en los alrededores.

PRECIPITACIÓN

El análisis multitemporal de la precipitación se realizó teniendo en cuenta datos mensuales de promedios multianuales para el periodo comprendido entre 1990 y 2014.

La precipitación en el área de estudio tiene un comportamiento bimodal con dos temporadas secas y dos temporadas de lluvia claramente definidas. La primera temporada seca abarca los meses de enero y febrero, presentando promedios por debajo de los 80 milímetros. Entre los meses de marzo y mayo las precipitaciones aumentan significativamente consolidando la primera temporada de lluvias del año. De junio a septiembre llega la segunda temporada seca, siendo agosto el mes que reporta un déficit mayor de precipitación en relación con la tendencia del resto del año. En octubre y noviembre se presenta la segunda temporada de lluvias registrando los promedios más altos de precipitación. Por último, en el mes de diciembre descienden las lluvias configurando el inicio de la temporada seca del año siguiente.

A continuación, se presentan los promedios mensuales multianuales de la precipitación de las 12 estaciones analizadas.

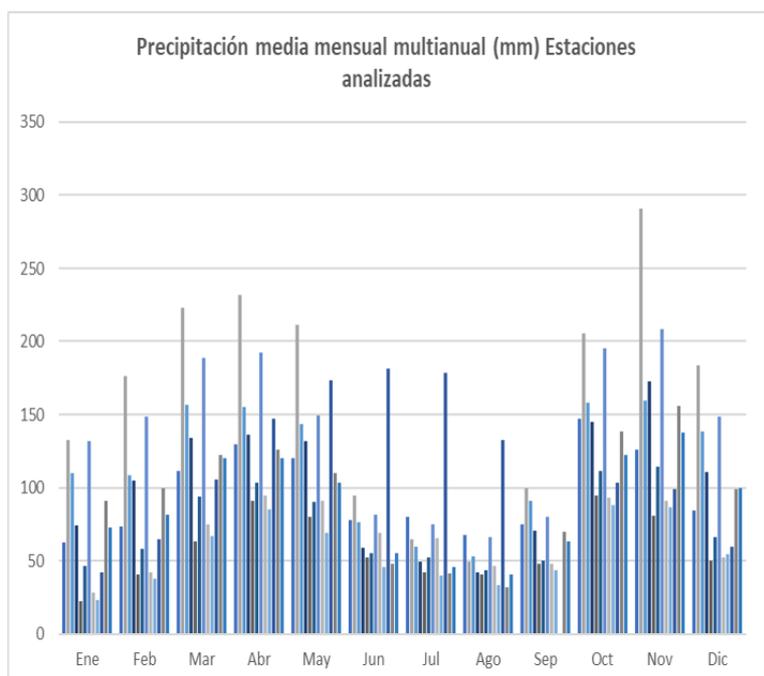


Ilustración 4. Precipitación media mensual multianual

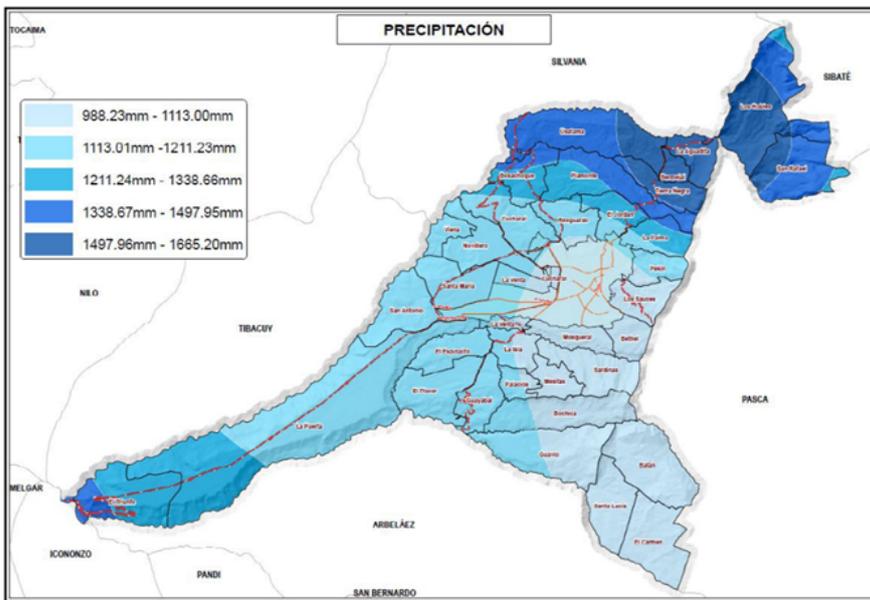
Fuente: (Geocing 2018, Diagnóstico POT)



PRECIPITACIÓN MEDIA MENSUAL MULTIANUAL (mm)												
MES	BATÁN	HDA GRANJA	VALSALICE	PANDI	PARAÍSO PERDIDO	PASCA	EL PINAR	GRAN SAN JORGE	SIBATÉ APOSTO	LOS TANQUES	TIBACUY	UNI. FUSAGASUGÁ
Ene	62,7	132,4	109,6	73,8	22,2	46,1	131,9	28,1	23,1	42,1	90,7	72,8
Feb	73,2	176,5	108,5	104,5	40,6	58,4	148,2	42,2	37,6	64,5	99,8	81,2
Mar	111,6	223,2	156,8	134	63	94,1	188,7	74,7	67	105,5	122,1	119,9
Abr	129,5	231,5	154,9	136,2	90,8	103,1	192,1	94,7	85	147,3	125,6	119,9
May	120,3	211,4	143,7	131,4	80,1	90,5	149,1	90,8	69	173,7	109,5	103,4
Jun	77,5	94,2	76,4	58,8	52,5	54,8	81,2	69,3	45,4	181,1	47,7	55,4
Jul	80	64,3	59,8	49,6	42,2	52,4	74,9	65,7	39,8	178,7	41,1	45,3
Ago	67,3	49,1	52,7	41,8	40,2	43,1	66,3	46,4	33,1	132,7	31,7	40,4
Sep	74,7	99,8	91,1	70,8	48	50,3	80,3	47,9	43,3	100,8	69,6	63,1
Oct	146,9	205,4	157,9	144,7	94,3	111,1	195,5	93,2	88,2	103	138,3	122
Nov	125,7	290,5	159,6	172,4	81	114,4	208,3	91,2	86,6	98,7	155,9	137,3
Dic	84,2	183,7	138,5	110,8	50,3	66,4	148,7	52,5	54,4	59,8	98,6	99,3
TOTAL	1153,6	1962,0	1409,5	1228,8	705,2	884,7	1665,2	796,7	672,5	1287,1	1130,6	1060,0

Tabla 5. Precipitación media mensual multianual.

Fuente: Geocing 2018, Diagnóstico POT



La distribución espacial de la precipitación fue modelada generando isoyetas a partir de la interpolación de los promedios totales en cada una de las doce estaciones. Los valores de precipitación total fluctúan entre 988 mm y 1665 mm, presentando valores más altos en la parte norte del municipio (Los Robles y La Aguadita) disminuyendo hacia el sur de acuerdo con el gradiente térmico vertical.

De acuerdo a las proyecciones de la herramienta para la acción climática del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible en el escenario 2011-2040, el municipio tendrá una variación del 20% en los regímenes de precipitación en gran parte del territorio en especial el área urbana. El sector de Chinauta tendrá una variación menor al 10%.

Ilustración 5. Distribución de la precipitación media mensual multianual (mm) municipio de Fusagasugá

Fuente: Geocing 2018, Diagnóstico POT

TEMPERATURA

La temperatura del municipio varía de acuerdo al gradiente térmico vertical. Los valores de la temperatura media mensual multianual corresponden a los registros de las 6 estaciones climatológicas principales analizadas (POT, 2020). A continuación, se presenta la información sobre la temperatura.

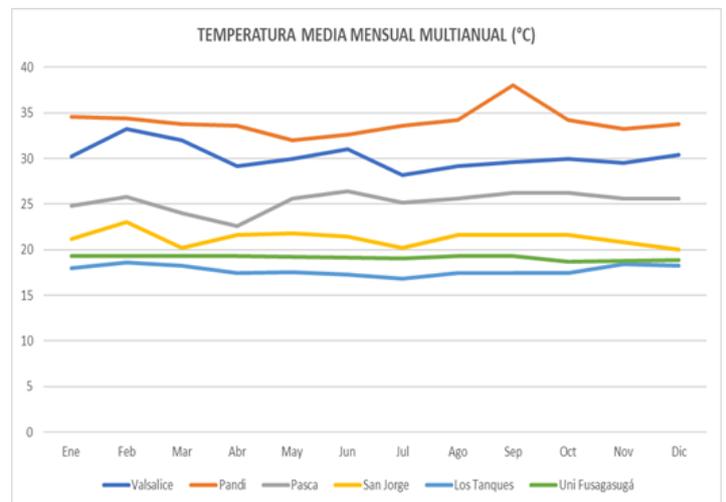


Ilustración 6. Temperatura media mensual multianual (°C) área de estudio municipio de Fusagasugá

Fuente: Geocing 2018, Diagnóstico POT



PERIODO DE REPORTE

Para el presente inventario de gases de efecto invernadero se estableció como año base el 2019, esto obedece a que las actividades socio-económicas desarrolladas en el periodo de reporte reflejan con relevancia, exhaustividad, coherencia, transparencia y precisión las características del territorio, siendo el último año representativo antes de la pandemia. Además, la administración municipal contaba con un riguroso diagnóstico territorial elaborado como marco técnico para la actualización del Plan de Ordenamiento Territorial que tenía el año 2019 como último periodo de referencia.

GASES DE EFECTO INVERNADERO

El presente cálculo y reporte de emisiones de gases de efecto invernadero para el municipio de Fusagasugá se concentra en los siete gases contemplados por el Protocolo de Kioto y el Panel Intergubernamental de Cambio Climático (IPCC), estos gases son: el dióxido de carbono (CO₂), el óxido nitroso (N₂O), el metano (CH₄), el hexafluoruro de azufre (SF₆), los clorofluorocarbonos (CFC), perfluorocarbonos (PFC) y Trifluoruro de Nitrógeno (NF₃). (World Resources Institute, 2016)

Es importante precisar que dentro de los límites geográficos del municipio no se presentaron emisiones asociadas al trifluoruro de nitrógeno (NF₃) ni al hexafluoruro de azufre (SF₆), sin embargo, se reportan en cero para conservar los principios de transparencia y coherencia.

En la tabla 6 se presentan los GEI y el origen de los mismos en el territorio.

GEI	DEFINICIÓN	FUENTE DE EMISIÓN EN EL MUNICIPIO
Dióxido de carbono (CO₂)	Gas que se produce de forma natural y como subproducto de la combustión de combustibles fósiles, biomasa, cambios en el uso del suelo y otros procesos industriales	Consumo de combustibles fósiles para fuentes fijas y móviles, consumo de biomasa, cambios en el uso del suelo
Metano (CH₄)	Es un hidrocarburo que a temperatura ambiente se encuentra en estado gaseoso, es producto de la descomposición anaerobia de la materia orgánica y la combustión incompleta de combustibles fósiles	Fermentación entérica de la ganadería, gestión de residuos sólidos, vertimientos del alcantarillado.
Óxido Nitroso (N₂O)	Gas que se emite principalmente en los cultivos por la aplicación de fertilizantes nitrogenados	Cultivos permanentes y transitorios con aplicación de abonos nitrogenados
Clorofluorocarbonados (CFC)	Gas empleado en procesos de refrigeración y propelente de aerosoles. Actualmente su fabricación está prohibida por ser también SAO	Neveras antiguas que tienen como agente refrigerante el Freon 12.
Perfluorocarbonados (PFC)	Gases sustituyentes de los CFC en procesos de refrigeración	No hay emisiones asociadas a este gas en Fusagasugá en el periodo de estudio

Tabla 6. Gases de efecto invernadero estudiados en el municipio de Fusagasugá. .

Fuente: IPCC, creación de autor

MARCO Y ALCANCE DEL INVENTARIO

El marco de alcances permite al municipio de FUSAGASUGÁ reportar de modo completo todas las emisiones de GEI atribuibles a las actividades que ocurren dentro de los límites geográficos del municipio al categorizar las fuentes en emisiones directas e indirectas:



ALCANCE	EMISIONES	FUENTE DE EMISIÓN EN EL MUNICIPIO
1	DIRECTAS	Emisiones generadas y/o gestionadas por fuentes dentro de los límites geográficos del municipio de Fusagasugá
2	INDIRECTAS	Emisiones generadas por el consumo de la energía eléctrica adquirida a través de la red de interconexión eléctrica de la nación.
3	INDIRECTAS	Emisiones que son generadas dentro de los límites de la ciudad, pero gestionadas por fuera de los mismos.

Tabla 7. Alcance de las fuentes de emisión en el municipio de Fusagasugá

Fuente: IPCC, creación de autor

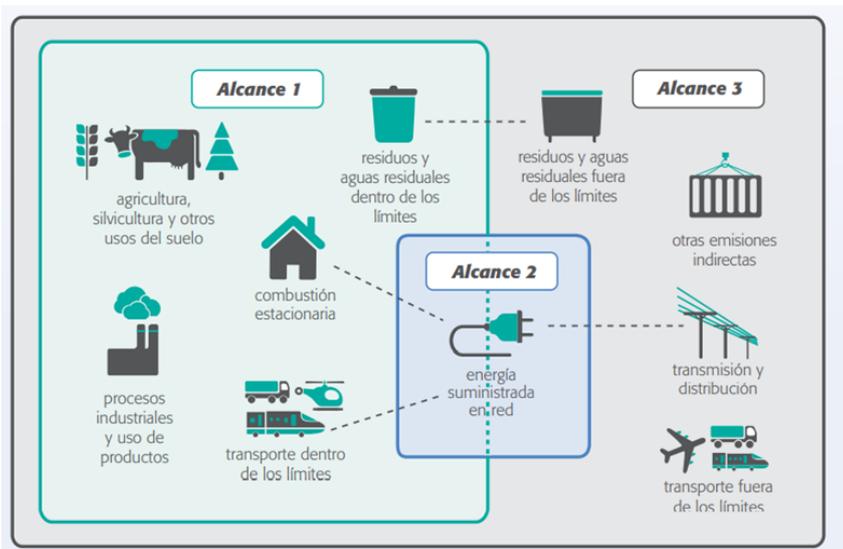


Ilustración 7. Descripción de los alcances del inventario de GEI

Fuente: World Resources Institute, 2016

La ilustración 7 describe de forma gráfica como la metodología del GPC presenta el marco del alcance de los inventarios de gases de efecto invernadero a escala comunitaria que se aplicó al municipio de Fusagasugá.

A continuación, se presentan los sectores y subsectores tenidos en cuenta en el presente inventario de gases de efecto invernadero para el municipio de Fusagasugá.

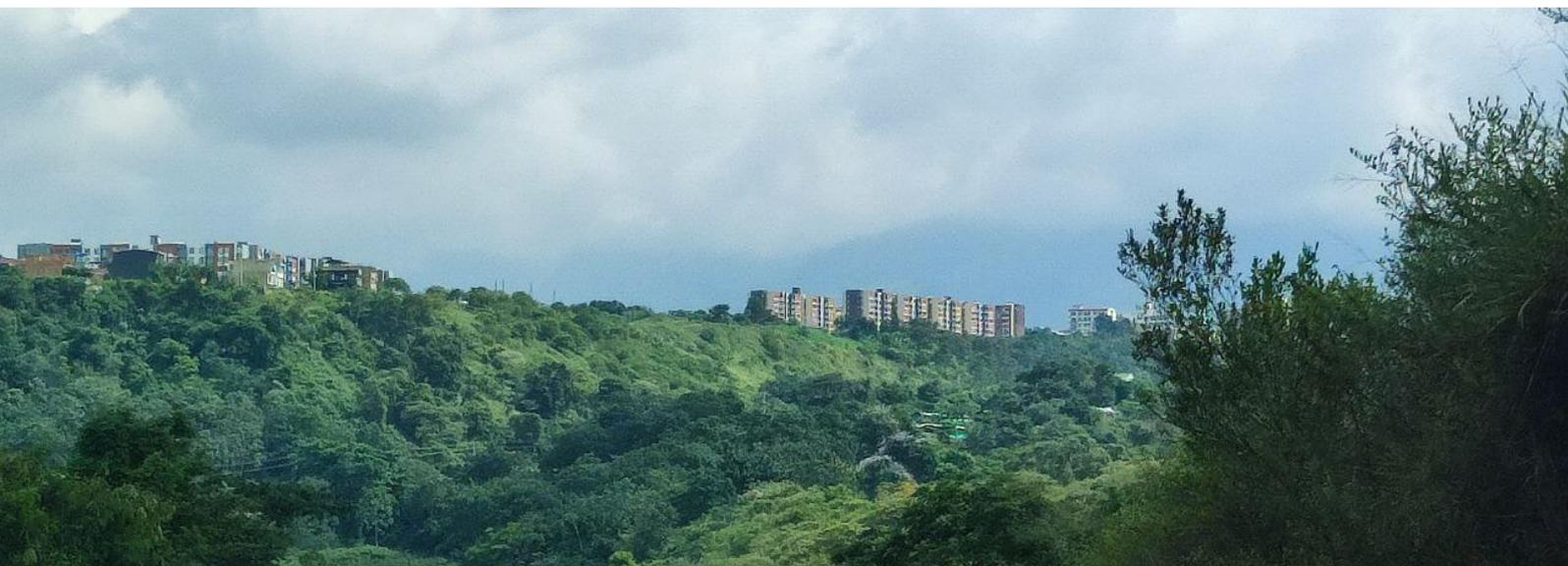
SECTOR	SUB SECTOR	FUENTE DE EMISIÓN	ALCANCE	GESTIÓN DE LA INFORMACIÓN	UNIDAD
Energía estacionaria	Residencial, comercial e institucional	Gas natural	1	Obtenida del Sistema Unificado de Información de Servicios Públicos Domiciliarios	M3
		Leña	1	Construcción a partir de datos del municipio, DANE y la UPME	Tonelada
		GLP	1	Obtenida del Sistema Unificado de Información de Servicios Públicos Domiciliarios	Tonelada
		Energía eléctrica adquirida	2	Obtenida del Sistema Unificado de Información de Servicios Públicos Domiciliarios	KWh
Transporte	Por carretera	Venta de combustibles	1	Construida a partir de datos suministrados por el sistema de información de la cadena de distribución de combustibles del Ministerio de Minas y Energía (SICOM) y corroborada con datos económicos reportados por el municipio como la sobretasa de la gasolina.	Galones y m3
		Emisiones provenientes de la vía panamericana			



SECTOR	SUB SECTOR	FUENTE DE EMISIÓN	ALCANCE	GESTIÓN DE LA INFORMACIÓN	UNIDAD
Residuos	Emisiones provenientes de los residuos sólidos generados dentro de los límites de la ciudad, pero dispuestos en vertederos fuera de los límites de la ciudad	Cantidades de residuos ordinarios	3	Información suministrada por la Secretaría de Agricultura Ambiente y Tierras del municipio	Tonelada
	Emisiones provenientes de los residuos sólidos que se generan dentro de los límites de la ciudad que son tratados biológicamente dentro de los límites de la ciudad	Cantidades de residuos orgánicos	1	Información suministrada por la Secretaría de Agricultura Ambiente y Tierras del municipio	Tonelada
	Emisiones provenientes de las aguas residuales generadas y tratadas dentro de los límites de la ciudad	Volumen de aguas residuales generadas	1	Construida a partir de proyección de vertimientos según el RAS 2000 Título B	Tonelada
AFOLU	Fermentación entérica	Cabezas de ganado	1	Datos obtenidos del documento diagnóstico del POT. Fuente Secretaría de Planeación. Datos Agronet, información suministrada por técnicos de la SAAT	Unidad
	Gestión estiércol	Cabezas de ganado	1	Datos obtenidos del documento diagnóstico del POT. Fuente Secretaría de Planeación. Datos Agronet	Unidad
	Extracción de leña	Consumo de leña per cápita	1	Construcción a partir de datos del municipio, DANE y la UPME	Consumo de leña per cápita
	Deforestación	Cambio en el uso del suelo	1	Datos obtenidos del Sistema de Monitoreo de Bosques y Carbono, documento diagnóstico del POT y procesamientos de SIG.	Hectárea
	Incendios forestales	Perdida cobertura vegetal	1	Datos del Sistema Nacional de Información Forestal compilados sobre incendios.	Hectárea
	Fertilizantes	Cultivos transitorios y permanentes	1	Datos obtenidos del documento diagnóstico del POT. Fuente Secretaría de Planeación. Datos Agronet	Hectárea
		Remoción de carbono de los árboles frutales y arbolado urbano		Datos obtenidos del documento diagnóstico del POT. Fuente Secretaría de Planeación. Datos Agronet	

Tabla 8. Alcance de las fuentes de emisión en el municipio de Fusagasugá

Fuente: Autor



METODOLOGÍA PARA LA ELABORACIÓN DEL INVENTARIO DE GASES DE EFECTO INVERNADERO PARA EL MUNICIPIO DE FUSAGASUGÁ PARA LOS SECTORES TRANSPORTE Y AFOLU

Para la elaboración del inventario de gases de efecto a invernadero a escala comunitaria se adoptaron dos metodologías complementarias. Principalmente se empleó la Guía para elaboración o actualización de inventarios de emisiones de GEI en ciudades colombianas publicada en el 2021. Esta guía es necesariamente el marco base que todo municipio en Colombia debe abordar para cuantificar las emisiones de GEI de tal forma que sean comparables entre sí y con los inventarios nacionales y departamentales. No obstante, la misma guía establece: Cuando las ciudades lo consideren necesario, pueden adicionalmente estimar otras emisiones no contempladas en esta guía; para esto, deberán consultar las respectivas metodologías en el GPC y/o IPCC 2006. (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2021). Para estos casos será empleada la metodología del GPC. Para la cuantificación de las emisiones de GEI se empleó la herramienta de cálculo de la guía nacional.

METODOLOGÍA SECTOR TRANSPORTE

Dadas las características particulares del municipio de Fusagasugá se requiere analizar de forma especial el sector transporte. La guía nacional propone abordar las emisiones desde la venta del combustible, sin embargo, no contempla las emisiones asociadas a los vehículos que se desplazan por la vía panamericana. Para estos casos el GPC propone analizar los desplazamientos con un enfoque geográfico. Estos dos enfoques son complementarios y no configuran un error de doble contabilidad en la medida en que solo sean contemplados los viajes de vehículos que adquieran el combustible fuera de los límites de la ciudad. A continuación, se presentan los dos enfoques de cuantificación.



- **Método de ventas de combustible:** Este método calcula las emisiones del transporte por carretera con base a la cantidad total de combustible vendido dentro de los límites de la ciudad. Este método considera al combustible vendido como indicador de la actividad de transporte. Los datos de la actividad sobre el volumen de combustible vendido dentro de los límites de la ciudad se pueden obtener de los distribuidores y/o las instalaciones de abastecimiento de combustible, o recibos de impuestos sobre las ventas de combustible. Si una cifra de ventas de combustible estrictamente dentro del límite no está disponible, los datos aún pueden estar disponibles a escala regional (a través de los distribuidores).

Estos datos deben reducirse proporcionalmente, usando datos de propiedad de vehículos u otros factores de escalamiento apropiados.

El cálculo de las emisiones de las ventas de combustible requiere que se multipliquen los datos de actividad (cantidad de combustible vendido) por el contenido de GEI del combustible por el gas (CO₂, CH₄, N₂O). (World Resources Institute, 2016).

- **Método geográfico o territorial:** Este método cuantifica las emisiones provenientes de la actividad de transporte que se producen exclusivamente dentro de las ciudades, independientemente del origen o destino del viaje. Las emisiones de GEI pueden ser cuantificadas con base en el mismo modelo de actividad reciente limitando el VKT a los viajes en la ciudad. Para lo cual se tendrán en cuenta los viajes que se originan en la ciudad y terminan fuera de la ciudad, los viajes que se originan fuera de la ciudad y terminan en la ciudad y el tránsito regional. (World Resources Institute, 2016).

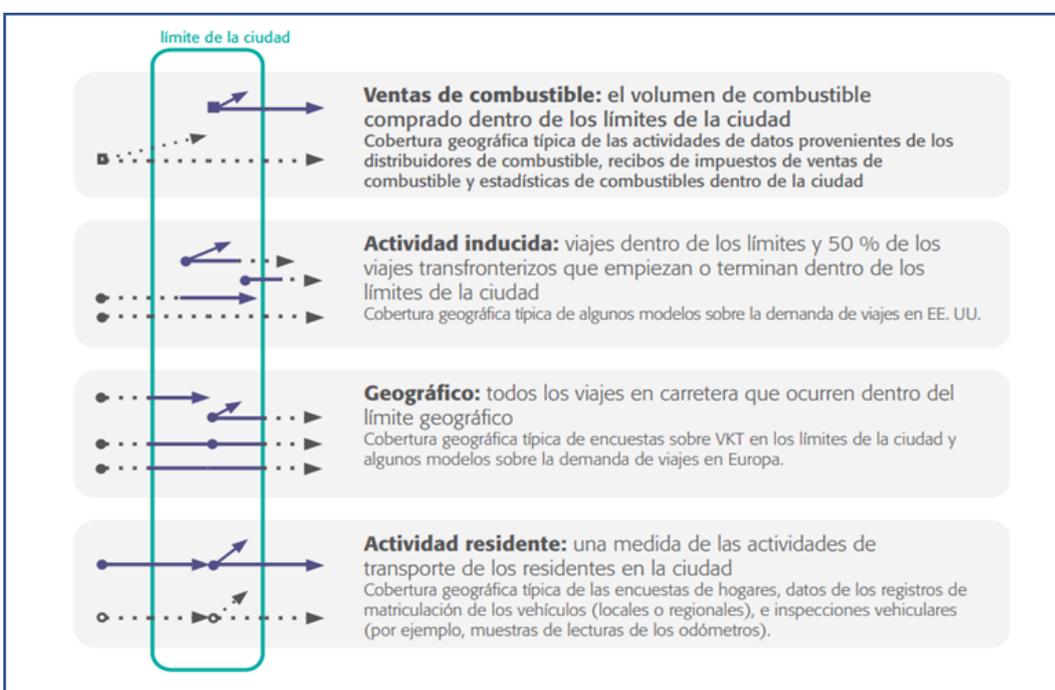


Ilustración 8. Metodologías para la cuantificación de emisiones en el sector transporte

Fuente: World Resources Institute, 2016

METODOLOGÍA SECTOR AFOLU

El sector de Agricultura, silvicultura y otros usos del suelo (Agriculture, forestry, and other land use, AFOLU) produce emisiones de GEI a través de una variedad de vías, incluidos los cambios de usos del suelo que alteran la composición del suelo, el metano producido en los procesos digestivos de los animales de granja, y el manejo de nutrientes para fines agrícolas. Dada la naturaleza altamente variable de las emisiones agrícolas y el uso del suelo que atraviesa diversas áreas geográficas, las emisiones de GEI del AFOLU se encuentran entre las categorías más complejas para la contabilidad de GEI. Las Pautas del IPCC dividen las actividades de AFOLU en tres categorías: Ganadería, Suelo y Fuentes agregadas y emisiones procedentes de fuentes del suelo distintas al CO₂. (World Resources Institute, 2016). La ilustración 9 presenta de manera esquemática las diferentes fuentes de emisión que se contemplan en el sector AFOLU.

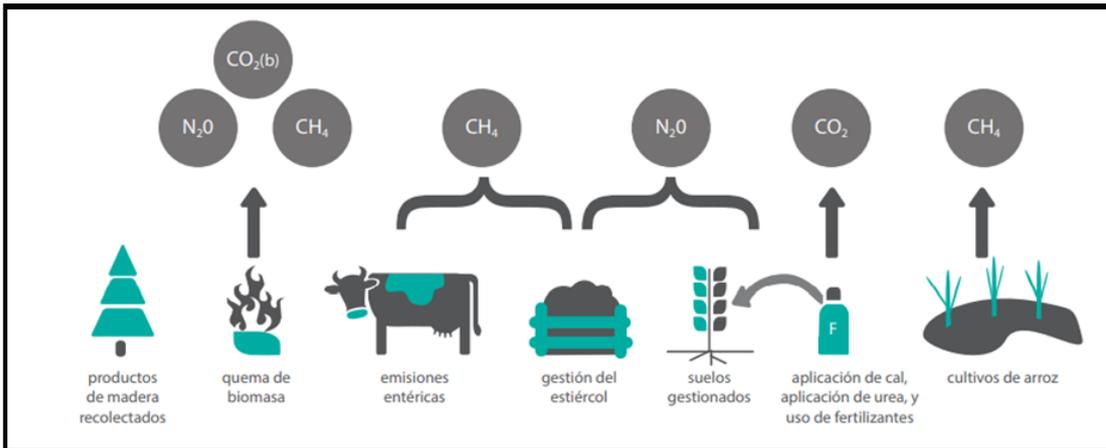


Ilustración 9. Fuentes de emisión sector AFOLU

Fuente: World Resources Institute, 2016

- **Emisiones provenientes de la ganadería:** La cantidad de CH_4 emitida por fermentación entérica se debe principalmente al número de animales, al tipo de sistema digestivo, y al tipo y la cantidad de alimento consumido. Las emisiones de metano pueden estimarse multiplicando el número de ganado para cada tipo de animal por un factor de emisión. Los datos de actividad en la ganadería se pueden obtener de varias fuentes, incluidos el gobierno y la industria agrícola. Si estos datos no están disponibles, se pueden hacer estimaciones basadas en encuestas y los datos del uso del suelo. La ganadería debe clasificarse por tipo de animal, de acuerdo con la categorización del IPCC: Ganado bovino (leche y otros); búfalo; oveja; cabras; camellos; caballos; mulas y asnos; ciervo; alpacas; cerdo; aves de corral; y otros. (World Resources Institute, 2016).

- **Emisiones provenientes de la gestión de estiércol:** Cuantifica la cantidad de CH_4 emitido por el uso de las excretas de animales confinados en donde el estiércol se maneja, almacena o se trata en diferentes sistemas de gestión (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2021).

- **Emisiones provenientes de la extracción de leña:** Los bosques acumulan carbono en su biomasa que se libera cuando se talan total o parcialmente, mediante procesos de oxidación o combustión (quema). La consecución de leña y por ende su monitoreo, se da principalmente mediante el seguimiento al suministro energético (volumen de leña) en hogares rurales. (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2021).

- **Absorciones por plantaciones, restauraciones, sistemas productivos basados en árboles y arboles urbanos:** La cuantificación se realiza asignando factores de remoción por cada arreglo de siembra:

plantaciones comerciales, procesos de restauración, inclusión de árboles en sistemas silvo-pastoriles o agroforestales, cultivos de frutales y los árboles incluidos en la infraestructura urbana. (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2021).

- **Emisiones provenientes de la deforestación:** Las emisiones se derivan de los procesos de oxidación de la biomasa posterior a la tala en los compartimentos de biomasa aérea y subterránea, detritos y suelos. Está determinada por la capacidad de acceso a los bosques que crece en función de la búsqueda de la interconexión vial entre centros urbanos, procesos extractivos o ilegales. A su vez, los patrones de consumo en las ciudades, de productos con una huella en los bosques, incentivan la tala. Para el monitoreo de la deforestación se sigue la definición de bosques incluida en la Ley de Cambio Climático (1931/2018) a partir de los datos del Sistema de Monitoreo de Bosques y Carbono. (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2021).

- **Emisiones provenientes de incendios forestales:** Emiten GEI producto de la quema de biomasa. Adicionalmente constituyen un agravante de la contaminación en ciudades al contaminarlas con material particulado generado. Son cada vez más comunes en los escenarios afectados por el cambio climático, en especial en las áreas secas y calientes. (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2021).

- **Emisiones provenientes de la aplicación de fertilizantes:** En la mayoría de los suelos, un incremento del nitrógeno aumenta la productividad requiriendo la aplicación de fertilizantes orgánicos o sintéticos. En la metodología, se estiman las emisiones directas e indirectas (volatilización) a partir de la demanda de nitrógeno en cultivos. (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2021).

FUENTES DE EMISIÓN

En el presente inventario de GEI para el municipio de Fusagasugá se tuvo en cuenta las emisiones de GEI asociadas a las actividades de los sectores transporte y AFOLU. Para lo cual, fue necesario acudir a información generada por entidades públicas y privadas, generar información a partir de datos confiables y asumir supuestos cuando no se tenían datos puntuales de las actividades. El levantamiento de las líneas base expuesto en la Etapa I (Alistamiento) del documento: “Caracterización y Diagnóstico de los sectores transporte y AFOLU” resume los aspectos estructurantes del territorio de tal forma que facilite la cuantificación de emisiones de gases de efecto invernadero en el municipio de Fusagasugá. No obstante, la información requiere ser organizada y sistematizada de tal manera que se exponga de manera cuantitativa las variables del territorio.

El primer paso fue clasificar la información obtenida según su origen. Se catalogó la información que se obtuvo de los instrumentos de planificación, el documento diagnóstico del P.O.T., las plataformas nacionales de información y las percepciones de la comunidad. En la tabla 9 se presentan las fuentes de información, el origen y como se emplearon para establecer los datos de actividad de los sectores AFOLU y transporte.

CLASIFICACIÓN DE LA INFORMACIÓN			INFORMACIÓN OBTENIDA PARA EL SECTOR TRANSPORTE	
TIPO DE INFORMACIÓN	DESCRIPCIÓN	FUENTE	MÉTODOS DE CÁLCULO	
			VENTA DE COMBUSTIBLE	GEOGRÁFICO
SECUNDARIA	Contiene información primaria, sintetizada y reorganizada. Están diseñadas para facilitar y maximizar el acceso a las fuentes primarias o a sus contenidos. (Guadalajara, 2021)	Informe general ejecución presupuesto municipio de Fusagasugá año 2019-2020 https://www.datos.gov.co/P-resupuestos-Gubernamentales/Presupuesto-general-del-Municipio-de-Fusagasug-202/518s-mjwr	Se extrajo la información sobre los ingresos del municipio por concepto de sobretasa a la gasolina en el año de estudio. Este indicador refleja con exactitud las ventas de combustible por tener una base gravable con destinación municipal.	N.A
		CREG (Comisión de Regulación de Energía Gas): Suministro de GNV por departamento, por distribuidor.	De la plataforma del CREG se descargó información relacionada con el número de estaciones de servicio de GNV en el municipio, su ubicación y el total de GNV vendido en el año de estudio.	N.A
		Página web Ministerio de Minas y Energía. Precios de Combustibles Año 2019. https://www.minenergia.gov.co/precios-ano-2019	Se obtuvo información sobre los costos de la gasolina para el periodo de estudio.	N.A
		Documento final: Determinación de la demanda real de Gasolina Corriente, Gasolina Extra, Diesel Oil y GNV en el territorio nacional. UPME.	La información empleada fue la determinación del porcentaje de consumo de combustibles líquidos en Colombia. Estos datos fueron empleados para calcular el consumo de ACPM partiendo del dato de consumo de la gasolina.	N.A
		Proyección de demanda de combustibles en el sector transporte en Colombia. UPME.	La información empleada fue la determinación del porcentaje de consumo de combustibles líquidos en Colombia. Estos datos fueron empleados para calcular el consumo de ACPM partiendo del dato de consumo de la gasolina.	N.A



CLASIFICACIÓN DE LA INFORMACIÓN			INFORMACIÓN OBTENIDA PARA EL SECTOR TRANSPORTE	
TIPO DE INFORMACIÓN	DESCRIPCIÓN	FUENTE	MÉTODOS DE CÁLCULO	
			VENTA DE COMBUSTIBLE	GEOGRÁFICO
SECUNDARIA	Contiene información primaria, sintetizada y reorganizada. Están diseñadas para facilitar y maximizar el acceso a las fuentes primarias o a sus contenidos. (Guadalajara, 2021)	Documento diagnóstico del POT: Del documento se obtuvo la información correspondiente a la descripción de las vías, estructura del tráfico vehicular. Cartografía sobre las vías del municipio de Fusagasugá	Ubicación de las estaciones de servicio. La participación territorial se estableció por el número de estaciones de servicio, asumiendo que a mayor número de estaciones mayor cantidad de combustible vendido.	El mapa de las vías fue empleado para determinar la distancia de la vía Panamericana que se localiza dentro de los límites establecidos en el cálculo de emisiones de GEI
		Plataforma de información Hermes. Sistema de Información Vial para la captura del inventario vial	N.A	De la plataforma Hermes se obtuvo información sobre el Tránsito Promedio Diario de dos estaciones ubicadas sobre la vía panamericana (La estaciones 29 en Chinautay la estación 66 en cuchara) La información fue resumida en el número y tipo de vehículo.
		Documento Diagnóstico UPME. Caracterización energética del sector transporte de carga y pasajeros, urbano e interurbano en Colombia.	N.A	Rendimiento vehículos y consumo de combustible. Se obtuvo información sobre el consumo de combustible para cada tipo de vehículo inventariado en la plataforma Hermes.

Tabla 9. Resumen de la información empleada en el cálculo de emisiones de GEI para el sector transporte, su origen y ámbito de aplicación según la metodología.

Fuente: Fundación ECommunity



CLASIFICACIÓN DE LA INFORMACIÓN		INFORMACIÓN OBTENIDA PARA EL SECTOR AFOLU				
TIPO DE INFORMACIÓN	DESCRIPCIÓN	FUENTE	SUB SECTORES DEL INVENTARIO			
			FERMENTACIÓN ENTERICA	GESTIÓN DE ESTIERCOL	LEÑA	DEFORESTACIÓN
PRIMARIA	Información original que ha sido publicada por primera vez y que no ha sido filtrada, interpretada o evaluada por nadie más. (Guadalajara, 2021)	Información suministrada por los técnicos agropecuarios de la Secretaría de Agricultura Ambiente y Tierras levantada en fichas diagnósticas que deben alimentar en la plataforma nacional AGRONET	Información sobre Unidades Productivas Agropecuarias inventariadas, distribución espacial de los productores pecuarios en el municipio y un cálculo porcentual aproximado sobre UPA por corregimiento		N.A	N.A
		Información suministrada por los actores sociales en el marco de los talleres "Conversas populares sobre cambio climático" desarrolladas por la consultoría en las comunas y corregimientos del municipio.	Información cualitativa sobre los proyectos de producción pecuaria en sus territorios y los conflictos con las comunidades por el manejo ambiental y social. (Ver anexo 1 Información levantada en las mesas de trabajo con la comunidad)	La herramienta de cálculo determina automáticamente el dato de actividad correspondiente generado en el subsector fermentación entérica	Información cualitativa sobre conflictos con el uso del suelo entre ellos el aprovechamiento forestal, evidenciaron que los consumos de leña se presentan en todos los corregimientos. (Ver anexo 1 Información levantada en las mesas de trabajo con la comunidad).	Información cualitativa sobre tipos de cobertura vegetal y cartografía de los potenciales usos del suelo. (Ver documentos diagnóstico del POT)
SECUNDARIA	Contiene información primaria, sintetizada y reorganizada. Están diseñadas para facilitar y maximizar el acceso a las fuentes primarias o a sus contenidos. (Guadalajara, 2021)	Documento diagnóstico del POT: Del documento se obtuvo la información correspondiente a la descripción agropecuaria del municipio,	Información CUANTITATIVA sobre número de animales por cada actividad pecuaria desarrollada. En algunos casos presentaban los datos de las UPA espacializados. Esta información fue corroborada y validada con los datos de la herramienta AGRONET. (Ver documentos diagnóstico del POT)		Información CUANTITATIVA sobre población rural, tipo de vivienda, conflicto uso del suelo, cobertura servicios públicos domiciliarios, mapas forestales. (Ver documentos diagnóstico del POT)	
		Red de información y comunicación del sector Agropecuario Colombiano AGRONET	Información CUANTITATIVA sobre número de animales por cada actividad pecuaria desarrollada.		N.A	N.A



CLASIFICACIÓN DE LA INFORMACIÓN		INFORMACIÓN OBTENIDA PARA EL SECTOR AFOLU				
TIPO DE INFORMACIÓN	DESCRIPCIÓN	FUENTE	SUB SECTORES DEL INVENTARIO			
			FERMENTACIÓN ENTÉRICA	GESTIÓN DE ESTIÉRCOL	LEÑA	DEFORESTACIÓN
SECUNDARIA	Contiene información primaria, sintetizada y reorganizada. Están diseñadas para facilitar y maximizar el acceso a las fuentes primarias o a sus contenidos. (Guadalajara, 2021)	Informe Final: 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. CENSO Nacional DANE 2018 - GEPORTAL VISOR SIAG del IDEAM	N.A	La herramienta de cálculo determina automáticamente el dato de actividad correspondiente, generado por la información suministrada en el subsector fermentación entérica	Información sobre consumo de leña en el país en diferentes escenarios rurales. Se emplea el dato de CONSUMO PER CÁPITA de leña para establecer los datos de actividad. (Ver página 180 del documento)	N.A
			Información cuantitativa sobre IPA de algunos sectores pecuarios		Información sobre población rural y el tipo de vivienda	N.A
			N.A			

Tabla 10a. Resumen de la información empleada en el cálculo de emisiones de GEI para el sector AFOLU, su origen y ámbito de aplicación según la metodología. Subsectores fermentación entérica, gestión de estiércol, leña y deforestación

Fuente: Fundación ECOMmunity



CLASIFICACIÓN DE LA INFORMACIÓN			INFORMACIÓN OBTENIDA PARA EL SECTOR AFOLU		
TIPO DE INFORMACIÓN	DESCRIPCIÓN	FUENTE	SUB SECTORES DEL INVENTARIO		
			INCENDIOS FORESTALES	FERTILIZANTES	FRUTALES
PRIMARIA	Información original que ha sido publicada por primera vez y que no ha sido filtrada, interpretada o evaluada por nadie más. (Guadalajara, 2021)	Información suministrada por los técnicos agropecuarios de la Secretaría de Agricultura Ambiente y Tierras levantada en fichas diagnóstico que deben alimentar en la plataforma nacional AGRONET	N.A	Información sobre los tipos de cultivo, distribución espacial de los productores agrícolas en el municipio y un cálculo porcentual aproximado sobre UPA por corregimiento	Información sobre los tipos de árboles frutales, distribución espacial de los productores agrícolas en el municipio y un cálculo porcentual aproximado sobre UPA por corregimiento
		Información suministrada por los actores sociales en el marco de los talleres "Conversas populares sobre cambio climático" desarrolladas por la consultoría en las comunas y corregimientos del municipio.	Información cualitativa sobre incendios forestales ocurridos en su corregimiento. (Ver anexo 1 Información levantada en las mesas de trabajo con la comunidad)	Información cualitativa sobre los tipos de cultivos presentes en su corregimiento. (Ver anexo 1 Información levantada en las mesas de trabajo con la comunidad)	Información cualitativa sobre los tipos de árboles frutales presentes en su corregimiento. (Ver anexo 1 Información levantada en las mesas de trabajo con la comunidad)
SECUNDARIA	Contiene información primaria, sintetizada y reorganizada. Están diseñadas para facilitar y maximizar el acceso a las fuentes primarias o a sus contenidos. (Guadalajara, 2021)	Documento diagnóstico del POT: Del documento se obtuvo la información correspondiente a la descripción agropecuaria del municipio.,	Información cualitativa sobre las zonas en riesgo por la ocurrencia de incendios forestales, inventario de incendios forestales. (Ver documentos diagnóstico del POT)	Información CUANTITATIVA sobre número de hectáreas sembradas por cada tipo de cultivo que requieren uso de fertilizantes nitrogenados. (Ver documentos diagnóstico del POT)	Información CUANTITATIVA sobre número de hectáreas sembradas por cada tipo de árbol frutal. (Ver documentos diagnóstico del POT)
		Red de información y comunicación del sector Agropecuario Colombiano AGRONET	N.A	Información CUANTITATIVA sobre número de hectáreas sembradas por cada tipo de cultivo que requieren uso de fertilizantes nitrogenados.	Información CUANTITATIVA sobre número de hectáreas establecidas de árboles frutales en el municipio.

Tabla 10b. Resumen de la información empleada en el cálculo de emisiones de GEI para el sector AFOLU, su origen y ámbito de aplicación según la metodología. Subsectores incendios forestales, fertilizantes, frutales.

Fuente: Fundación ECommunity

A continuación, se describe la construcción de la información sobre los datos de actividad para los sectores transporte y AFOLU en el municipio de Fusagasugá.

FUENTES DE EMISIÓN SECTOR TRANSPORTE

Para la cuantificación de las emisiones de gases de efecto invernadero del sector transporte se aplicaron dos metodologías que reflejan con coherencia el comportamiento del transporte en el municipio de Fusagasugá (Ver numeral Metodologías). Cada metodología emplea enfoques de construcción de la información diferentes.



DEFINICIÓN	APLICACIÓN	FORMA DE CUANTIFICACIÓN
Los métodos descendentes comienzan con la quema de combustible como un indicador de la conducta de desplazamiento. En este caso, las emisiones son el resultado total de combustible vendido multiplicado por un factor de emisión de GEI para cada combustible.	Este método se aplica para los vehículos que se desplazan dentro de los límites del municipio.	Las emisiones son el resultado del combustible vendido multiplicado por el factor de emisión de GEI para cada combustible (gasolina, GNV y ACPM).
Los métodos ascendentes comienzan con los datos detallados de la actividad. Los métodos ascendentes generalmente se basan en un marco ASIF para determinar las emisiones totales	Este método se aplica para los vehículos que se desplazan por la vía panamericana, pero que no entran a la zona urbana del municipio.	El marco ASIF relaciona la (A) actividad del transporte (kilómetros recorridos por vehículo), la (S) distribución modal, la (I) intensidad energética de cada modalidad, (F) combustible y tipo de vehículo.

Tabla 11. Métodos de cuantificación sector transporte

Fuente: Fundación ECOMmunity

MÉTODO DE VENTA DE COMBUSTIBLE

La cuantificación de emisiones de GEI bajo el enfoque metodológico de venta, se basa en la cantidad de combustible suministrado dentro de los límites del municipio de Fusagasugá durante el periodo de estudio. Se asume que el 100% del combustible vendido es consumido dentro de los límites del municipio y se contabiliza en su totalidad como emisiones directas. Se identificaron consumos de tres tipos de combustible que deben ser reportados: A.C.P.M., Gasolina y gas natural vehicular (GNV). En la tabla 28 se presentan las estaciones de servicio clasificadas según el tipo de combustible vendido.

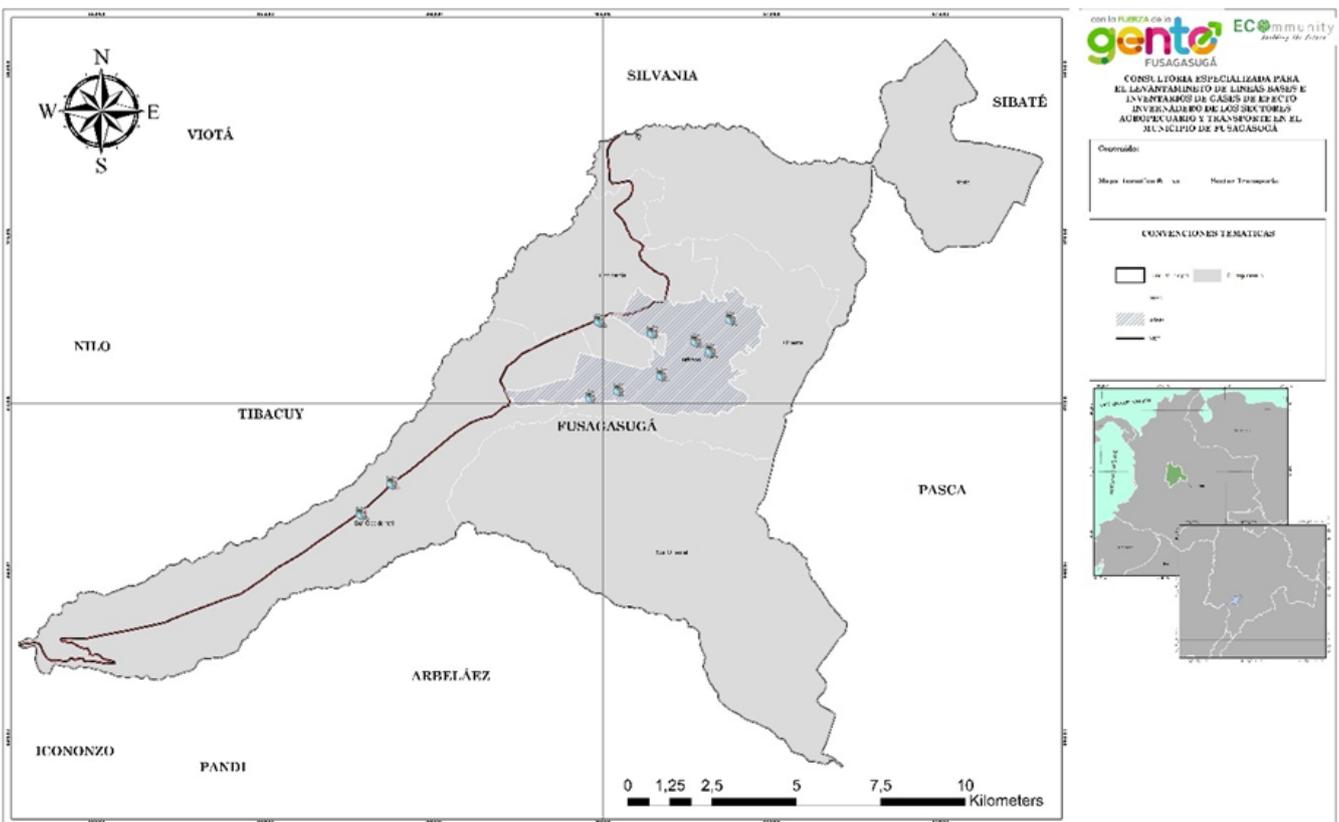


Ilustración 10. Espacialización métodos de cuantificación sector Transporte en el municipio de Fusagasugá

Fuente: Fundación ECOMmunity





Ilustración 11. Mosaico estaciones de servicio dentro del municipio de Fusagasugá

Fuente: Fundación ECOcommunity

Para establecer los datos de consumo de combustibles se asumieron supuestos teóricos que permiten proyectar los vacíos de información relacionados con los datos de actividad. Es decir, al no tener fuentes de información que permitan hacer seguimiento directo por parte de la administración municipal se debe buscar la ruta metodológica para construir información que refleje con el menor grado de incertidumbre las características de los consumos.

La construcción de los consumos de combustibles en el sector transporte bajo el método de venta de combustible se estableció de tres formas: Transcripción directa de información desde la fuente, construcción de datos de actividad partiendo de información oficial y construcción de información partiendo de otros supuestos.



TIPO DE COMBUSTIBLE	ENFOQUE DE CONSTRUCCIÓN
Gas Natural Vehicular	Información obtenida de forma directa de la plataforma CREG
Gasolina	Información construida a partir de la sobretasa a la gasolina
A.C.P.M.	Información construida sobre los datos de la gasolina y proyecciones nacionales de consumos de combustible

Tabla 12. Enfoque metodológico de construcción de información según el tipo de combustible

Fuente: Fundación ECOMmunity

CONSTRUCCIÓN CONSUMOS DE GASOLINA

La sobretasa a la gasolina es un impuesto tributario indirecto cuyo sujeto activo son los municipios de Colombia, es decir, alimenta las finanzas municipales para el mantenimiento de vías secundarias y terciarias. Refleja con un alto grado de certeza los consumos de combustible en el municipio de Fusagasugá durante el periodo de estudio.

La confiabilidad radica en la rigurosidad ejercida por la Dirección de Aduanas e Impuesto Nacionales (DIAN) sobre el pago de impuestos. Además, al ser un ingreso directo del municipio la secretaria de Hacienda hace especial seguimiento a la recaudación del mismo. La ley 488 en el artículo 98 fijó como tarifa de la sobretasa de la gasolina para el territorio nacional en el 18,5% del valor total.

En el Presupuesto general del Municipio de Fusagasugá 2020 se reportaron ingresos correspondientes a cinco mil trescientos ochenta y cinco millones de pesos (\$ 5.385.000.000) por concepto de sobretasa a la gasolina. Este dato es de crucial importancia y establece el punto de partida para la estimación de los consumos.

Dado que la sobretasa a la gasolina solamente equivale al 18,5% del valor total de las ventas de combustible, se debe hallar el valor total de venta de gasolina asumiendo el porcentaje total. Para lo cual, es necesario multiplicar el valor de los ingresos por concepto de sobretasa a la gasolina por 100 (porcentaje total de las ventas de combustible) y dividirlo por el porcentaje del tributo (18,5%). En la tabla 13 se presenta el valor total de las ventas de gasolina en el periodo de estudio.

Código Rubro	Nombre Rubro	Estimativo Inicial
1.112.204	Impuesto De Espectaculos Publicos Municipal	1.000.000
1.112.204	Impuesto De Espectaculos Publicos Municipal - IMPUESTO DE ESPECTACULOS PUBLICOS MU...	1.000.000
1.112.205	Deguello De Ganado Mayor	265.000.000
11.122.059.031	Deguello De Ganado Mayor - DEGUELLO DE GANADO MAYOR - R.P. LIBRE DESTINACION	265.000.000
1.112.206	Deguello De Ganado Menor	0
11.122.069.031	Deguello De Ganado Menor - DEGUELLO DE GANADO MENOR - R.P. LIBRE DESTINACION	0
1.112.207	Sobretasa Bomberil	1.554.000.000
11.122.079.036	Sobretasa Bomberil - SOBRETASA BOMBERIL - R.P. SOBRETASA BOMBERIL	1.554.000.000
1.112.208	Sobretasa A La Gasolina	5.385.000.000
11.122.089.031	Sobretasa A La Gasolina - SOBRETASA A LA GASOLINA - R.P. LIBRE DESTINACION	5.385.000.000
1.112.209	Estampilla Procultura	614.000.000
11.122.099.035	R.P. ESTAMPILLA PROCULTURA	614.000.000
1.112.210	Estampilla Adulto Mayor	620.000.000

Ilustración 12. Recorte de pantalla a la plataforma DATOS ABIERTOS sobre Ingresos percibidos por concepto de la sobretasa a la gasolina en el municipio de Fusagasugá en 2019.

Fuente: <https://www.datos.gov.co/Presupuestos-Gubernamentales/Presupuesto-general-del-Municipio-de-Fusagasug-202/5i8s-mjwr>



CONCEPTO	PORCENTAJE	VALOR
Sobretasa Gasolina	18,5	\$ 5.385.000.000
Venta total de combustible	100	\$ 29.108.108.108

Tabla 13. Relación matemática entre el valor de la sobretasa y las ventas totales de gasolina

Fuente: Fundación ECOMmunity

Para determinar el total de gasolina consumida es necesario emplear un indicador que permita transformar la información monetaria en volumen de combustible. Este indicador es el valor de venta de la gasolina en galones para el año 2019. En la página web del Ministerio de Minas y Energía se encuentran los reportes anuales sobre el valor de la gasolina discriminado para cada departamento. En el caso de Cundinamarca el valor promedio de un galón de gasolina para el año 2019 fue de \$ 9.623.

Al dividir las ventas totales de gasolina en el costo promedio de un galón se obtiene el volumen total del combustible vendido.

En el año 2019 se vendieron en las estaciones de servicio del municipio tres millones veinticuatro mil ochocientos cuarenta y ocho (3.024.848) galones de gasolina. En la tabla 14 se presenta de manera resumida la construcción de la información.

ITEM	VALOR
Sobretasa Gasolina	\$ 5.385.000.000
Venta total de combustible	\$ 29.108.108.108
Valor promedio de un galón de gasolina en el departamento de Cundinamarca en el año 2019 (pesos)	\$ 9.623
Volumen total de gasolina vendida en el año 2019 (galón)	3.024.848

Tabla 14. Resumen construcción de los volúmenes de gasolina vendida en el municipio de Fusagasugá a partir de los ingresos percibidos por concepto de sobretasa de la gasolina

Fuente: Fundación ECOMmunity

CONSTRUCCIÓN CONSUMOS DE A.C.P.M.

Debido a que la sobretasa al A.C.P.M es un impuesto de carácter departamental el municipio de Fusagasugá no tiene acceso de forma directa a la información.

Por este motivo los consumos de A.C.P.M se determinaron asumiendo supuestos teóricos que permiten proyectar los vacíos de información relacionados con los datos de actividad.

La UPME en el 2015 publicó el documento “Caracterización energética del sector transporte de carga y pasajeros, urbano e interurbano en Colombia” (UPME U. D., 2015), estableciendo la participación porcentual del consumo para cada tipo de combustible en el territorio colombiano. Según el estudio, el A.C.P.M representa el 47% del total de los combustibles líquidos consumidos frente al 29% de la gasolina. La ilustración 13 presenta la distribución porcentual del consumo de combustibles en Colombia.



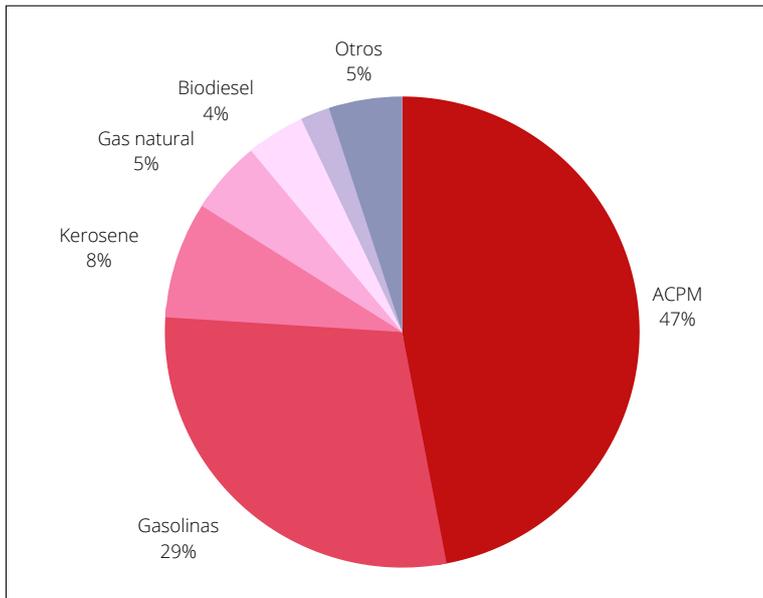


Ilustración 13. Balance energético en Colombia.

Fuente: (UPME U. D., 2015)

Los datos aportados por el estudio de la UPME permitieron establecer la relación porcentual de los consumos de gasolina frente a los del A.C.P.M. Esta relación se empleó para la construcción de los consumos de A.C.P.M. En la tabla 15 se presentan la proyección de los consumos.

Es importante mencionar que este modelo de cuantificación alberga un alto grado de incertidumbre y se recomienda solicitar a la Secretaría de Hacienda de la Gobernación de Cundinamarca la información sobre el recaudo de la sobretasa del A.C.P.M en el municipio de Fusagasugá. En el numeral 4 se profundiza sobre la gestión de la calidad de los datos de actividad así como de las oportunidades de mejora.

PARTICIPACIÓN PORCENTUAL CONSUMO DE GASOLINA	PARTICIPACIÓN PORCENTUAL CONSUMO DE ACPM	CONSUMO DE GASOLINA (Galones)	CONSUMO DE ACPM (Galones)
29	47	3.024.848	4.902.340

Tabla 14. Construcción de los volúmenes de A.C.P.M consumidos a partir de la participación nacional de los combustibles.

Fuente: Fundación ECommunity

CONSTRUCCIÓN CONSUMOS DE GAS NATURAL VEHICULAR

Los consumos de gas natural vehicular en el municipio de Fusagasugá durante el 2019 fueron de 127.000 metros cúbicos (CREG, 2019). Este dato fue obtenido directamente de la plataforma del CREG a través de su página web. Dado que los datos de los consumos se encuentran en metros cúbico la transcripción para la cuantificación se realizó de forma directa.

En la tabla 15 se presentan los consumos totales de combustibles bajo el método de venta. No obstante, en el numeral XXX se presentan estos valores desagregando la fracción biogénica de los combustibles de acuerdo a lo establecido por el GPC y el IPCC.

GASOLINA (Galones)	A.C.P.M. (Galones)	GAS NATURAL VEHICULAR (m3)
3.024.848	4.902.340	127.000

Tabla 15. Consumos totales de combustibles en el sector transporte, método de venta

Fuente: Fundación ECommunity



MÉTODO GEOGRÁFICO

El método geográfico se empleó para cuantificar las emisiones provenientes de la actividad de transporte que se producen exclusivamente dentro de la vía Panamericana, independientemente del origen o destino del viaje. No obstante, para evitar la doble contabilidad se excluyen los vehículos que entran a la zona urbana del municipio.

El método geográfico emplea el marco ASIF, relacionando los kilómetros recorridos por vehículo, la distribución modal, la intensidad energética de cada modalidad, el tipo de combustible y clase de vehículo.

RELACIÓN DE LOS KILÓMETROS RECORRIDOS

La información sobre la distancia de la vía panamericana que se ubica dentro de los límites del municipio fue establecida a partir de la cartografía vial base proporcionada por Instituto Geográfico Agustín Codazzi y el procesamiento de información geográfica.

De esta manera se estableció la participación porcentual de cada corregimiento en el cálculo de las emisiones de GEI. En la tabla 16 se presentan las distancias de la vía Panamericana que atraviesan el municipio discriminados para cada corregimiento afectado.

CORREGIMIENTO	DISTANCIA DE LA VIA PANAMERICANA DENTRO DEL TERRITORIO (Km)
Sur occidental	24,254
Norte	2,1
Occidental	5,6
Urbano	1,7
TOTAL	33,654

Tabla 16. Distancia de la vía Panamericana dentro de los límites del municipio de Fusagasugá

Fuente: Fundación ECOMMUNITY

DISTRIBUCIÓN MODAL DEL TRÁFICO VEHICULAR DE LA VÍA PANAMERICANA

Los estudios sobre volúmenes de tránsito se realizan con el propósito de obtener datos reales relacionados con el movimiento de vehículos sobre secciones específicas dentro del sistema vial, dichos datos se expresan en relación con el tiempo y de su conocimiento se hace posible el desarrollo de metodologías que permite estimar de manera razonable, la calidad del servicio que el sistema presta a los usuarios de las diferentes carreteras. También pueden ser utilizados en estudios de seguridad vial, en investigaciones sobre nuevas metodologías para el control del tránsito y el transporte, estudios ambientales, etc. (INVIAS, 2018)

Con el objeto de conocer los volúmenes de tránsito por tipo de vehículo en la vía Panamericana se empleó la plataforma HERMES2 del Instituto Nacional de Vías. Esta plataforma contiene los resultados de los conteos que en forma manual se realizaron en las carreteras nacionales a cargo del Instituto Nacional de Vías.

El objeto de los conteos manuales de tránsito es establecer la magnitud y la clase de vehículos que circulan por un sector de carreteras considerado homogéneo. (INVIAS, 2018).



El INVIAS realizó conteos manuales de tránsito cada año durante siete días consecutivos las veinticuatro horas del día, de tal manera que normalmente correspondan a la misma época del año, con lo que se garantiza que la información no tenga sesgos temporales o estacionales por temporada de vacaciones, producción o algún otro evento. Los vehículos censados fueron clasificados en automóviles, buses, camiones pequeños de dos ejes (C2-P) y camiones grandes de dos ejes o más (C2-G), (C3-C4), (C3-S2), (C3-S3).

Con los resultados obtenidos de los conteos manuales realizados en las estaciones de conteo de las diferentes Direcciones Territoriales del INVÍAS, se calcula el volumen de tránsito vehicular en forma de Tránsito Promedio Diario (TPD) y su composición vehicular por tipo de vehículo, el total de los camiones y su discriminación de acuerdo a las diferentes categorías. (INVIAS, 2018).

Dentro de los límites del municipio de Fusagasugá y sobre la vía panamericana se ubican dos estaciones de control vehicular automáticas. La estación 66 se ubica en límites con el municipio de Sylvania y la estación 29 en el sector de Chinauta.

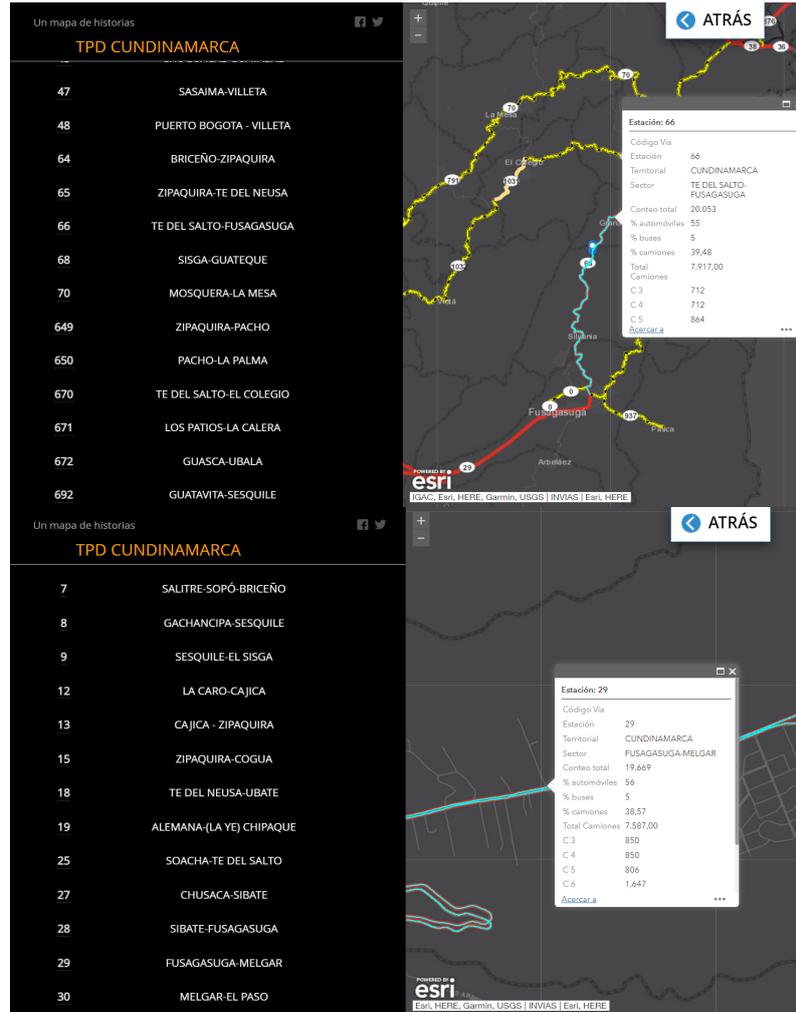


Ilustración 14. Captura de pantalla estaciones 29 y 66 herramienta HERMES

Fuente: Plataforma HERMES (INVIAS, 2018)

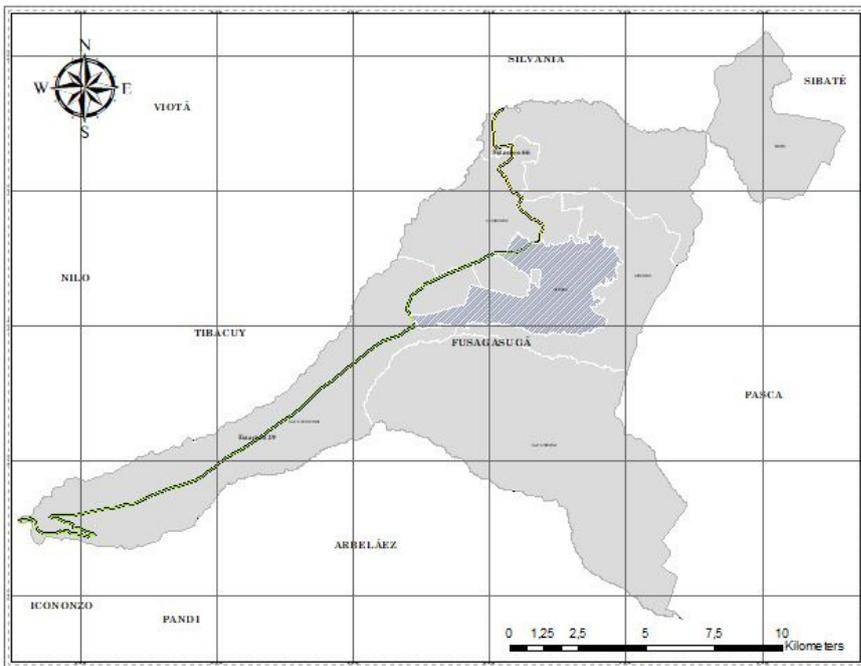


Ilustración 15. Ubicación estaciones 29 y 66 herramienta HERMES

Fuente: Plataforma HERMES (INVIAS, 2018)

De la herramienta HERMES se obtuvo la información de cada estación sobre el número y tipo de vehículo que transitaban de forma porcentual.

Debido a que la información del TDP arroja promedios diarios, es necesario multiplicar por 365 para obtener la estimación de flujo vehicular anual. En la siguiente tabla se presentan los volúmenes de tránsito del año 2019 proyectados a partir de los datos de referencia de la plataforma HERMES.

VEHICULO	ESTACIÓN 66		ESTACIÓN 29	
	CANTIDAD	PORCENTAJE	CANTIDAD	PORCENTAJE
Motocicleta	114	0,5	281	1,43
Automóvil	11.029	55	10.818	55
Buses	1.003	5	983	5
Camiones C2 - C4	7.917	39,4	7.586	38,57
TOTAL	20.053	100	19.669	100

Tabla 17. Transito promedio diario, estaciones 29 y 66 de aforo vehicular

Fuente: INVIAS, 2018

VEHICULO	ESTACIÓN 66 (Unidad)	ESTACIÓN 29 (Unidad)
Motocicleta	37.960	10.565
Automóvil	4.025.640	3.948.552
Buses	365.967	358.959
Camiones C2 - C4	2.889.705	2.769.012

Tabla 18. Transito promedio Anual, estaciones 29 y 66 de aforo vehicular

Fuente: (INVIAS, 2018), elaboración autor

INTENSIDAD ENERGÉTICA DE CADA MODALIDAD

Para establecer la intensidad energética o el rendimiento de cada tipo de vehículo censado expresado en el número de Kilómetros que recorre con el consumo de un galón de combustible, se emplearon los valores del documento "Caracterización del Rendimiento vehículos y consumo de combustible en Colombia" publicado en el año 2017 por la Unidad de Planeación Minero Energética (UPME). En la tabla 35 se resume el rendimiento promedio para cada tipo de vehículo censado.

Con los datos del rendimiento de cada vehículo y la longitud de la vía panamericana se obtiene el consumo de combustible según cada tipo de vehículo.

VEHICULO	RENDIMIENTO PROMEDIO UPME (Km/galón)
Motocicleta	124
Automóvil	40
Buses	20
Camiones C2 - C4	16

Tabla 19. Transito promedio Anual, estaciones 29 y 66 de aforo vehicular

Fuente: (INVIAS, 2018), elaboración autor



VEHICULO	CONSUMO DE COMBUSTIBLE EN EL PASO POR LA VIA PANAMERICANA (galón)				
	SUR OCCIDENTAL	NORTE	OCCIDENTAL	URBANO	TOTAL
Motocicleta	0,196	0,017	0,045	0,014	0,271
Automóvil	0,606	0,053	0,140	0,043	0,841
Buses	1,213	0,105	0,280	0,085	1,683
Camiones C2 - C4	1,516	0,131	0,350	0,106	2,103

Tabla 20. Consumo de combustible requerido para el tránsito por la vía Panamericana dentro de los límites del municipio según el tipo de vehículo

Fuente: Fundación ECOMMUNITY

INTENSIDAD ENERGÉTICA DE CADA MODALIDAD

De la relación entre el tránsito promedio anual expresado en el número de vehículos que circularon por la vía panamericana dentro de los límites del municipio en el año 2019 (tabla 17) y la intensidad energética expresada en los consumos de combustible requeridos para el tránsito de dicha distancia (tabla 19), se obtienen los consumos totales de combustibles en unidades de volumen específicamente galones.

VEHICULO	CONSUMO TOTAL DE COMBUSTIBLE CALCULADO CON EL MÉTODO GEOGRÁFICO EN EL AÑO 2019 (galón)				
	SUR OCCIDENTAL	NORTE	OCCIDENTAL	URBANO	TOTAL
Motocicleta	7.424,9	1.737,0	4.632,0	520,4	14.314,2
Automóvil	2.440.946,7	207.299,0	552.797,2	171.089,7	3.372.132,6
Buses	443.808,5	37.690,7	100.508,6	31.107,2	613.115,0
Camiones C2 - C4	4.380.431,6	363.432,8	969.154,1	307.031,2	6.020.049,6
TOTAL	7.272.611,6	610.159,5	1.627.091,9	509.748,5	10.019.611,4

Tabla 21. Consumo total de combustible calculado con el método geográfico para el año 2019

Fuente: Fundación ECOMMUNITY

Se asumió que la totalidad de los vehículos de carga (camiones y buses) operaban con A.C.P.M. mientras que las motocicletas y los automóviles lo hacían con gasolina. De este supuesto se obtuvo los consumos finales que fueron transcritos de forma directa en la herramienta de cálculo del presente inventario de GEI.

COMBUSTIBLE	CONSUMO TOTAL DE COMBUSTIBLE CALCULADO CON EL MÉTODO GEOGRÁFICO EN EL AÑO 2019 (galón)				
	SUR OCCIDENTAL	NORTE	OCCIDENTAL	URBANO	TOTAL
ACPM	4.824.240	401.124	1.069.663	338.138	6.633.165
GASOLINA	2.448.372	209.036	557.429	171.610	3.386.447

Tabla 22. Consumo total de gasolina y A.C.P.M. calculado con el método geográfico para el año 2019.

Fuente: Fundación ECOMMUNITY



En resumen, el municipio de Fusagasugá presentó los siguientes consumos de combustible estimados mediante los métodos de venta de combustible y geográfico respectivamente.

COMBUSTIBLE	CONSUMO TOTAL DE COMBUSTIBLE 2019		
	VENTA DE COMBUSTIBLE	GEOGRÁFICO	TOTAL
ACPM (Galón)	4.902.340	6.633.165	11.535.465
GASOLINA (Galón)	3.024.848	3.386.447	6.411.295
GNV (m3)	127.000	No estimado	127.000

Tabla 23. Consumo total de combustibles sector transporte para el año 2019.

Fuente: Fundación ECOMmunity

CONSUMO DE BIOCOMBUSTIBLES

Los BIOCOMBUSTIBLES deben ser calculados por separado como lo indicada el IPCC. En la tabla 23 se presentan los consumos totales de combustibles estimados para el sector transporte durante el periodo de estudio. Sin embargo, la guía del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible para la cuantificación y actualización de inventarios de emisiones de GEI en ciudades, determina: “usualmente los consumos de biodiesel y alcohol carburante (etanol) se reportan como mezcla con diésel y gasolina. En dado caso se deberá consultar los respectivos porcentajes de mezcla y separar los consumos.” (MADS, 2021).

En el departamento de Cundinamarca el combustible comercializado durante el año 2019 era de referencia E10 para gasolina y B10 para diésel, con un 90% de origen fósil y 10% biocombustible, de acuerdo a los establecido en la Resolución 40185 del 27 de febrero de 2018 del Ministerio de Minas y Energía. En la tabla 42 se presentan los valores respectivos para combustibles fósiles y biocombustibles.

GASOLINA TIPO E10		A.C.P.M. TIPO B10	
Fracción Fósil Gasolina - 90% (Galones)	Fracción ETANOL - 10% (Galones)	Fracción fósil A.C.P.M. - 90% (Galones)	BIODIESEL (Galones)
5.770.166	641.130	10.381.919	1.153.547

Tabla 24. Consumos totales de combustibles líquidos discriminados por fracción de origen para el año 2019

Fuente: Fundación ECOMmunity





FUENTES DE EMISIÓN SECTOR AFOLU

Dadas las características agropecuarias del municipio de Fusagasugá el sector AFOLU debe ser analizado con especial rigurosidad de tal forma que refleje con transparencia, coherencia y precisión las emisiones producto del desarrollo de cada sub sector. Como se mencionó en el capítulo sobre Metodología, las emisiones cuantificadas en el sector AFOLU del presente inventario de GEI para el municipio de Fusagasugá se compone de las emisiones provenientes de la ganadería, la gestión de estiércol, la extracción de leña, la deforestación, incendios forestales y la aplicación de abonos nitrogenados. A continuación, se presenta la construcción de la información para el sector AFOLU.

EMISIONES PROVENIENTES DE LA FERMENTACIÓN ENTÉRICA

La información sobre la cantidad de animales por especie presentes durante el año de estudio, fue obtenida de forma directa del documento diagnóstico del POT (construido a partir de las evaluaciones agropecuarias municipales) y corroborada con la base de datos del anuario estadístico del sector agropecuario "AGRONET". En la tabla 25 se presenta el censo animal del municipio de Fusagasugá para diferentes periodos.

AÑO	RES	CERDOS	AVES	CABALLAR	ASNAR	MULAR	BUFALINA	CAPRINO	OVINO	CUNICUNA
2017	11.012	49.500	24.982.942	927	15	32	16	55	250	2.500
2018	11.835	50.300	24.982.942	980	10	20	22	50	300	2.000
2019	11.265	97.045	24.982.942	460	25	12	150	93	320	9.500

Tabla 25. Número de animales por especies tenidos en cuenta para el inventario GEI

Fuente: (POT, 2020)



La espacialización territorial se realizó con la información suministrada por los técnicos de la Secretaría de Agricultura Ambiente y Tierras, imágenes satelitales, reuniones con la comunidad y visitas en campo

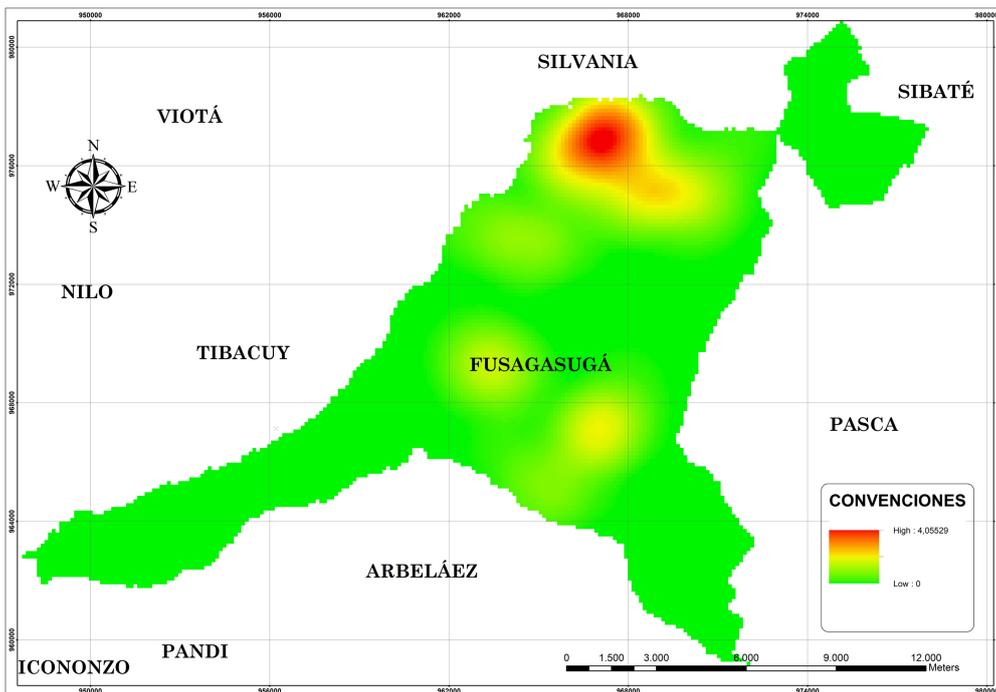


Ilustración 15. Espacialización de las emisiones de GEI asociadas a la fermentación entérica

Fuente: Fundación ECOMmunity

EMISIONES PROVENIENTES DE LA GESTIÓN DE ESTIÉRCOL

La cuantificación de emisión provenientes de la gestión de estiércol se realiza con la misma información las de emisiones provenientes de fermentación entérica. La herramienta de cálculo del inventario de GEI (MADS, 2021), automáticamente ingresa la información para los dos sub sectores

EMISIONES PROVENIENTES DE LA EXTRACCIÓN DE LEÑA

La cuantificación de las emisiones generadas por el consumo de leña en el municipio de Fusagasugá fue construida según las indicaciones del IPCC sección 3B1 (Tierras forestales) y la guía del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible para la cuantificación y actualización de inventarios de emisiones de GEI en ciudades, sección AFOLU (cuantificación de consumos de leña en hogares rurales). La metodología se basa en determinar los consumos de biomasa empleados como energético residencial, asumiendo que un porcentaje de la población rural depende de la leña para la cocción de alimentos.

Según el DANE en el año 2019 el municipio de Fusagasugá contaba con una población rural de 27.604 Habitantes, este dato además fue corroborado con el documento diagnóstico para la actualización del POT. El porcentaje sobre la población rural que tiene la leña como energético principal fue obtenido del documento diagnóstico de la UPME para la formulación de un plan de sustitución progresiva de leña como energético, (https://www1.upme.gov.co/Hidrocarburos/Plan_sustitucion_progresiva_Lena.pdf, s.f.). El porcentaje empleado fue del 50%, asumiendo que solo la mitad de la población rural del municipio de Fusagasugá consume leña como energético principal.



POBLACIÓN RURAL FUSAGASUGÁ (DANE 2018)	PORCENTAJE DE LA POBLACIÓN RURAL QUE DEPENDEN DE LA LEÑA COMO ENERGÉTICO PRINCIPAL
27.604	50 %

Tabla 26. Porcentaje de la población rural de Fusagasugá que tiene la leña como energético principal

Fuente: (POT, 2020), (https://www1.upme.gov.co/Hidrocarburos/Plan_sustitucion_progresiva_Lena.pdf, s.f.)



EMISIONES PROVENIENTES DE LA DEFORESTACIÓN

Para la cuantificación de las emisiones asociadas a la deforestación en el municipio de FUSAGASUGÁ se siguió la definición de bosques incluida en la Ley de Cambio Climático (1931/2018) a partir de los datos del Sistema de Monitoreo de Bosques y Carbono del IDEAM. (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2021).

Se realizó un análisis multitemporal sobre la cobertura de los bosques. Inicialmente se tomaron imágenes de acceso libre con resolución de 30 metros por píxel, posteriormente mediante un procesamiento con imágenes de mejor resolución, la verificación en campo de galerías y la revisión de bases de datos permitieron determinar la variación en las áreas de bosques con una diferencia temporal de 3 años (2017-2020).

Se usaron para la comparación multitemporal dos imágenes "landsat" descargadas de la página del servicio geológico de los estados unidos con resolución de 30 metros por píxel.

Es importante mencionar que si bien actualmente se pueden conseguir imágenes de mejor calidad, el espectro temporal de estas es muy reciente y no permite realizar el análisis temporal, a medida que se emplean imágenes más antiguas pierden definición. Por lo tanto, se seleccionaron imágenes que tuvieran una óptima resolución espacial con una escala temporal aplicable al ejercicio que permitiese un correcto proceso aritmético.

Desde el inicio, durante el desarrollo y en la constante revisión del análisis, se contó con el apoyo de recursos como lo son (visorUSGS, visorESA, Base de datos SASPLANET). Para el refinamiento de los datos "raster" se emplearon imágenes en color natural del año 2017 proveniente del google earth y para el dato actual se utilizó una imagen proveniente de la misión espacial europea Copernicus

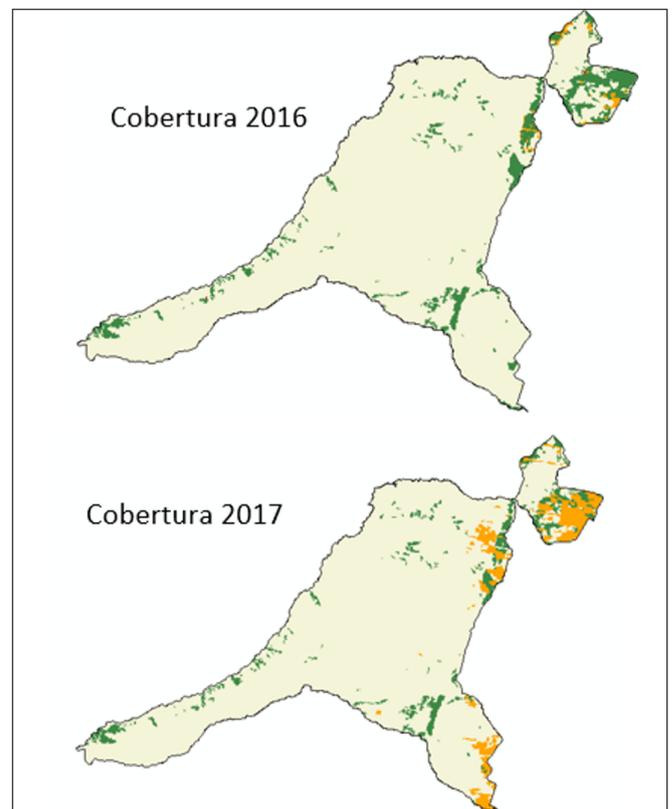


Ilustración 16. Dinámica vegetación en el municipio de Fusagasugá Registro IDEAM

Fuente: IDEAM



Mediante el uso de los sistemas de información geográfica se crearon capas de píxeles que representan e identifican zonas con características cromáticas y textura similares. Para el presente análisis se realizó un muestreo mixto que contiene datos recolectados a través de visores geográficos y visitas de campo en las que se corroboró la información.

A partir de este análisis se generaron varias capas de píxeles que representan las coberturas boscosas del municipio de FUSAGASUGÁ para los años 2017 y 2020. Seguido del procesamiento se realizó una verificación en campo sobre el grado de exactitud de los datos producidos por el software. Teniendo las áreas que representan las coberturas boscosas en cada año (2017 - 2020), se procede a realizar un cálculo aritmético entre las capas con el fin de mostrar la diferencia en la distribución y magnitud de las zonas boscosas.

Dicho lo anterior, los autores proponen cambiar los identificadores para una sola de las capas por medio de una multiplicación, el valor resultante no cambia las características del procesamiento y permite calcular la diferencia entre las dos capas sin alterar el resultado analítico.

Este tipo de análisis nos permite determinar la pérdida de cobertura boscosa teniendo en cuenta los relictos y fragmentos de bosque, áreas no tenidas en cuenta en estudios a escala nacional y regional.

Los resultados obtenidos se dan por defecto, por lo que el dato puede variar en aumento. Como resultado se obtuvo una disminución en la cobertura boscosa de +/- 3 Hectáreas para el periodo de estudio, 2019.

EMISIONES PROVENIENTES DE INCENDIOS FORESTALES

Durante el periodo de estudio no se reportaron incendios forestales en el municipio de Fusagasugá por parte de los organismo de control. Del mismo modo, en la plataforma del Sistema Nacional de Información Forestal no hay reportes de conflagraciones en zonas boscosas dentro de los límites del municipio.

EMISIONES PROVENIENTES DE LA APLICACIÓN DE FERTILIZANTES

En la mayoría de los suelos, un incremento del nitrógeno aumenta la productividad requiriendo la aplicación de fertilizantes orgánicos o sintéticos. En la metodología, se estiman la emisiones directas e indirectas (volatilización – lixiviación) a partir de la demanda de nitrógeno en cultivos. (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2021). La información cuantitativa sobre número de hectáreas sembradas por cada tipo de cultivo que requieren uso de fertilizantes nitrogenados, tipos de cultivo, distribución espacial de los productores agrícolas en el municipio y un cálculo porcentual aproximado sobre UPA por corregimiento, fue obtenida del Diagnóstico Territorial del POT formulado por la Secretaria de Planeación del municipio y corroborado con los funcionarios de la Secretaria de Agricultura Ambiente y Tierras.

HECTÁREAS DE CULTIVOS SEMBRADAS EN EL MUNICIPIO DE FUSAGASUGÁ EN EL AÑO 2019											
AÑO	LULO	MORA	TOMATE ARBOL	CEBOLLA BULBO	PEPINO	TOMATE	TOMATE INVER	ARVEJA	FRIJOL	HABICHUELA	ARRACACHA
2017	0	276	10	62,5	21,5	113	8,5	37	222,5	163	11
2018	1	286	6	63	20	113,5	9	30	185	167,5	18
2019	1	287	6	65,16	20,73	117,96	9	35,47	214,96	170	12,85

Tabla 27. Hectáreas sembradas de cultivos con requerimientos de nitrógeno en el municipio de Fusagasugá en los años 2017, 2018 y 2019.

Fuente: (POT, 2020),



ABSORCIONES POR PLANTACIONES, RESTAURACIONES, SISTEMAS PRODUCTIVOS BASADOS EN ÁRBOLES Y ARBOLES URBANOS

La ciudad de FUSAGASUGÁ es conocida a nivel nacional como la "Ciudad Jardín de Colombia" debido a la cantidad de arboles en parques, vías y jardines. Este potencial forestal urbano sumado a las masas boscosas en las áreas rurales y a los cultivos frutales representan una alta de captura de carbono en el municipio. Los datos para la cuantificación de las remociones de carbono fueron obtenidos del documento Diagnóstico del POT y corroborados con los funcionarios de la Secretaria de Agricultura Ambiente y Tierras.

HECTÁREAS DE ARBOLES PRODUCTIVOS EN EL MUNICIPIO DE FUSAGASUGÁ EN EL AÑO 2019			
AÑO	AGUACATE HASS	CAFÉ	CITRICOS
2017	31	597	24
2018	31	556	20
2019	31	537	20

Tabla 28. Hectáreas sembradas de arboles productivos en el municipio de Fusagasugá en los años 2017, 2018 y 2019.

Fuente: (POT, 2020),



FACTORES DE EMISIÓN

Los factores de emisión convierten los datos de actividad en una masa de emisiones de GEI; toneladas de CO₂ liberadas por cada una de las fuentes de emisión identificadas para cada sector (World Resources Institute, 2016). Los factores de emisión empleados en el presente cálculo son relevantes para el municipio de Fusagasugá, específicos para cada actividad y fueron obtenidos del IPCC 2006, el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible y la herramienta de cálculo para elaboración o actualización de inventarios de emisiones de GEI en ciudades colombianas. Para establecer los factores de emisión empleados en el presente cálculo se realizó un análisis sobre los factores más representativos del territorio y que más se adaptaban a las necesidades del reporte.

FACTORES DE EMISIÓN SECTOR TRANSPORTE

Los factores de emisión empleados para el sector transporte corresponden a los factores de los combustibles líquidos y gaseosos que se comercializaron en el municipio de Fusagasugá en el periodo de estudio.

COMBUSTIBLES LÍQUIDOS				
COMBUSTIBLE	FACTOR EMISIÓN CO ₂	FACTOR EMISIÓN CH ₄	FACTOR EMISIÓN N ₂ O	FACTOR EMISIÓN
Gasolina	8,08 Kg CO ₂ /gal	0,00009 Kg CH ₄ /gal	0,000005 Kg N ₂ O/gal	8,083845 Kg CO ₂ e/gal
Diesel	10,18 Kg CO ₂ /gal	0,00003 Kg CH ₄ /gal	0,00001 Kg N ₂ O/gal	9,623845 Kg CO ₂ e/gal
Alcohol carburante	5,92 Kg CO ₂ /gal	0,000088 Kg CH ₄ /gal	0,0002 Kg N ₂ O/gal	5,975464 Kg CO ₂ e/gal
Biodiesel	6,882 Kg CO ₂ /gal	0,000034 Kg CH ₄ /gal	0,00001 Kg N ₂ O/gal	6,885602 Kg CO ₂ e/gal
COMBUSTIBLES GASEOSOS				
COMBUSTIBLE	FACTOR EMISIÓN CO ₂	FACTOR EMISIÓN CH ₄	FACTOR EMISIÓN N ₂ O	FACTOR EMISIÓN
Gas natural vehicular	1,98 Kg CO ₂ /m ³	0,00328 Kg CH ₄ /m ³	0,00000357 Kg N ₂ O/m ³	1,984226 Kg CO ₂ e/m ³

Tabla 29. Factores de emisión sector transporte.

Fuente: Herramienta de la Guía colombiana.

FACTORES DE EMISIÓN SECTOR AFOLU

Los factores de emisión empleados para el sector AFOLU en el presente inventario de gases de efecto invernadero corresponden a factores asociados a procesos de fermentación entérica, gestión de estiércol, extracción de leña, deforestación, incendios forestales y aplicación de fertilizantes. Este sector también cuantifica las remociones de carbono de la atmósfera con factores de captura.

EMISIONES PROVENIENTES DE LA FERMENTACIÓN ENTÉRICA

Los factores de emisión empleados varían en función del tipo de animal analizado. A continuación, se describen los factores empleados de acuerdo a las unidades productivas agropecuarias inventariadas.



ANIMAL	FERMENTACIÓN ENTÉRICA	
	FACTOR EMISIÓN CH ₄	FACTOR EMISIÓN
Vacas lecheras alta producción	85,37 Kg CH ₄ /animal/año	2,39 CO ₂ eq/animal/año
Vacas lecheras baja producción	75,37 Kg CH ₄ /animal/año	2,11 Ton CO ₂ eq/animal/año
Vacas reproductoras	49,85 Kg CH ₄ /animal/año	1,3 Ton CO ₂ eq/animal/año
Toros reproductivos	79,3 Kg CH ₄ /animal/año	2,22 Ton CO ₂ eq/animal/año
Terberos	13,17 Kg CH ₄ /animal/año	0,36 Ton CO ₂ eq/animal/año
Terneras de remplazo	40,23 Kg CH ₄ /animal/año	1,12 Ton CO ₂ eq/animal/año
Ganado de engorde	44,79 Kg CH ₄ /animal/año	1,25 Ton CO ₂ eq/animal/año
Bufalino	55 Kg CH ₄ /animal/año	1,54 Ton CO ₂ eq/animal/año
Equino	18 Kg CH ₄ /animal/año	0,504 Ton CO ₂ eq/animal/año
Mulas	10 Kg CH ₄ /animal/año	0,28 Ton CO ₂ eq/animal/año
Asnos	10 Kg CH ₄ /animal/año	0,28 Ton CO ₂ eq/animal/año
Caprinos	5 Kg CH ₄ /animal/año	0,14 Ton CO ₂ eq/animal/año
Ovinos	8 Kg CH ₄ /animal/año	0,224 Ton CO ₂ eq/animal/año
Porcino	15 Kg CH ₄ /animal/año	0,42 Ton CO ₂ eq/animal/año

Tabla 30. Factores de emisión para el sector AFOLU, fermentación entérica.

Fuente: Herramienta de la Guía colombiana.

EMISIONES PROVENIENTES DE LA GESTIÓN DE ESTIÉRCOL

Los factores de emisión varían dependiendo de cada animal analizado, la forma en que se gestionan las excretas y el tipo de suelo donde son dispuestas. Para el caso de los productores de Fusagasugá se estandarizó el suelo para ser dispuesto como pasturas. A continuación, se describen los factores empleados de acuerdo a las unidades productivas agropecuarias inventariadas.

ANIMAL	FERMENTACIÓN ENTÉRICA	
	FACTOR EMISIÓN CH ₄	FACTOR EMISIÓN
Vacas lecheras alta producción	15,85 Kg CH ₄ /animal/año	0,88 CO ₂ eq/animal/año
Vacas lecheras baja producción	15,3 Kg CH ₄ /animal/año	0,85 Ton CO ₂ eq/animal/año
Vacas reproductoras	13,2 Kg CH ₄ /animal/año	0,68 Ton CO ₂ eq/animal/año
Toros reproductivos	15 Kg CH ₄ /animal/año	0,738 Ton CO ₂ eq/animal/año
Terberos	11 Kg CH ₄ /animal/año	0,467 Ton CO ₂ eq/animal/año
Terneras de remplazo	11 Kg CH ₄ /animal/año	0,467 Ton CO ₂ eq/animal/año
Ganado de engorde	13 Kg CH ₄ /animal/año	0,6131 Ton CO ₂ eq/animal/año



ANIMAL	GESTIÓN DE ESTIERCOL	
	FACTOR EMISIÓN CH4	FACTOR EMISIÓN
Bufalino	16,89 Kg CH4/animal/año	0,75 Ton CO2eq/animal/año
Equino	18 Kg CH4/animal/año	0,59 Ton CO2eq/animal/año
Mulas	10,6 Kg CH4/animal/año	0,39 Ton CO2eq/animal/año
Asnos	10 Kg CH4/animal/año	0,38 Ton CO2eq/animal/año
Caprinos	1,9 Kg CH4/animal/año	0,14 Ton CO2eq/animal/año
Ovinos	1,7 Kg CH4/animal/año	0,12 Ton CO2eq/animal/año
Porcino	3,6 Kg CH4/animal/año	0,2 Ton CO2eq/animal/año

Tabla 31. Factores de emisión para el sector AFOLU, gestión de estiércol.

Fuente: Herramienta de la Guía colombiana.

EMISIONES PROVENIENTES DE LA EXTRACCIÓN DE LEÑA

El factor de emisión para el municipio de Fusagasugá entra dentro de la clasificación de la región cundiboyacense estableciendo su emisión en relación al tipo de madera presente en la región.

COMBUSTIBLE	CONSUMO DE LEÑA		
	FACTOR EMISIÓN CH4	FACTOR EMISIÓN N2O	FACTOR EMISIÓN
LEÑA	0,5098 Kg CH4/Ton	0,06797 Kg N2O/Ton	0,03228 Kg CO2e/Ton

Tabla 32. Factores de emisión consumo de leña.

Fuente: Herramienta de la Guía colombiana.

EMISIONES PROVENIENTES DE LA DEFORESTACIÓN

El factor de emisión empleado tiene en cuenta el número de hectáreas deforestadas en el periodo de estudio.

REGIÓN	DEFORESTACIÓN
	FACTOR EMISIÓN
ANDINA	326 Ton CO2 / Ha deforestada

Tabla 33. Factores de emisión deforestación

Fuente: Herramienta de la Guía colombiana.



EMISIONES PROVENIENTES DE INCENDIOS FORESTALES

El factor de emisión contemplado tiene en cuenta el número de hectáreas consumidas por el fuego en función del tipo de vegetación. Sin embargo, en el periodo de estudio no se reportaron incendios forestales.

INCENDIOS FORESTALES			
TIPO DE COBERTURA	FACTOR EMISIÓN CO2	FACTOR COMBUSTIÓN	FACTOR EMISIÓN
Bosque andino	88,91 Kg CO2/Ha incendiada	0,47	10,1711 Ton CO2e / Ha incendiada

Tabla 34. Factores de emisión incendios forestales

Fuente: Herramienta de la Guía colombiana.

EMISIONES PROVENIENTES DE LA APLICACIÓN DE FERTILIZANTES

Los factores de emisión empleados varían según el tipo de cultivo analizado. Debido a que la herramienta de cálculo solo presenta dos cultivos que se desarrollan en el territorio, para los demás cultivos se empleó el factor de emisión "otros cultivos" que presenta promediado el consumo de fertilizantes.

FERTILIZANTES			
CULTIVO	EMISIONES DIRECTAS	EMISIONES INDIRECTAS VOLATIL	FACTOR EMISIÓN
Maiz	2,98 Kg N20/Ha cultivada	0,3 Kg N20/Ha cultivada	1,46 Ton CO2e / Ha cultivada
Banano	6,49 Kg N20/Ha cultivada	0,6 Kg N20/Ha cultivada	3,17 Ton CO2e / Ha cultivada
Otros cultivos	3,13 Kg N20/Ha cultivada	0,3 Kg N20/Ha cultivada	1,54 Ton CO2e / Ha cultivada

Tabla 35. Factores de emisión fertilizantes

Fuente: Herramienta de la Guía colombiana.



RESULTADOS

Las emisiones de gases de efecto invernadero para los sectores transporte y AFOLU en el municipio de Fusagasugá durante el año 2019 fueron de 252.997 Toneladas de CO₂e y las remociones producto de las plantaciones forestales y los cultivos frutales fueron de 2.419 Toneladas de CO₂e. El balance total de emisiones de GEI fue de 250.578 Toneladas de CO₂e. Las emisiones correspondientes al sector transporte fueron de 150.162 Ton de CO₂e. Por su parte emisiones asociadas al sector AFOLU fueron de 102.835 Ton de CO₂e.

Los resultados generales del inventario de gases de efecto invernadero para el municipio de Fusagasugá se describen a continuación:

Las emisiones de gases de efecto invernadero para los sectores transporte y AFOLU en el municipio de Fusagasugá durante el año 2019 fueron de 252.997 Toneladas de CO₂e y las remociones producto de las plantaciones forestales y los cultivos frutales fueron de 2.419 Toneladas de CO₂e. El balance total de emisiones de GEI fue de 250.578 Toneladas de CO₂e.

EMISIONES TOTALES DE GEI AÑO 2019			
SECTOR	EMISIONES (Ton CO ₂ e)	ABSORCIONES (Ton CO ₂ e)	NETO (Ton CO ₂ e)
TRANSPORTE	150.162	N.A	150.162
AFOLU	102.835	2.419	100.416
TOTAL	252.997	2.419	250.578

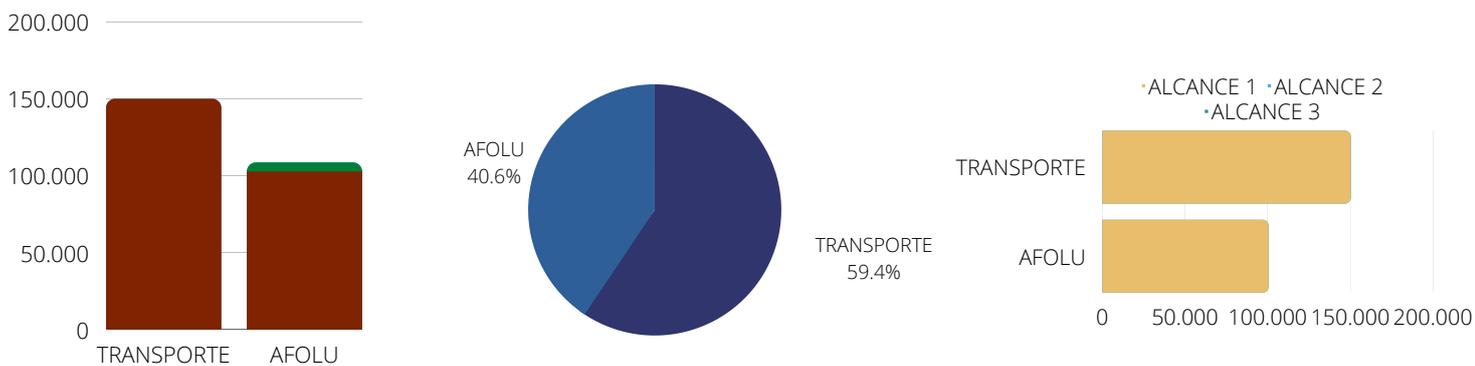
Tabla 36. Emisiones totales para los sectores transporte y AFOLU

Fuente: Herramienta de la Guía colombiana.

EMISIONES TOTALES DISCRIMINADAS POR ALCANCE			
SECTOR	ALCANCE 1	ALCANCE 2	ALCANCE 3
TRANSPORTE	150.162	0,0	N.A
AFOLU	100.416	N.A	N.A
TOTAL	250.578	0,0	

Tabla 37. Emisiones discriminadas por ALCANCE

Fuente: Herramienta de la Guía colombiana.



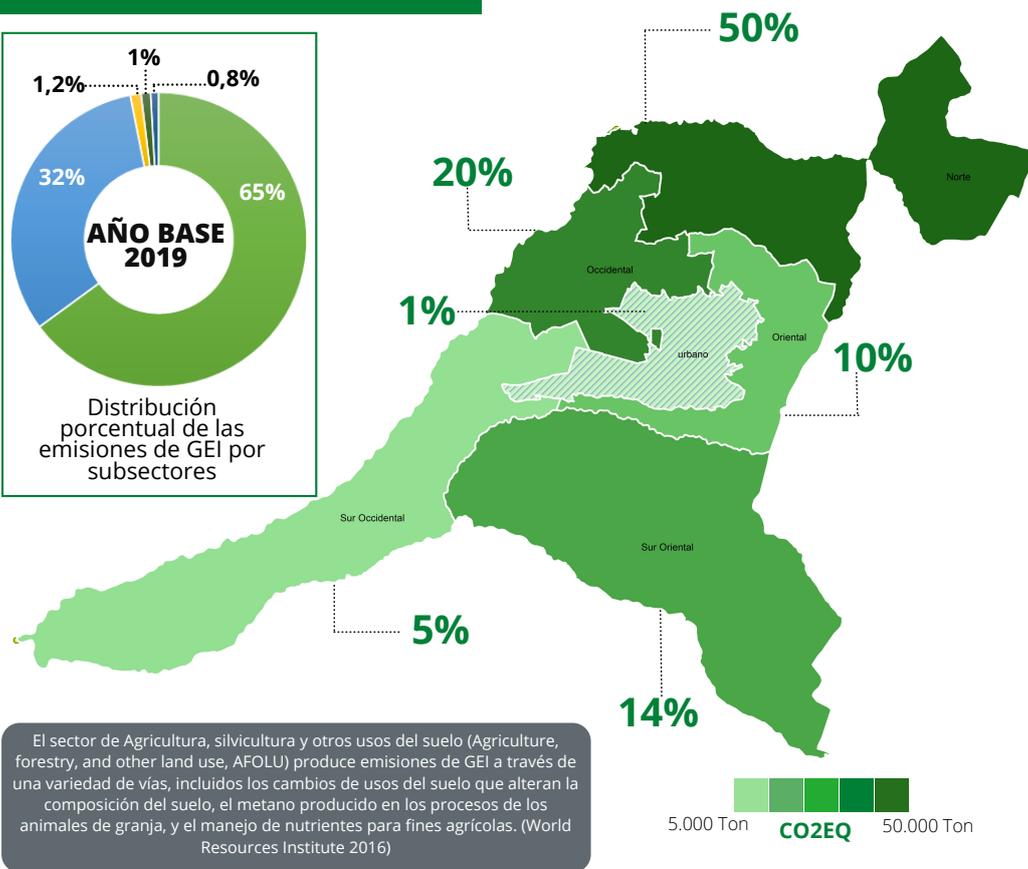
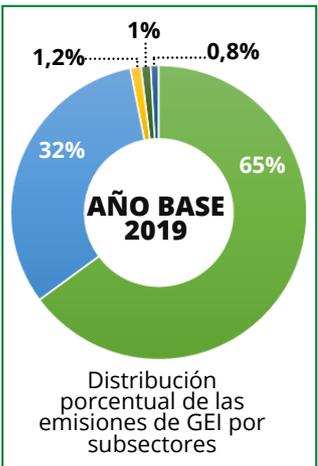
EMISIONES SECTOR AFOLU.

Las mayores emisiones correspondientes en el sector AFOLU se deben a la fermentación entérica con 68.244 Ton de CO₂e correspondientes al 65% y a la gestión de estiércol con 32.653 correspondientes al 32%. Por lo tanto, el 97% de las emisiones asociadas al sector AFOLU corresponden al manejo pecuario del municipio. Las granjas avícolas y porcícolas tienen una incidencia directa en estas emisiones.

Las emisiones asociadas a la deforestación fueron de 915 Ton de CO₂e correspondientes al 1% del total de las emisiones del sector AFOLU. Las emisiones asociadas a la aplicación de abonos nitrogenados fueron de 915 Ton de CO₂e correspondientes al 0,88% del total del sector. El consumo de leña aportó el 0,02% del total del sector AFOLU correspondiente a 33 Ton de CO₂e.

EMISIONES SECTOR AFOLU

Porcentaje de las emisiones de GEI por territorio



EMISIONES TOTALES TONELADAS DE CO₂eq

	FERMENTACIÓN ENTÉRICA	68.244
	GESTIÓN DE ESTIÉRCOL	32.653
	FERTILIZANTES	915
	CONSUMO DE LEÑA	33
	INCENDIOS FORESTALES	0
	DEFORRESTACIÓN	915

102.836 TONELADAS DE CO₂eq

ABSORCIONES TOTALES TONELADAS DE CO₂eq

	PLANTACIONES	2310
--	--------------	------

El sector de Agricultura, silvicultura y otros usos del suelo (Agriculture, forestry, and other land use, AFOLU) produce emisiones de GEI a través de una variedad de vías, incluidos los cambios de usos del suelo que alteran la composición del suelo, el metano producido en los procesos de los animales de granja, y el manejo de nutrientes para fines agrícolas. (World Resources Institute 2016)



EMISIONES SECTOR TRANSPORTE

Las emisiones para el sector transporte fueron de 150.162 Ton de CO₂e. Las emisiones asociadas al consumo de gasolina fueron de 44.047 Ton de CO₂e correspondiente al 22% del total del sector. Las emisiones por el consumo de A.C.P.M. fueron de 105.800 Ton de CO₂e que corresponde al 77% de las emisiones del sector transporte. Por su parte, el consumo de gas natural aportó 267 Ton de CO₂e equivalentes al 0,2% de las emisiones del sector.

Dado que las emisiones de origen biogénico deben ser reportadas por separado se cuantificaron las emisiones asociadas al consumo del biodiesel en 7932 Toneladas de CO₂ y del etanol carburante 3.795 de CO₂.

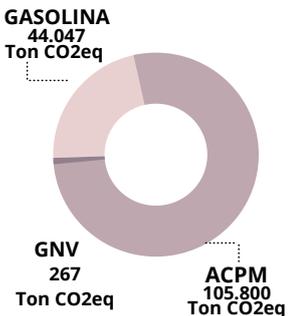
EMISIONES SECTOR TRANSPORTE

Para el cálculo de las emisiones se emplearon dos metodologías: Análisis sobre las ventas de combustibles y método geográfico a partir de datos de actividad vehicular (kilómetros recorridos).

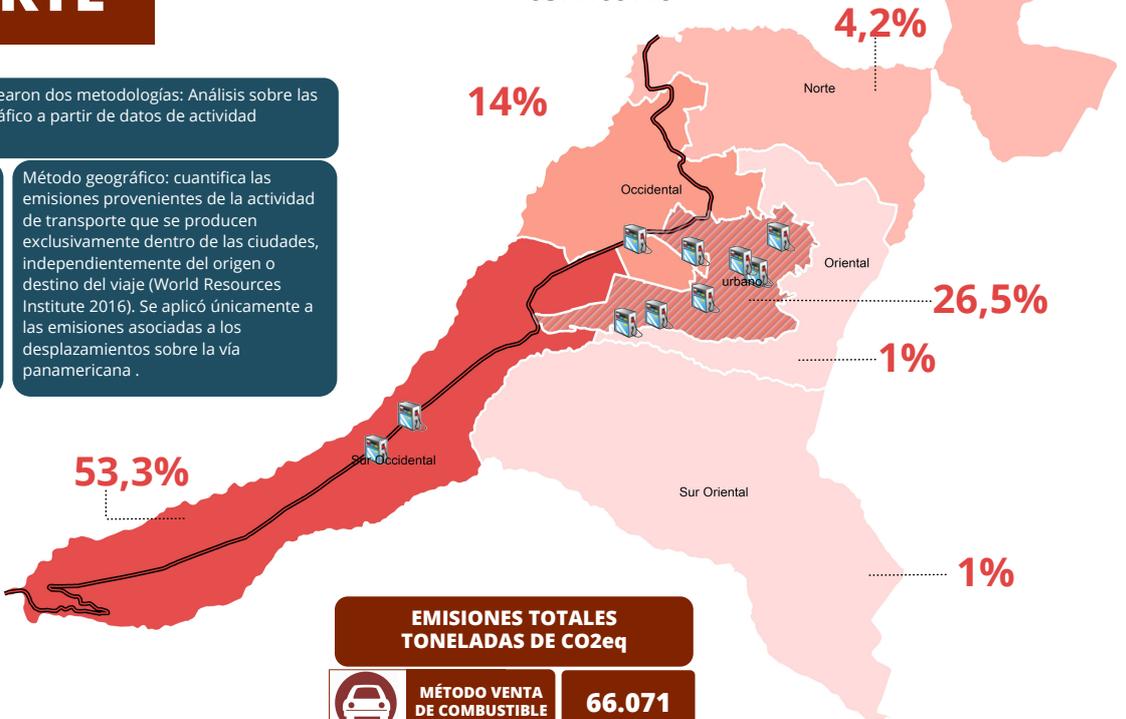
Método venta de combustible: calcula las emisiones del transporte basado en la cantidad total de combustible vendido dentro de los límites de la ciudad. Este método considera al combustible vendido como indicador de la actividad de transporte. Se aplicó a las ventas de combustibles en las 11 estaciones de servicio localizadas dentro de los límites municipales

Método geográfico: cuantifica las emisiones provenientes de la actividad de transporte que se producen exclusivamente dentro de las ciudades, independientemente del origen o destino del viaje (World Resources Institute 2016). Se aplicó únicamente a las emisiones asociadas a los desplazamientos sobre la vía panamericana.

Emisiones de GEI asociadas al sector transporte por consumo de GNV gasolina y ACPM



Porcentaje de las emisiones de GEI por territorio



EMISIONES TOTALES TONELADAS DE CO₂eq



TONELADAS DE CO₂eq



SEGUIMIENTO DE LAS EMISIONES A TRAVÉS DEL TIEMPO Y RECÁLCULO DE LAS EMISIONES

La elaboración de los inventarios de GEI, el establecimiento de metas y el seguimiento del progreso son parte de un proceso interconectado. El establecimiento de metas de mitigación ayudará al municipio de FUSAGASUGÁ a centrar los esfuerzos en los sectores que representan las mayores fuentes de emisión, identificando soluciones innovadoras de mitigación y reduciendo los costos del municipio a largo plazo. El tipo de meta proporciona la base con la cual las emisiones y la reducción de emisiones se monitorean y reportan. En general, existen cuatro tipos de metas:

1. Metas de emisiones del año base
2. Metas de nivel fijo
3. Metas de intensidad del año base
4. Metas del escenario de referencia

Para realizar el seguimiento a las emisiones el municipio adopta la metodología para las metas de emisión del año base.

METAS DE EMISIÓN DEL AÑO BASE

Las metas de emisiones del año base representan una reducción de las emisiones con respecto a un nivel de emisiones en un año base histórico, para el caso de FUSAGASUGÁ el año 2019. Se expresan en términos de una reducción porcentual de las emisiones en comparación con el nivel de emisiones de un año base, y por lo tanto corresponden a una reducción absoluta de las emisiones.

El municipio de FUSAGASUGÁ tiene como meta reducir el 10% de las emisiones totales reportadas en el presente informe equivalentes a 250.578Ton de CO₂e para el 2030. Es decir, en la próxima década el municipio se compromete a reducir 25.057 Toneladas de CO₂e. Esta reducción se llevará a cabo principalmente mediante la implementación de programas de eficiencia energética, movilidad sostenible, reducción de la deforestación en cuencas abastecedoras, días sin carro, entre otros.

POLÍTICA DE RECÁLCULO

El municipio de FUSAGASUGÁ dada su dinámica turística puede sufrir cambios importantes en el territorio. Estos cambios necesariamente alterarán el perfil de emisiones desarrollado en el presente informe, generando complicaciones a la hora de comparar las emisiones a lo largo del tiempo. Con el fin de mantener los principios de contabilidad y reporte de las emisiones de GEI, el municipio de FUSAGASUGÁ cambiará su año base y volverá a realizar su inventario de emisiones de gases de efecto invernadero si:

- Si se presentan cambios estructurales en los límites del inventario
- Si hay cambios en la metodología de cálculo
- Si se realizan mejoras en la precisión de los datos.

Teniendo en cuenta lo anterior el municipio de FUSAGASUGÁ establece un umbral de cambio es del +/-10% de las emisiones calculadas en el presente inventario.



BIBLIOGRAFÍA

- <https://www.minenergia.gov.co/precios-ano-2019>. (2019).
- AGRONET. (2021).
- Autores. (2020 - 2021).
- CAR, C. A. (2018). Guía ilustrativa sobre análisis de la vulnerabilidad territorial ante el cambio climático. b.
- CIIFEN, C. I. (s.f.). Pagina web CIIFEN. Obtenido de <https://ciifen.org/>
- Concejo de Fusagasugá. (Diciembre de 2020). Acuerdo No. 100-02.01 - 17 de 2020. Fusagasugá.
- CREG, C. R. (2019). Sitio Oficial Comisión Reguladora de Energía y Gas. Obtenido de <https://www.creg.gov.co/>
- F. Garcia, E. (2020). ANALISIS DE RIESGO AL CAMBIO CLIMATICO EN CONFORMIDAD CON LOS LINEAMIENTOS DE LA TCNCC PARA EL MUNICIPIO DE CHIVATÁ - BOYACÁ.
- Googleearth. (2021). Coordenads Estaciones de servicio.
- http://www.sipg.gov.co/sipg/documentos/Proyecciones/2015/Proy_Demanda_Mar2015.pdf. (s.f.).
- <https://invias.maps.arcgis.com/apps/MapJournal/index.html?appid=daa4687ad91b4c4d9ad92ae6adc2f8e0#>. (2021).
- <https://www.datos.gov.co/Presupuestos-Gubernamentales/Presupuesto-general-del-Municipio-de-Fusagasug-202/5i8s-mjwr>. (2021).
- https://www1.upme.gov.co/Hidrocarburos/Plan_sustitucion_progresiva_Lena.pdf. (s.f.).
- IDEAM. (s.f.). Obtenido de <http://www.ideam.gov.co/web/atencion-y-participacion-ciudadana/glosario>
- IDEAM. (s.f.). <http://www.siac.gov.co/geovisorconsultas>.
- IDEAM, PNUD, MADS, DNP, CANCELLEERÍA. (2017). Análisis de vulnerabilidad y riesgo por cambio climático en - Colombia. Tercera Comunicación Nacional de Cambio Climático.
- IGAC. (2012). BASE CARTOGRAFICA.
- Ingeominas. (2001). GEOLOGÍA DE LA PLANCHA 246 FUSAGASUGÁ. En C. E. Jorge a.. Garay.
- INGEOMINAS. (2001). GEOLOGÍA DE LA PLANCHA 246 FUSAGASUGÁ. En C. E. JORGE ACOSTA GARAY, Memoria explicativa.
- INVIAS. (2018). Plataforma de información Hermes. Sistema de Información Vial para la captura del inventario vial. Obtenido de Plataforma Hermes Invias: <https://hermes.invias.gov.co/carreteras/>
- MADS. (2021). GUIA PARA LA ACTUALIZACION DE INVENTARIOS DE GEI EN CIUDADES COLOMBIANAS.
- Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, E. d. (2021). Guia para la elaboración de inventarios de GEI en ciudades colombianas. Bogotá.
- Montealegre, F. S. (2021). Analisis al plan de aguas del departamento de cundinamarca. Bogotá.
- POT, E. d. (2020). Diagnostico Municipal para la formulacion del POT. En E. d. POT.
- Protocolo Global para Inventarios de Emisión de Gases de Efecto Invernadero a Escala Comunitaria. (s.f.).
- C. Bouroncle (CATIE), C. R. (s.f.). Sistema Nacional de Indicadores de Adaptación.
- Secretaria de Planeación equipo POT . (2021). Diagnostico Territorial . Fusagasugá: Alcaldía Municipal de Fusagasugá .
- UPME. (s.f.). Rendimiento vehículos y consumo de combustible .
- UPME, U. D. (2015). CARACTERIZACIÓN ENERGÉTICA DEL SECTOR TRANSPORTE DE CARGA Y PASAJEROS, URBANO E INTERURBANO EN COLOMBIA.
- Wee Kean Fong, M. S.-B. (s.f.). Protocolo Global para Inventarios de Emisión de Gases de Efecto Invernadero a Escala Comunitaria .
- World Resources Institute, I. G. (2016). Protocolo Global para inventarios de emisión de gases de efecto invernadero a escala comunitaria.

