

Estudios Base para la ciudad de Neiva, Colombia

Cambio Climático, Riesgos Naturales y Crecimiento Urbano



ESTUDIO DE MITIGACIÓN DEL CAMBIO CLIMÁTICO

INFORME FINAL



ÍNDICE

1	RESUMEN EJECUTIVO.....	8
2	ACRÓNIMOS.....	14
3	MARCO CONCEPTUAL Y METODOLOGÍA USADA.....	18
3.1	Antecedentes.....	18
3.2	Metodología general de los estudios base.....	19
3.3	Metodología específica del módulo 1.....	20
4	MARCO DEL ANÁLISIS.....	23
4.1	¿Por qué actuar frente al cambio climático?.....	23
4.2	Un problema diferente.....	25
5	INTRODUCCIÓN AL DIAGNÓSTICO.....	27
5.1	Conceptos básicos.....	27
5.2	Principios del inventario.....	27
5.3	Tipos de emisiones.....	27
5.4	Pasos para la realización de un inventario.....	28
5.4.1	Paso 1: definición de los límites.....	29
5.4.2	Paso2: identificación de fuentes de emisión.....	29
5.4.3	Paso 3: levantamiento de información y cálculo de emisiones.....	29
5.4.4	Paso 4: reporte de emisiones.....	29
5.5	Metodología de cálculo de emisiones.....	33
5.5.1	Casos particulares: residuos y AFOLU.....	34
6	EMISIONES DE GEI DEL MUNICIPIO DE NEIVA.....	36
6.1	Paso 1: definición de límites.....	37
6.1.1	Límites geográficos.....	37
6.1.2	Encuadre territorial.....	37
6.1.3	Nivel Nacional: Colombia.....	37
6.1.4	Nivel Departamental: Huila.....	38
6.1.5	Nivel Municipal: Neiva.....	41
6.2	Paso 2: identificación de emisiones.....	44
6.3	Paso 3: levantamiento de datos y cálculos de emisiones.....	48
6.3.1	Consideración de la combustión de biomasa en el inventario.....	55
6.4	Paso 4: resultados del inventario.....	55
6.4.1	Visión integrada.....	70
6.4.2	Inventario de GEI 2009 vs 2014.....	74
6.4.3	Emisiones rurales y urbanas.....	77
6.4.4	Situación del área de estudio respecto a otros territorios.....	78
6.4.5	Energía fuentes estacionarias.....	80
6.4.6	Energía fuentes móviles.....	93
6.4.7	Residuos.....	96
6.4.8	Aguas residuales.....	98
6.4.9	Sector procesos industriales y uso de productos (IPPU).....	100
6.4.10	Sector AFOLU.....	101
7	ESCENARIO TENDENCIAL.....	105
7.1	Introducción.....	105
7.2	Metodología.....	105
7.3	Resultados del escenario tendencial.....	111
8	ESTRUCTURA DE LA HOJA DE RUTA.....	115
8.1	Análisis de competencias.....	115
8.2	Sectores prioritarios de actuación.....	121
8.3	Ejes de la hoja de ruta de mitigación.....	123
8.4	Metodología para la definición de la hoja de ruta de mitigación.....	125
9	ESCENARIO INTELIGENTE.....	129
9.1	Energía fuentes estacionarias.....	137
9.1.1	Acciones específicas del sector.....	138

9.1.2	Energía fuentes estacionarias: el conjunto	140	11.1	Origen y flujo de los recursos	167
9.2	Energía fuentes móviles	142	11.1.1	Recursos públicos internacionales	167
9.2.1	Acciones específicas del sector	142	11.1.2	Recursos públicos nacionales.....	167
9.2.2	Energía fuentes móviles: el conjunto.....	144	11.1.3	Recursos privados, nacionales e internacionales.....	167
9.3	Residuos	146	11.2	Instrumentos y opciones de financiamiento	168
9.3.1	Acciones específicas del sector	147	11.3	Marco del financiamiento.....	168
9.3.2	Residuos: el conjunto	148	11.3.1	Financiación con recursos multilaterales.....	168
9.4	AGUAS RESIDUALES.....	149	11.3.2	Financiación con recursos bilaterales	169
9.4.1	Acciones específicas del sector	150	11.3.3	Financiación con recursos nacionales	169
9.4.2	Aguas residuales: el conjunto	150	11.4	Análisis preliminar de financiamiento	170
9.5	AFOLU.....	152	11.4.1	Modelo de financiamiento.....	170
9.5.1	Acciones específicas del sector	152	11.4.2	Origen de los recursos y criterios generales de utilización	171
9.5.2	AFOLU: el conjunto	154	11.5	Oportunidades de financiamiento internacional.....	172
9.6	Transversal	155	11.5.1	Instituciones multilaterales y otras organizaciones y fondos internacionales 172	
9.6.1	Acciones específicas del sector	156	11.5.2	Mercados de Carbono.....	175
9.6.2	Transversal: el conjunto	156	11.5.3	Necesidad de medida, información y verificación (MRV)	177
10	ALINEACIÓN CON OBJETIVOS.....	158	11.6	Análisis preliminar de costes y recomendaciones de financiación.....	178
10.1	Contexto internacional	158	12	MEDICIÓN, INFORMACIÓN Y VERIFICACIÓN DE LAS ACCIONES.....	184
10.2	Políticas de cambio climático en Colombia	160	13	SEGUIMIENTO Y MONITORIZACIÓN DEL INVENTARIO Y DE LA HOJA DE RUTA DE MITIGACIÓN	186
10.3	La hoja de ruta de mitigación en el contexto nacional e internacional.....	162	14	EQUIPO DE TRABAJO	188
10.4	La Hoja de Ruta de mitigación en el contexto local: Plan de Cambio Climático Huila 2050.....	163			
11	FUENTES DE FINANCIACIÓN	167			

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Comparativa del balance de emisiones per cápita (t CO ₂ e/hab)	9
Figura 2. Emisiones totales en los escenarios (t CO ₂ e/año).....	11
Figura 3. Emisiones per cápita en los escenarios (t CO ₂ e/hab año).....	11
Figura 4. Reducción de emisiones y ahorro energético, 2050.....	12
Figura 5. Metodología general de los estudios base	19
Figura 6. Síntesis del estudio de mitigación del cambio climático.....	21
Figura 7. Balance radiativo de la Tierra.....	23
Figura 8. Las preguntas sobre el cambio climático	23
Figura 9. Las respuestas del IPCC.....	24
Figura 10. GEI contemplados en el Protocolo de Kyoto	24
Figura 11. Impactos esperados en la zona de estudio (temperatura, precipitaciones, escorrentía, cobertura forestal y vectores sanitarios).....	25
Figura 12. Estrategias de lucha contra el cambio climático.....	25
Figura 13. Emisiones según alcance.....	28
Figura 14. Pasos para la elaboración de inventarios de emisiones	28
Figura 15. Formato de reporte de emisiones del GPC.....	31
Figura 16. Vista de la ciudad de Neiva	37
Figura 17. Ubicación de Colombia	37
Figura 18. Ubicación de Neiva en Colombia	38
Figura 19. Mapa departamental del Huila	38
Figura 20. Mapa físico del Huila	39
Figura 21. Mapa de vías principales en el Departamento del Huila	40
Figura 22. Situación del Departamento del Huila en el País.....	41
Figura 23. Ubicación de la Ciudad de Neiva en el municipio homónimo	42
Figura 24. División en corregimientos del Municipio de Neiva.....	42
Figura 25. Emisiones de GEI por alcance (%). No se incluyen las Emisiones de CO ₂ por combustión de biomasa. Año 2014.	70
Figura 26. Balance de emisiones por sector agregado (t CO ₂ e). Año 2014.	71
Figura 27. Balance de emisiones por sector (t CO ₂ e). Año 2014.	71
Figura 28. Emisiones por sector (t CO ₂ e). Año 2014.	72
Figura 29. Emisiones por sector y tipo de GEI (t CO ₂ e)	72
Figura 30. Emisiones por flujo fuente (t CO ₂ e). Año 2014	73
Figura 31. Emisiones por tipo de emisión en 2014 (%)	73
Figura 32. Comparación balance de emisiones año 2009 vs 2014 por sectores agregados (t CO ₂ e)	74
Figura 33. Detalle de la Comparación Balance de emisiones año 2009 vs 2014 por sectores (t CO ₂ e)	75
Figura 34. Emisiones por sector años 2009 y 2014 (% de t CO ₂ e).....	76
Figura 35. Emisiones urbanas y rurales en 2014 (%).....	77
Figura 36. Emisiones rurales (arriba) y urbanas (abajo) por sector en 2014 (%) ...	77
Figura 37. Balance de emisiones rurales (arriba) y urbanas (abajo) en 2014 (t CO ₂ e)	78
Figura 38. Comparativa del balance de emisiones per cápita (t CO ₂ e/hab). Fuente: International Energy Agency para países; BID para ciudades.....	79
Figura 39. Comparativa del balance de emisiones per cápita por PIB (kg CO ₂ e/USD)	79
Figura 40. Emisiones sector residencial, año 2014 (t CO ₂ e).....	81
Figura 41. Contribución del sector residencial a las Emisiones GEI (% t CO ₂ e).....	81
Figura 42. Número de usuarios de energía eléctrica en 2014 en Neiva por estrato.	82
Figura 43. Distribución entre vivienda y otros destinos para el total de área aprobada de construcción	82

Figura 44. Emisiones sector servicios, año 2014 (t CO ₂ e)	83	Figura 69. Emisiones sector AFOLU, año 2014 de 365.757 (t CO ₂ e)	101
Figura 45. Contribución del sector servicios a las Emisiones GEI (% t CO ₂ e)	83	Figura 70. Contribución del sector AFOLU (% t CO ₂ e).....	101
Figura 46. Actividades económicas en Neiva.....	84	Figura 71. Tipo de explotación bovina en Neiva 2012 (%).	102
Figura 47. Distribución consumo de energía a nivel servicios en la región Tolima Grande.	84	Figura 72. Principales productos cultivados en Neiva en 2014.....	103
Figura 48. Emisiones sector institucional, año 2014 (t CO ₂ e)	86	Figura 73. Procedimiento para el desarrollo del escenario tendencial	105
Figura 49. Contribución del sector institucional a las Emisiones GEI (% t CO ₂ e) ..	86	Figura 74. Emisiones totales en el escenario tendencial (t CO ₂ e).....	111
Figura 50. Distribución del consumo de energía a nivel institucional.	87	Figura 75. Emisiones totales per cápita en el escenario tendencial (t CO ₂ e/hab)111	
Figura 51. Emisiones Sector Industria, año 2014 (t CO ₂ e)	88	Figura 76. Emisiones sectoriales año 2014 (t CO ₂ e).....	112
Figura 52. Contribución del Sector Industria a las Emisiones GEI (% t CO ₂ e)	88	Figura 77. Emisiones sectoriales en el escenario inteligente (t CO ₂ e)	112
Figura 53. Distribución de consumo anual de energía eléctrica en Neiva.....	89	Figura 78. Emisiones sectoriales año 2050 (t CO ₂ e).....	112
Figura 54. Participación de los subsectores de distribución de energía eléctrica en el municipio de Neiva, 2014.....	90	Figura 79. Estructura de la Hoja de Ruta.....	115
Figura 55. Energía eléctrica distribuida por las empresas según sectores (MWh) .	91	Figura 80. Estructura del Estado Colombiano	116
Figura 56. Evolución de la generación de energía	91	Figura 81. Ejes de la Hoja de Ruta de Mitigación	123
Figura 57. Emisiones sector fugitivas, año 2014 (t CO ₂ e)	92	Figura 82. Emisiones de GEI de diferentes combustibles (kg CO ₂ e)	124
Figura 58. Contribución del sector fugitivo a las Emisiones GEI (% t CO ₂ e).....	92	Figura 83. Origen de las acciones de la Hoja de Ruta de Mitigación	126
Figura 59. Emisiones sector movilidad, año 2014 (t CO ₂ e)	94	Figura 84. Criterios aplicados para la priorización de las acciones.	127
Figura 60. Contribución del sector movilidad a las Emisiones GEI (% t CO ₂ e)	94	Figura 85. Número de acciones con impacto sobre las emisiones por sector.....	129
Figura 61. Emisiones sector residuos, año 2014 (t CO ₂ e)	96	Figura 86. Comparativa entre escenario inteligente y escenario tendencial (t CO ₂ e/hab).....	131
Figura 62. Contribución del sector servicios a las Emisiones GEI (% t CO ₂ e)	96	Figura 87. Emisiones sectoriales en el escenario inteligente (t CO ₂ e)	131
Figura 63. Toneladas anuales depositadas en el relleno sanitario Los Ángeles	97	Figura 88. Emisiones totales en los escenarios (t CO ₂ e)	132
Figura 64. Composición de los residuos.....	97	Figura 89. Emisiones por PIB en los escenarios (t CO ₂ e/PIB).....	132
Figura 65. Emisiones sector aguas residuales, año 2014 (t CO ₂ e)	98	Figura 90. Reducción de emisiones (t CO ₂ e/año) y ahorro energético (tep/año), 2050.....	136
Figura 66. Contribución del sector servicios a las Emisiones GEI (% t CO ₂ e)	98	Figura 91. Reducción de emisiones acumulada (2014-2050) en t CO ₂ e	136
Figura 67. Emisiones sector IPPU, año 2014 (t CO ₂ e)	100	Figura 92. Escenario inteligente del sector energía estacionaria (t CO ₂ e).....	141
Figura 68. Contribución del sector IPPU a las Emisiones GEI (% t CO ₂ e)	100	Figura 93. Escenario inteligente del sector energía fuentes móviles (t CO ₂ e).....	145

Figura 94. Escenario inteligente del sector residuos (t CO ₂ e).....	148
Figura 95. Escenario inteligente del sector aguas residuales (t CO ₂ e).....	151
Figura 96. Escenario inteligente del sector AFOLU (t CO ₂ e)	154
Figura 97. Objetivos de reducción de emisiones totales a nivel global para evitar el cambio climático peligroso.	159
Figura 98. Objetivos de reducción de emisiones totales a nivel global para evitar el cambio climático peligroso. Emisiones per cápita para la estabilización a 450 ppm de CO ₂ e (t CO ₂ e).....	160
Figura 99. Datos preliminares del inventario nacional de Colombia para el año 2010 (Mt CO ₂ e)	162
Figura 100. Los ejes de acción del Plan Huila.....	163

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 01.	Acciones incluidas en la Hoja de Ruta de Mitigación.....	10
Tabla 02.	Potenciales de calentamiento global para los GEI considerados.....	34
Tabla 03.	Marco del estudio	36
Tabla 04.	Sectores considerados para el estudio	36
Tabla 05.	División en Municipios Departamento del Huila, año 2005	39
Tabla 06.	División en corregimientos área rural de Neiva.....	43
Tabla 07.	Identificación de emisiones de GEI en el municipio de Neiva.	44
Tabla 08.	Estrategia de cálculo de GEI en el Municipio de Neiva.	48
Tabla 09.	Fuentes del Inventario de GEI.....	53
Tabla 10.	Resultados del inventario de 2014 en formato GPC 2014.....	57
Tabla 11.	Resultados del inventario de 2009 en formato GPC 2014.....	62
Tabla 12.	Resultados agregados del inventario de 2014 en formato GPC 2014	68
Tabla 13.	Resultados agregados del inventario de 2009 en formato GPC 2014	68
Tabla 14.	Resultados principales de emisiones de GEI 2014 (t CO ₂ e)	70
Tabla 16.	Balance de emisiones per cápita GEI, año 2009 y año 2014.....	75
Tabla 17.	Balance de emisiones rurales y urbanas en 2014 (t CO ₂ e)	78
Tabla 18.	Datos de actividad sector residencial	81
Tabla 19.	Datos de actividad sector servicios.....	83
Tabla 20.	Datos de actividad sector institucional.....	86
Tabla 21.	Datos de actividad sector industria.....	88
Tabla 22.	Datos de actividad sector fugitivo.....	92
Tabla 23.	Datos de actividad sector movilidad.....	94
Tabla 24.	Datos de actividad sector residuos	96
Tabla 25.	Datos de actividad sector aguas residuales	98
Tabla 26.	Numeros de usuarios por sector en el municipio de Neiva.	99
Tabla 27.	Datos de actividad sector IPPU	100
Tabla 28.	Datos de actividad AFOLU ganadería y usos del suelo.....	101
Tabla 29.	Datos de actividad AFOLU ganadería.....	101
Tabla 30.	Variables de control e indicadores asociados para el desarrollo de escenarios tendenciales	106
Tabla 31.	Balance de emisiones por sectores agregados en el escenario tendencial	112
Tabla 32.	Competencias municipales principales y principales instrumentos de actuación	118
Tabla 33.	Capacidad de actuación exclusiva de la municipalidad	121
Tabla 34.	Variables para la priorización de sectores	121
Tabla 35.	Priorización de sectores desde el punto de vista de mitigación de cambio climático	122
Tabla 36.	Documentos de planificación revisados para la selección de acciones a incluir en la Hoja de Ruta de Mitigación	126
Tabla 37.	Acciones por sector incluidas en la Hoja de Ruta de Mitigación. ...	129
Tabla 38.	Balance de emisiones sectoriales en el escenario inteligente	131
Tabla 39.	Reducciones asociadas a cada medida	133
Tabla 40.	Reducción de emisiones acumulada (2014-2050) en t CO ₂ e	136
Tabla 41.	Acciones con impacto sobre el sector energía fuentes estacionarias	137
Tabla 42.	Reducciones de las acciones del sector energía fuentes estacionarias	140
Tabla 43.	Acciones con impacto sobre el sector energía fuentes móviles.....	142
Tabla 44.	Reducciones de las acciones del sector energía fuentes móviles....	144
Tabla 45.	Acciones con impacto sobre el sector residuos	146
Tabla 46.	Reducciones de las acciones del sector residuos.....	148
Tabla 49.	Acciones con impacto sobre el sector AFOLU.....	152

Tabla 50.	Reducciones de las acciones del sector AFOLU	154
Tabla 51.	Acciones transversales	155
Tabla 52.	La Hoja de Ruta de Mitigación en el contexto nacional e internacional 162	
Tabla 53.	Sinergías entre la Hoja de Ruta de Neiva y el Plan de Cambio Climático del Huila 2050.	164
Tabla 54.	Principales proyectos financiados y su importe.....	168
Tabla 55.	Recursos de financiamiento	171
Tabla 56.	Instituciones, fondos y recursos internacionales potenciales para financiamiento de acciones climáticas en Colombia	173
Tabla 57.	NAMAs planteadas en Colombia	176
Tabla 58.	Periodos de amortización y valor residual de la inversión considerados para los cálculos.....	179
Tabla 59.	Análisis preliminar de costes y alternativas de financiamiento.....	180
Tabla 60.	Cuadro de mando integral	187



INTRODUCCIÓN Y METODOLOGÍA

1 RESUMEN EJECUTIVO

El cambio climático es inequívoco y está causado principalmente por las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) y los cambios de uso de la tierra, ambos fenómenos asociados a la actividad humana.

Las ciudades emiten hasta el 70% de los GEI asociados al consumo. Por ello, la involucración de los gobiernos locales en la lucha contra el cambio climático es imprescindible. Se trata de fomentar un desarrollo inteligente de las ciudades basado en una economía baja en carbono.

En este estudio, integrado dentro del Programa de Ciudades Sostenibles y Competitivas de FINDETER, en el marco de la Iniciativa Ciudades Emergentes y Sostenibles del BID, se plantea una Hoja de Ruta de Mitigación a 2050, que busca integrar desarrollo y limitación de emisiones desde un punto de vista de sostenibilidad integral en el municipio de Neiva. El área de estudio considerada incluye el municipio completo de Neiva (zona rural y zona urbana), situado en el Departamento del Huila en Colombia, con una población de 340.140 habitantes en 2014.

Este estudio de emisiones GEI, tiene como objetivos:

1. Realizar un diagnóstico cualitativo y cuantitativo de las emisiones de GEI por actividades antropogénicas para el municipio de Neiva, departamento del Huila, Colombia. El diagnóstico cuantitativo, que se basa en un inventario de GEI que sigue la metodología Global Protocol for Community-Scale Basic+ (versión 2014), se ha realizado para el año base 2014 y para el año 2009.
2. Establecer el escenario tendencial (escenario Business as Usual) con base en emisiones de GEI para los años 2030 y 2050 para el municipio de Neiva, con base en el inventario de emisiones de GEI (año base 2014).
3. Seleccionar 15 medidas de reducción de GEI.
4. Establecer un escenario de crecimiento inteligente desde el punto de vista de emisiones de GEI, como combinación del escenario inteligente y la selección de medidas de reducción de GEI, para 2050 para el municipio de Neiva.

5. Análisis de costos y beneficios netos de las medidas de mitigación.

La Hoja de Ruta tiene por horizonte temporal 2050, y por alcance los siguientes sectores:

- Uso de la energía en fuentes estacionarias: residencial, comercial, industrial, institucional, fugitivas y otros.
- Uso de la energía en fuentes móviles, incluyendo tráfico por carretera y aéreo.
- Sector residuos sólidos.
- Sector aguas residuales.
- Procesos industriales y uso de productos.
- Sector de agricultura, silvicultura y usos del suelo (AFOLU, por sus siglas en inglés).

Diagnóstico

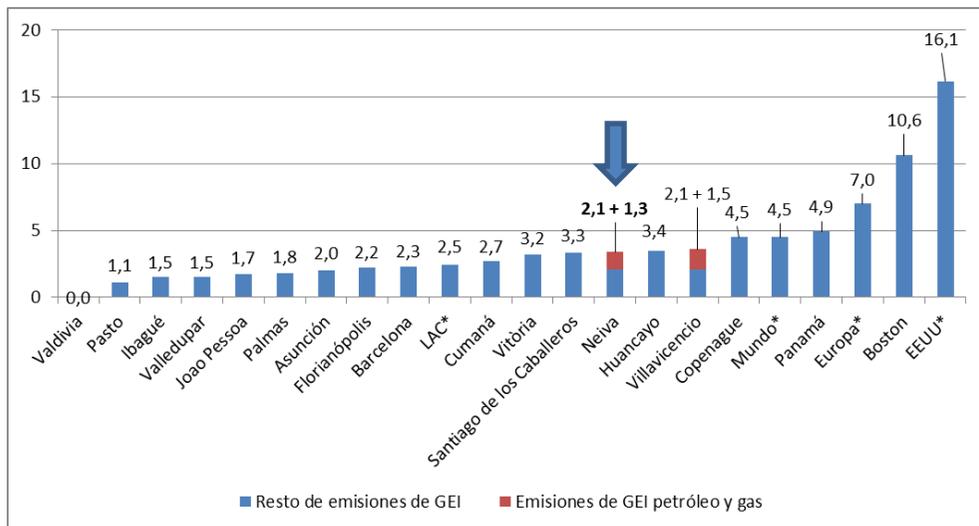
La Hoja de Ruta se basa en un diagnóstico cualitativo y cuantitativo, que incluye un inventario de emisiones de GEI del municipio de Neiva para los años 2009 y 2014. Para el desarrollo del inventario se ha creado una herramienta específica, adaptada al área de estudio. Este diagnóstico ha servido para identificar el potencial de reducción de emisiones de cada sector.

Los resultados que arroja el inventario de emisiones de GEI indican el balance de emisiones de GEI per cápita del Municipio de Neiva asciende a 3,4 t CO₂ e/hab. En Neiva, las emisiones por producción de petróleo suponen un 38% del total, por lo que constituyen una carga importante para el municipio. En este sentido, si la comparativa respecto a otros territorios se hace sin las emisiones por producción de petróleo, actividad poco frecuente en la mayoría de las ciudades estudiadas, se aprecia como el balance de emisiones per cápita (2,1 t CO₂ e/hab) es inferior tanto a la media de América Latina y Caribe, como a la media mundial así como muy inferior al resto de los países más desarrollados de Europa.

En términos absolutos, las emisiones del municipio de Neiva de 2014 resultaron 1.241.953 t CO₂e. Parte de estas emisiones se contrarrestan con las absorciones, que ascienden en 2014 a -73.368 t CO₂e, resultando en un balance de emisiones de 1.168.585 t CO₂e.

Asimismo, la emisión de CO₂ de origen biogénico (procedente de la combustión de biomasa), que no se encuentra incluida en los valores anteriores, asciende a 69.197 t CO₂. En la Figura 1 se presenta el balance de emisiones per cápita para Neiva y otras ciudades.

Figura 1. Comparativa del balance de emisiones per cápita (t CO₂e/hab)¹



Fuente: Elaboración propia

Las principales emisiones se producen en el Sector Fugitivas, que representa un 36% de las emisiones totales, debido a la actividad de extracción de petróleo y conducción de gas natural, sector fundamental en la economía municipal, registrándose varias concesiones petroleras en el municipio, seguidas de las emisiones del sector AFOLU con un 26% de las emisiones. En este sentido, el sector AFOLU a pesar de ser un sector emisor neto de CO₂e, las absorciones por la acción de los bosques del municipio de Neiva hacen que las emisiones se reduzcan en casi un 29%. El tercer sector es movilidad, que asciende a un 23% de las

emisiones totales debidas al consumo de diésel y gasolina. La aportación del resto de sectores es inferior al 16%, teniendo más relevancia el sector Residencial con un 6%, Residuos con un 3%, Servicios con un 3% e IPPU con un 1%.

Escenario tendencial

Se plantea un escenario tendencial o Business as Usual (BaU) a 2050 con una población que crece hasta los 429.041 habitantes –un 36,06% más que en 2014- y que mantiene las tendencias de los últimos años en cuanto a consumo de energía, producción de residuos, desarrollo industrial, etc.

En este escenario el balance de emisiones per cápita alcanzaría 4,13 t CO₂e, es decir, un 20% más que en 2014. En términos absolutos las emisiones totales de 2050 serían 1.771.121 t CO₂e, lo que implica un aumento del 51,56% respecto a 2014.

Este hecho viene influenciado principalmente por dos causas. La primera es el fuerte incremento poblacional que sufre el Municipio de Neiva entre los años estudiados. Por otro lado, en Neiva hay actividades que no dependen directamente del aumento de la población y que suponen una contribución elevada al total de las emisiones como son la ganadería o las emisiones fugitivas. Por ejemplo, las emisiones por producción de petróleo y gas natural han disminuido un 25,72% entre los años de estudio, pasando de una contribución del 36,18% en el año 2014 al 18,07% en el año 2050. Todo ello provoca que el incremento total de las emisiones sea más lento que el incremento poblacional, resultando en un aumento de las emisiones absolutas y una disminución de las emisiones per cápita.

Hoja de Ruta de Mitigación

¹ Fuente: Idom a partir de datos del Banco Mundial para los países (datos de 2010) y el BID para las ciudades (datos de 2012 y 2013). (*) Los países sólo incluyen emisiones asociadas al consumo de combustibles y a la producción de cemento.

Para la definición de acciones en la Hoja de Ruta de Mitigación se han priorizado los siguientes sectores:

- **AFOLU:** por ser el segundo sector emisor, así como el único sector con capacidad de efecto sumidero.
- **Movilidad:** por ser el tercer sector emisor y presentar un alto potencial de reducción de emisiones de GEI y de otras mejoras ambientales.
- **Residuos:** por presentar un alto potencial de reducción de emisiones de GEI, ya que la mayor parte de las emisiones se encuentra concentrada en fuentes puntuales (Relleno Sanitario Los Ángeles).
- **Energía Estacionaria:** por representar en conjunto un 65% de las emisiones, y por incluir el sector institucional, que aunque representa un porcentaje de emisiones inferior al 1%, debe establecer una actitud ejemplarizante.
- **Aguas Residuales:** por presentar la municipalidad una gran capacidad de actuación y por la inexistencia de un sistema de depuración de aguas residuales, aunque el sector represente un 0,8% de las emisiones totales.

En 2050, el área de estudio en el escenario inteligente, con la adopción de las 15 acciones específicas planteadas en torno a los ejes de eficiencia energética, energías renovables y optimización de los recursos que se muestran en la siguiente tabla, podría reducir un total de 374.154 t CO₂ e y supondrían un ahorro energético de 90.275 tep².

Tabla 01. Acciones incluidas en la Hoja de Ruta de Mitigación

Sector		Acción	
Energía Fuentes Estacionarias	Energía residencial	E.F.F.1	Incorporar criterios de compra y contratación verde.
	Energía institucional	E.F.F.2	Sustituir alumbrado público por equipos más eficientes, tipo LED.
	Energía institucional	E.F.F.3	Combinación de cubiertas verdes menguando el uso de sistemas de refrigeración con instalación

Sector		Acción	
Energía Fuentes Móviles	Energía residencial	E.F.F.4	de energía fotovoltaica en edificaciones (mediante subsidios o desgravaciones de impuestos). Rehabilitación energética en edificaciones públicas oficiales y en escuelas y colegios.
	Energía Movilidad	E.F.M.1	SETP: promoción de un sistema estratégico de transporte público (incorporando la sustitución de autobuses diésel a gas natural)
	Energía Movilidad	E.F.M.2	Mejora de la red de ciclovías, ampliándola y aumentando la conectividad entre ellas, incorporando estaciones de hidratación y parqueaderos.
	Energía Movilidad	E.F.M.3	Creación de una red peatonal de calles y mejora de las condiciones para el desplazamiento a pie
Residuos		R.1	Reducir las necesidades de movilidad a través de la incorporación de criterios ambientales y de movilidad a la planificación urbana: barrios compactos y diversos
		R.2	Compostaje de residuos orgánicos a gran escala, con separación en origen de materia orgánica compostable. Análisis de alternativas para la implantación de sistemas de aprovechamiento del biogás y de los lixiviados generados en el relleno sanitario Los Ángeles.
Aguas residuales		A.R.1	Construcción de una PTAR con tratamiento primario y secundario para la zona urbana
AFOLU		A.1	Desarrollo de proyectos específicos de reforestación. Restauración de áreas degradadas y estratégicas.

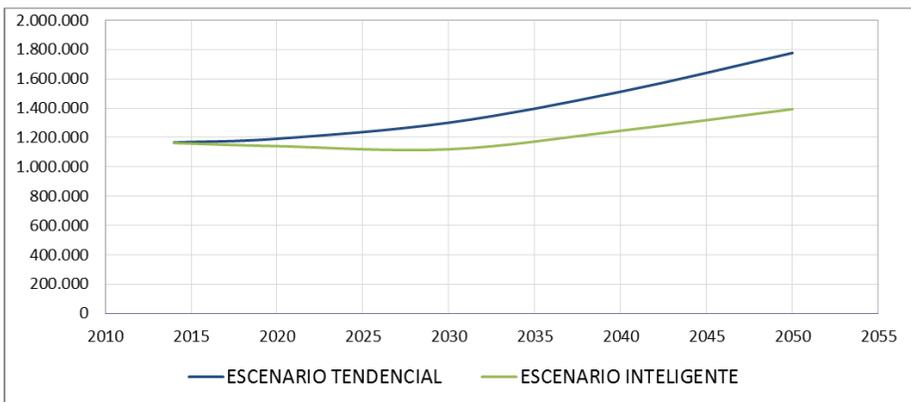
² Toneladas equivalentes de petróleo

Sector	Acción	
	A.2	Promover prácticas agroforestales y silvopastoriles (combinación de árboles y pastos y zonas agrícolas)
	A.3	Programas de capacitación a los agricultores y productores pecuarios sobre buenas prácticas en la gestión del estiércol y en el uso de fertilizantes (biofertilizantes y/o orgánicos)
Transversal	T.1	Educación ambiental y sensibilización ciudadana

Fuente: Elaboración propia

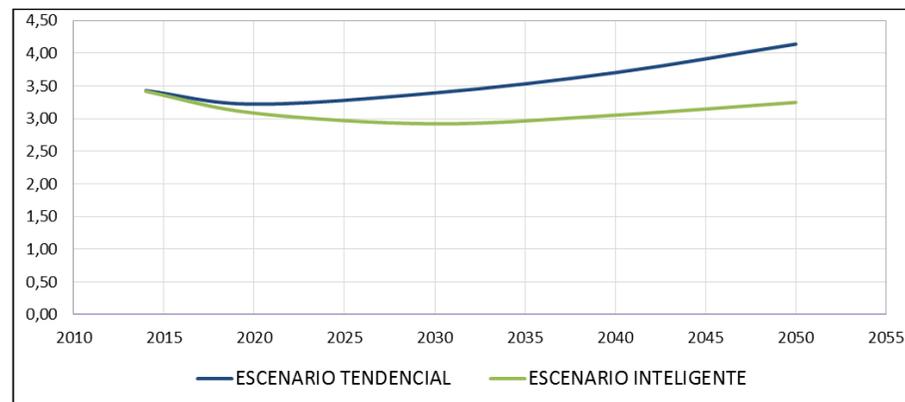
La adopción de estas acciones, supone en el año 2050, una reducción de las emisiones del 21% sobre el escenario tendencial en ese mismo año. Ello implica, que el balance de emisiones total del área de estudio en el año 2050 en este escenario inteligente, sea de 1.396.862 t CO₂e frente a las 1.771.015,99 t CO₂e del escenario tendencial. En términos per cápita, el balance de emisiones de este escenario sería de 3,25 t CO₂e frente a las 4,13 t CO₂e en el escenario tendencial, tal y como se puede observar en la Figura 2 y Figura 3.

Figura 2. Emisiones totales en los escenarios (t CO₂e/año)



Fuente: Elaboración propia

Figura 3. Emisiones per cápita en los escenarios (t CO₂e/hab año)



Fuente: Elaboración propia

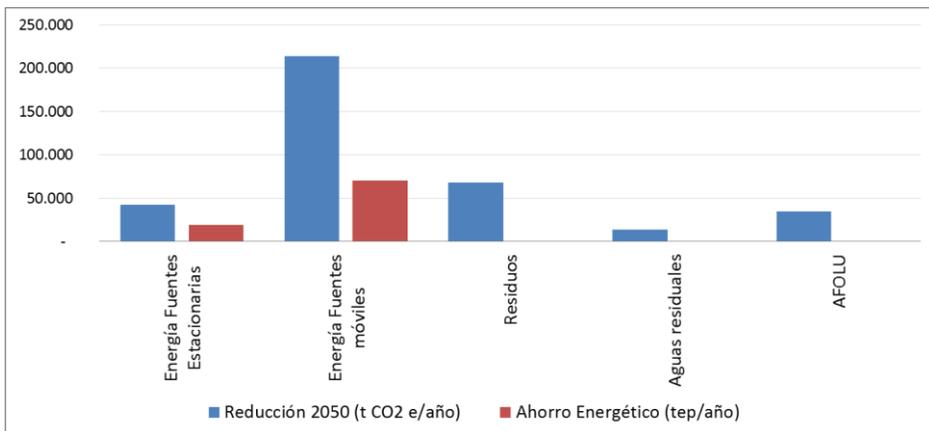
La principal reducción de emisiones se produce en el sector energía fuentes móviles, con un potencial de reducción de 214.095 t CO₂e, es decir, un 59% de las emisiones totales. En segundo lugar, se encuentran el sector residuos que reduce 68.523 t CO₂e, un 19% de las emisiones totales, y en tercer lugar se posiciona el sector energía fuentes estacionarias que reduce 52.561 t CO₂e, representando una reducción del 14,4% sobre las emisiones totales.

Por acción, la que más reduce es la E.F.M.1 de “SETP: promoción de un sistema estratégico de transporte público (incorporando la sustitución de autobuses diésel a gas natural)” con una contribución a las reducciones totales del 16%, seguida de la acción E.F.M.4 “Reducir las necesidades de movilidad a través de la incorporación de criterios ambientales y de movilidad a la planificación urbana: barrios compactos y diversos” con un 16%.

En cuanto al ahorro energético, tal como se puede observar en la Figura 4, el sector que produce mayor ahorro en el año 2050, es el de energía de fuentes móviles (74% sobre el ahorro total) seguido del sector energía fuentes estacionarias (25% sobre el ahorro total).

convertir esta Hoja de Ruta en un Plan de Cambio Climático. Se recomienda que además de mitigación, el Plan sea integral, e incluya asimismo adaptación al cambio climático.

Figura 4. Reducción de emisiones y ahorro energético, 2050



Fuente: Elaboración propia

Además de la reducción de emisiones existen otro tipo de cobeneficios asociados a la implantación de las acciones. De estos cobeneficios es necesario destacar tres. Por un lado, el ahorro energético, que contribuye a la seguridad energética de Neiva, por otro lado, la reducción de la contaminación atmosférica, especialmente a través de las acciones asociadas a la movilidad, y finalmente los servicios ecosistémicos derivados de las acciones asociadas al medio natural. Para garantizar la aplicación de las acciones, se recomienda



INTRODUCCIÓN Y METODOLOGÍA

2 ACRÓNIMOS

Acrónimo	Significado
ACP	Asociación Colombia del Petróleo
ACPM	Aceite Combustible para motores (Diesel)
AD	Dato de Actividad (Por sus siglas en ingles)
AECID	Agencia Española de Cooperación Internacional y Desarrollo
AFOLU	Agricultura, Silvicultura y otros usos del Suelo (por sus siglas en inglés)
AR	Informe de Evaluación (por sus siglas en inglés)
BaU	Escenario Tendencial o Business as Usual
BEI	Banco Europeo de Inversiones
BID	Banco Interamericano de Desarrollo
BM	Banco Mundial
BMU	Gobierno de Alemania (por sus siglas en alemán)
BPD	Barriles por día
BRT	Bus Rapid Transit
CAM	Corporación Autónoma Regional del Alto Magdalena
CAF	Corporación Andina de Fomento
CA-NSA	América Central – Norte Sudamérica (por sus siglas en inglés)

Acrónimo	Significado
CDCF	Fondo de carbono para el desarrollo comunitario
CE	Comité ejecutivo
CER	Reducción de Emisión Certificada
CES	Programa Ciudades Emergentes y Sostenibles
CIF	Fondos de Inversión Climática
CMNUCC	Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático
COP	Conferencia de las Partes
CORPOEMA	Corporación para la Energía y el Medio Ambiente
CSC	Ciudades Sostenibles y Competitivas
CTF	Fondo de Tecnología Limpia
DANE	Departamento Administrativo Nacional de Estadística
DANIDA	Agencia danesa de desarrollo internacional
DAP	Fosfato diamónico (por sus siglas en inglés)
DBO	Demanda biológica de oxígeno
DCF	Fondo danés del carbono
DDTS	Dirección de Desarrollo Territorial Sostenible
DNP	Departamento Nacional de Planeación

Acrónimo	Significado
DOE	Entidad designada de operación
ECDBC	Estrategia Colombiana de Desarrollo Bajo en Carbono
EEP	Alianza de Energía y Medio Ambiente
EF	Factor de Emisión (por sus siglas en ingles)
ELECTROHUILA	Electrificadora del Huila
EO	Entidad Operacional
EPN	Las Ceibas - Empresas Públicas de Neiva E.S.P
EU ETS	EU Emissions Trading Scheme
FA	Fondo Adaptación
FCPF	Fondo Cooperativo para el carbono de los bosques
FEDEGAN	Federación Colombiana de Ganaderos
FECC	Fondo Especial para el Cambio Climático
FINDETER	Financiera del Desarrollo
FIP	Programa de inversión forestal
FMAM	Fondo para el medio ambiente mundial
FOD	Descomposición de Primer Orden
FONTAGRO	Fondo Regional de Tecnología Agropecuaria
FVC	Fondo Verde para el clima

Acrónimo	Significado
GEF	Fondo Mundial para el Medio Ambiente
GEI	Gases de Efecto Invernadero
GHG	Greenhouse Gas
GIZ	Agencia alemana para a cooperación internacional
GLP	Gas Licuado del Petróleo
GPC	Protocolo Global de Emisiones
HFCs	Hidrofluorocarbonos
IADB	Inter-American Development Bank
ICA	Instituto Colombiano Agropecuario
ICAO	Internacional Civil Aviation Organization
ICI	Iniciativa internacional para la protección del clima
ICLEI	Local Governments for Sustainability
IDEAM	Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales
INDC	Contribuciones Determinadas y Previstas a Nivel Nacional
INFRAFUND	Fondo de Infraestructura
IPCC	Panel Intergubernamental de Cambio Climático
IPPU	Sector Procesos industriales y uso de productos
JICA	Agencia de cooperación internacional de Japón

Acrónimo	Significado
KFW	Banco de crédito para la reconstrucción
LAC	Latinoamérica y Caribe
LED	Light Emitting Diode
LULUCF	Usos del Suelo y Cambio de Usos del Suelo (por sus siglas en ingles)
MDL	Mecanismo para un Desarrollo Limpio
MIF	Fondo Multilateral de Inversiones
MRV	Medida, Reporte y Verificación
NAMA	Nationally Appropriate Mitigation Action
NMDLF	Fondo holandés para el MDL
ODM	Objetivos de Desarrollo del Milenio
ONG	Organización No Gubernamental
PAS	Plan de Acción Sectorial
PCF	Fondo prototipo de carbono
PFCs	Perfluorocarbonos
PIB	Producto Interior Bruto
PLAC+E	Programa Latinoamericano del carbono energías limpias y alternativas

Acrónimo	Significado
PNUD	Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo
PNUMA	Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente
POMCA	Plan de Ordenamiento y Manejo de las Cuencas
POMCH	Plan de Ordenamiento y Manejo de las Cuencas Hidrográficas
POT	Plan de Ordenamiento territorial
PPC	Producción per Cápita
PPCR	Programa piloto para la resiliencia climática
PRAE	Proyecto Ambiental Escolar
PSMV	Plan de Saneamiento y Manejo de Vertimientos
PTAR	Planta de Tratamiento de Aguas Residuales
PYME	Pequeña y Mediana Empresa
RETIQ	Reglamento Técnico de Etiquetado
RICIA	Residuos Industriales, Comerciales e Institucionales Asimilables a urbanos
SAO	Sustancias Agotadoras de la capa de Ozono
SCF	Fondo estratégico sobre el clima
SECCI	Iniciativa de Energía Sostenible y Cambio Climático
SGP	Programa de pequeñas donaciones

Acrónimo	Significado
SICOM	Sistema de Información de Combustibles Líquidos
SIDA	Agencia sueca de cooperación internacional
SISCLIMA	Sistema Nacional de Cambio Climático
SUI	Sistema Único de Información de Servicios Públicos
SREP	Programa de energía renovable para países de bajos ingresos
SSPD	Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios
SWH	Energía Solar para calefacción (por sus siglas en inglés)
UNAL	Universidad Nacional de Colombia
UNDP	Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (por sus siglas en inglés)

Acrónimo	Significado
UNFCCC	Convención Marco de Naciones Unidas sobre Cambio Climático
UN-HABITAT	Naciones Unidas- HABITAT
UNIDO	Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial
UPME	Unidad de Planeación Minero Energética
USAID	Agencia de estados unidos para desarrollo internacional
USD	Dólares de Estados Unidos de América
VER	Emisiones reducidas verificadas
WG	Grupo de Trabajo (por sus siglas en inglés)
WGII	Grupo de Trabajo II (por sus siglas en inglés)
WRI	World Resources Institute

3 MARCO CONCEPTUAL Y METODOLOGÍA USADA

3.1 ANTECEDENTES

Este trabajo se enmarca dentro del Programa Ciudades Emergentes y Sostenibles (CES) del Banco Interamericano de Desarrollo (BID), que se traslada a Colombia a través de Financiera del Desarrollo (FINDETER) con el nombre de Plataforma de Ciudades Sostenibles y Competitivas (CSC). El Programa CSC adopta la metodología CES y la ajusta al contexto y necesidades de las urbes intermedias del país. Dicha metodología tiene en cuenta los instrumentos de planificación de las ciudades colombianas y también la información disponible que producen las diferentes instancias subnacionales y nacionales involucradas en la planificación urbana. La metodología de esta iniciativa considera la realización de estos estudios que se convierten en insumo importante para la toma de decisiones en cuanto a ordenamiento territorial y ambiental para la ciudad.

Cabe señalar que los estudios arrojan lineamientos generales para la planificación del territorio, acorde a la escala de intervención abordada, según lo estipulado en el contrato de consultoría No.26 de 2016 suscrito entre la Financiera de Desarrollo Territorial S.A e IDOM Ingeniería y Consultoría S.A.U; teniendo en cuenta lo anterior, aunque los estudios se convierten en herramienta fundamental de toma de decisiones, se recomienda al municipio adelantar estudios a una escala más detallada en caso de querer ejecutar intervenciones puntuales en las zonas más sensibles detalladas por los estudios.

El objetivo general del Programa CSC es contribuir a la construcción de manera ordenada de ciudades intermedias, garantizando un crecimiento sostenible que satisfaga las necesidades básicas de la población, brinde oportunidades de empleo, seguridad y educación, genere confianza entre la ciudadanía, los inversionistas y las administraciones municipales y garantice la utilización eficiente de los recursos naturales adaptándose a las consecuencias del cambio climático.

Además, el Programa CSC plantea los siguientes objetivos específicos:

- Contribuir a un modelo de ciudad planificado e integral que muestre niveles de crecimiento inteligente a la vez que constituya un lugar donde la gente quiera y pueda vivir.
- Orientar las acciones clave y los principales retos a los que se deben enfrentar las ciudades que hoy muestran un alto índice de crecimiento poblacional y desarrollo

económico para adelantar acciones de corto, mediano y largo plazo que permitan llegar a una situación de mayor sostenibilidad.

- Contribuir al mejoramiento de indicadores sociales, económicos y ambientales en las ciudades a partir de la ejecución de proyectos sostenibles.
- Fortalecer la capacidad institucional en las administraciones municipales con el fin de mejorar su gestión en beneficio de las comunidades.
- Financiar proyectos de inversión sostenible que garanticen la infraestructura de servicios que demandan las ciudades.

El Programa CSC utiliza un enfoque multidisciplinario para abordar los desafíos que enfrentan las áreas urbanas intermedias de Colombia. Entre estos desafíos destacan la integración de su sostenibilidad ambiental, el desarrollo urbano integral, la sostenibilidad fiscal y el buen gobierno. Tomando ello en cuenta, la Plataforma proporciona un conjunto de herramientas para este tipo de ciudades que tienen como meta:

1. Identificar los principales retos que pueden encontrar en su camino hacia la sostenibilidad.
2. Evaluar y priorizar los problemas identificados para definir las decisiones de inversión en los sectores que pueden generar impactos más positivos.
3. Encontrar soluciones específicas adecuadas en función del costo-beneficio, las cuales podrían allanar el camino hacia la sostenibilidad ("intervenciones prioritarias"). Además, en la definición de las soluciones propuestas, se analizan las posibles fuentes locales de financiamiento, así como la capacidad institucional disponible para su ejecución.
4. Dar seguimiento a los progresos y avances obtenidos una vez que se implementen las intervenciones.

Tanto CES como el Programa CSC toman en cuenta tanto las características ambientales y de cambio climático de las ciudades, así como sus aspectos urbano, fiscal y gubernamental, estas características son agrupadas en cuatro dimensiones o pilares:

1. Sostenibilidad Ambiental y Cambio Climático.
 - a. Gestión ambiental local y control de la contaminación (entre los que se encuentran la contaminación del aire y del agua, la gestión de residuos sólidos y la prevención de desastres).

- b. Mitigación del cambio climático (a través de la eficiencia energética y otras medidas).
- c. Reducción de la vulnerabilidad climática y medidas pertinentes para su adaptación.
- 2. Desarrollo Urbano Sostenible.
 - a. Diseño de la ciudad y de su crecimiento (capacidad de controlar el desarrollo a través de la planificación y control efectivo de las políticas de uso de la tierra).
- 3. Desigualdad social y distribución inequitativa de los servicios urbanos.
 - a. Eficiencia de los sistemas de transporte urbano.
 - b. Competitividad económica.
 - c. Nivel de eficacia de los servicios de seguridad pública.
- 4. Sostenibilidad Fiscal y Gobernabilidad.
 - a. Capacidad de los gobiernos locales para priorizar y financiar las inversiones necesarias.
 - b. Financiar y mantener los servicios urbanos y sociales.
 - c. Controlar adecuadamente sus gastos y deudas.
 - d. Tomar decisiones de forma transparente.

En la fase de diagnóstico se realizan tres estudios base:

1. Módulo 1: Estudio de mitigación del cambio climático.
2. Módulo 2: Estudio de vulnerabilidad y de riesgos naturales.
3. Módulo 3: Estudio de crecimiento urbano.

El municipio de Neiva (en adelante, Neiva), ha sido seleccionado por FINDETER para participar en el Programa CSC. La elaboración de los tres estudios base ha sido adjudicado en concurso público a la firma Idom.

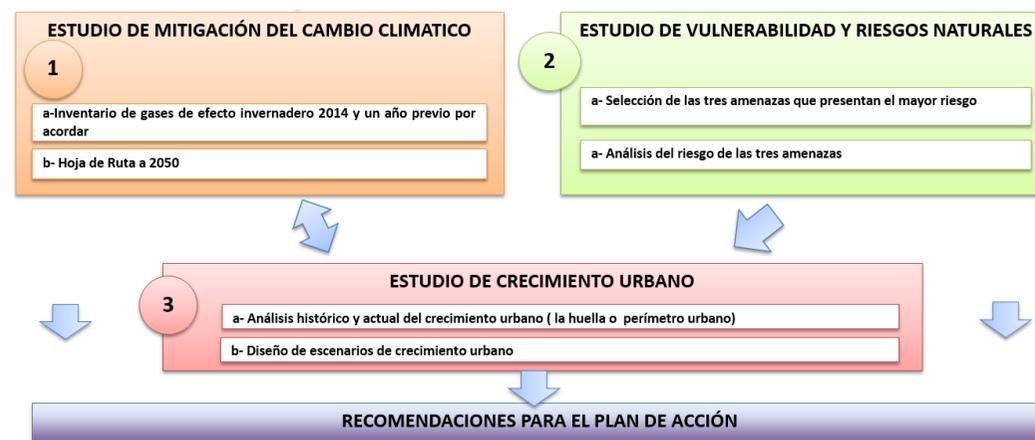
Todos los gráficos y tablas presentados en este documento son de elaboración propia, excepto si se especifica lo contrario.

3.2 METODOLOGÍA GENERAL DE LOS ESTUDIOS BASE

La Figura 5 resume las principales tareas de cada uno de los estudios base. Existe una fase previa común a todos los estudios, que incluye una gira de reconocimiento territorial.

- El objetivo del Módulo 1 es cuantificar las emisiones de gases de efecto invernadero, analizar las tendencias a futuro y proponer una Hoja de Ruta de mitigación del cambio climático.
- El objetivo del Módulo 2 es seleccionar las tres principales amenazas naturales para la ciudad, evaluar la vulnerabilidad, elaborar mapas de riesgo y proponer acciones correctivas.
- El objetivo del Módulo 3, es analizar la tendencia histórica del aumento de la huella urbana, realizar un escenario tendencial, y proponer un escenario inteligente para limitar el crecimiento de la huella urbana, especialmente en áreas vulnerables.

Figura 5. Metodología general de los estudios base



Fuente: Elaboración propia

Los estudios base no son independientes sino que existen interrelaciones entre ellos:

- El **Módulo 1** cuantifica emisiones, que son el último responsable del cambio climático global y sus impactos (aunque no existe una relación directa entre localización de emisiones e impactos). Algunas opciones de mitigación,

especialmente las relacionadas con el sector transporte, pueden condicionar el crecimiento de la huella urbana.

- El **Módulo 2** determina entre otros productos, los peligros naturales que amenazan a la ciudad. Esta información será un insumo para el Módulo 3, ya que el escenario inteligente se diseñará considerando evitar el crecimiento urbano en las zonas de riesgo, y potenciando los espacios con mejores características para el crecimiento de la ciudad.
- Las proyecciones del **Módulo 3**, huella urbana y usos del suelo, en el escenario tendencial y en el escenario inteligente se tendrán en cuenta a la hora de contabilizar emisiones de gases de efecto invernadero en el Módulo 1.

3.3 METODOLOGÍA ESPECÍFICA DEL MÓDULO 1

El Módulo 1 consta de dos fases y de unas tareas previas, tal y como presenta la Figura 6.

Las tareas previas se centran en una recopilación de información disponible, y en el desarrollo de un programa de participación de cambio climático, con su consecuente identificación de actores relevantes. Además existe una gira de reconocimiento territorial, para observar de primera mano la realidad del territorio, así como para conocer a algunos actores.

A continuación, durante la primera fase se constituye un diagnóstico de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI). El diagnóstico presenta tres componentes, la primera, un diagnóstico cuantitativo, en forma de inventario de GEI, la segunda un diagnóstico cualitativo, desarrollado a partir de estudios previos existentes y de aportaciones de los principales agentes en entrevistas y talleres, y una tercera componente de desarrollo de un

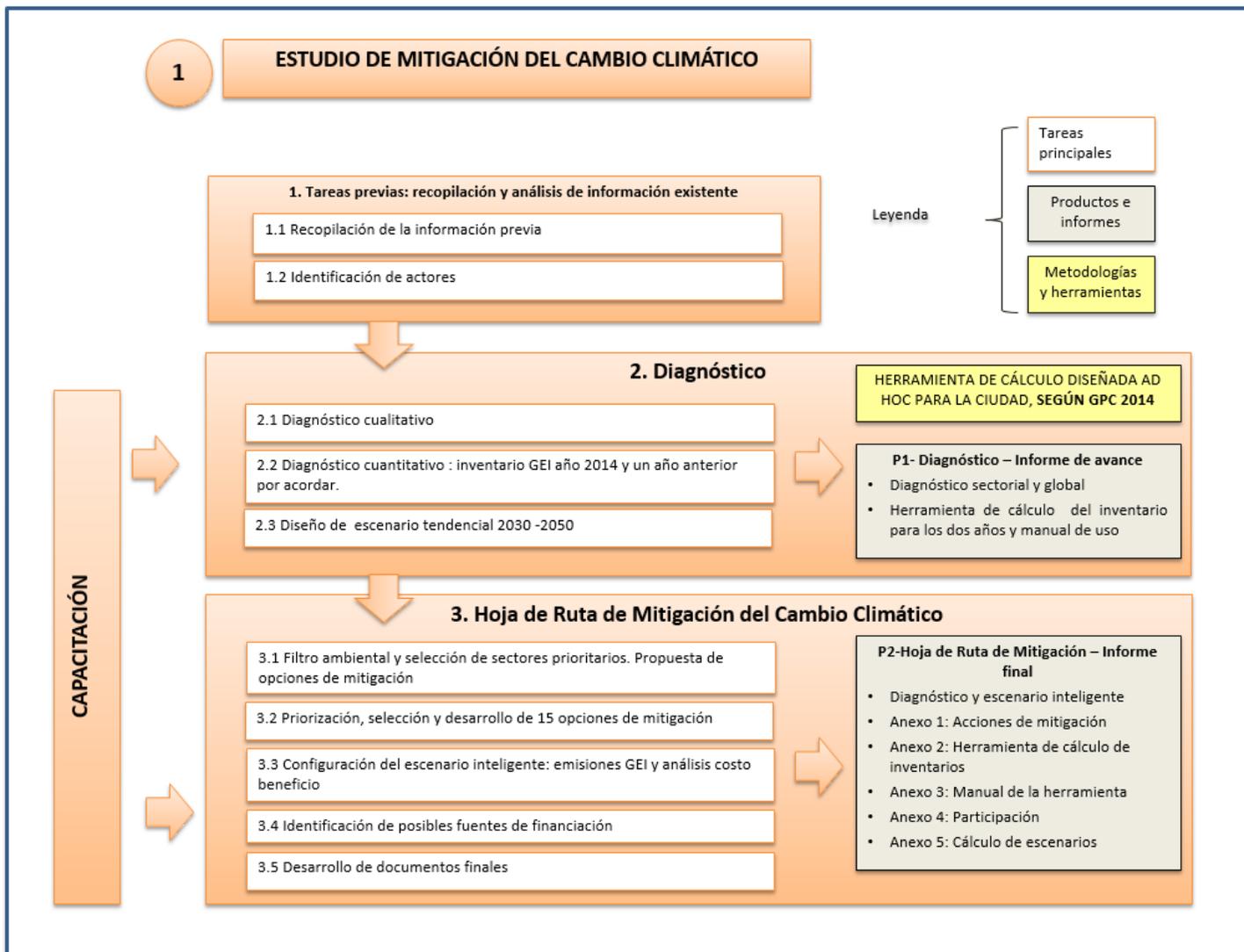
escenario tendencial a nivel de emisiones de GEI, alineado con el escenario tendencial del Módulo 3.

El inventario de GEI es uno de los principales productos asociados a este estudio. Se realiza en el marco del Protocolo Global para Comunidades V2, tal y como se describe en el apartado 5. Se trata de un inventario para el municipio de Neiva, con una importante labor de desarrollo de una herramienta informática de cálculo, realizada ad hoc para esta área de estudio. El diseño de la herramienta busca el equilibrio entre la facilidad de uso y la obtención de resultados fiables. Así, utilizando dicha herramienta se calculan las emisiones de GEI de 2014 y de 2009, con el fin de contar con inventario pasado que nos ayude a comprender la evolución de las emisiones de GEI del municipio. Esta herramienta puede ser utilizada por el municipio de Neiva para realizar nuevos inventarios futuros o pasados.

El diagnóstico sirve como base para el desarrollo de la Hoja de Ruta de Mitigación del municipio de Neiva, con horizonte temporal 2050. La Hoja de Ruta de Mitigación establece un marco estratégico, que incluye una visión y un objetivo de reducción de emisiones. Posteriormente, se desarrollan líneas de actuación, que se despliegan en acciones específicas hasta alcanzar el objetivo estratégico establecido, configurándose así el escenario inteligente de crecimiento. Este escenario inteligente de crecimiento está alineado con el escenario inteligente del Módulo 3.

Para cada acción se desarrolla una ficha específica que recoge directrices y claves para la implantación de la acción.

Figura 6. Síntesis del estudio de mitigación del cambio climático



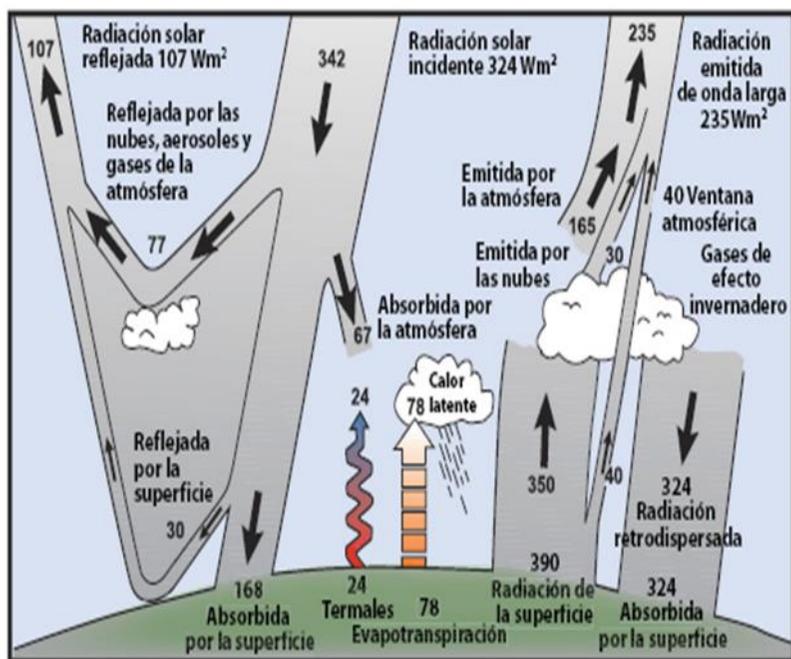
Fuente: Elaboración propia

4 MARCO DEL ANÁLISIS

4.1 ¿POR QUÉ ACTUAR FRENTE AL CAMBIO CLIMÁTICO?

El cambio climático es una consecuencia de la alteración del balance radiativo de la Tierra (ver Figura 7), a causa de cambios en la composición de la atmósfera por la emisión de gases de efecto invernadero y cambios de uso del suelo.

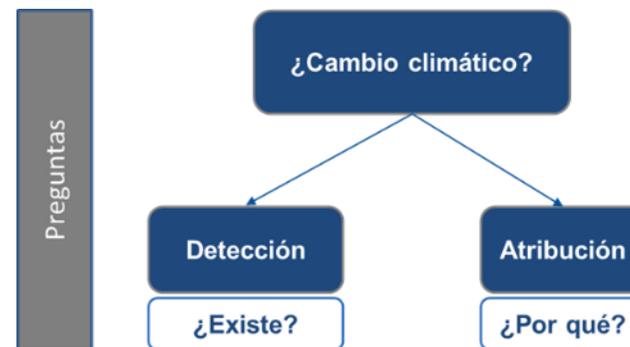
Figura 7. Balance radiativo de la Tierra



Fuente: IPCC, 2007: Perry, M.L., O.F. Canziani, J.P. Palutikof y Coautores 2007: Resumen Técnico. Cambio Climático 2007: Impactos, Adaptación y Vulnerabilidad. Aportes del Grupo de Trabajo II al Cuarto Informe de Evaluación del Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático, M.L. Parry, O.F. Canziani, J.P. Palutikof, P.J. van der Linden y C.E. Hanson, Eds., Cambridge University Press, Cambridge, Reino Unido

Desde que se plantearon las primeras hipótesis sobre el cambio climático, la comunidad científica ha tratado de dar respuesta a dos preguntas (ver Figura 8).

Figura 8. Las preguntas sobre el cambio climático

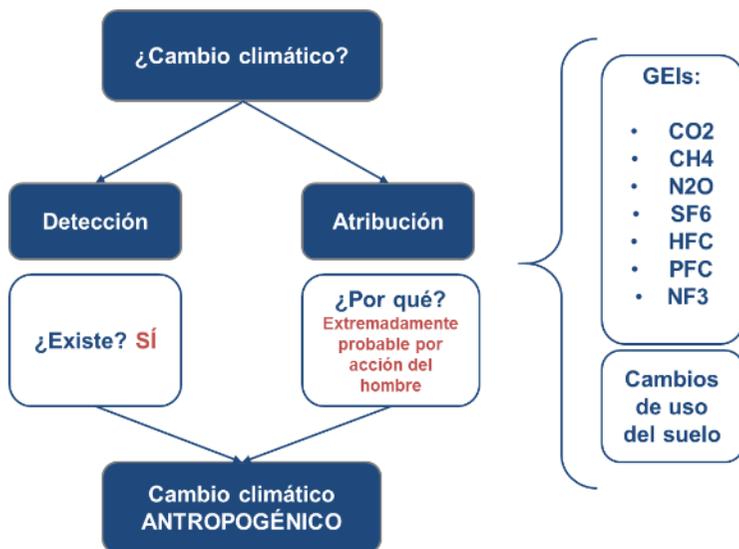


Fuente: Elaboración propia

La primera de ellas se plantea la existencia de un cambio climático. Es a lo que se le conoce por “detección”. La segunda pregunta trata de aclarar, cuál es la principal causa del cambio climático, en caso de que exista. A esta cuestión se le denomina “atribución”.

El Panel Intergubernamental de Cambio Climático (IPCC por sus siglas en inglés), publica periódicamente a través de sus Informes de Evaluación los resultados de los últimos estudios que tratan de responder a estas preguntas. Las conclusiones del último Informe (AR 5, por sus siglas en inglés) señalan que el calentamiento global es inequívoco y que es extremadamente probable que desde mediados del siglo XX sea debido a las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) y a los cambios de uso del suelo asociados a la actividad humana (ver Figura 9).

Figura 9. Las respuestas del IPCC



Fuente: Elaboración propia

Los principales GEI y sus fuentes más comunes aparecen recogidos en la Figura 10.

Figura 10. GEI contemplados en el Protocolo de Kyoto

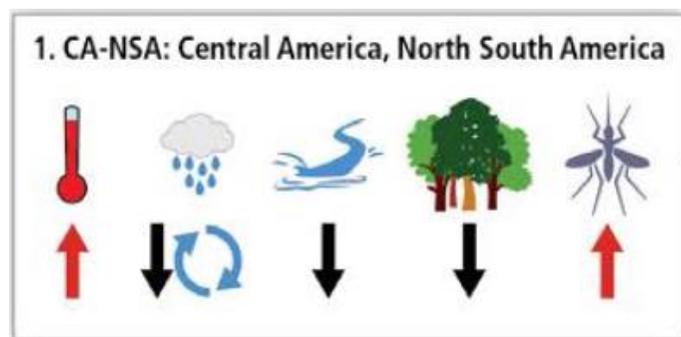
CO ₂	Dióxido de Carbono: Procede de la combustión de materiales con base de carbono y de algunos procesos de producción como el del cemento.
CH ₄	Metano: Procede de la combustión de materiales con base de carbono, de fugas de gas natural, y principalmente de procesos de descomposición de residuos, de tratamiento de aguas residuales, de la ganadería (fermentación entérica) y de la agricultura (cultivo arroz).
N ₂ O	Óxido nítrico: Procede de la combustión de materiales con base de carbono, de procesos químicos, del tratamiento de aguas residuales, de la ganadería (gestión de estiércol) y sobre todo de la agricultura (uso de fertilizantes nitrogenados).
SF ₆	Hexafluoruro de azufre: Se utiliza como aislamiento de equipos de alta tensión, y como auxiliar en la fabricación de sistemas de refrigeración de cables y semiconductores. En la industria se genera en la producción de aluminio y magnesio.
PFCs	Perfluorocarbonos: Proceden de la producción primaria de aluminio, y de la incineración de plásticos y cerámicas. Otros focos minoritarios tienen lugar en los equipos de refrigeración, en el sector electrónico y en los sistemas de extinción de incendios.
HFCs	Hidrofluorocarbonos: Se originan en los equipos de refrigeración, tanto en estado operativo, como al final de su vida útil. Son utilizados como agentes propulsores en los aerosoles, y como material aislante en espumas para hogares y edificios.
NF ₃	Trifluoruro de nitrógeno, (también conocido como Trifluoroamonio, Perfluoroamonio): GEI considerado en el Protocolo de Kyoto desde 2013. Se utiliza como un grabador en la microelectrónica y en la fabricación de pantallas planas de cristal líquido.

Fuente: Elaboración propia

4.2 UN PROBLEMA DIFERENTE

De acuerdo al último Informe de Evaluación del IPCC, publicado en 2014, los principales impactos asociados al cambio climático estarían relacionados con un aumento de temperatura, una reducción de la precipitación y cambios en la estacionalidad de la misma, una reducción del caudal de los ríos, una reducción de la cobertura forestal y un aumento de los vectores sanitarios, tal y como plantea la Figura 11.

Figura 11. Impactos esperados en la zona de estudio (temperatura, precipitaciones, escorrentía, cobertura forestal y vectores sanitarios)

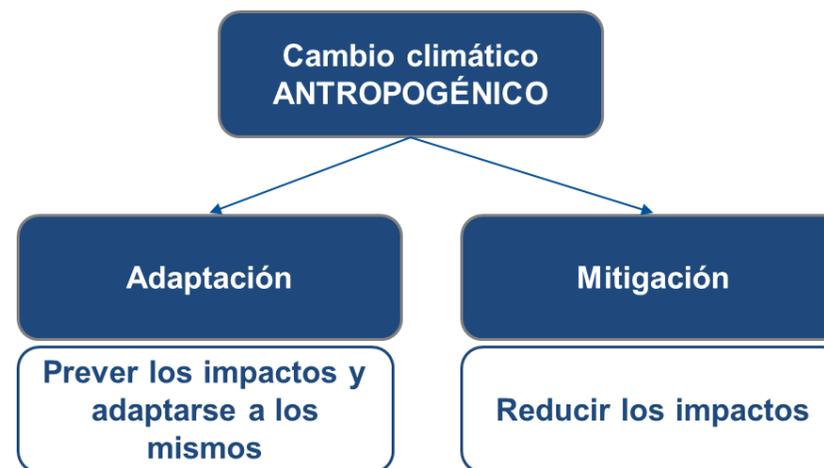


Fuente: IPCC, 2014 – WGII Report. Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability

Existen tres características del cambio climático que lo convierten en un problema de dimensiones desconocidas hasta ahora. Lo primero, que es un problema de escala global donde la responsabilidad es compartida (aunque diferenciada). Lo segundo, que los impactos son locales, a largo plazo, y repartidos de forma muy diferente por el globo, independientemente de la localización de la emisión; y, tercero y último, que por la complejidad del sistema climático global, la incertidumbre que rodea a los impactos pronosticados es significativa. Todos somos responsables de unos impactos de magnitud incierta, que en cualquier caso, afectarán más a los colectivos más vulnerables.

Por esta problemática son necesarios dos tipos de estrategia, la adaptación y la mitigación (ver Figura 12). La adaptación se basa en asumir ciertos impactos, ya irreversibles, y adaptarse a ellos, mientras que la mitigación busca reducir la concentración de GEI en la atmósfera, para reducir así la magnitud del cambio.

Figura 12. Estrategias de lucha contra el cambio climático



Fuente: Elaboración propia

Las estrategias de mitigación pueden reducir los impactos proyectados. La responsabilidad compartida en materia de emisiones de GEI y los impactos locales, hacen que estas estrategias deban ser implementadas tanto a nivel global y nacional como a nivel local: en cada municipio y organización.

Sin embargo, a través de una correcta planificación se puede convertir el cambio climático en una oportunidad. Una oportunidad de desarrollo que transforme la sociedad en una sociedad ecoeficiente, baja en carbono, con una menor dependencia de recursos energéticos externos y con una menor vulnerabilidad frente a los fenómenos atmosféricos.

La capacidad de actuar desde la escala nacional sobre los sectores difusos debe ser complementada con actuaciones en la escala local. Por ello las autoridades locales deben poner su granito de arena y reducir las emisiones de gases de efecto invernadero haciendo uso pleno de sus competencias por tres claras razones:

- Gran peso de los núcleos urbanos, que aglutinan entre el 60 y el 70% de las de las emisiones globales de GEI asociadas al consumo, y rápido crecimiento de las ciudades en países en desarrollo³.
- Mientras que por regla general, la industria está aumentando su sensibilización ambiental y moderando sus emisiones, hay sectores como el transporte, la gestión de residuos y el sector residencial y servicios que están desarrollando una tendencia inversa. Son los llamados sectores difusos.
- Las municipalidades tienen competencias directas sobre los sectores nombrados en el punto anterior. Además la posición de la Administración es ideal para potenciar la participación de los ciudadanos y su sentido de la corresponsabilidad en materia de cambio climático.

En el campo de la mitigación, el primer paso para poder reducir las emisiones asociadas a un territorio es realizar un diagnóstico inicial. Conocer el punto de partida. Una de las herramientas adecuadas para ello es el inventario de emisiones de gases de efecto invernadero: la medida del impacto sobre el cambio climático de un territorio, actividad o producto en términos de CO₂ equivalente (CO₂e).

Un inventario de emisiones permite cuantificar la situación de partida, detectar sectores especialmente sensibles y finalmente da la posibilidad de plantear y monitorizar medidas de acción que corrijan las tendencias negativas relacionadas con la generación de emisiones de GEI. Este diagnóstico cuantitativo, debe complementarse con un diagnóstico cualitativo. Adicionalmente, este inventario y esta Hoja de Ruta de Mitigación, además de aportar beneficios en cuanto al desarrollo sostenible del área, situará a Neiva como ejemplo para otras ciudades, a la vez que le colocará en un mejor lugar para acceder a fondos dedicados a la mitigación.



«Todo lo que se puede medir, se puede mejorar»

Peter Drucker

³ Naciones Unidas, 2011 –. Las ciudades y el cambio climático: orientaciones para políticas. Informe Mundial sobre asentamientos humanos 2011.

5 INTRODUCCIÓN AL DIAGNÓSTICO

5.1 CONCEPTOS BÁSICOS

El inventario se plantea con base en Protocolo Global de Emisiones a Escala de Comunidad, en su versión 2.0 (GPC por sus siglas en inglés - Global Protocol for Community Scale Greenhouse Emissions). Se trata de un estándar para la realización de inventarios de gases de efecto invernadero en ciudades creado por World Resources Institute (WRI), C40 Cities Climate Leadership Group (C40), e ICLEI – Local Governments for Sustainability (ICLEI), con colaboración del Banco Mundial, UNDP y UN-HABITAT. Este estándar trata de establecer un marco que permita la comparación entre inventarios de ciudades.

Tras la publicación de la versión 1.0 en Mayo de 2012 y de un periodo de pilotaje en 35 ciudades de todo el mundo entre Enero de 2014 y Mayo de 2014, se publica en Julio de 2014 la versión 2.0 del GPC, que será la utilizada en este inventario de emisiones de GEI. La versión 2.0 presenta varias novedades respecto a la versión 1.0:

- Inclusión del trifluoruro de nitrógeno (NF3), en línea con el Protocolo de Kyoto, que lo incluyó en el grupo de gases de efecto invernadero en el año 2014.
- Aumenta el alcance de BASIC+, incluyendo las emisiones de alcance 3 de fuentes estacionarias.
- Se incluye el reporte del CO₂ procedente de la combustión de carbono biogénico, de forma separada.
- Se incluye el reporte de las emisiones directas asociadas a la gestión de residuos importados, también de forma separada.
- Se incluyen datos adicionales descriptivos en el formato de reporte.

5.2 PRINCIPIOS DEL INVENTARIO

El GPC basa el desarrollo del inventario en los siguientes principios, que deberán ser tenidos en cuenta a lo largo de todo el proceso de planificación y cálculo:

- **Relevancia:** Seleccionar las fuentes de emisión y sumideros, datos y metodologías apropiados para las necesidades del usuario previsto. El inventario debe reflejar las actividades que se desarrollen dentro de los límites geográficos del inventario. Con base en principio de relevancia es posible excluir las emisiones que no sean representativas del territorio.

- **Integridad:** Incluir todas las emisiones y remociones de GEI relevantes. Se deben incluir notas explicativas cuando una fuente de emisión sea excluida, no sea relevante o no exista en el territorio.
- **Consistencia:** Los cálculos deben ser consistentes en enfoque, metodología y alcance. Así, se debe permitir comparaciones en los resultados a lo largo de una serie temporal. Se deben aplicar las metodologías recomendadas por GPC, reportando y justificando cualquier desviación.
- **Transparencia:** Los datos de actividad, factores de emisión y metodologías deben estar adecuadamente documentadas y listas para su verificación. La información debe ser suficiente para garantizar que el inventario pueda ser replicable. Es especialmente importante señalar claramente las fuentes de información utilizadas.
- **Exactitud:** Se deben evitar errores sistemáticos que lleven a sobreestimar o infravalorar las emisiones. La exactitud de los cálculos debe ser suficiente para servir para el objeto para el que se realiza el inventario. Se debe reducir la incertidumbre al máximo dentro de los límites posibles y prácticos.
- **Capacidad de medición:** Los datos necesarios para el desarrollo del inventario deben ser fácilmente accesibles en tiempo y costo. Cualquier exclusión o estimación deberá estar perfectamente documentada.

En la práctica, pueden aparecer conflictos entre los diferentes principios. Por ejemplo, cumplir el principio de integridad puede requerir el uso de datos menos exactos, afectando al principio de exactitud.

5.3 TIPOS DE EMISIONES

El GPC considera dos tipos de emisiones, en función del lugar de generación de las mismas:

- **Emisiones directas:** son emisiones que se producen dentro de los límites geográficos del inventario (en el área de estudio).
- **Emisiones indirectas:** son emisiones que se producen fuera de los límites geográficos del inventario, pero que están directamente relacionadas con actividades que suceden dentro del área de estudio.

Con base en esta primera clasificación, el GPC plantea tres alcances diferentes (ver Figura 13), en línea con otros protocolos de contabilidad de carbono como el GHG Protocol o la norma ISO 14064-1:2006:

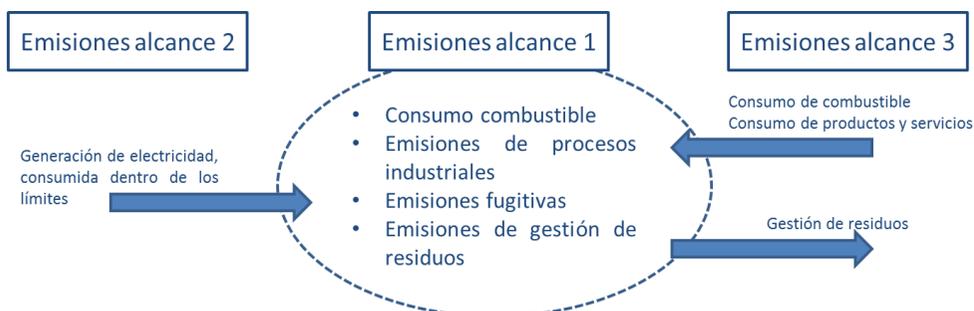
- **Alcance 1:** Todas las emisiones directas. Es el caso de las emisiones asociadas a la combustión en calderas, o en motores de vehículos que se producen dentro del área de estudio.
- **Alcance 2:** Todas las emisiones indirectas asociadas al consumo de energía de red dentro de los límites geográficos del inventario, como es el caso del consumo de electricidad (parte de la electricidad se genera en la zona de estudio mientras que otra parte se genera fuera).
- **Alcance 3:** El resto de emisiones indirectas no contempladas en el alcance 2. Por ejemplo, las emisiones asociadas a la gestión de residuos generados dentro de los límites geográficos, pero gestionados fuera del área de estudio.

Puesto que la electricidad se contabiliza desde el lado de la demanda en el alcance 2, y con objeto de evitar la doble contabilidad, las emisiones del alcance 1 asociadas a la generación de electricidad en el área de estudio no deben ser contabilizadas en el valor total de emisiones. No obstante, estas emisiones sí deben ser reportadas en el alcance 1, a nivel informativo.

De forma similar sucede con las emisiones de GEI asociadas a la gestión en el área de estudio de residuos procedentes de fuera del área de estudio. Estas emisiones se contabilizan como alcance 1, pero no en el total de emisiones.

Por estas dos excepciones, la suma de los alcances 1, 2 y 3, no es igual al total de las emisiones consideradas en el área de estudio.

Figura 13. Emisiones según alcance

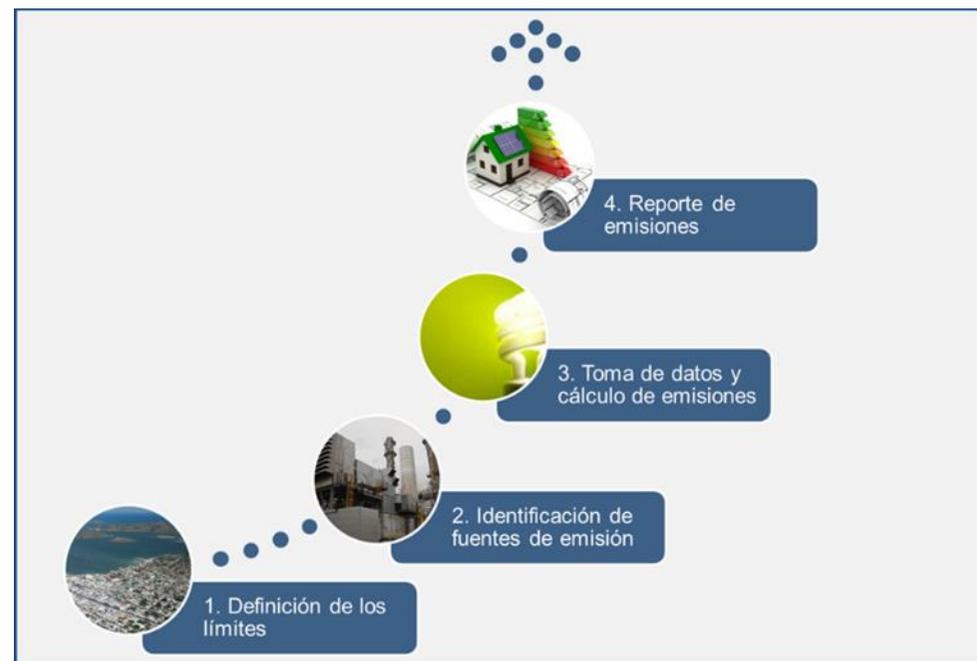


Fuente: Elaboración propia

5.4 PASOS PARA LA REALIZACIÓN DE UN INVENTARIO

Cualquier inventario de emisiones de GEI de un territorio debe contar con los cuatro pasos recogidos en la Figura 14.

Figura 14. Pasos para la elaboración de inventarios de emisiones



Fuente: Elaboración propia

5.4.1 Paso 1: definición de los límites

Es necesario definir los límites del inventario a dos niveles:

- **Geográficos:** define el área geográfica de estudio. Puede tratarse de un municipio, un área metropolitana, una organización, etc. Todas las emisiones que se produzcan dentro de estos límites serán emisiones directas.
- **Operativos:** define las fuentes de emisión que se considerarán. El GPC presenta tres tipos de límites operativos diferentes.
 - **GPC 2012 BASIC:** considera todas las fuentes de alcance 1 y de alcance 2 para las emisiones asociadas a unidades estacionarias, unidades móviles, residuos y procesos industriales y de uso de productos (IPPU), así como las emisiones de alcance 3 del sector residuos.
 - **GPC 2012 BASIC+:** considera además de las anteriores las emisiones asociadas al sector de la agricultura, silvicultura y otros usos de la tierra (AFOLU), y las emisiones de alcance 3 asociadas a las unidades móviles y a las unidades estacionarias.
 - **GPC 2012 EXPANDED:** considera además de las anteriores las emisiones asociadas al consumo de productos y servicios en el área de estudio.

5.4.2 Paso 2: identificación de fuentes de emisión

Una vez conocidos los límites del inventario, es necesario identificar todas las fuentes de emisión. Algunas fuentes de emisión – las fuentes difusas- deberán ser identificadas de forma agregada, como por ejemplo, el transporte privado por carretera, mientras que otras – las fuentes puntuales- por su relevancia deberán ser identificadas de forma individual, como es el caso de las emisiones asociadas a procesos industriales.

Para la identificación de emisiones es necesario apoyarse en agentes con conocimientos locales, en la documentación ya existente (inventarios, anuarios estadísticos, etc) y en cartografía.

Una vez identificadas las fuentes de emisión es necesario definir la estrategia de cálculo para cada fuente de emisión, y establecer los datos que es necesario recopilar.

5.4.3 Paso 3: levantamiento de información y cálculo de emisiones

El proceso de levantamiento de información es iterativo ya que depende en gran parte de los datos disponibles. En el paso anterior se han debido definir los datos óptimos para el cálculo a recopilar. Sin embargo es común que algunos de estos datos óptimos no existan o no se puedan conseguir, casos en los que es necesario replantearse la estrategia de cálculo afectada por ese dato y buscar alternativas.

Los datos deben proceder, bien de documentos y estadísticas oficiales – datos secundarios, bien de procesos de encuesta directa a las fuentes de emisión – datos primarios-.

El cálculo de emisiones, se debe realizar siempre que sea posible, aplicando las Directrices del IPCC de 2006 para los Inventarios Nacionales de Gases de Efecto Invernadero. Estas directrices están orientadas a realizar inventarios nacionales, y por ello, en algunos casos no son directamente aplicables a inventarios de territorios sub-nacionales o municipios.

Por su relativa complejidad, este cálculo se explicará de forma detallada en el apartado de “metodología de cálculo” (ver apartado 5.5).

5.4.4 Paso 4: reporte de emisiones

El reporte de emisiones se realiza de acuerdo al formato establecido por el GPC para tal efecto, tal y como se muestra en la Figura 15.

La tabla de reporte del GPC incluye resultados de emisión de cada tipo de gas y emisiones totales en términos de CO₂ equivalente (CO₂e). Este formato distingue además el alcance según la clasificación presentada en el apartado 5.3 y presenta la relación con la categoría IPCC de cada fuente de emisión.

Asimismo, en la tabla de reporte del GPC se debe ofrecer información sobre la calidad de los datos utilizados (*data quality*) y notas sobre fuentes de emisión de exclusiones (*notation keys*), según la siguiente clave:

Calidad de los datos:

- H High (Alta): Factores de emisión locales y datos de actividad detallados.
- M Medium (Media): Factores de emisión nacionales y datos de actividad detallados o datos de actividad genéricos y factores de emisión locales.
- L Low (Baja): Factores de emisión nacionales o internacionales y datos de actividad genéricos.

Notas sobre exclusiones:

- IE Included elsewhere (incluido en otro sitio): La categoría se ha agrupado con otra.
- NE Not estimated (no estimado): aunque existen emisiones, no se han contabilizado.
- NO Not occurring (no ocurre): no existe la actividad o proceso.
- NA Not applicable (no aplica): existe la actividad pero no genera emisiones.

En el reporte de emisiones se incluyen, a nivel informativo, las emisiones de CO₂ asociadas a la combustión de biomasa (leña, carbón vegetal, residuos vegetales, biodiesel y alcohol).

La combustión de biomasa implica que con una gestión adecuada de los recursos, dicho combustible podría llegar a ser considerado como neutral en emisiones de CO₂, sin producir un efecto a largo plazo sobre el cambio climático.

Esto es de aplicación únicamente a las emisiones de CO₂, el resto de gases de efecto invernadero emitidos en la combustión de biomasa (CH₄, N₂O) sí tienen efecto a largo plazo sobre el cambio climático y deben ser considerados en el inventario.

Figura 15. Formato de reporte de emisiones del GPC

GPC ref No.	Scope	GHG Emissions Source (By Sector and Sub-sector)	Notation keys	Gases (in tonnes)							Date		Explanatory comments (i.e. description of methods or notation keys used)
				CO ₂	CH ₄	N ₂ O	HFC	PFC	SF ₆	NF ₃	Total CO ₂ e	CO ₂ (b)	
I STATIONARY ENERGY													
I.1 Residential buildings													
I.1.1	1	Emissions from fuel combustion within the city boundary											
I.1.2	2	Emissions from grid-supplied energy consumed within the city boundary											
I.1.3	3	Emissions from transmission and distribution losses from grid-supplied energy consumption											
I.2 Commercial and institutional buildings and facilities													
I.2.1	1	Emissions from fuel combustion within the city boundary											
I.2.2	2	Emissions from grid-supplied energy consumed within the city boundary											
I.2.3	3	Emissions from transmission and distribution losses from grid-supplied energy consumption											
I.3 Manufacturing industries and construction													
I.3.1	1	Emissions from fuel combustion within the city boundary											
I.3.2	2	Emissions from grid-supplied energy consumed within the city boundary											
I.3.3	3	Emissions from transmission and distribution losses from grid-supplied energy consumption											
I.4 Energy industries													
I.4.1	1	Emissions from energy used in power plant auxiliary operations within the city boundary											
I.4.2	2	Emissions from grid-supplied energy consumed in power plant auxiliary operations within the city boundary											
I.4.3	3	Emissions from transmission and distribution losses from grid-supplied energy consumption in power plant auxiliary operations											
I.4.4	1	Emissions from energy generation supplied to the grid											
I.5 Agriculture, forestry and fishing activities													
I.5.1	1	Emissions from fuel combustion within the city boundary											
I.5.2	2	Emissions from grid-supplied energy consumed within the city boundary											
I.5.3	3	Emissions from transmission and distribution losses from grid-supplied energy consumption											
I.6 Non-specified sources													
I.6.1	1	Emissions from fuel combustion within the city boundary											
I.6.2	2	Emissions from grid-supplied energy consumed within the city boundary											
I.6.3	3	Emissions from transmission and distribution losses from grid-supplied energy consumption											
I.7 Fugitive emissions from mining, processing, storage, and transportation of coal													
I.7.1	1	Emissions from fugitive emissions within the city boundary											
I.8 Fugitive emissions from oil and natural gas systems													
I.8.1	1	Emissions from fugitive emissions within the city boundary											
II TRANSPORTATION													
II.1 On-road transportation													
II.1.1	1	Emissions from fuel combustion on-road transportation occurring within the city boundary											
II.1.2	2	Emissions from grid-supplied energy consumed within the city boundary for on-road transportation											
II.1.3	3	Emissions from portion of transboundary journeys occurring outside the city boundary, and transmission and distribution losses from grid-supplied energy consumption											
II.2 Railways													
II.2.1	1	Emissions from fuel combustion for railway transportation occurring within the city boundary											
II.2.2	2	Emissions from grid-supplied energy consumed within the city boundary for railways											
II.2.3	3	Emissions from portion of transboundary journeys occurring outside the city boundary, and transmission and distribution losses from grid-supplied energy consumption											
II.3 Waterborne navigation													
II.3.1	1	Emissions from fuel combustion for waterborne navigation occurring within the city boundary											
II.3.2	2	Emissions from grid-supplied energy consumed within the city boundary for waterborne navigation											
II.3.3	3	Emissions from portion of transboundary journeys occurring outside the city boundary, and transmission and distribution losses from grid-supplied energy consumption											
II.4 Aviation													
II.4.1	1	Emissions from fuel combustion for aviation occurring within the city boundary											
II.4.2	2	Emissions from grid-supplied energy consumed within the city boundary for aviation											
II.4.3	3	Emissions from portion of transboundary journeys occurring outside the city boundary, and transmission and distribution losses from grid-supplied energy consumption											
II.5 Off-road transportation													
II.5.1	1	Emissions from fuel combustion for off-road transportation occurring within the city boundary											
II.5.2	2	Emissions from grid-supplied energy consumed within the city boundary for off-road transportation											
III WASTE													
III.1 Solid waste disposal													
III.1.1	1	Emissions from solid waste generated within the city boundary and disposed in landfills or open dumps within the city boundary											
III.1.2	3	Emissions from solid waste generated within the city boundary but disposed in landfills or open dumps outside the city boundary											
III.1.3	1	Emissions from waste generated outside the city boundary and disposed in landfills or open dumps within the city boundary											
III.2 Biological treatment of waste													
III.2.1	1	Emissions from solid waste generated within the city boundary that is treated biologically within the city boundary											
III.2.2	3	Emissions from solid waste generated within the city boundary but treated biologically outside of the city boundary											
III.2.3	1	Emissions from waste generated outside the city boundary but treated biologically within the city boundary											
III.3 Incineration and open burning													
III.3.1	1	Emissions from solid waste generated and treated within the city boundary											
III.3.2	3	Emissions from solid waste generated within the city boundary but treated outside of the city boundary											
III.3.3	1	Emissions from waste generated outside the city boundary but treated within the city boundary											
III.4 Wastewater treatment and discharge													
III.4.1	1	Emissions from wastewater generated and treated within the city boundary											
III.4.2	3	Emissions from wastewater generated within the city boundary but treated outside of the city boundary											
III.4.3	1	Emissions from wastewater generated outside the city boundary but treated within the city boundary											
IV INDUSTRIAL PROCESSES and PRODUCT USES (IPPU)													
IV.1	1	Emissions from industrial processes occurring within the city boundary											
IV.2	1	Emissions from product use occurring within the city boundary											
V AGRICULTURE, FORESTRY and OTHER LAND USE (AFOLU)													
V.1	1	Emissions from livestock within the city boundary											
V.2	1	Emissions from land within the city boundary											
V.3	1	Emissions from aggregate sources and non-CO ₂ emission sources on land within the city boundary											
VI OTHER SCOPE 3													
VI.1	3	Other Scope 3											

Fuente: GHG Protocol, 2014 – Global Protocol for Community Scale Greenhouse Gas Emission Inventories.

5.5 METODOLOGÍA DE CÁLCULO DE EMISIONES

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

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

$$\text{Emisiones de GEIs (t GEI)} = \text{Dato de actividad} \times \text{Factor de emisión}$$

Siendo:

- Dato de Actividad:** Medida cuantitativa de la actividad que produce una emisión.
 En el caso de las emisiones asociadas al consumo de combustibles, el dato de actividad suele ser el combustible consumido.
 En el caso de las emisiones asociadas a los procesos industriales, el dato de actividad suele ser la producción de la industria o el consumo de materia prima, dependiendo del tipo de industria.
 En el caso de las emisiones asociadas a la electricidad, el dato de actividad suele ser la energía consumida en términos de kWh.
 En el caso de AFOLU, se utilizan datos de actividad como número de cabezas de vacuno o superficie de cultivo.
- Factor de Emisión:** Ratio que relaciona el dato de actividad con la emisión de GEI. Expresado en toneladas de GEI/ud (dependiendo la unidad de las unidades del dato de actividad).
 Para cada combustible se produce una emisión específica de GEI que se encuentra íntimamente ligada al contenido en carbono del combustible en cuestión.
 Asimismo, existen factores de emisión sectoriales, para los procesos productivos, factores de emisión por degradación de materia orgánica y factores de emisión por distancia recorrida para distintos tipos de vehículos.

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

En ocasiones, para adecuar las unidades del dato de actividad a las unidades del factor de emisión disponible, es necesario utilizar factores de conversión tales como la densidad o el poder calorífico inferior en el caso de los combustibles.

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

Para utilizar una unidad común y poder comparar el impacto de cada gas, las emisiones de cada GEI se convierten a toneladas de CO_{2e} aplicando un nuevo factor llamado potencial de calentamiento global.

$$\text{Emisiones de GEIs (t CO}_2\text{-e)} = \text{Dato de emisión} \times \text{Potencial de calentamiento global}$$

Siendo:

- Dato de emisión:** Medida cuantitativa de la emisión producida (t GEI).
- Potencial de calentamiento global:** Factor que describe el impacto sobre el cambio climático de cada tipo de GEI. Este factor se formula con base en la unidad de referencia, el CO₂, y por ello se expresa en toneladas de CO_{2e} /t GEI (existe un factor para cada tipo de GEI).
 El factor se refiere a la acción del GEI sobre el calentamiento global durante un período de 100 años. La definición de los potenciales de calentamiento global queda dentro del ámbito científico, y tienen una incertidumbre significativa. El IPCC publica los potenciales de calentamiento global más actuales en sus Informes de Evaluación que elabora periódicamente. A efectos

de este inventario se utilizan los potenciales de calentamiento global publicados por el IPCC en el 2º Informe de Evaluación, de acuerdo a lo utilizado en los Inventarios Nacionales de Países No Anexo I.

En este sentido, los potenciales de calentamiento global para los GEI considerados se pueden observar en la Tabla 02. Estos potenciales se corresponden con el Second Assessment Report (SAR) de IPCC, publicado en 1996.

Tabla 02. Potenciales de calentamiento global para los GEI considerados

Gases de efecto invernadero	Potenciales de calentamiento global
CO ₂	1
CH ₄	21
N ₂ O	310
NF ₃	17.200
SF ₆	23.900
CHClF ₂	1.500
CHCl ₂ CF ₃	90
CH ₃ CCl ₂ F	725

Fuente: Second Assessment Report (SAR) de IPCC

5.5.1 Casos particulares: residuos y AFOLU

Para el caso de las emisiones de CH₄ asociadas a la descomposición de materia orgánica en vertederos el cálculo es más complejo y no se puede simplificar mediante el uso de factores de emisión. La emisión presenta un desfase en el tiempo respecto a la generación del residuo y presenta una cinética no lineal. Se aplica el modelo de Descomposición de primer orden (FOD) tal y como indican las Directrices del IPCC de 2006 para los Inventarios Nacionales de Gases de Efecto Invernadero. Este modelo se puede resumir en los siguientes pasos:

1. En función de la cantidad de residuos, su composición y el contenido en carbono orgánico de cada corriente se calcula el carbono orgánico degradable en los residuos depositados en el año 0.
2. Asumir la cantidad de carbono que se descompone al año (por defecto 50%).
3. Calcular la constante de descomposición del residuo, con base en la constante de descomposición de cada corriente.
4. Aplicar una ecuación exponencial (reacción de primer orden) y calcular las emisiones de CH₄.
5. Calcular el carbono orgánico degradable que queda en el relleno y acumularlo al nuevo residuo que entra al siguiente año.
6. En el caso de AFOLU se aplican factores de emisión para las emisiones asociadas a la ganadería, la fertilización nitrogenada y a algunos cultivos como el arroz.

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

- Biomasa (aérea y subterránea).
- Materia Orgánica Muerta. (Madera Muerta y Hojarasca)
- Suelos.

Las estimaciones de emisiones y absorciones se realizan para cada uso de la tierra. Se evalúa por separado:

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



DIAGNÓSTICO DE EMISIONES DE GASES DE EFECTO INVERNADERO

6 EMISIONES DE GEI DEL MUNICIPIO DE NEIVA

El inventario de emisiones de GEI se plantea de acuerdo al Protocolo “Global Protocol For Community-Scale Greenhouse Gas Emissions (GPC) - Versión 2.0 – Julio 2014 (ICLEI, C40, WRI).

La Tabla 03 recoge las principales características del marco del estudio.

Tabla 03. Marco del estudio

MARCO DEL ESTUDIO	
Estándar o protocolo aplicado	GLOBAL PROTOCOL FOR COMMUNITY-SCALE GREENHOUSE GAS EMISSIONS (GPC) - Version 2.0 –2014 (ICLEI, C40, WRI).
Alcance	Basic +
Límites geográficos	Municipio de Neiva (ver detalles más adelante)
Límites operativos	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Todas las emisiones relevantes de alcance 1 y alcance 2 de: <ul style="list-style-type: none"> - Unidades estacionarias. - Unidades móviles. - Residuos. - Procesos industriales y usos de productos. - Agricultura, silvicultura y otros usos de la tierra (AFOLU). ▪ Todas las emisiones relevantes de alcance 3 del sector residuos. ▪ Todas las emisiones relevantes de alcance 3 de unidades móviles y de unidades estacionarias.
Año del inventario	2009 y 2014

Fuente: Elaboración propia

A efectos de clasificación de las emisiones para el diagnóstico y para la Hoja de Ruta de Mitigación, se consideran asimismo 6 sectores y 6 subsectores, tal y como muestra la Tabla 04.

Tabla 04. Sectores considerados para el estudio

SECTORES		DESCRIPCIÓN
GPC: I - Energía Fuentes Estacionarias	Residencial	Emisiones asociadas a la combustión en fuentes fijas en el sector residencial para usos tales como calefacción, agua caliente sanitaria y cocina.
	Servicios	Emisiones asociadas a la combustión en fuentes fijas en el sector servicios para usos tales como calefacción, agua caliente sanitaria y cocina.
	Institucional	Emisiones asociadas al uso de la energía por parte de la municipalidad y gobierno.
	Industria	Emisiones asociadas al uso de combustibles en la industria y la construcción.
GPC: II - Energía Fuentes Móviles		Emisiones asociadas a la combustión móvil, incluyendo vehículos privados y públicos de tierra, aire y agua.
GPC: III - Residuos		Emisiones asociadas a la gestión de los residuos, principalmente por su descomposición o incineración.
GPC: III - Aguas residuales		Emisiones asociadas a la gestión de las aguas residuales derivadas de la descomposición de la materia orgánica.
GPC: IV - IPPU		Emisiones no energéticas generadas en los procesos industriales y emisiones asociadas al uso de productos (gases refrigerantes, grasas y lubricantes).
GPC: V - AFOLU		Emisiones asociadas a la agricultura, ganadería, silvicultura, pesca y cambios de usos de la tierra.

Fuente: Elaboración propia

El equipo consultor ha realizado el inventario de emisiones para el año 2014.

A continuación se seguirán los 4 pasos generales para la elaboración del inventario de emisiones de GEI definidos anteriormente en la Figura 14, aplicados al caso de Neiva.

6.1 PASO 1: DEFINICIÓN DE LÍMITES

6.1.1 Límites geográficos

El Municipio de Neiva se localiza estratégicamente entre la cordillera Central y Oriental, en una planicie sobre la margen oriental del río Magdalena, en el valle del mismo nombre, cruzada por el Río Las Ceibas y el Río del Oro. Por su localización estratégica y su vocación industrial y comercial, se está transformando en un importante polo de desarrollo económico en el sur.

Figura 16. Vista de la ciudad de Neiva



Fuente: <http://www.alcaldianeiva.gov.co>

6.1.2 Encuadre territorial

A continuación se describen las principales variables de las distintas escalas de análisis (nacional, departamental, municipal y ámbito de estudio detallado: Zona urbana).

6.1.3 Nivel Nacional: Colombia

El municipio de Neiva se encuentra ubicado en Sudamérica, en Colombia. El país posee una superficie de 2.129.748 km² de los cuales 1.141.748 km² corresponden a territorio continental y los restantes 988 km² a su extensión marítima. Colombia limita con cinco países: Venezuela y Brasil por el oriente, Ecuador y Perú por el sur y Panamá por el

noroccidente y las fronteras marítimas son el Mar Caribe y el Océano Pacífico y cuenta con una población de 48.747.632 habitantes según cifras del Censo del 2005.

Figura 17. Ubicación de Colombia



Fuente: Elaboración propia

El territorio Colombiano está dividido en 32 Departamentos: Amazonas, Antioquia, Arauca, Atlántico, Bolívar, Boyacá, Caldas, Caquetá, Casanare, Cauca, Cesar, Chocó, Córdoba, Cundinamarca, Guainía, Guaviare, **Huila**, La Guajira, Magdalena, Meta, Nariño, Norte de Santander, Putumayo, Quindío, Risaralda, San Andrés y Providencia, Santander, Sucre, Tolima, Valle del Cauca, Vaupés y Vichada.

Neiva se ubica al sur-occidente de Colombia a 442 msnm (aprox.) y a una distancia de 312 km² desde Bogotá, la capital de Colombia. La ciudad ocupa una ubicación estratégica para la interconexión con mercados nacionales e internacionales y es el principal centro administrativo, político, cultural y comercial de la región.

Figura 18. Ubicación de Neiva en Colombia

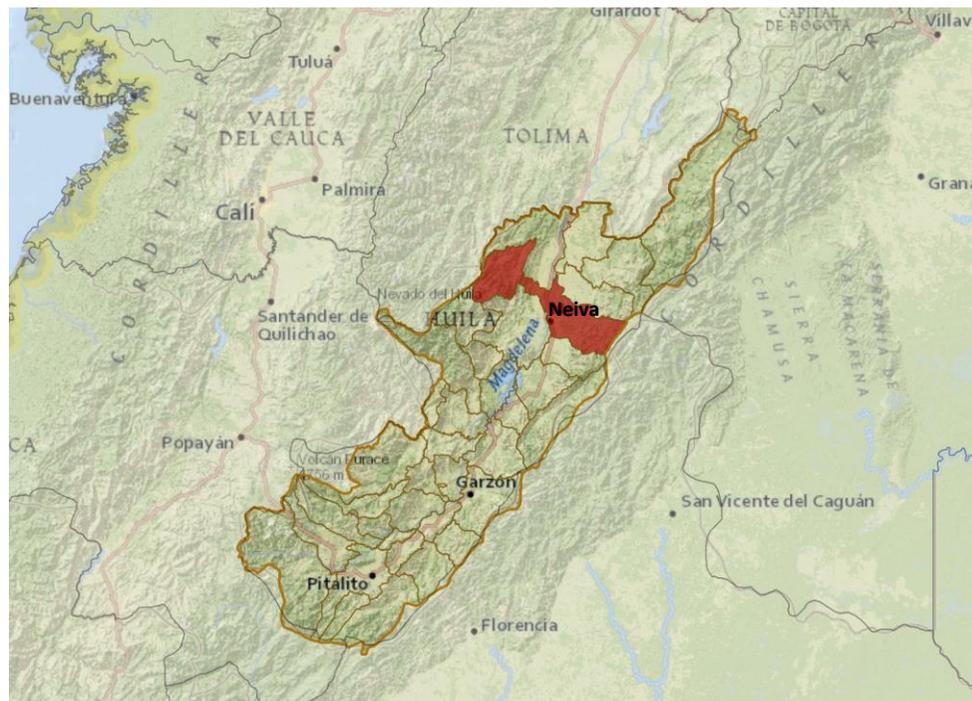


Fuente: Elaboración propia

6.1.4 Nivel Departamental: Huila

El Departamento del Huila es uno de los 32 Departamentos de Colombia. Posee una superficie de 19.890 km² que representa tan solo un 1.74% de la superficie total del país según el Instituto Geográfico Agustín Codazzi. Se encuentra localizado al suroccidente del país en la Región Andina. Limita al Norte con los departamentos del Tolima, Cundinamarca y Bogotá, hacia el sur con los departamentos de Caquetá y Cauca y hacia el occidente con el departamento de Cauca y cuenta con una población de 1.168.910 habitantes según cifras del DANE (Censo del 2005).

Figura 19. Mapa departamental del Huila



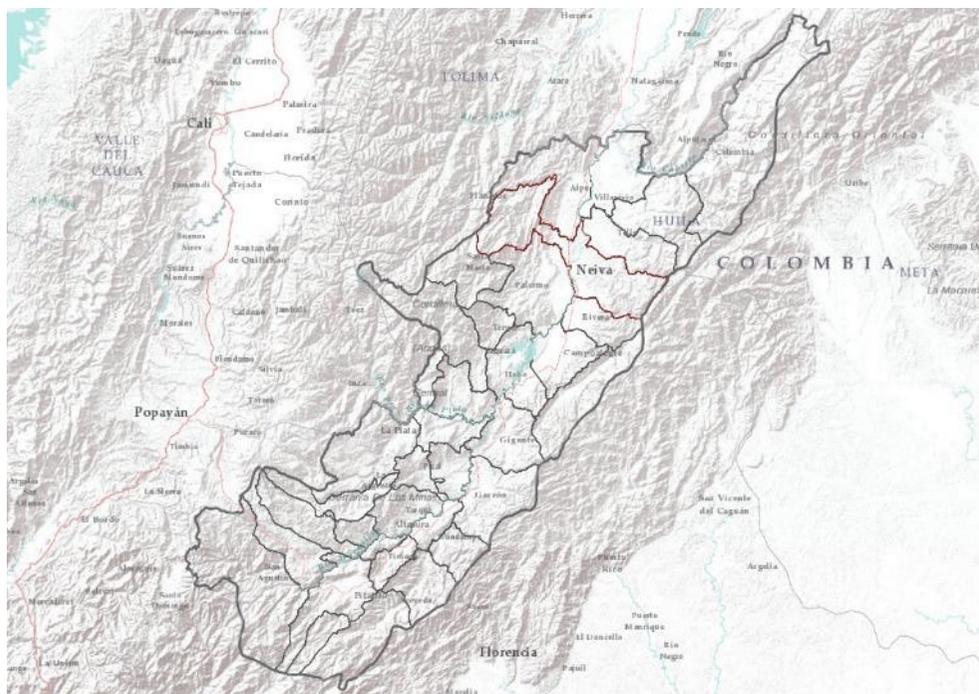
Fuente: Elaboración propia

El departamento del Huila está dividido en 37 municipios: Aipe, Algeciras, Baraya, Campoalegre, Colombia, Hobo, Iquira, Neiva, Palermo, Rivera, Santa María, Tello, Teruel, Villavieja, Yaguara, Agrado, Altamira, Garzón, Gigante, Guadalupe, Pital, Suaza, Tarqui, La Argentina, La Plata, Nataga, Paicol, Tesalia, Acevedo, Elías, Isnos, Oporapa, Palestina, Pitalito, Saladoblanco, San Agustín y Timana.

El territorio consta en su mayor parte de un gran valle conformado por el río Magdalena el cual se encuentra encerrado entre las cordilleras Central y Oriental como lo muestra la

siguiente figura. La cuenca hídrica principal es el Río Magdalena donde confluyen numerosos ríos y quebradas.

Figura 20. Mapa físico del Huila



Fuente: Elaboración propia

Dentro del Departamento los municipios más poblados según el Censo del año 2005 del DANE son: Neiva con 315.332 habitantes y una superficie de 1.228 km² y Garzón con 70.144 habitantes y una superficie de 639 km².

Tabla 05. División en Municipios Departamento del Huila, año 2005

Municipios	Área km ²	Porcentaje	Habitantes 2005	Porcentaje
Acevedo	684,8	4%	26.597	3%
Agrado	265,84	1%	8.459	1%
Aipe	796,55	4%	19.928	2%
Algeciras	674,28	4%	23.054	2%
Altamira	182,01	1%	3.609	0%
Baraya	667,11	4%	4.354	0%
Campoalegre	462,3	2%	32.101	3%
Colombia	1678,55	9%	8.648	1%
Elías	80,18	0%	3.342	0%
Garzón	639,09	3%	70.144	7%
Gigante	505,67	3%	28.174	3%
Guadalupe	267,67	1%	16.067	2%
Hobo	193,89	1%	6.521	1%
Iquira	744,93	4%	9.947	1%
Isnos	475,95	3%	23.756	2%
La Argentina	354,25	2%	11.674	1%
La Plata	798,67	4%	52.549	5%
Nátaga	130,54	1%	5.807	1%
Neiva	1228,12	7%	315.332	31%
Oporapa	154,5	1%	10.139	1%
Paicol	276,47	1%	5.186	1%
Palermo	817,76	4%	27.282	3%
Palestina	206,52	1%	10.268	1%
Pital	204	1%	12.811	1%
Pitalito	601,93	3%	102.937	10%

Municipios	Área km ²	Porcentaje	Habitantes 2005	Porcentaje
Rivera	345,21	2%	16.654	2%
Saladoblanco	434,38	2%	10.262	1%
San Agustín	1.450,78	8%	29.699	3%
Santa María	454,02	2%	10.191	1%
Suaza	416,82	2%	14.617	1%
Tarqui	360,75	2%	15.921	2%
Tesalia	381,02	2%	8.845	1%
Tello	493,22	3%	13.447	1%
Teruel	209,9	1%	8.198	1%
Timaná	185,3	1%	19.787	2%
Villavieja	539,92	3%	7.314	1%
Yaguará	321,11	2%	7.855	1%
TOTAL	18.684	100%	1.001.476	100%

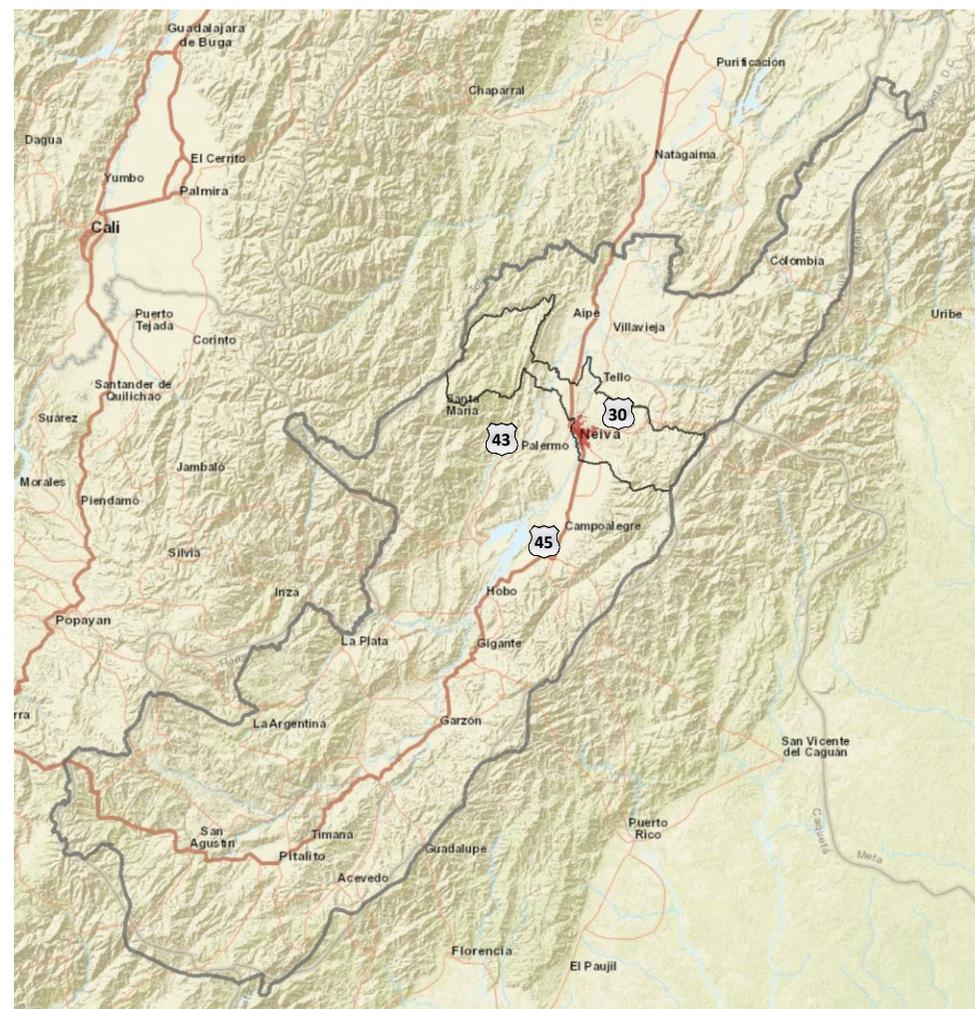
Fuente: Áreas de IDOM y Población del Censo 2005 DANE

En cuanto a la conectividad del Departamento, la red vial del Departamento está conformada por 8.245 km dentro de las cuales se destacan las siguientes vías:

- Ruta 45, Troncal del Magdalena la cual conecta al Departamento de Norte a Sur.
- Ruta 45A, la cual es la Troncal Central.
- Ruta 20.
- Ruta 37, la cual conecta el Departamento del Huila con Cauca.
- Ruta 30, la cual conecta el Departamento del Huila con Caquetá.

En relación al transporte fluvial, El río Magdalena permite la navegación de pequeñas embarcaciones, siendo Neiva y Aipe los principales puertos.

Figura 21. Mapa de vías principales en el Departamento del Huila



Fuente: Elaboración propia

El transporte aéreo esta es suministrado por el Aeropuerto Benito Salas, principal terminal aéreo del Departamento del Huila ubicado al norte de la ciudad de Neiva. Existen otros aeropuertos regionales en proceso de reactivación como:

- Aeropuerto Contador, ubicado en el municipio de Pitalito.
- Aeropuerto La Jagua, ubicado en el municipio de Garzón.

6.1.5 Nivel Municipal: Neiva

El Municipio de Neiva se ubica al norte del Departamento del Huila, del que es capital. Limita al norte con los municipios de Aipe y Tello; al sur con los municipios de Rivera Oriente con el Departamento del Caquetá, Palermo y Santa María; al oriente con el departamento del Caquetá y al occidente con el departamento del Tolima.

Se encuentra ubicada a 442 metros sobre el nivel del mar y sus coordenadas geográficas son 2°55'39" de latitud Norte y 75°17'15" de longitud Oeste.

La población total del municipio (urbana y rural) en la actualidad es de 342.221 habitantes (según datos de la página web oficial de la alcaldía de Neiva para el año 2015).

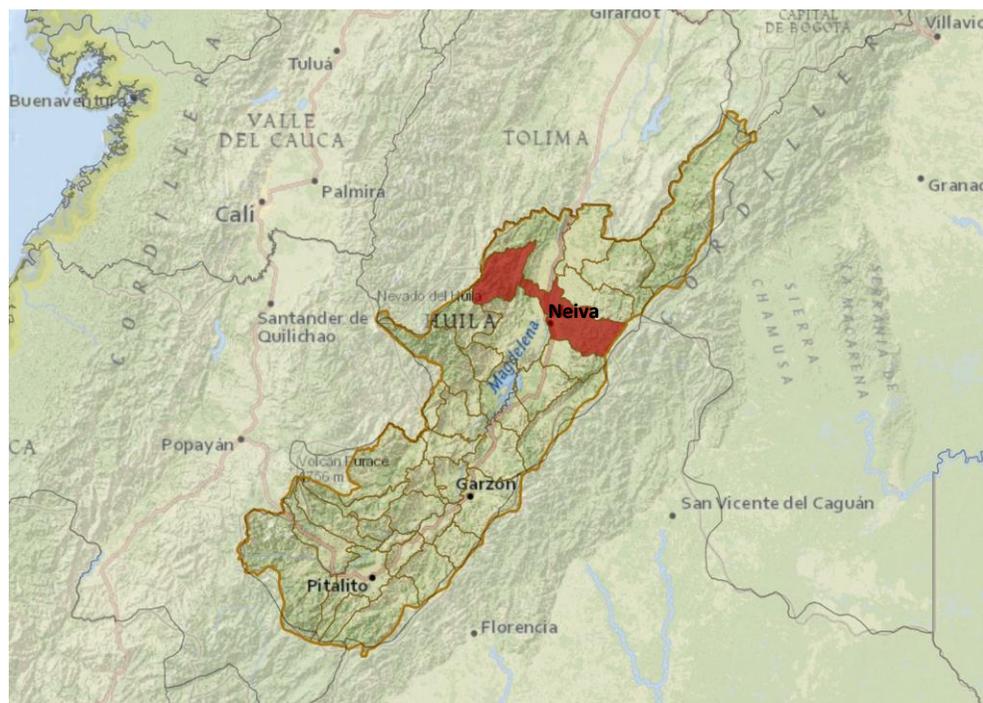
El territorio municipal tiene una superficie total de 1.228 km², que abarca desde la cordillera oriental hasta la cordillera central pasando por el Valle del Rio Magdalena de los cuales 46 km² corresponden al área urbana según información contenida en el POT.

Figura 22. Situación del Departamento del Huila en el País



Fuente: Elaboración propia

Figura 23. Ubicación de la Ciudad de Neiva en el municipio homónimo



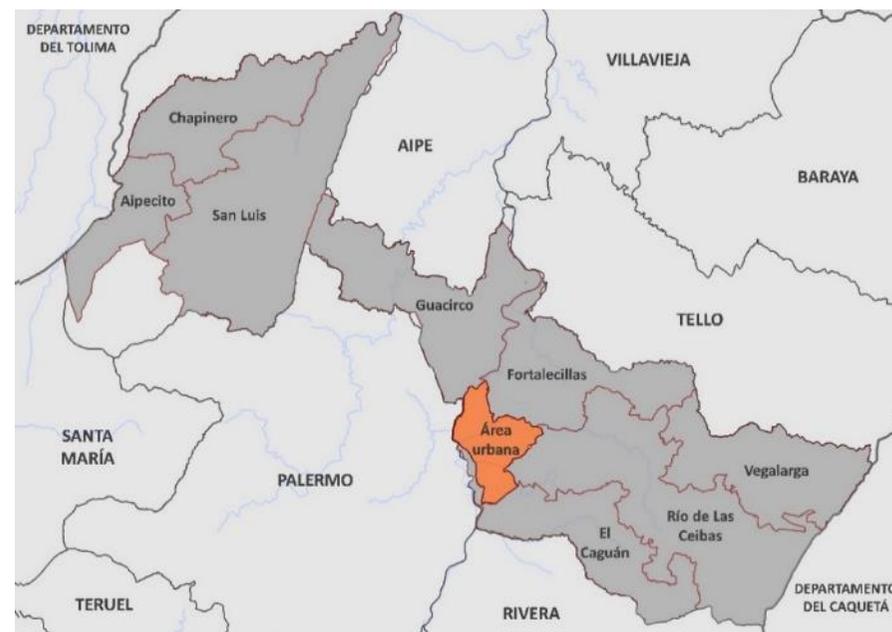
Fuente: Elaboración propia

La cabecera del municipio es la ciudad de Neiva, además de ser la capital del Departamento del Huila (Ver ubicación Ciudad de Neiva en la Figura 23).

El Municipio de Neiva está dividido en 8 Corregimientos: Guacirco, Fortalecillas, Caguán, Aipecito, Chapinero, San Luis, Vegalarga y Río las Ceibas.

En la Figura 24 se puede observar la división en corregimientos del Municipio de Neiva y en la Tabla 06 se detallan los datos de cada corregimiento rural.

Figura 24. División en corregimientos del Municipio de Neiva



Fuente: Elaboración propia

Tabla 06. División en corregimientos área rural de Neiva

Corregimientos	Área Ha	Porcentaje	Habitantes 2005	Porcentaje
Aipecito	6.649,62	6%	1.618	9%
Chapinero	10.616,10	9%	1.398	7%
San Luis	24.094,60	20%	2.624	14%
Guacirco	14.533,60	12%	1.533	8%
Fortalecillas	11.188,40	9%	3.960	21%
Caguan	13.188,30	11%	1.997	11%
Vegalarga	11.995,50	10%	4.480	24%
Rio de las Ceibas	27.738,70	23%	1.299	7%
TOTAL	120.004,82	100%	18.909	100%

Fuente: Áreas de IDOM y población de la Memoria Justificativa Formulación POT 2000-2012.

6.2 PASO 2: IDENTIFICACIÓN DE EMISIONES

El proceso de identificación de emisiones se ha realizado a través de información secundaria y de entrevistas con agentes relevantes y especialistas sectoriales.

Así, se ha configurado la Tabla 07, que recoge las emisiones consideradas en cada sector, indicando las fuentes de emisión singulares en cada caso.

Tabla 07. Identificación de emisiones de GEI en el municipio de Neiva.

Categoría GPC	Sector	Fuentes de emisión	¿Aplica?
I. Energía en fuentes estacionarias			
I.1	Residencial: consumo de combustibles y electricidad.	Consumo de GLP y gas natural principalmente en cocinas. Consumo de energía eléctrica en hogares. Pérdidas de energía de red.	✓
I.2	Servicios: consumo de combustibles y electricidad.	Consumo de gas natural, diésel y GLP. Consumo de energía eléctrica en comercios y resto de edificios de titularidad privada para iluminación y fuerza. Pérdidas de energía de red.	✓

Categoría GPC	Sector	Fuentes de emisión	¿Aplica?
I.2 ⁴	Institucional: consumo de combustibles y electricidad.	Consumo de energía eléctrica y combustibles en los edificios e instalaciones de titularidad pública (delegaciones municipales, delegación del gobierno, hospitales, colegios, policía, polideportivos, etc.) para iluminación y fuerza.	✓
I.3	Industria manufacturera y de la construcción: consumo de combustibles y electricidad.	Consumo de combustibles: diésel, GLP, gas natural, gasolina, grupos electrógenos, calderas, etc. Consumo de energía eléctrica. Pérdidas de energía de red.	✓
I.4	Producción de energía (electricidad y vapor): consumo de combustibles y electricidad.	No se han identificado instalaciones de producción de energía.	✗
I.5	Agricultura, ganadería y pesca: consumo	Consumo de combustibles de maquinaria fija agrícola.	✓

⁴ En las categorías del GPC el sector institucional y el sector servicios se encuentran bajo el mismo epígrafe. Se ha decidido separarlos para dar una mayor relevancia al sector institucional.

Categoría GPC	Sector	Fuentes de emisión	¿Aplica?
	de combustibles y electricidad.		
I.6	Fuentes no especificadas: consumo de combustibles y electricidad.	No se han identificado otras fuentes de emisión.	x
I.7	Emisiones fugitivas de la producción de carbón mineral.	No se han identificado procesos de minería, procesado o almacenamiento de carbón mineral.	x
I.8	Emisiones fugitivas de la producción de petróleo y gas natural.	Pérdidas por distribución de gas natural. Extracción de petróleo y gas natural.	✓
II. Energía en fuentes móviles			
II.1	Emisiones asociadas al transporte en carretera.	Consumo de alcohol, biodiesel, diésel, gasolina, GLP y gas natural por los vehículos que circulan dentro del área de estudio.	✓

Categoría GPC	Sector	Fuentes de emisión	¿Aplica?
		No se identifican emisiones asociadas al consumo eléctrico en transporte en carretera. Consumo de alcohol, biodiesel, diésel, gasolina y gas natural por los vehículos del área de estudio con destino fuera del área de estudio.	
II.2	Emisiones asociadas al transporte por ferrocarril.	No existe línea de ferrocarril.	x
II.3	Emisiones asociadas al transporte por agua.	No existe transporte por agua.	x
II.4	Emisiones asociadas al transporte por aire.	Consumo de queroseno de aviación por los aviones que salen de Neiva desde el Aeropuerto Benito Salas.	✓
II.5	Emisiones asociadas al consumo de combustibles en	Consumo de diésel y gasolina por maquinaria agrícola y de obra dentro del área de estudio.	✓

Categoría GPC	Sector	Fuentes de emisión	¿Aplica?
	tractores, maquinaria de obra, etc.		
III. Residuos			
III.1	Emisiones asociadas a la descomposición de la materia orgánica en rellenos sanitarios y vertido no regulado.	Los residuos generados se depositan en el relleno sanitario Los Ángeles, el cual recibe los residuos desde el 2006; antes se depositaba a cielo abierto. La concesión del barrido, recolección, y disposición de los residuos la tiene la empresa “Ciudad Limpia” por 20 años (desde el 2013 hasta 2033). El relleno tiene captación de biogás mediante venteo libre y se quema. También hay recirculación de lixiviados. En las zonas rurales actualmente se verte de forma incontrolada o se quema.	✓
III.2	Emisiones asociadas al tratamiento biológico de los residuos.	En el PGIRS (2013) se tiene contemplado como una de las alternativas a futuro, la producción de abono biológico.	✗
III.3	Emisiones asociadas a la incineración y quema	No se produce quema abierta de residuos.	✗

Categoría GPC	Sector	Fuentes de emisión	¿Aplica?
	incontrolada de residuos a cielo abierto.		
III.4	Emisiones asociadas al vertido de aguas residuales.	Las aguas residuales generadas se vierten directamente a cauce sin recibir tratamiento previo, aunque en un futuro próximo se espera construir una planta de tratamiento. En la zona rural la red de alcantarillado cubre un 26,9%, las casas disponen, algunas, de pozos sépticos y otras letrinas.	✓
IV. Procesos industriales y uso de productos (IPPU)			
IV.1	Emisiones asociadas a las transformaciones químicas de los materiales en la industria.	Infraestructura para la distribución de gas natural.	✓

Categoría GPC	Sector	Fuentes de emisión	¿Aplica?
IV.2	Emisiones por uso de grasas y lubricantes. Uso de refrigerantes.	Uso de grasas y lubricantes en industrias y en el sector automovilístico. Uso de refrigerantes en equipos de refrigeración (neveras, congeladores y aire acondicionado).	✓
V. Agricultura, silvicultura y usos del suelo (AFOLU)			
V.1	Emisiones asociadas a la ganadería; fermentación entérica y gestión de estiércol.	Ovejas, aves, vacas, cerdos, equinos, cabras.	✓
V.2	Emisiones y absorciones asociadas al uso del suelo: agricultura, silvicultura, cambios de uso del suelo.	Agricultura: Transitorios (algodón, arroz) y Permanentes (cítricos, palma, caucho, cacao, café, otros frutales). Quema agrícola. Silvicultura: se considera por una parte bosque natural y el bosque secundario. Cambios de uso del suelo: tendencia de cambio de uso de agrícola a pasto pérdida de bosque y pastizal en favor de suelo agrícola, suelo desnudo y asentamientos.	✓

Categoría GPC	Sector	Fuentes de emisión	¿Aplica?
		Mayoría de pastos son naturales. El resto son pastos eriazos. Principalmente los eriazos son pastos de transición entre pastos mejorados y zonas agrícolas. Se considera también la quema de pastizales.	
V.3	Emisiones de fuentes agregadas y emisiones No CO ₂ consecuencia del uso del suelo.	Aporte de fertilizantes a los cultivos. Los fertilizantes empleados son: nitrógeno, urea, cloruro potásico y otros.	✓

Fuente: Elaboración propia

6.3 PASO 3: LEVANTAMIENTO DE DATOS Y CÁLCULOS DE EMISIONES

El proceso de toma de datos ha sido fruto de un proceso iterativo de búsqueda y solicitud de datos, identificación de barreras y planteamiento de alternativas de cálculo para superarlas.

Para cada sector se ha planteado una estrategia de cálculo tal como se muestra en la Tabla 08. Estas estrategias pueden ser de arriba abajo, cuando parten de datos de nivel supramunicipal (datos de la provincia, de la región o del país) o pueden ser de abajo arriba, cuando parte de datos individuales de las diferentes fuentes de emisión del área de estudio.

Las estrategias abajo arriba son más precisas y específicas para el territorio considerado, mientras que presentan como desventaja un mayor riesgo de incumplimiento del principio de integridad del GPC y una mayor laboriosidad en el proceso de toma de datos, que puede llegar a convertir la repetición del inventario en inviable.

Tabla 08. Estrategia de cálculo de GEI en el Municipio de Neiva.

ESTRATEGIA Y DATOS NECESARIOS						
Categoría GPC	Sector	Detalle	Alcance	Estrategia	Datos actividad necesarios	Fuente datos
I.1	Energía residencial	Gas Natural	1	Consultar consumo de gas natural en el sector en el área de estudio. Estrategia abajo arriba.	Consumo de gas natural en el sector.	Sistema Único de Información de Servicios Públicos (SUI)
I.1	Energía residencial	GLP	1	Consultar consumo de GLP en el sector en el área de estudio. Estrategia abajo arriba.	Consumo de GLP en el sector.	Sistema Único de Información de Servicios Públicos (SUI)
I.1	Energía residencial	Electricidad	2	Consultar el consumo de electricidad en el sector en el área de estudio. Estrategia abajo arriba.	Consumo de electricidad (kWh/año) en el sector.	Sistema Único de Información de Servicios Públicos (SUI)
I.2	Energía servicios	Gas Natural	1	Consultar consumo de gas natural en el sector en el área de estudio. Estrategia abajo arriba.	Consumo de gas natural en el sector.	Sistema Único de Información de Servicios Públicos (SUI)
I.2	Energía servicios	Electricidad servicios	2	Consultar el consumo de electricidad en el sector en el área de estudio. Estrategia abajo arriba.	Consumo de electricidad (kWh/año) en el sector.	Sistema Único de Información de Servicios Públicos (SUI)
I.2	Energía institucional	Gas Natural	1	Consultar consumo de gas natural en el sector en el área de estudio. Estrategia abajo arriba.	Consumo de gas natural en el sector.	Sistema Único de Información de Servicios Públicos (SUI)

ESTRATEGIA Y DATOS NECESARIOS						
Categoría GPC	Sector	Detalle	Alcance	Estrategia	Datos actividad necesarios	Fuente datos
I.2	Energía institucional	Electricidad institucional	2	Consultar el consumo de electricidad en el sector en el área de estudio. Estrategia abajo arriba.	Consumo de electricidad (kWh/año) en el sector.	Sistema Único de Información de Servicios Públicos (SUI)
I.3	Energía industria	Diésel	1	Consultar consumo de diésel industrial en el área de estudio. Estrategia abajo arriba.	Consumo de diésel en el área de estudio.	Ministerio de Energía y Minas
I.3	Energía industria	Gas Natural	1	Consultar consumo de gas natural en el sector en el área de estudio. Estrategia abajo arriba.	Consumo de gas natural en el sector.	Alcanos de Colombia
I.3	Energía industria	Gasolina	1	Consultar consumo total de gasolina en el área de estudio. Estrategia abajo arriba.	Consumo de gasolina en el área de estudio.	Ministerio de Energía y Minas
I.3	Energía industria	Fuel oil	1	Consultar consumo total de gasolina en el área de estudio. Estrategia abajo arriba.	Consumo de gasolina en el área de estudio.	Ministerio de Energía y Minas
I.3	Energía industria	Electricidad	2	Consultar el consumo de electricidad en el sector en el área de estudio. Estrategia abajo arriba.	Consumo de electricidad (kWh/año) en el sector.	Sistema Único de Información de Servicios Públicos (SUI)
I.5	Energía agricultura, ganadería y pesca	Electricidad	2	Consultar el consumo de electricidad en el sector en el área de estudio. Estrategia abajo arriba.	Consumo de electricidad (kWh/año) en el sector.	Sistema Único de Información de Servicios Públicos (SUI)
I.8	Fugitivas	Producción petróleo	1	Consultar la producción de petróleo en el área de estudio. Estrategia abajo arriba.	Producción petróleo.	Informe Estadístico Petrolero
I.8	Fugitivas	Transporte por tubería petróleo	1	Consultar la producción de petróleo en el área de estudio. Consulta de oleoductos que atraviesan el territorio y aplicación del porcentaje de transporte por tubería. Estrategia abajo arriba.	Transporte por tubería petróleo.	Informe Estadístico Petrolero
I.8	Fugitivas	Transporte camión petróleo	1	Consultar la producción de petróleo en el área de estudio. Aplicar el porcentaje de transporte por camión cisterna. Estrategia abajo arriba.	Transporte camión cisterna petróleo.	Informe Estadístico Petrolero
I.8	Fugitivas	Pozos perforados gas natural	1	Consultar los pozos perforados en la cuenca y aplicar el porcentaje de pozos en producción en el municipio respecto a la cuenca. Estrategia arriba abajo.	Número de pozos perforados gas natural.	Informe Estadístico Petrolero

ESTRATEGIA Y DATOS NECESARIOS						
Categoría GPC	Sector	Detalle	Alcance	Estrategia	Datos actividad necesarios	Fuente datos
I.8	Fugitivas	Pozos en producción gas natural	1	Consultar los pozos en producción del municipio respecto a la cuenca. Estrategia abajo arriba.	Pozos en producción gas natural.	Informe Estadístico Petrolero
I.8	Fugitivas	Producción gas natural	1	Consultar la producción de gas natural en el área de estudio. Estrategia abajo arriba	Producción gas natural.	Informe Estadístico Petrolero
I.8	Fugitivas	Planta gas dulce	1	Consultar la producción de gas natural en el área de estudio. Consulta del tipo de gas natural y tratamiento del mismo en el área de estudio.	Carga de gas crudo planta gas dulce.	Informe Estadístico Petrolero
I.8	Fugitivas	Planta gas ácido	1	Consultar la producción de gas natural en el área de estudio. Consulta del tipo de gas natural y tratamiento del mismo en el área de estudio.	Carga de gas crudo planta gas ácido.	Informe Estadístico Petrolero
I.8	Fugitivas	Planta extracción por corte profundo	1	Consultar la producción de gas natural en el área de estudio. Consulta del tipo de gas natural y tratamiento del mismo en el área de estudio.	Carga de gas crudo planta extracción por corte profundo.	Informe Estadístico Petrolero
I.8	Fugitivas	Planta ponderada	1	Consultar la producción de gas natural en el área de estudio. Consulta del tipo de gas natural y tratamiento del mismo en el área de estudio.	Carga de gas crudo planta ponderado.	Informe Estadístico Petrolero
I.8	Fugitivas	Gas transmitido	1	Consultar la producción de gas natural en el área de estudio.	Gas transmitido (comercializable).	Informe Estadístico Petrolero
I.8	Fugitivas	Servicios gas	1	Consultar gas natural comercializado en el área de estudio.	Ventas de gas natural en el área de estudio.	Informe Estadístico Petrolero
I.8	Fugitivas	Transporte de gas licuado (GLP)	1	Consultar GLP comercializado en el área de estudio.	Transporte de gas licuado (GLP).	Informe Estadístico Petrolero
II.1	Energía movilidad	Alcohol	1	Porcentaje de alcohol en gasolina.	Consumo de gasolina en el área de estudio.	Fedebiocombustibles
II.1	Energía movilidad	Biodiésel	1	Porcentaje de biodiésel.	Consumo de diésel en el área de estudio.	Fedebiocombustibles
II.1	Energía movilidad	Diésel	1	Consultar consumo de diésel en el sector. Aplicar porcentaje de contribución de movilidad al consumo total. Estrategia abajo arriba.	Consumo de diésel en el área de estudio.	Ministerio de Energía y Minas

ESTRATEGIA Y DATOS NECESARIOS						
Categoría GPC	Sector	Detalle	Alcance	Estrategia	Datos actividad necesarios	Fuente datos
II.1	Energía movilidad	Gasolina	1	Consultar consumo de gasolina en el sector. Aplicar porcentaje de contribución de movilidad al consumo total. Estrategia abajo arriba.	Consumo de gasolina en el área de estudio.	Ministerio de Energía y Minas
II.1	Energía movilidad	Gas Natural	1	Consultar consumo de gas natural vehicular en el sector.	Consumo de gas natural en el área de estudio.	Ministerio de Energía y Minas
II.1	Energía movilidad	Alcohol	3	Aplicar el porcentaje de viajes de vehículos del área de estudio cuyo destino es fuera del área de estudio sobre el total de consumo de alcohol.	Porcentaje de viajes de vehículos del área de estudio cuyo destino es fuera del área de estudio sobre el total de viajes.	Estudio de movilidad de Neiva
II.1	Energía movilidad	Biodiésel	3	Aplicar el porcentaje de viajes de vehículos del área de estudio cuyo destino es fuera del área de estudio sobre el total de consumo de biodiesel.	Porcentaje de viajes de vehículos del área de estudio cuyo destino es fuera del área de estudio sobre el total de viajes.	Estudio de movilidad de Neiva
II.1	Energía movilidad	Diésel	3	Aplicar el porcentaje de viajes de vehículos del área de estudio cuyo destino es fuera del área de estudio sobre el total de consumo de diésel.	Porcentaje de viajes de vehículos del área de estudio cuyo destino es fuera del área de estudio sobre el total de viajes.	Estudio de movilidad de Neiva
II.1	Energía movilidad	Gasolina	3	Aplicar el porcentaje de viajes de vehículos del área de estudio cuyo destino es fuera del área de estudio sobre el total de consumo de gasolina.	Porcentaje de viajes de vehículos del área de estudio cuyo destino es fuera del área de estudio sobre el total de viajes.	Estudio de movilidad de Neiva
II.1	Energía movilidad	Gas Natural	3	Aplicar el porcentaje de viajes de vehículos del área de estudio cuyo destino es fuera del área de estudio sobre el total de consumo de gas natural.	Porcentaje de viajes de vehículos del área de estudio cuyo destino es fuera del área de estudio sobre el total de viajes.	Estudio de movilidad de Neiva
II.4	Energía movilidad	Gasolina de aviación	1	Consultar consumo de gasolina de aviación en el municipio.	Consumo de gasolina de aviación en el área de estudio.	SICOM
II.4	Energía movilidad	Queroseno de aviación	3	Consultar consumo de queroseno de aviación en el municipio.	Consumo de queroseno de aviación en el área de estudio.	SICOM
II.5	Energía movilidad off road	Diésel	1	Consultar consumo de diésel en el sector. Aplicar porcentaje de contribución del sector agroindustrial al consumo total. Estrategia abajo arriba.	Consumo de diésel en el área de estudio.	Ministerio de Energía y Minas
II.5	Energía movilidad off road	Gasolina	1	Consultar consumo de gasolina en el sector. Aplicar porcentaje de contribución del sector agroindustrial al consumo total.	Consumo de gasolina en el área de estudio.	Ministerio de Energía y Minas

ESTRATEGIA Y DATOS NECESARIOS						
Categoría GPC	Sector	Detalle	Alcance	Estrategia	Datos actividad necesarios	Fuente datos
				Estrategia abajo arriba.		
III.1	Residuos	Relleno Sanitario Los Ángeles	1	Consultar cantidad residuos que se llevan al vertedero en el área de estudio. Estrategia abajo arriba.	1) Entrada residuos (t/año) por municipio. 2) Tratamiento de residuos área urbana y rural (% relleno sanitario, % botadero, % quema). 3) Municipios a los que da servicio. 4) Población servida por el relleno de cada municipio (hab/año). 5) Composición residuos.	Ciudad Limpia S.A. E.S.P.
III.4	Residuos	Aguas residuales	1	Estimar el tipo de tratamiento de las aguas residuales en el ámbito rural y urbano con el número de habitantes en el ámbito rural y urbano y el tipo de tratamiento en cada ámbito. Estrategia abajo arriba.	Caudal (m ³ /h) (m ³ /año) tratado y vertido DBO (kg/hab año). Tipo de tratamiento de aguas en área rural y urbana (% vertido directo % pozo séptico, % laguna de oxidación) Población servida.	Empresas Públicas de Neiva E.S.P.
IV.1	IPPU	Lubricantes (grasas)	1	Consultar el consumo medio de lubricantes por vehículo y el número de vehículos totales en Neiva. Aplicar porcentaje de reducción de grasas.	Consumo de lubricantes y grasas al año.	Evaluación de la gestión integral del manejo del aceite usado vehicular en Bogotá. Asociación Colombiana del Petróleo.
IV.1	IPPU	Lubricantes (aceite lubricante)	1	Consultar el consumo medio de lubricantes por vehículo y el número de vehículos totales en Neiva. Aplicar porcentaje de reducción de lubricantes.	Consumo de lubricantes y grasas al año.	Evaluación de la gestión integral del manejo del aceite usado vehicular en Bogotá Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial
IV.1	IPPU	Uso de productos	1	Consultar el consumo de Refrigerantes a nivel nacional per cápita y extrapolarlo al área de estudio.	Emisiones de refrigerantes.	Study of the Hydrofluorocarbons

ESTRATEGIA Y DATOS NECESARIOS						
Categoría GPC	Sector	Detalle	Alcance	Estrategia	Datos actividad necesarios	Fuente datos
						(HFCS) Market in Colombia. Final Report. Banco Mundial
V.1	AFOLU	Ganadería	1	Consultar las cabezas de ganado en el área de estudio.	Nº de cabezas de ganado bovino, porcino, avícola, ovino, caprino y caballar	Evaluación Agropecuaria 2014 – Gobernación del Huila
V.2	AFOLU	Usos del suelo	1	Estimar la superficie asociada a cada uso del suelo en 1994 y 2014 en el área de estudio. Estrategia abajo arriba.	Superficie de cada uso del suelo.	Estudio de capas de Corine Landcover
V.3	AFOLU	Otras emisiones agrícolas	1	Estimar el consumo de abonos químicos a partir de superficies de cultivo y tipos de cultivo en el área de estudio. Estrategia abajo arriba.	Porcentaje de Nitrógeno de los fertilizantes y % de mercado de esos fertilizantes. Cantidad (kg/ha) de abonos químicos en el Huila.	Estudio de capas de Corine Landcover Evaluación Agropecuaria 2014 – Gobernación del Huila
V.2	AFOLU	Cambios de uso del suelo	1	Comparar usos del suelo en 1994 y 2014 en el área de estudio. Estrategia abajo arriba.	Superficie por tipo de uso de suelo.	Estudio de capas de Corine Landcover

Fuente: Elaboración propia

La estrategia que se ha adoptado ha estado condicionada por la información finalmente conseguida en el área de estudio.

En todos los casos, las estrategias de cálculo han estado basadas en las Directrices del IPCC para la elaboración de inventarios nacionales (2006).

Para el diagnóstico cualitativo y para complementar la solicitud directa de datos para el inventario se han utilizado las fuentes recogidas en la Tabla 09:

Tabla 09. Fuentes del Inventario de GEI

Planificación y políticas			
Nivel	Tema	Documento	Promotor
Municipal	Transversal	Plan de Ordenamiento Territorial de Neiva, 2015	Alcaldía de Neiva – Secretaría de Planeación
Municipal	Aguas residuales	Plan de Manejo de Vertimientos	Empresas Públicas de Neiva E.S.P.
Nacional	Transversal	Tercera comunicación de Cambio Climático	Gobierno de Colombia

Planificación y políticas			
Nivel	Tema	Documento	Promotor
Municipal	Residuos	Plan de gestión integral de Residuos Sólidos.	Ciudad Limpia S.A. E.S.P.
Departamental	Transversal	Plan de Cambio Climático del Huila 2050	Gobernación del Huila

Estudios y fuentes de datos auxiliares			
Nivel	Tema	Documento	Promotor
Municipal	AFOLU	Censo agropecuario	DANE
Municipal	AFOLU	Informe del estado de los recursos nacionales naturales.	IDEAM
Regional	AFOLU	Anuario agropecuario del Huila	Gobernación del Huila
Municipal	Energía fuentes estacionarias	Consumos de 2014	Alcaldía de Neiva
Municipal		Inventario de vehículos de la Alcaldía	Alcaldía de Neiva
Nacional	Fugitivas	Informe Estadístico Petrolero	Asociación Colombiana del Petróleo

Estudios y fuentes de datos auxiliares			
Nivel	Tema	Documento	Promotor
Nacional	Movilidad	Caracterización Energética del Sector Transporte Carretero, de carga y pasajeros, urbano e interurbano en Colombia	Unidad de Planeación Minero-Energética
Nacional	Movilidad	Caracterización del transporte terrestre automotor de carga en Colombia, 2010-2012	Ministerio de Transporte
Nacional	Movilidad	Parque automotor de transporte de carga en Colombia	Ministerio de Transporte
Municipal	Transversal	Estadísticas sobre combustibles en diferentes sectores	Sistema Único de Información de Servicios Públicos (SUI)

Entrevistas con agentes	
Tema	Agente
Gases de efecto invernadero	- Grupo de Cambio Global - Responsables de Tercera Comunicación Nacional de Cambio Climático
Energía	- Subdirección de demanda - UPME
Energía fuentes estacionarias	- Alcaldía de Neiva - Secretaría de Planeación

Entrevistas con agentes	
Tema	Agente
	- Asociación Colombiana del Petróleo.
Energía fuentes móviles	- Alcaldía de Neiva - Secretaría de Tránsito y Transporte
Ordenamiento Territorial	- Findeter
Industria	- Findeter - Ministerio de Minas y Energía
Residuos	- Empresas Públicas de Neiva E.S.P.
Movilidad	- Alcaldía de Neiva - Secretaría de Tránsito y Transporte - Ministerio de Minas y Energía
Aguas residuales	- Ciudad Limpia S.A. E.S.P.
Transversal	- Gobernación del Huila – Secretaría de Agricultura y Minería - Universidades y Grupos de Investigación
AFOLU	- Área agropecuaria del Departamento de Planeación. (Municipio de Neiva)

Fuente: Elaboración propia

Para el cálculo del inventario se ha desarrollado una herramienta específica para los inventarios del área de estudio. La herramienta presenta un equilibrio entre la sencillez necesaria para que el inventario pueda ser repetido periódicamente y la exactitud necesaria para obtener los resultados requeridos para formular medidas de mitigación y monitorizar su implantación.

La herramienta está programada en una hoja de cálculo de Microsoft Excel. De esta forma se puede realizar un seguimiento de las fórmulas o incluso realizar cambios para mejorarla o para incorporar nuevas fuentes de emisión en el futuro.

La herramienta se ha diseñado para que produzca resultados en el formato del GPC. Adicionalmente, presenta resultados en un formato más adecuado para el análisis de emisiones, generando gráficos de forma automática.

6.3.1 Consideración de la combustión de biomasa en el inventario

Existen ciertos combustibles utilizados en el área de estudio que están asociados al ciclo corto del carbono. Esto significa que con una gestión adecuada de los recursos, dicho combustible podría llegarse a considerarse como neutro en emisiones de CO₂, sin producir un efecto a largo plazo sobre el cambio climático. Se trata de los siguientes combustibles:

- Alcohol.
- Biodiesel.

Siguiendo las directrices del GPC, el CO₂ generado en la combustión de biomasa se reporta de forma diferenciada, y no se tienen en cuenta a la hora de analizar las emisiones totales del área de estudio.

En cualquier caso, esto es de aplicación únicamente a las emisiones de CO₂, el resto de gases de efecto invernadero emitidos en la combustión de estos combustibles (CH₄, N₂O), sí tienen efecto a largo plazo sobre el cambio climático (por tener un potencial de calentamiento global mayor que el del CO₂), y por lo tanto sí son contabilizados en la combustión de biomasa.

6.4 PASO 4: RESULTADOS DEL INVENTARIO

En este apartado se realiza un diagnóstico de las emisiones. Tal y como se ha planteado, el diagnóstico se nutre de dos fuentes de información, el inventario de emisiones, que presenta resultados cuantitativos, y el diagnóstico cualitativo, que trata de identificar el potencial de mitigación.

Se dispone de resultados de los inventarios para el año 2014 tal y como se presenta en la Tabla 10.

Nótese que siguiendo las indicaciones del GPC, las emisiones de alcance 1 incluyen las emisiones asociadas a la generación de energía (producción de electricidad), mientras que

las emisiones totales no. Esto evita realizar una doble contabilidad en las emisiones totales, ya que de lo contrario, se sumarían las emisiones de GEI asociadas a la electricidad tanto en el lado de la producción (alcance 1), como en el caso de la demanda (alcance 2).

Asimismo, en el alcance 1 se incluyen las emisiones asociadas a la gestión de residuos generados fuera del área de estudio, pero gestionados dentro. Siguiendo el GPC, estas emisiones no se contabilizan en los totales. Por ello, el valor total no se corresponde con la

suma de los tres alcances. En el apartado 6.4.1 se realiza un análisis detallado de los resultados de emisiones.

Los potenciales de calentamiento global para los GEI considerados se pueden observar en la Tabla 02. Estos potenciales corresponden a los datos en el Second Assessment Report (SAR) de IPCC, publicado en 1996.

Tabla 10. Resultados del inventario de 2014 en formato GPC 2014.

Código GPC	Alcance	Fuentes de emisión de GEI	Claves	GASES (en toneladas)						Calidad de los datos	
				CO ₂	CH ₄	N ₂ O	Gases F. t CO ₂ e	Total CO ₂ e	CO ₂ (b)	AD	EF
I.		Unidades estacionarias						581.782,62	24.255,70		
I.1		Edificios residenciales y sector servicios						78.517,36	17.067,18		
I.1.1	1	Emisiones de combustión de combustible en el área de estudio		31.606,48	59,94	0,91	0,00	33.147,82	17.067,18	A	M
I.1.2	2	Emisiones de energía de red consumida en el área de estudio		38.976,97	0,00	0,00	0,00	38.976,97	0,00	A	M
I.1.3	3	Pérdidas de transmisión y distribución de energía de red		6.392,57	0,00	0,00	0,00	6.392,57	0,00	A	M
I.2		Instalaciones institucionales y del sector servicios						45.038,18	0,00		
I.2.1	1	Emisiones de combustión de combustible en el área de estudio		7.855,79	0,67	0,03	0,00	7.879,96	0,00	A	B
I.2.2	2	Emisiones de energía de red consumida en el área de estudio		31.922,62	0,00	0,00	0,00	31.922,62	0,00	A	M
I.2.3	3	Pérdidas de transmisión y distribución de energía de red		5.235,59	0,00	0,00	0,00	5.235,59	0,00	A	M
I.3		Uso de energía en la industria de la manufactura y la construcción						9.846,10	7.188,52		
I.3.1	1	Emisiones de combustión de combustible en el área de estudio		3.931,18	0,38	0,07	0,00	3.962,02	7.188,52	A	B
I.3.2	2	Emisiones de energía de red consumida en el área de estudio		5.055,01	0,00	0,00	0,00	5.055,01	0,00	A	M
I.3.3	3	Pérdidas de transmisión y distribución de energía de red		829,07	0,00	0,00	0,00	829,07	0,00	A	M
I.4		Generación de energía						0,00	0,00		
I.4.1	1	Emisiones de combustión de combustible en operaciones auxiliares en el área de estudio		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		

Código GPC	Alcance	Fuentes de emisión de GEI	Claves	GASES (en toneladas)						Calidad de los datos	
				CO ₂	CH ₄	N ₂ O	Gases F. t CO ₂ e	Total CO ₂ e	CO ₂ (b)	AD	EF
I.4.2	2	Emisiones de energía de red consumida en el área de estudio		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		
I.4.3	3	Pérdidas de transmisión y distribución de energía de red		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		
I.4.4	1	Emisiones de combustión de combustible en el área de estudio para generación de energía de red		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		
I.5		Uso de energía en la agricultura, ganadería y pesca						0,00	0,00		
I.5.1	1	Emisiones de combustión de combustible en el área de estudio		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		
I.5.2	2	Emisiones de energía de red consumida en el área de estudio		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		
I.5.3	3	Pérdidas de transmisión y distribución de energía de red		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		
I.6		Uso de energía en otras fuentes de emisión no especificadas						0,00	0,00		
I.6.1	1	Emisiones de combustión de combustible en el área de estudio		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		
I.6.2	2	Emisiones de energía de red consumida en el área de estudio		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		
I.6.3	3	Pérdidas de transmisión y distribución de energía de red		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		
I.7		Emisiones fugitivas de minería, procesado y transporte de Coque						0,00	0,00		
I.7.1	1	Emisiones directas		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		
I.8		Emisiones fugitivas de sistemas de petróleo y gas natural						448.380,98	0,00		
I.8.1	1	Emisiones directas		31.275,53	19.855,25	0,47	0,00	448.380,98	0,00	A	M
II.		Unidades móviles						281.995,96	11.694,06		

Código GPC	Alcance	Fuentes de emisión de GEI	Claves	GASES (en toneladas)						Calidad de los datos	
				CO ₂	CH ₄	N ₂ O	Gases F. t CO ₂ e	Total CO ₂ e	CO ₂ (b)	AD	EF
II.1		Transporte por carretera						268.365,32	11.694,06		
II.1.1	1	Emisiones en el área de estudio		250.375,93	45,63	11,48	0,00	254.893,38	11.107,02	A	M
II.1.2	2	Emisiones por consumo de energía de red en el área de estudio		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		
II.1.3	3	Emisiones por viajes que traspasan los límites geográficos		13.233,18	2,41	0,61	0,00	13.471,94	587,04	A	M
II.2		Ferrocarriles						0,00	0,00		
II.2.1	1	Emisiones en el área de estudio		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		
II.2.2	2	Emisiones por consumo de energía de red en el área de estudio		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		
II.2.3	3	Emisiones por viajes que traspasan los límites geográficos		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		
II.3		Navegación marítima y fluvial						0,00	0,00		
II.3.1	1	Emisiones en el área de estudio		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		
II.3.2	2	Emisiones por consumo de energía de red en el área de estudio		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		
II.3.3	3	Emisiones por viajes que traspasan los límites geográficos		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		
I.4		Aviación						13.630,64	0,00		
II.4.1	1	Emisiones en el área de estudio		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		
II.4.2	2	Emisiones por consumo de energía de red en el área de estudio		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		
II.4.3	3	Emisiones por viajes que traspasan los límites geográficos		13.630,64	0,00	0,00	0,00	13.630,64	0,00	M	M
II.5		Otros medios de transporte						0,00	0,00		

Código GPC	Alcance	Fuentes de emisión de GEI	Claves	GASES (en toneladas)						Calidad de los datos	
				CO ₂	CH ₄	N ₂ O	Gases F. t CO ₂ e	Total CO ₂ e	CO ₂ (b)	AD	EF
II.5.1	1	Emisiones en el área de estudio		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	A	M
II.5.2	2	Emisiones por consumo de energía de red en el área de estudio		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		
III.		Residuos						57.093,88	0,00		
III.1		Vertido de residuos sólidos						56.447,72	0,00		
III.1.1	1	Emisiones de residuos generados y tratados en el área de estudio		0,00	2.042,95	0,00	0,00	42.902,03	0,00	A	B
III.1.2	3	Emisiones de residuos generados en el área de estudio y tratados fuera del área de estudio		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		
III.1.3	1	Emisiones de residuos generados fuera del área de estudio y tratados dentro del área de estudio		0,00	645,03	0,00	0,00	13.545,69	0,00	A	B
III.2		Tratamiento biológico de residuos						0,00	0,00		
III.2.1	1	Emisiones de residuos generados y tratados en el área de estudio		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		
III.2.2	3	Emisiones de residuos generados en el área de estudio y tratados fuera del área de estudio		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		
III.2.3	1	Emisiones de residuos generados fuera del área de estudio y tratados dentro del área de estudio		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		
III.3		Incineración y combustión no controlada						1.036,11	0,00		
III.3.1	1	Emisiones de residuos generados y tratados en el área de estudio		732,82	14,44	0,00	0,00	1.036,11	0,00	A	M
III.3.2	3	Emisiones de residuos generados en el área de estudio y tratados fuera del área de estudio		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		

Código GPC	Alcance	Fuentes de emisión de GEI	Claves	GASES (en toneladas)						Calidad de los datos	
				CO ₂	CH ₄	N ₂ O	Gases F. t CO ₂ e	Total CO ₂ e	CO ₂ (b)	AD	EF
III.3.3	1	Emisiones de residuos generados fuera del área de estudio y tratados dentro del área de estudio		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		
III.4		Tratamiento y descarga de aguas residuales						13.155,74	0,00		
III.4.1	1	Emisiones de aguas residuales generadas y tratadas en el área de estudio		0,00	421,14	13,91	0,00	13.155,74	0,00	B	B
III.4.2	3	Emisiones de aguas residuales generadas en el área de estudio y tratadas fuera del área de estudio		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		
III.4.3	1	Emisiones de aguas residuales generadas fuera del área de estudio y tratadas dentro del área de estudio		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		
IV.		Procesos industriales y uso de productos						866,32	0,00		
IV.1	1	Emisiones directas de procesos industriales		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		
IV.2	1	Emisiones directas derivadas del uso de productos		569,01	0,00	0,00	297,32	866,32	0,00	A	M
V.		Agricultura, silvicultura y otros usos de la tierra (AFOLU)						246.846,07	33.246,99		
V.1	1	Emisiones de la ganadería		0,00	1.824,07	53,03	0,00	54.744,79	0,00	A	B
V.2	1	Emisiones de la tierra		-73.367,85	1.085,13	4,17	0,00	141.319,36	33.246,99	A	B
V.3	1	Otras emisiones de agricultura		0,00	0,00	163,81	0,00	50.781,91	0,00	A	B
		GPC 2014 BASIC		401.732	22.440	27	0	881.313	35.363		
		GPC 2014 BASIC+		368.255	25.352	248	297	1.168.585	69.197		
TOTAL	1	Alcance 1		252.979	25.995	248	297	1.066.616	68.610		

Código GPC	Alcance	Fuentes de emisión de GEI	Claves	GASES (en toneladas)						Calidad de los datos	
				CO ₂	CH ₄	N ₂ O	Gases F. t CO ₂ e	Total CO ₂ e	CO ₂ (b)	AD	EF
	2	Alcance 2		75.955	0	0	0	75.955	0		
	3	Alcance 3		39.321	2	1	0	39.560	587		

Fuente: Elaboración propia

Tabla 11. Resultados del inventario de 2009 en formato GPC 2014.

Código GPC	Alcance	Fuentes de emisión de GEI	Claves	GASES (en toneladas)						Calidad de los datos	
				CO ₂	CH ₄	N ₂ O	Gases F. t CO ₂ e	Total CO ₂ e	CO ₂ (b)	AD	EF
I.		Unidades estacionarias						972.595,58	22.120,48		
I.1		Edificios residenciales y sector servicios						69.833,62	17.067,18		
I.1.1	1	Emisiones de combustión de combustible en el área de estudio		34.048,15	60,18	0,93	0,00	35.601,79	17.067,18	A	M
I.1.2	2	Emisiones de energía de red consumida en el área de estudio		29.408,57	0,00	0,00	0,00	29.408,57	0,00	A	M
I.1.3	3	Pérdidas de transmisión y distribución de energía de red		4.823,27	0,00	0,00	0,00	4.823,27	0,00	A	M
I.2		Instalaciones institucionales y del sector servicios						47.368,93	0,00		
I.2.1	1	Emisiones de combustión de combustible en el área de estudio		18.131,55	1,47	0,05	0,00	18.178,40	0,00	A	B
I.2.2	2	Emisiones de energía de red consumida en el área de estudio		25.077,59	0,00	0,00	0,00	25.077,59	0,00	A	M
I.2.3	3	Pérdidas de transmisión y distribución de energía de red		4.112,95	0,00	0,00	0,00	4.112,95	0,00	A	M
I.3		Uso de energía en la industria de la manufactura y la construcción						16.200,66	5.053,30		
I.3.1	1	Emisiones de combustión de combustible en el área de estudio		7.445,16	0,34	0,06	0,00	7.470,77	5.053,30	A	B

Código GPC	Alcance	Fuentes de emisión de GEI	Claves	GASES (en toneladas)						Calidad de los datos	
				CO ₂	CH ₄	N ₂ O	Gases F. t CO ₂ e	Total CO ₂ e	CO ₂ (b)	AD	EF
I.3.2	2	Emisiones de energía de red consumida en el área de estudio		7.499,85	0,00	0,00	0,00	7.499,85	0,00	A	M
I.3.3	3	Pérdidas de transmisión y distribución de energía de red		1.230,04	0,00	0,00	0,00	1.230,04	0,00	A	M
I.4		Generación de energía						0,00	0,00		
I.4.1	1	Emisiones de combustión de combustible en operaciones auxiliares en el área de estudio		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		
I.4.2	2	Emisiones de energía de red consumida en el área de estudio		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		
I.4.3	3	Pérdidas de transmisión y distribución de energía de red		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		
I.4.4	1	Emisiones de combustión de combustible en el área de estudio para generación de energía de red		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		
I.5		Uso de energía en la agricultura, ganadería y pesca						0,00	0,00		
I.5.1	1	Emisiones de combustión de combustible en el área de estudio		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		
I.5.2	2	Emisiones de energía de red consumida en el área de estudio		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		
I.5.3	3	Pérdidas de transmisión y distribución de energía de red		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		
I.6		Uso de energía en otras fuentes de emisión no especificadas						0,00	0,00		
I.6.1	1	Emisiones de combustión de combustible en el área de estudio		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		
I.6.2	2	Emisiones de energía de red consumida en el área de estudio		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		

Código GPC	Alcance	Fuentes de emisión de GEI	Claves	GASES (en toneladas)						Calidad de los datos	
				CO ₂	CH ₄	N ₂ O	Gases F. t CO ₂ e	Total CO ₂ e	CO ₂ (b)	AD	EF
I.6.3	3	Pérdidas de transmisión y distribución de energía de red		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		
I.7		Emisiones fugitivas de minería, procesado y transporte de Coque						0,00	0,00		
I.7.1	1	Emisiones directas		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		
I.8		Emisiones fugitivas de sistemas de petróleo y gas natural						839.192,37	0,00		
I.8.1	1	Emisiones directas		60.498,68	37.067,28	0,91	0,00	839.192,37	0,00	A	M
II.		Unidades móviles						212.364,42	8.338,47		
II.1		Transporte por carretera						202.176,41	8.338,47		
II.1.1	1	Emisiones en el área de estudio		188.794,55	32,26	8,24	0,00	192.027,15	7.919,88	A	M
II.1.2	2	Emisiones por consumo de energía de red en el área de estudio		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		
II.1.3	3	Emisiones por viajes que traspasan los límites geográficos		9.978,40	1,70	0,44	0,00	10.149,26	418,59	A	M
II.2		Ferrocarriles						0,00	0,00		
II.2.1	1	Emisiones en el área de estudio		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		
II.2.2	2	Emisiones por consumo de energía de red en el área de estudio		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		

Código GPC	Alcance	Fuentes de emisión de GEI	Claves	GASES (en toneladas)						Calidad de los datos	
				CO ₂	CH ₄	N ₂ O	Gases F. t CO ₂ e	Total CO ₂ e	CO ₂ (b)	AD	EF
II.2.3	3	Emisiones por viajes que traspasan los límites geográficos		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		
II.3		Navegación marítima y fluvial						0,00	0,00		
II.3.1	1	Emisiones en el área de estudio		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		
II.3.2	2	Emisiones por consumo de energía de red en el área de estudio		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		
II.3.3	3	Emisiones por viajes que traspasan los límites geográficos		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		
I.4		Aviación						10.188,02	0,00		
II.4.1	1	Emisiones en el área de estudio		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		
II.4.2	2	Emisiones por consumo de energía de red en el área de estudio		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		
II.4.3	3	Emisiones por viajes que traspasan los límites geográficos		10.188,02	0,00	0,00	0,00	10.188,02	0,00	M	M
II.5		Otros medios de transporte						0,00	0,00		
II.5.1	1	Emisiones en el área de estudio		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	A	M
II.5.2	2	Emisiones por consumo de energía de red en el área de estudio		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		
III.		Residuos						30.121,64	0,00		

Código GPC	Alcance	Fuentes de emisión de GEI	Claves	GASES (en toneladas)						Calidad de los datos	
				CO ₂	CH ₄	N ₂ O	Gases F. t CO ₂ e	Total CO ₂ e	CO ₂ (b)	AD	EF
III.1		Vertido de residuos sólidos						22.317,65	0,00		
III.1.1	1	Emisiones de residuos generados y tratados en el área de estudio		0,00	829,13	0,00	0,00	17.411,75	0,00	A	B
III.1.2	3	Emisiones de residuos generados en el área de estudio y tratados fuera del área de estudio		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		
III.1.3	1	Emisiones de residuos generados fuera del área de estudio y tratados dentro del área de estudio		0,00	233,61	0,00	0,00	4.905,90	0,00	A	B
III.2		Tratamiento biológico de residuos						0,00	0,00		
III.2.1	1	Emisiones de residuos generados y tratados en el área de estudio		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		
III.2.2	3	Emisiones de residuos generados en el área de estudio y tratados fuera del área de estudio		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		
III.2.3	1	Emisiones de residuos generados fuera del área de estudio y tratados dentro del área de estudio		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		
III.3		Incineración y combustión no controlada						0,00	0,00		
III.3.1	1	Emisiones de residuos generados y tratados en el área de estudio		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	A	M
III.3.2	3	Emisiones de residuos generados en el área de estudio y tratados fuera del área de estudio		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		
III.3.3	1	Emisiones de residuos generados fuera del área de estudio y tratados dentro del área de estudio		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		
III.4		Tratamiento y descarga de aguas residuales						12.709,89	0,00		

Código GPC	Alcance	Fuentes de emisión de GEI	Claves	GASES (en toneladas)						Calidad de los datos	
				CO ₂	CH ₄	N ₂ O	Gases F. t CO ₂ e	Total CO ₂ e	CO ₂ (b)	AD	EF
III.4.1	1	Emisiones de aguas residuales generadas y tratadas en el área de estudio		0,00	407,66	13,38	0,00	12.709,89	0,00	B	B
III.4.2	3	Emisiones de aguas residuales generadas en el área de estudio y tratadas fuera del área de estudio		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		
III.4.3	1	Emisiones de aguas residuales generadas fuera del área de estudio y tratadas dentro del área de estudio		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		
IV.		Procesos industriales y uso de productos						960,43	0,00		
IV.1	1	Emisiones directas de procesos industriales		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		
IV.2	1	Emisiones directas derivadas del uso de productos		718,18	0,00	0,00	242,26	960,43	0,00	A	M
V.		Agricultura, silvicultura y otros usos de la tierra (AFOLU)						344.189,26	82.622,62		
V.1	1	Emisiones de la ganadería		0,00	2.165,13	60,40	0,00	64.191,03	0,00	A	B
V.2	1	Emisiones de la tierra		-22.399,09	1.338,40	10,37	0,00	233.737,42	82.622,62	A	B
V.3	1	Otras emisiones de agricultura		0,00	0,00	149,23	0,00	46.260,81	0,00	A	B
		GPC 2014 BASIC		370.904	38.398	24	0	1.184.578	30.040		
		GPC 2014 BASIC+		379.556	41.904	244	242	1.560.231	113.082		
TOTAL	1	Alcance 1		287.237	42.135	244	242	1.472.648	112.663		
	2	Alcance 2		61.986	0	0	0	61.986	0		
	3	Alcance 3		30.333	2	0	0	30.504	419		

Fuente: Elaboración propia

Tabla 12. Resultados agregados del inventario de 2014 en formato GPC 2014

Sector		Total por alcances (t CO ₂ e)			Total por límites operativos (t CO ₂ e)	
		Alcance 1	Alcance 2	Alcance 3	BASIC	BASIC +
Unidades estacionarias	Emisiones de combustión (excepto I.4.4)	493.371	75.955	12.457	569.325	581.783
	Emisiones de combustión en el área de estudio para generación de energía de red	0				
Transporte	Todas las emisiones de transporte	254.893	0	27.103	254.893	281.996
Residuos	Emisiones de residuos generados en el área de estudio	57.094		0	57.094	57.094
	Emisiones de residuos generados fuera del área de estudio y tratados dentro del área de estudio	13.546				
IPPU	Todas las emisiones de IPPU	866			0	866
AFOLU	Todas las emisiones de AFOLU	246.846			0	246.846
Total		1.066.616	75.955	39.560	881.313	1.168.585

Fuente: Elaboración propia

Tabla 13. Resultados agregados del inventario de 2009 en formato GPC 2014

Sector		Total por alcances (t CO ₂ e)			Total por límites operativos (t CO ₂ e)	
		Alcance 1	Alcance 2	Alcance 3	BASIC	BASIC +
Unidades estacionarias	Emisiones de combustión (excepto I.4.4)	900.443	61.986	10.166	962.429	972.596
	Emisiones de combustión en el área de estudio para generación de energía de red	0				
Transporte	Todas las emisiones de transporte	192.027	0	20.337	192.027	212.364
Residuos	Emisiones de residuos generados en el área de estudio	30.122		0	30.122	30.122
	Emisiones de residuos generados fuera del área de estudio y tratados dentro del área de estudio	4.906				
IPPU	Todas las emisiones de IPPU	960			0	960

AFOLU	Todas las emisiones de AFOLU	344.189			0	344.189
Total		1.472.648	61.986	30.504	1.184.578	1.560.231

Fuente: Elaboración propia

6.4.1 Visión integrada

De acuerdo a los resultados del inventario de emisiones de GEI de 2014, con una población total de 340.140, cada habitante del Municipio de Neiva emite 3,44 t CO₂e durante dicho año. Este dato, se justifica en parte por las emisiones fugitivas asociadas a la producción del petróleo y distribución de gas natural. Tan solo esta actividad industrial emite 1,32 t CO₂e/hab, es decir un aproximadamente un 36,18% del balance de emisiones per cápita total.

Se presentan en la Tabla 14 los resultados obtenidos, donde se observa que las emisiones totales de Neiva, reportadas según el GPC, suman 1.241.953 t CO₂e. A nivel informativo las emisiones de CO₂ por combustión de biomasa, ascienden a 0,20 t CO₂e per cápita.

Tabla 14. Resultados principales de emisiones de GEI 2014 (t CO₂e)

RESULTADOS PRINCIPALES DE EMISIONES DE GEI – AÑO 2014		
Concepto	Absoluto (t CO ₂ e)	per cápita (t CO ₂ e/hab)
Total (según GPC) ⁵	1.168.585	3,44
Alcance 1 ³	993.248	2,92
<i>Emisiones alcance 1⁶</i>	<i>1.066.616</i>	<i>3,14</i>
<i>Absorciones alcance 1</i>	<i>-73.368</i>	<i>-0,22</i>
Alcance 2	75.955	0,22
Alcance 3	39.560	0,12
Emisiones de CO ₂ por combustión de biomasa	69.197	0,20

Fuente: Elaboración propia

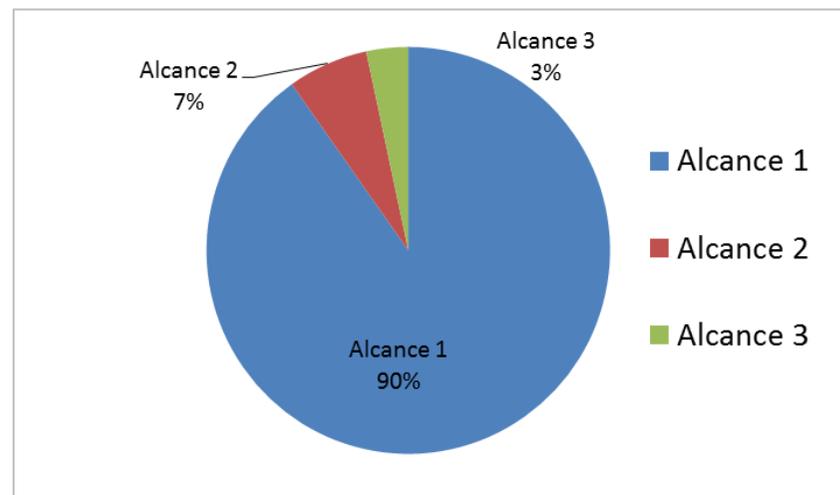
⁵ No incluye ni emisiones de CO₂ por combustión de biomasa, ni emisiones de GEI alcance 1 por generación de energía, ni emisiones de alcance 1 de residuos generados fuera del área de estudio y tratados dentro del área de estudio

Analizando los resultados en términos de alcances, el balance de emisiones-absorciones de GEI del alcance 1 es positivo aunque las absorciones ascienden a 73.368 de CO₂e, o lo que es lo mismo, 0,22 t CO₂e por habitante.

Centrándose en las emisiones totales, tal como se puede observar en la Figura 25, la mayor parte de las emisiones son emisiones de alcance 1, alcanzando un 90% de las emisiones totales, mientras que las emisiones de alcance 2, directamente vinculadas al consumo de electricidad, suponen un 7%, y las emisiones de alcance 3 representan un 2% asociadas principalmente a movilidad.

Esta distribución es relevante puesto que normalmente existe una mayor capacidad de actuación sobre las emisiones de alcance 1 y 2, que sobre las emisiones de alcance 3.

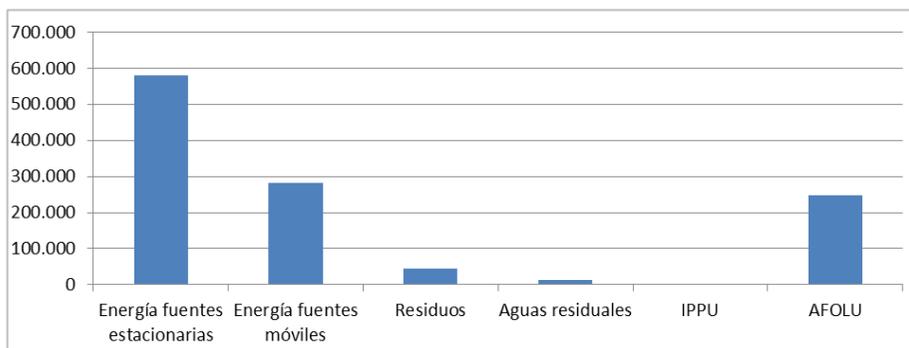
Figura 25. Emisiones de GEI por alcance (%). No se incluyen las Emisiones de CO₂ por combustión de biomasa. Año 2014.



⁶ Considera todas las emisiones de alcance Basic +.

Fuente: Elaboración propia

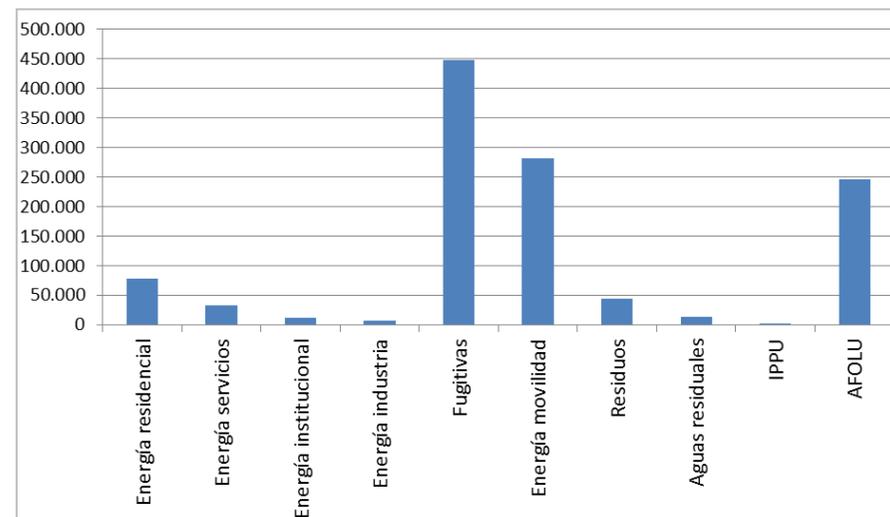
Figura 26. Balance de emisiones por sector agregado (t CO₂e). Año 2014.



Fuente: Elaboración propia

La Figura 21 muestra los resultados de emisiones de GEI en términos de t CO₂ por sectores agregados. Dicha figura muestra claramente como el sector con mayor impacto en el cómputo total de emisiones de GEI es el sector AFOLU seguido del sector de fuentes móviles.

Figura 27. Balance de emisiones por sector (t CO₂e). Año 2014.



Fuente: Elaboración propia

La Figura 27 y Figura 28, presentan los resultados de emisiones de GEI en términos de t CO₂e desagregados por sectores. Como se puede observar, el sector que presenta una mayor emisión es el sector Fugitivas (dentro de energía en fuentes estacionarias), que supone 448.381 t CO₂e (un 36% de las emisiones totales) debido a la producción de petróleo y distribución de gas natural, sector fundamental en la economía municipal, registrándose varias concesiones petroleras en el municipio.

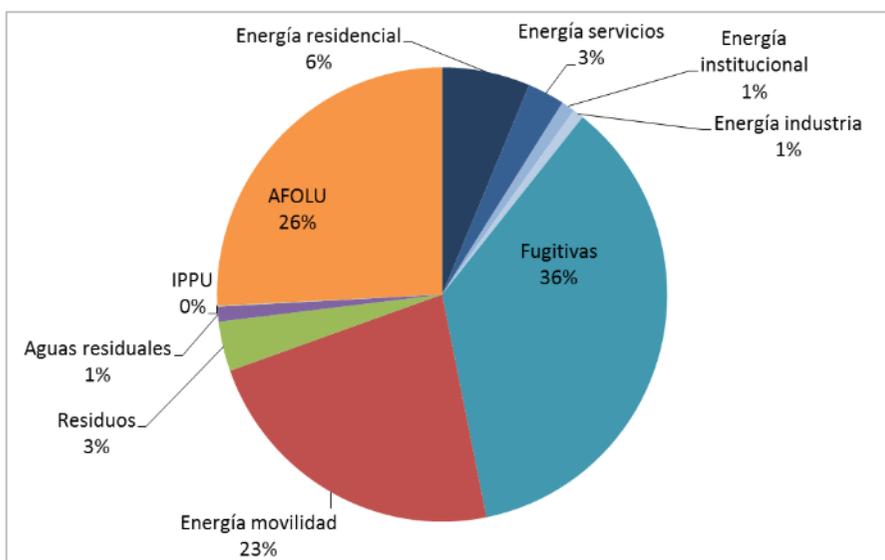
Los siguientes sectores son el sector movilidad con 281.996 t CO₂e (un 23% sobre el total) y el sector AFOLU que supone 320.214 t CO₂e (un 26% sobre el total). Citar que en la Figura 28 no se representan absorciones del sector AFOLU para no distorsionar los resultados.

En este sentido, se señala que el sector AFOLU a pesar de ser un sector emisor neto de CO₂e, las absorciones por la acción de los Bosques y Cultivos Sin Cambio de Uso del municipio de Neiva hacen que las emisiones se reduzcan en concreto 73.368 t CO₂e en el

sector AFOLU, frente a las 320.214 t CO₂e de emisiones, con un balance neto de 246.846 t CO₂e.

El resto de los sectores tienen una contribución al total de las emisiones inferior al 16%, destacando entre ellos el sector Energía Residencial con 78.517 t CO₂e (un 6%), el sector Residuos con 43.938 t CO₂e (un 3%) y el sector Energía Servicios con 33.088 t CO₂e (un 3%).

Figura 28. Emisiones por sector (t CO₂e). Año 2014.

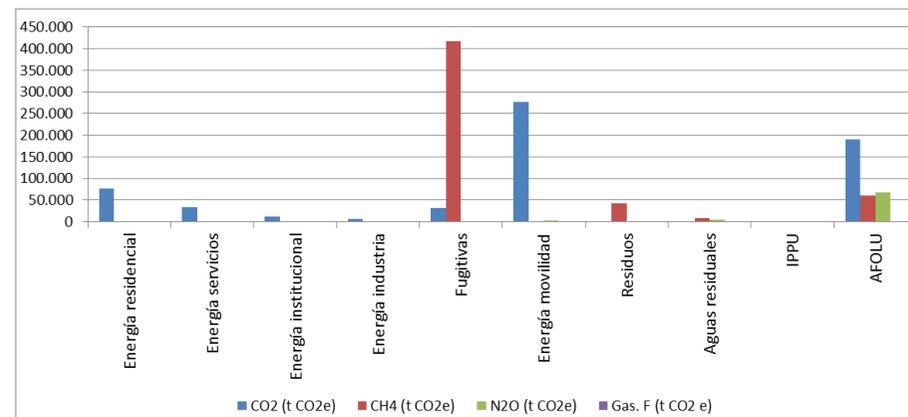


Fuente: Elaboración propia

La Figura 29 profundiza en este análisis sectorial, distinguiendo por tipo de GEI. Como se puede ver, el GEI con mayor relevancia es el CH₄. Este GEI es especialmente relevante en el sector fugitivas debido a la extracción de petróleo. Asimismo el metano presenta relevancia en el sector AFOLU, principalmente como resultado de la fermentación entérica del ganado y como emisión derivada de la gestión del estiércol; y en el sector residuos donde constituye el único GEI emitido. A continuación se encuentra el dióxido de carbono principalmente asociado al sector energía movilidad. En cuanto al N₂O, destacar su representatividad en el

sector AFOLU como consecuencia del uso de fertilizantes nitrogenados en la agricultura y de la gestión de estiércol del ganado. Los gases fluorados, reflejados en el sector IPPU, apenas son representativos.

Figura 29. Emisiones por sector y tipo de GEI (t CO₂e)

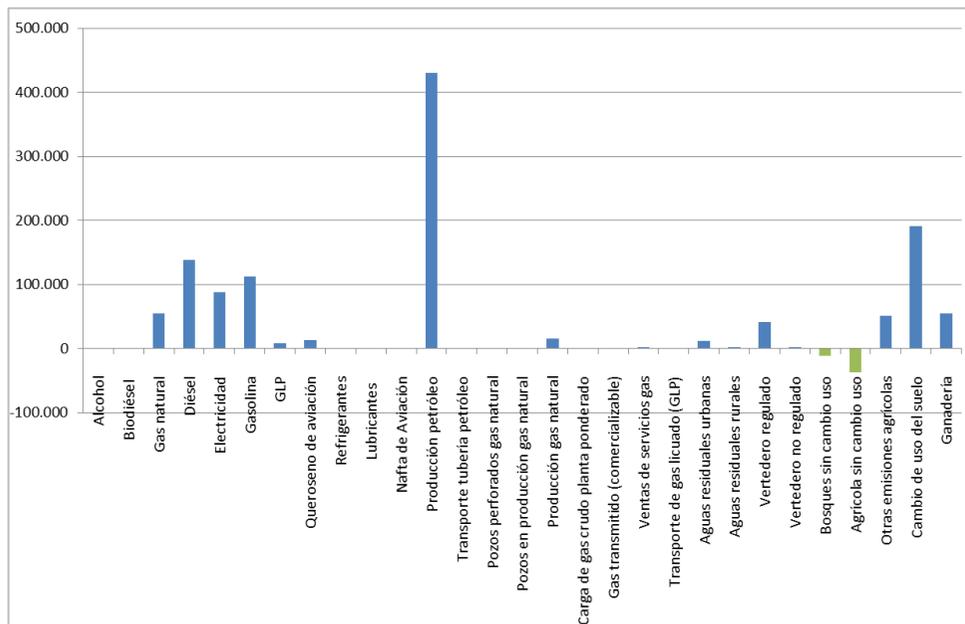


Fuente: Elaboración propia

Analizando las emisiones por flujo fuente, tal y como se presenta en la Figura 23, se puede observar que las mayores emisiones están asociadas al sector fugitivas, específicamente asociadas a las emisiones generadas por producción de petróleo.

Tras esta fuente destaca igualmente en el sector AFOLU las emisiones generadas por cambio en el uso del suelo, la actividad ganadera, así como la tasa de absorción por bosques y agrícola sin cambio de uso. Por otro lado, la Figura 30 muestra un alto consumo de gasolina y diésel principalmente en el sector movilidad, así como las emisiones derivadas del consumo de electricidad y gas natural mayoritariamente originadas en el sector residencial. Destacar asimismo las emisiones de CH₄ asociadas al Relleno Sanitario Los Ángeles.

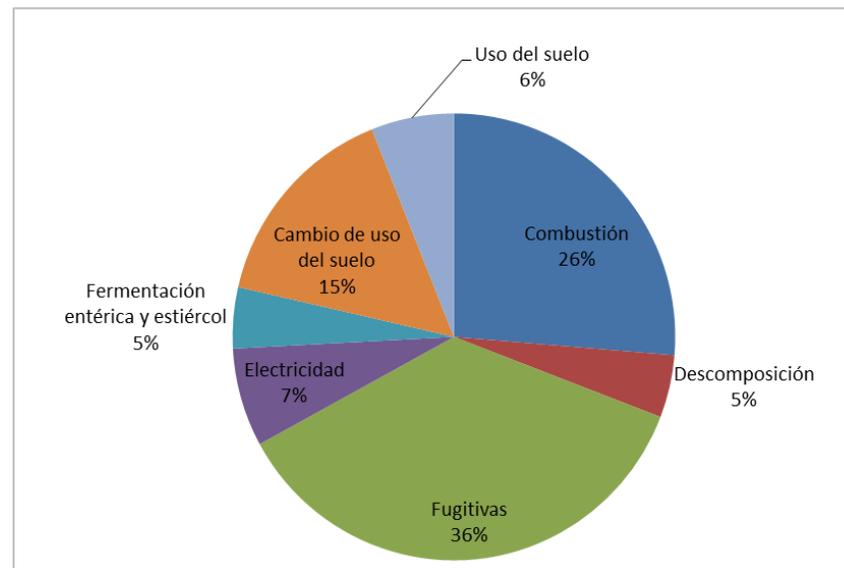
Figura 30. Emisiones por flujo fuente (t CO₂e). Año 2014



Fuente: Elaboración propia

Como se observa en la Figura 31 un último análisis según el tipo de proceso que origina la emisión, revela que los procesos que contribuyen mayoritariamente a las emisiones de GEI son las emisiones las emisiones fugitivas con un 36% del total. En este caso, dentro de emisiones fugitivas se contemplan tanto las emisiones fugitivas asociadas a la producción de petróleo, como al uso de productos (principalmente escapes de gases fluorados en circuitos de refrigeración). En segundo lugar se encuentra la combustión asociada al consumo de combustible en fuentes estacionarias y, sobre todo, en fuentes móviles, con un 26% de las emisiones totales. Los cambios de uso del suelo suponen un 15% de las emisiones totales seguidas por la electricidad con un 7%, y por la fermentación entérica y estiércol procedente del sector ganadero que representa un 5% del total de emisiones.

Figura 31. Emisiones por tipo de emisión en 2014 (%)

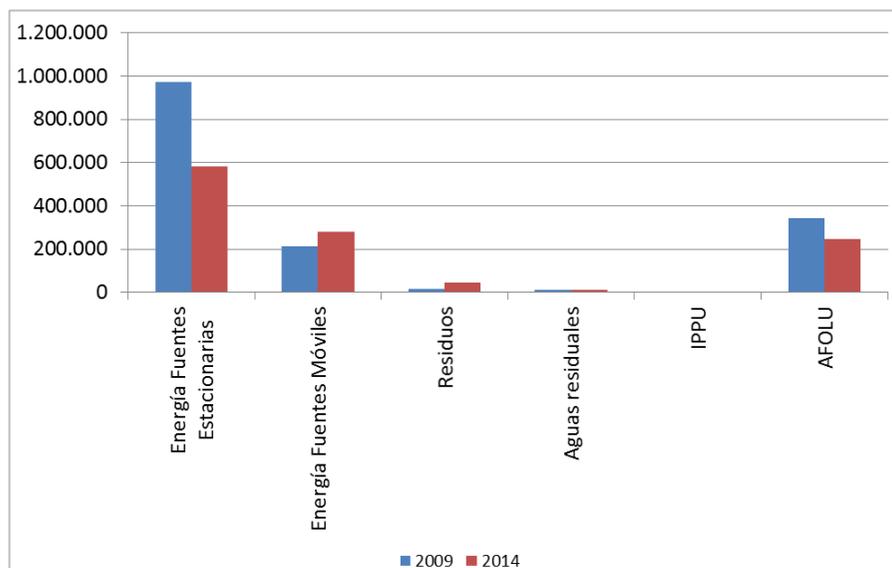


Fuente: Elaboración propia

6.4.2 Inventario de GEI 2009 vs 2014

En este apartado se analizan de forma comparativa los resultados del inventario de GEI del año 2009 y 2014 por sectores. Los potenciales de calentamiento global para los GEI considerados se pueden observar en la Tabla 02. Estos potenciales se corresponden con el Second Assessment Report (SAR) de IPCC, publicado en 1996. Tal como se puede observar en la Tabla 15, las emisiones totales de GEI del año 2014 ascendieron al valor de 1.168.585 t CO₂e mientras que en el año 2009 alcanzaron el valor de 1.560.231 t CO₂e, lo que implica una reducción de un 25% aproximadamente.

Figura 32. Comparación balance de emisiones año 2009 vs 2014 por sectores agregados (t CO₂e)



Fuente: Elaboración propia

El sector que más aumentó sus emisiones en 2014 con respecto a 2009, fue el sector Residuos con un incremento del 152,35%, debido principalmente los vertidos no regulados.

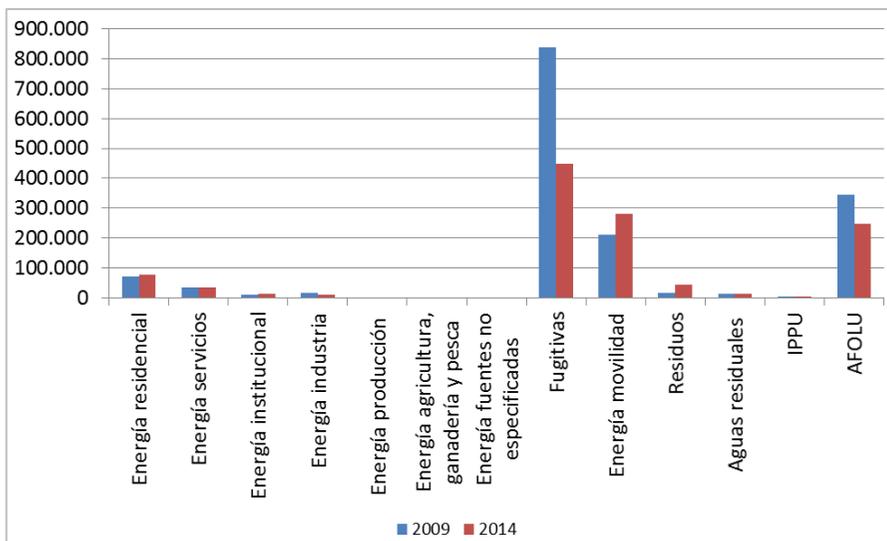
Destacar asimismo el sector Movilidad con un incremento de sus emisiones del 32,79% asociado a un aumento del uso del vehículo privado.

Tabla 15. Balance de emisiones GEI, año 2009 y año 2014

SECTORES DESAGREGADOS		Balance de emisiones (t CO ₂ e)	
		2009	2014
GPC: I - Energía Fuentes Estacionarias	Energía residencial	69.834	78.517
	Energía servicios	35.806	33.088
	Energía institucional	11.563	11.950
	Energía industria	16.201	9.846
	Energía producción	0	0
	Energía agricultura, ganadería y pesca	0	0
	Energía fuentes no especificadas	0	0
	Fugitivas	839.192	448.381
GPC: II - Energía Fuentes Móviles	Energía movilidad	212.364	281.996
GPC: III - Residuos	Residuos	17.412	43.938
GPC: III - Aguas residuales	Aguas residuales	12.710	13.156
GPC: IV - IPPU	IPPU	960	866
GPC: V - AFOLU	AFOLU	344.189	246.846
TOTAL		1.560.231	1.168.585

Fuente: Elaboración propia

Figura 33. Detalle de la Comparación Balance de emisiones año 2009 vs 2014 por sectores (t CO₂e)



Fuente: Elaboración propia

Hay sectores en los que se produjo una reducción de sus emisiones entre los dos años fijados, como es el caso de AFOLU. En este sector el balance de emisiones se reduce un 28,28%, asociado a varias causas:

- Reducción en el número de cabezas de ganado (fermentación entérica y gestión del estiércol).
- Reducción de la superficie para cultivo de arroz inundado.
- Disminución de la superficie de incendios debido a que el año 2009 fue un año azotado por el fenómeno del niño provocando una gran cantidad de incendios.

- Aumento de la superficie dedicada a cultivos perennes que ejercen como sumidero de carbono.

Resulta interesante la disminución de las emisiones de Fuentes Estacionarias, especialmente las emisiones Fugitivas, principalmente por la caída de la producción petrolera en el municipio, lo cual se explica en parte por la tendencia a la baja de los precios internacionales del barril de petróleo y por condiciones geológicas particulares del terreno, lo cual conlleva el decrecimiento en la producción de crudo.

En términos per cápita, tal y como se observa en la Tabla 16, en el año 2009 se emitieron 4,76 toneladas de CO₂e por habitante mientras que en el año 2014 disminuyeron hasta las 3,44 toneladas, un decremento en torno al 28,64%. A pesar de que las emisiones en el año 2014 disminuyeron en torno a un 26% con respecto a las del año 2009, la población tuvo un aumento poco significativo en esos años, en torno al 3,45%, lo que da lugar a una reducción de las emisiones per cápita en el año 2014. Este hecho está muy relacionado con la relevancia en el inventario de emisiones de sectores como emisiones fugitivas de extracción de petróleo y gas, o cambios de usos del suelo, que no están directamente asociados al crecimiento de la población.

Tabla 16. Balance de emisiones per cápita GEI, año 2009 y año 2014

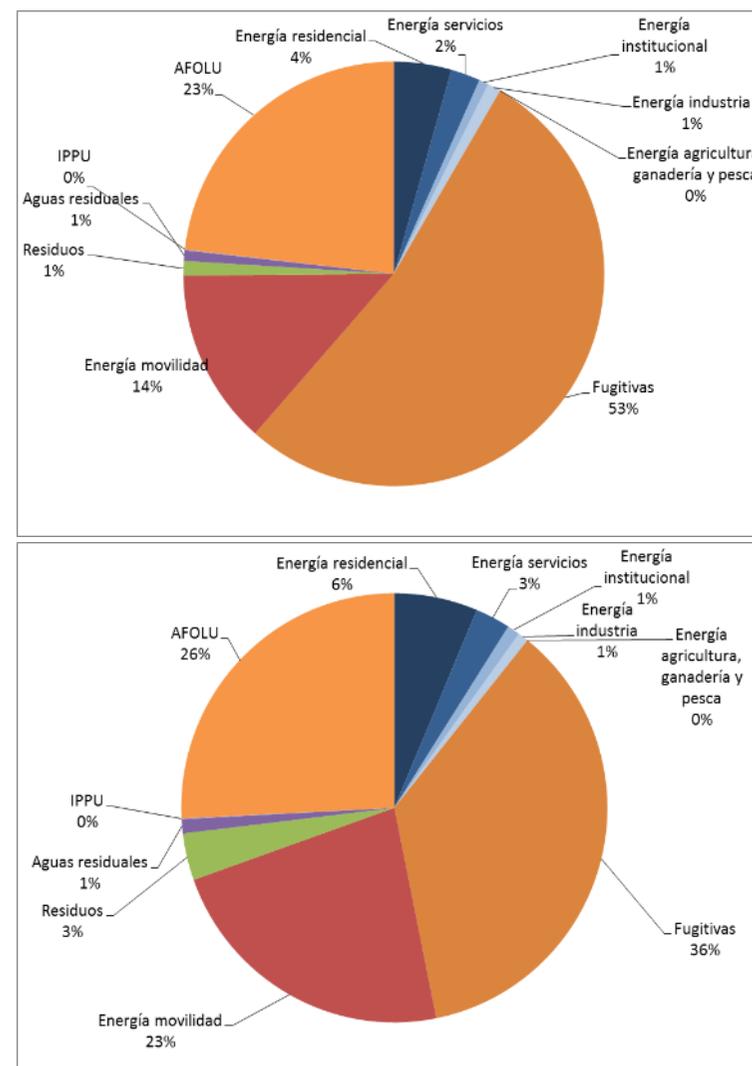
SECTORES		Balance de emisiones per cápita (t CO ₂ e/hab)	
		2009	2014
GPC: I - Energía Fuentes Estacionarias	Energía residencial	0,21	0,23
	Energía servicios	0,11	0,10
	Energía institucional	0,04	0,04
	Energía industria	0,05	0,03
	Energía producción	0,00	0,00
	Energía agricultura, ganadería y pesca	0,00	0,00
	Energía fuentes no especificadas	0,00	0,00

SECTORES		Balance de emisiones per cápita (t CO ₂ e/hab)	
		2009	2014
	Fugitivas	2,56	1,32
GPC: II - Energía Fuentes Móviles	Energía movilidad	0,65	0,83
GPC: III - Residuos	Residuos	0,05	0,13
GPC: III - Aguas residuales	Aguas residuales	0,04	0,04
GPC: IV - IPPU	IPPU	0,00	0,00
GPC: V - AFOLU	AFOLU	1,05	0,73
TOTAL		4,76	3,44

Fuente: Elaboración propia

Por último, la contribución por sectores en ambos años se puede apreciar en la Figura 34, donde se observa que en los dos casos la contribución de cada sector al total de emisiones GEI es muy similar. En el año 2009, el sector que tiene una mayor contribución a las emisiones GEI es fugitivas con un 53% mientras que el año 2014, la contribución se reduce hasta el 36%. Le sigue en importancia el sector AFOLU con una contribución en el año 2009 del 23% y en el año 2014 del 26%. El tercer sector en importancia es el sector movilidad, con una representación del 14% al total de las emisiones GEI en el año 2009 y del 23% en el año 2014.

Figura 34. Emisiones por sector años 2009 y 2014 (% de t CO₂e)

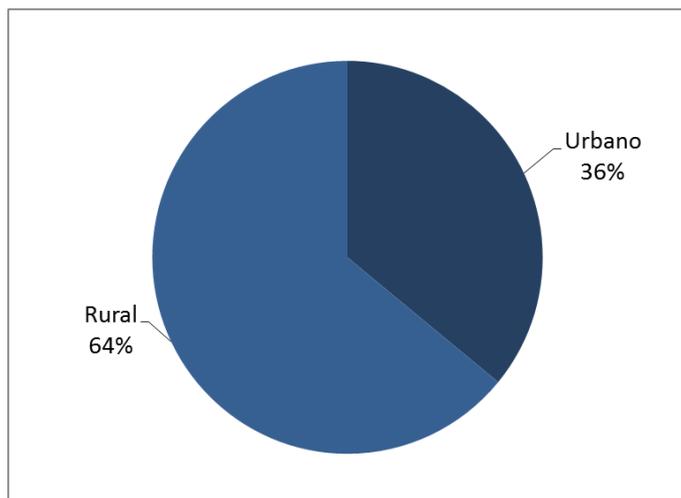


Fuente: Elaboración propia

6.4.3 Emisiones rurales y urbanas

Dada la extensión del territorio, se presentan a continuación las emisiones del medio urbano y del medio rural. Las emisiones rurales de GEI del año 2014 ascendieron al valor de 795.353 t CO₂e (64%) mientras que las urbanas alcanzaron el valor de 446.599 t CO₂e (36%).

Figura 35. Emisiones urbanas y rurales en 2014 (%)



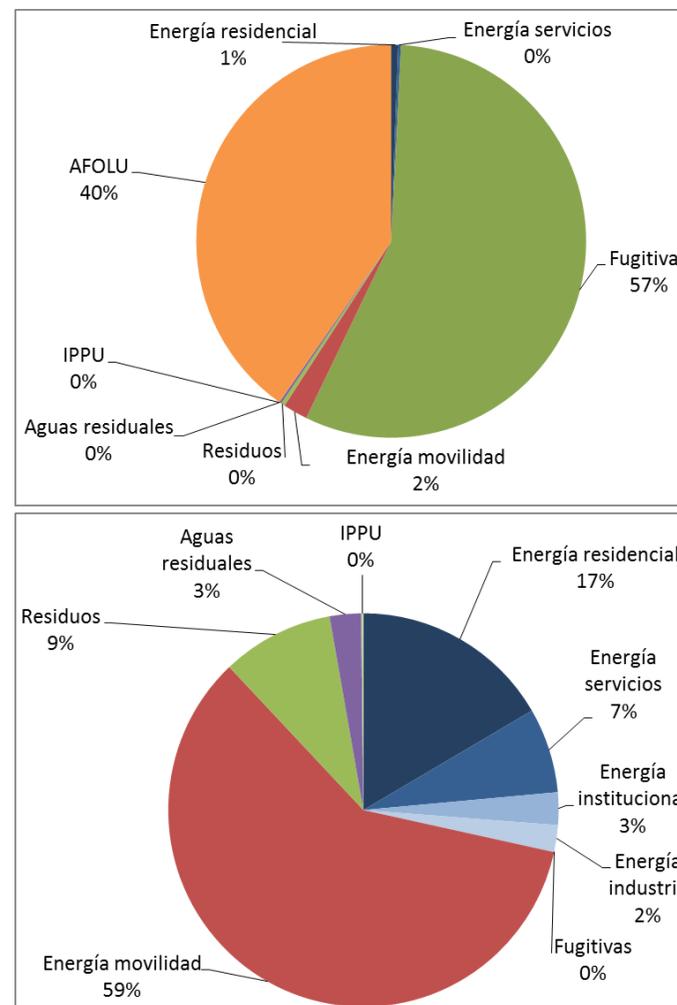
Fuente: Elaboración propia

En el área rural las principales emisiones se dan en el sector fugitivas (57%) debidas a la actividad petrolera y gasífera del municipio, seguido del sector AFOLU (40%), asociadas principalmente a los cambios de uso de suelo, a la fermentación entérica del ganado y a emisiones por fertilizantes nitrogenados. Por otro lado, en el área urbana el principal sector emisor es la movilidad (59%) seguido por el sector residencial (17%) y residuos (9%).

El sector rural registra la mayoría de las emisiones, tanto en términos absolutos como en emisiones per cápita, con gran diferencia respecto al medio urbano en este último aspecto, influido por el sector fugitivas, AFOLU y por estar compuesto por una población muy inferior

a la del medio urbano. En el ámbito urbano, en cambio, predomina la movilidad y el sector residencial.

Figura 36. Emisiones rurales (arriba) y urbanas (abajo) por sector en 2014 (%)



Fuente: Elaboración propia

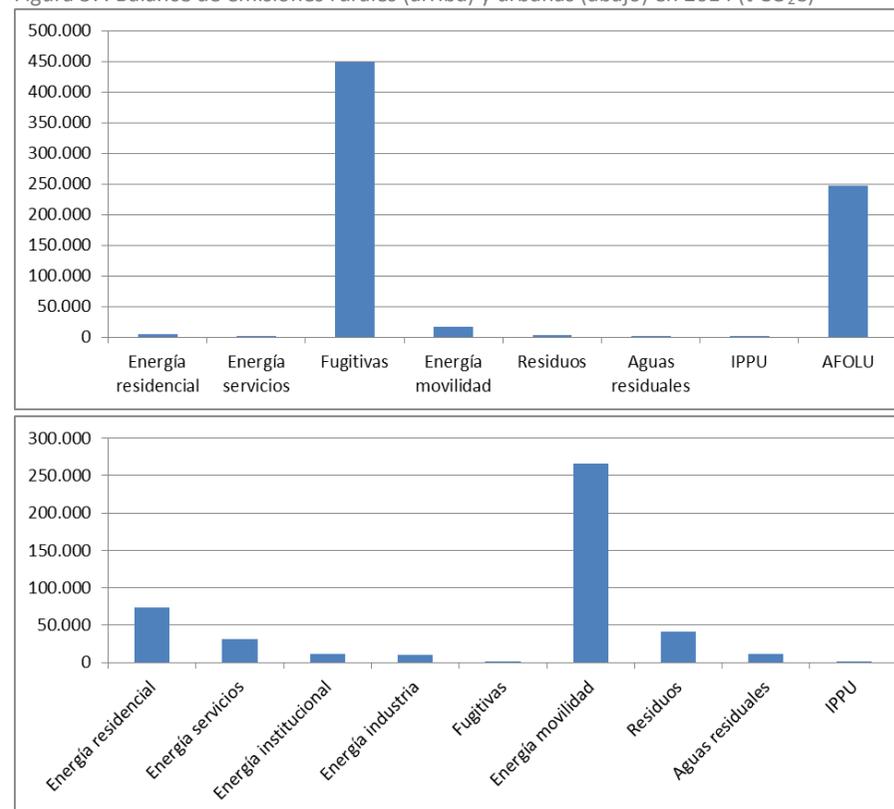
Tal y como muestra la Tabla 17, el balance de emisiones rurales de GEI del año 2014 ascendieron al valor de 721.985 t CO₂e mientras que el balance de las emisiones urbanas alcanzó el valor de 446.599 t CO₂e.

Tabla 17. Balance de emisiones rurales y urbanas en 2014 (t CO₂e)

SECTORES DESAGREGADOS	Balance emisiones (t CO ₂ e)		Balance emisiones per cápita (t CO ₂ e)	
	Rural	Urbano	Rural	Urbano
Energía residencial	4.516	74.001	0,23	0,23
Energía servicios	1.903	31.184	0,10	0,10
Energía institucional	0	11.950	0,00	0,04
Energía industria	0	9.846	0,00	0,03
Energía producción	0	0	0,00	0,00
Fugitivas	448.377	4	22,80	0,00
Energía movilidad	16.221	265.775	0,82	0,83
Residuos	2.527	41.411	0,13	0,13
Aguas residuales	1.545	11.611	0,08	0,04
IPPU	50	816	0,00	0,00
AFOLU	246.846	0	12,55	0,00
TOTAL	721.985	446.599	36,71	1,39

Fuente: Elaboración propia

Figura 37. Balance de emisiones rurales (arriba) y urbanas (abajo) en 2014 (t CO₂e)



Fuente: Elaboración propia

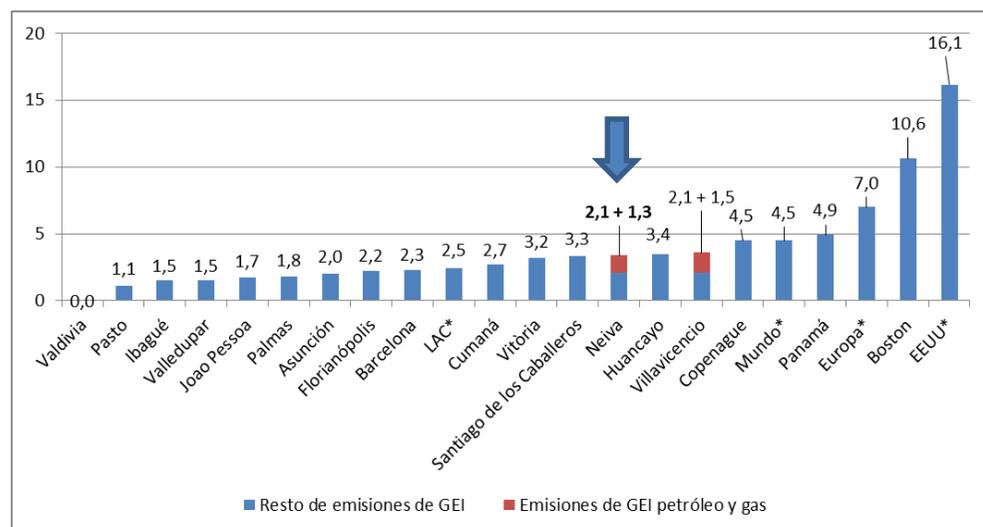
6.4.4 Situación del área de estudio respecto a otros territorios

En este apartado se presenta una comparación de la situación analizada del área de estudio con respecto a otras ciudades Latinoamericanas y países mundiales.

Tal y como puede observarse en la Figura 38, el balance de emisiones de GEI per cápita del Municipio de Neiva asciende a 3,4 t CO₂e/hab, de las cuales, las emisiones por producción de petróleo suponen un 38% del total. En este sentido, si la comparativa respecto a otros

territorios se hace sin contabilizar las emisiones por producción de petróleo, actividad inexistente en el resto de ciudades dentro del Programa, se aprecia como el balance de emisiones per cápita de Neiva es 2,1 t CO₂e/hab, inferior tanto a la media de América Latina y Caribe, como a la media mundial.

Figura 38. Comparativa del balance de emisiones per cápita (t CO₂e/hab). Fuente: International Energy Agency para países; BID para ciudades



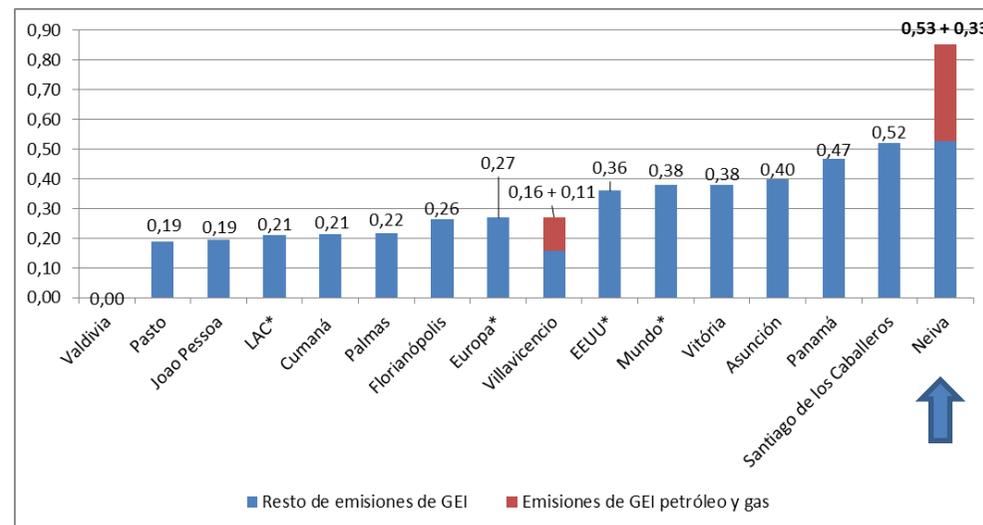
Fuente: Elaboración propia

(*) Sólo incluye emisiones por energía y por producción de cemento

Sin embargo, si el análisis se realiza por PIB, en la Figura 39 se aprecia como el valor para Neiva se encuentra por encima de la media de América Latina y Caribe, con un valor de 0,85 t CO₂e/USD, es decir, se requiere una mayor emisión de GEI para generar valor. Esto es lógico en este caso, puesto que una alta proporción de las emisiones de Neiva están

asociadas a la producción de petróleo y gas. Sin considerar estas emisiones el balance de emisiones por PIB disminuye hasta 0,53 t CO₂e/USD en la línea de ciudades como Santiago de los Caballeros.

Figura 39. Comparativa del balance de emisiones per cápita por PIB (kg CO₂e/USD)⁷



Fuente: Elaboración propia

(*) Sólo incluye emisiones por energía y por producción de cemento.

⁷ Fuente: Elaboración propia a partir de los datos de Datos Macro y de la Agencia Internacional de la Energía.

6.4.5 Energía fuentes estacionarias

Dentro de este sector se incluyen los siguientes subsectores:

- Residencial.
- Servicios.
- Institucional.
- Industria.
- Producción de Energía.
- Energía agricultura, ganadería y pesca.
- Fugitivas.

6.4.5.1 Sector residencial

RESULTADOS DEL INVENTARIO GEI 2014: ENERGÍA FUENTES ESTACIONARIAS - SECTOR RESIDENCIAL



CONCLUSIONES DIAGNÓSTICO CUALITATIVO

- En el año 2011, el total de viviendas en Neiva es de 96.872 viviendas, lo que supone un déficit cuantitativo de viviendas del 29,79% ⁸.
- El 94,1 % de la población del municipio se concentra en zonas urbanas.
- Un 65% de la población rural emplean el uso de leña para la cocción de alimentos⁹.
- La estructura urbana se encuentra condicionada por la existencia de ríos y quebradas.
- El sector residencial es el principal consumidor de electricidad y gas.
- El consumo de gas natural a nivel residencial es mayor en los estratos superiores. No existen suscriptores de gas residencial en el ámbito rural.
- Consumo energético en al año 2014 para el sector residencial fue de 200.912 MWh¹⁰.

DATOS DE ACTIVIDAD

Tabla 18. Datos de actividad sector residencial

ALCANCE 1

Combustible	Dato	Unidades
GLP	1.636,85	t
Gas natural	12.595.764,08	Nm ³

ALCANCE 2

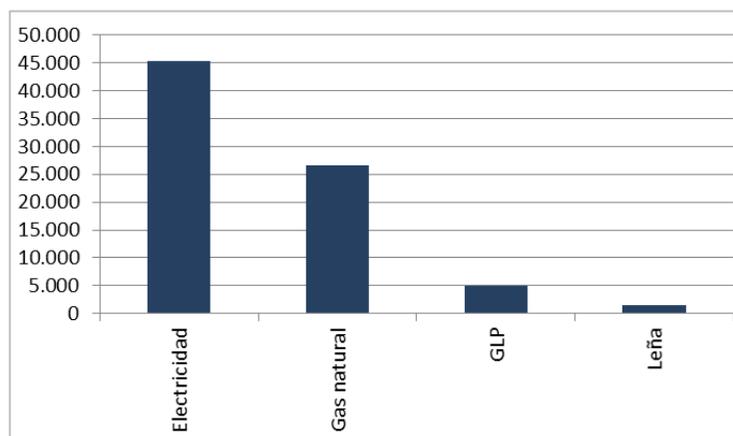
Combustible	Dato	Unidades
Electricidad	200.912.233	kWh

ALCANCE 3

Combustible	Dato	Unidades
Pérdidas de Electricidad	32.951.384	kWh

Fuente: SUI

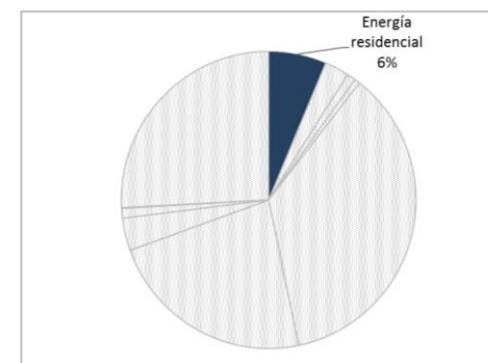
Figura 40. Emisiones sector residencial, año 2014 (t CO₂e)



Fuente: Elaboración propia

Las emisiones del sector residencial ascienden al valor de 78.517t CO₂e.

Figura 41. Contribución del sector residencial a las Emisiones GEI (% t CO₂e)



Fuente: Elaboración propia

⁸ Dirección de vivienda-Informe de gestión 2012

⁹ P.O.T. de Neiva

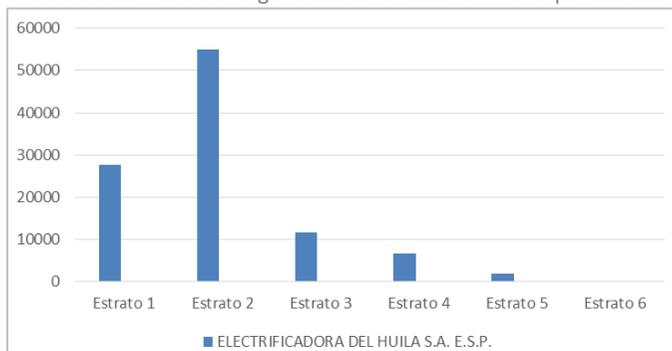
¹⁰ SUI-Consumo de Energía 2014

RESULTADOS DEL INVENTARIO GEI 2014: ENERGÍA FUENTES ESTACIONARIAS - SECTOR RESIDENCIAL

Consumo de electricidad

La empresa principal responsable del suministro eléctrico residencial en Neiva es la Electrificadora del Huila (Electrohuila).

Figura 42. Número de usuarios de energía eléctrica en 2014 en Neiva por estrato.



Fuente: SUI-Servicio de Energía 2014

- El consumo está concentrado en los estratos 1 al 2 dada la gran cantidad de usuarios pertenecientes a esos niveles socioeconómicos.

Consumo de Gas Natural

- Respecto al servicio de gas, la distribución y comercialización está gestionada por la empresa Alcanos de Colombia. En 2014 el número de suscriptores en el sector residencial fue de 94.840., correspondientes principalmente a los estratos del 1 al 3.

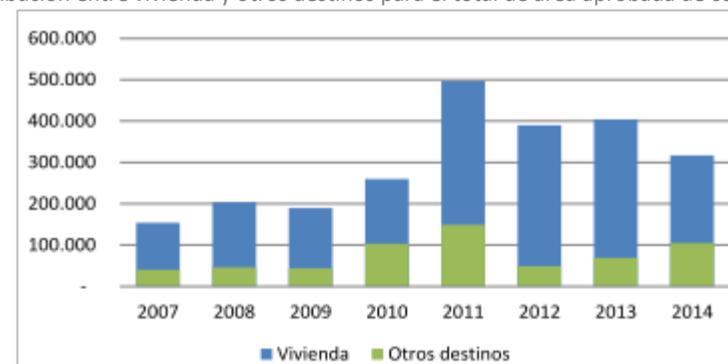
Consumo de GLP

- De acuerdo a los datos suministrados por el SUI, la empresa UNIGAS COLOMBIA S.A. E.S.P. vendió un total de 1.636,85 toneladas de GLP para el sector residencial.

Tipología de construcción

- Neiva concentró el 70% de las licencias aprobadas en el Departamento del Huila en el 2014, para nuevas Construcciones.
- La construcción de viviendas se ha visto favorecido por el programa de viviendas gratis del Gobierno Nacional, del que Neiva se aprovecha del 58,8% de la participación del departamento.
- Las viviendas siguen siendo el tipo de construcción preferencial, si bien en el 2014, aumentó el área aprobada para otro tipo de construcciones.

Figura 43. Distribución entre vivienda y otros destinos para el total de área aprobada de construcción



Fuente: Fedesarrollo-Diagnóstico y perspectivas de mediano plazo.

- Es de destacar la cantidad de asentamientos urbanos existentes que en el año 2013 aumentaron en un 300% representando a una población estimada de 21.923 personas, y que en algunos casos se han convertido en guettos urbanos.

6.4.5.2 Sector servicios

RESULTADOS DEL INVENTARIO GEI 2014: ENERGÍA FUENTES ESTACIONARIAS - SECTOR SERVICIOS



CONCLUSIONES DIAGNÓSTICO CUALITATIVO

- El consumo y la comercialización de bienes y servicios son hoy las principales actividades económicas de Neiva.
- El sector servicios es un sector en alza que tiene cada vez un peso mayor en la economía de Neiva.
- El mayor consumo de energía corresponde a la iluminación, seguido por la refrigeración.

DATOS DE ACTIVIDAD

Tabla 19. Datos de actividad sector servicios

ALCANCE 1

Combustible	Dato	Unidades
Gas natural	2.338.999	Nm ³
GLP	787,81	t

ALCANCE 2

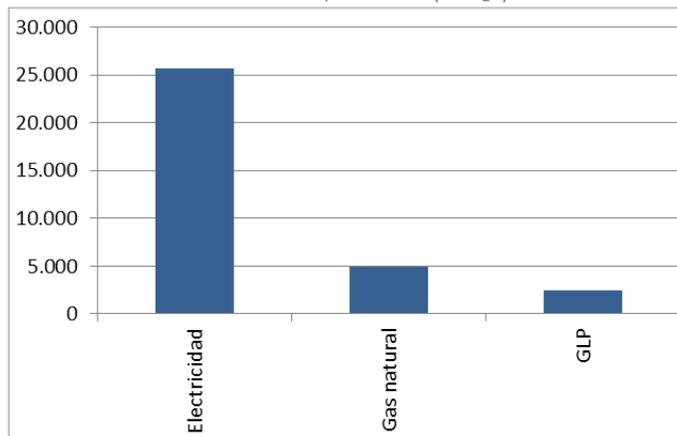
Combustible	Dato	Unidades
Electricidad	113.876.375	kWh

ALCANCE 3

Combustible	Dato	Unidades
Pérdidas de Electricidad	18.676.733	kWh

Fuente: SUI

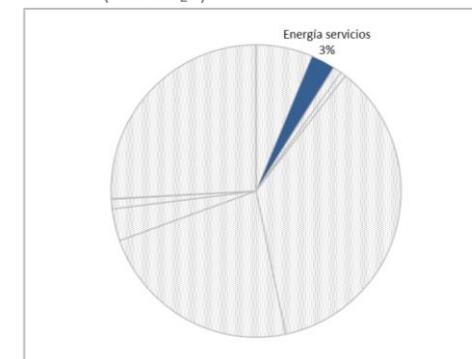
Figura 44. Emisiones sector servicios, año 2014 (t CO₂e)



Fuente: Elaboración propia

Las emisiones del sector servicios ascienden al valor de 33.088 t CO₂e

Figura 45. Contribución del sector servicios a las Emisiones GEI (% t CO₂e)



Fuente: Elaboración propia

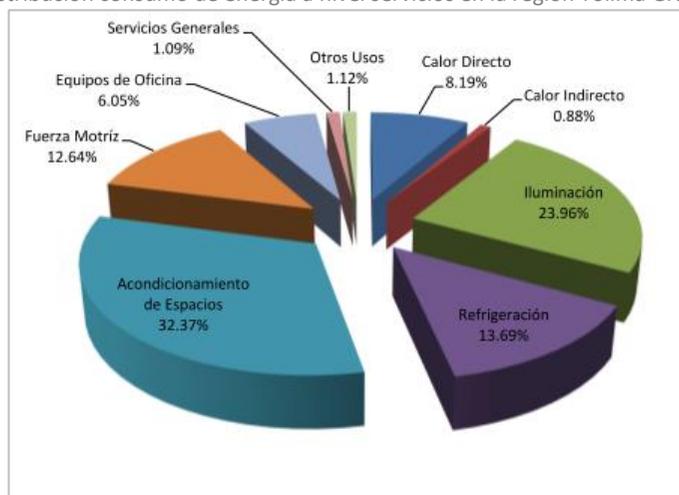
RESULTADOS DEL INVENTARIO GEI 2014: ENERGÍA FUENTES ESTACIONARIAS - SECTOR SERVICIOS

Importancia del sector

El comercio es uno de los impulsores del sector de servicios. En 2014 ha comenzado los proyectos para la construcción de dos nuevos centros comerciales: Santa Lucia Plaza que contará con 184 locales comerciales y Unicentro que además de la construcción de nuevos centros comerciales conlleva la construcción de seis torres con 1.400 apartamentos.

Distribución del consumo por uso final

Figura 47. Distribución consumo de energía a nivel servicios en la región Tolima Grande.



Fuente: Consorcio Géminis, 2014 Determinación del Potencial de Reducción del Consumo Energético en el Sector Servicios en Colombia.

Tipología

- La principal actividad es el comercio seguido por el sector servicios en el que sobresalen las actividades financieras, servicios públicos y seguros.

Figura 46. Actividades económicas en Neiva



Fuente: Actualización del PGRIS 2013.

Turismo

- Neiva cuenta con 83 establecimientos hoteleros, 161 restaurantes. 30 agencias de viaje, 3 compañías de transporte aéreo y 34 empresas relacionadas con el transporte terrestre.¹²

¹² Actualización del PGRIS 2013

- El consumo de GLP en el sector comercial en 2014 es de 787,81 toneladas¹¹.
- Es destacable el uso de la iluminación, seguido por la refrigeración, como es típico para este sector en zonas cálidas.

6.4.5.3 Sector institucional

RESULTADOS DEL INVENTARIO GEI 2014: ENERGÍA FUENTES ESTACIONARIAS - SECTOR INSTITUCIONAL



CONCLUSIONES DIAGNÓSTICO CUALITATIVO

- Neiva presenta un fuerte desarrollo municipal.
- Los consumos institucionales se centran principalmente en la energía eléctrica.
- Destaca la importancia del sector institucional al ser la capital del Departamento del Huila.
- El consumo eléctrico del sector institucional en el año 2014 fue de 50.673 MKw/año y de 236.618 m³ de gas natural y 2kg de GLP¹³.

¹¹ SUI-Servicio de GLP 2014.

¹³ SUI-Servicio energía, GLP y gas 2014

DATOS DE ACTIVIDAD

Tabla 20. Datos de actividad sector institucional

ALCANCE 1

Combustible	Dato	Unidades
Gas natural	236.618	Nm ³
GLP	2	t

ALCANCE 2

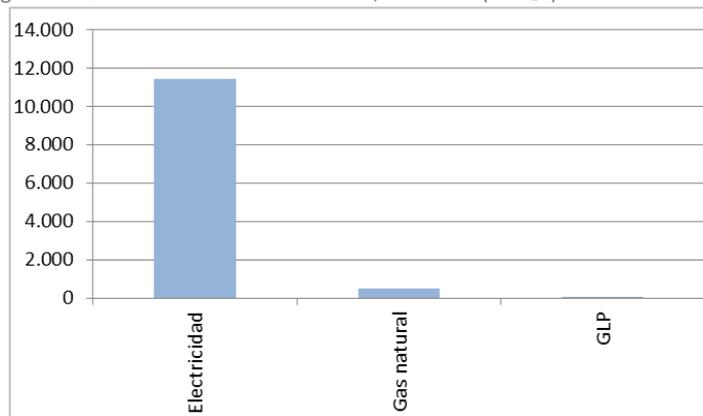
Combustible	Dato	Unidades
Electricidad	50.673.233	kWh

ALCANCE 3

Combustible	Dato	Unidades
Pérdidas de Electricidad	8.310.858	kWh

Fuente: SUI

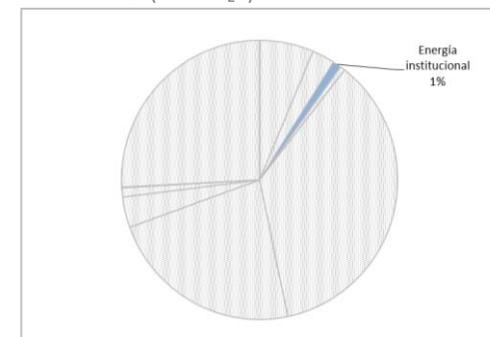
Figura 48. Emisiones sector institucional, año 2014 (t CO₂e)



Fuente: Elaboración propia

Las emisiones del sector institucional ascienden al valor de 11.950 t CO₂e

Figura 49. Contribución del sector institucional a las Emisiones GEI (% t CO₂e)



Fuente: Elaboración propia

RESULTADOS DEL INVENTARIO GEI 2014: ENERGÍA FUENTES ESTACIONARIAS - SECTOR INSTITUCIONAL – INFORMACIÓN ADICIONAL

Importancia del sector

El sector institucional revierte cierta importancia en la economía de Neiva debido a la capitalidad que ostenta.

Dirección administrativa

- En las zonas rurales no existe coordinación administrativa, lo que dificulta la prestación y focalización de las asistencias por parte de la administración.

Edificios institucionales

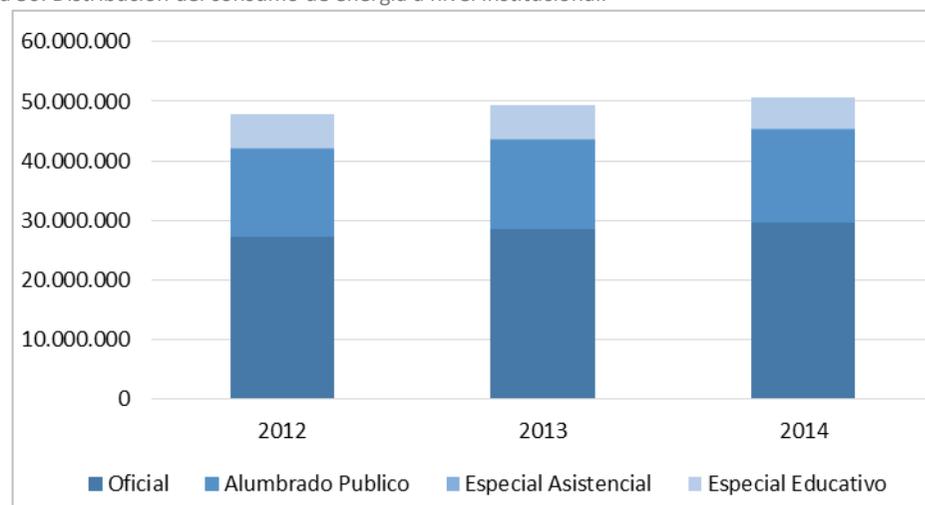
- La Gobernación del Huila se ubica en un edificio antiguo, sin criterios aparentes de eficiencia energética.
- La Alcaldía de Neiva se sitúa en una edificación igualmente antigua, que no cuenta con criterios de eficiencia energética y dispone de sistemas de climatización.

Instalaciones

La iluminación exterior, no hace uso de la tecnología LED. Igualmente no se tienen semáforos con la misma tecnología tipo LED.

Distribución del consumo

Figura 50. Distribución del consumo de energía a nivel institucional.



Fuente: Sistema Único de Información de Servicios Públicos.

- En el sector especial asistencial, constituido por edificios de servicios asistenciales, se observa una tendencia en el aumento del consumo de energía.
- Tal y como se observa en la Figura 50, el consumo por alumbrado público se mantuvo prácticamente estable de 2012 a 2014, constituyendo para éste último año poco más del 32% del consumo total del sector donde la participación mayoritaria se da en las entidades oficiales, con aproximadamente un 62,03%.

6.4.5.4 Industria

RESULTADOS DEL INVENTARIO GEI 2014: ENERGÍA FUENTES ESTACIONARIAS - SECTOR INDUSTRIA



CONCLUSIONES DIAGNÓSTICO CUALITATIVO

- El área de estudio no se caracteriza por un fuerte tejido industrial.
- En este sector destaca la industria alimentaria, entre la que predomina la transformación de arroz así como la infraestructura petrolera y gas.
- El consumo eléctrico del sector institucional en el año 2014 fue de 26.056 MWh/año, de 60,271 toneladas de GLP y de 610.541 m³ de gas natural.¹⁴

DATOS DE ACTIVIDAD

Tabla 21. Datos de actividad sector industria

ALCANCE 1

Combustible	Dato	Unidades
Biodiésel	59,8	t
Gasolina	79,6	t
Alcohol	3102,5	t
687,8	758,7	t
Gas natural	610.541,03	Nm3
GLP	60,3	t

ALCANCE 2

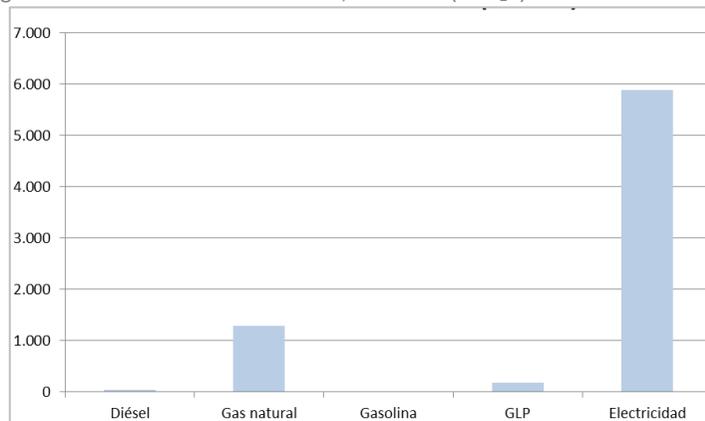
Combustible	Dato	Unidades
Electricidad	26.056.762,00	kWh

ALCANCE 3

Combustible	Dato	Unidades
Pérdidas de Electricidad	4.273.539,48	kWh

Fuente: Ministerio de Energía y Minas, Alcanos de Colombia y SUI

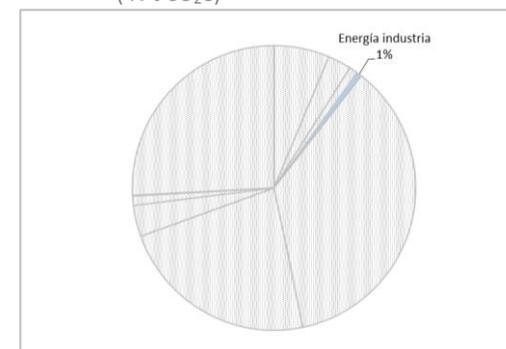
Figura 51. Emisiones Sector Industria, año 2014 (t CO₂e)



Fuente: Elaboración propia

Las emisiones del sector servicios ascienden al valor de 9.846 t CO₂e.

Figura 52. Contribución del Sector Industria a las Emisiones GEI (% t CO₂e)



Fuente: Elaboración propia

¹⁴ SUI-Servicio energía, GLP y Gas 2014

RESULTADOS DEL INVENTARIO GEI 2014: ENERGÍA FUENTES ESTACIONARIAS - SECTOR INDUSTRIA – INFORMACIÓN ADICIONAL

Importancia del sector

- El crecimiento económico actual de la región se basa principalmente en la dinámica del comercio y los servicios, mientras que las actividades industriales han perdido peso relativo en la economía regional en los últimos años.
- Emplea al 8,1%¹⁵ de la población ocupada.

Tipología

- Principalmente se producen alimentos, bebidas, jabones, cigarrillos y licores.
- Se encuentran procesadoras y comercializadoras de arroz en el municipio.
- Industria manufacturera.
- Industria destinada a la reparación de infraestructura petrolera y al transporte de crudo y gas natural.

Suscriptores

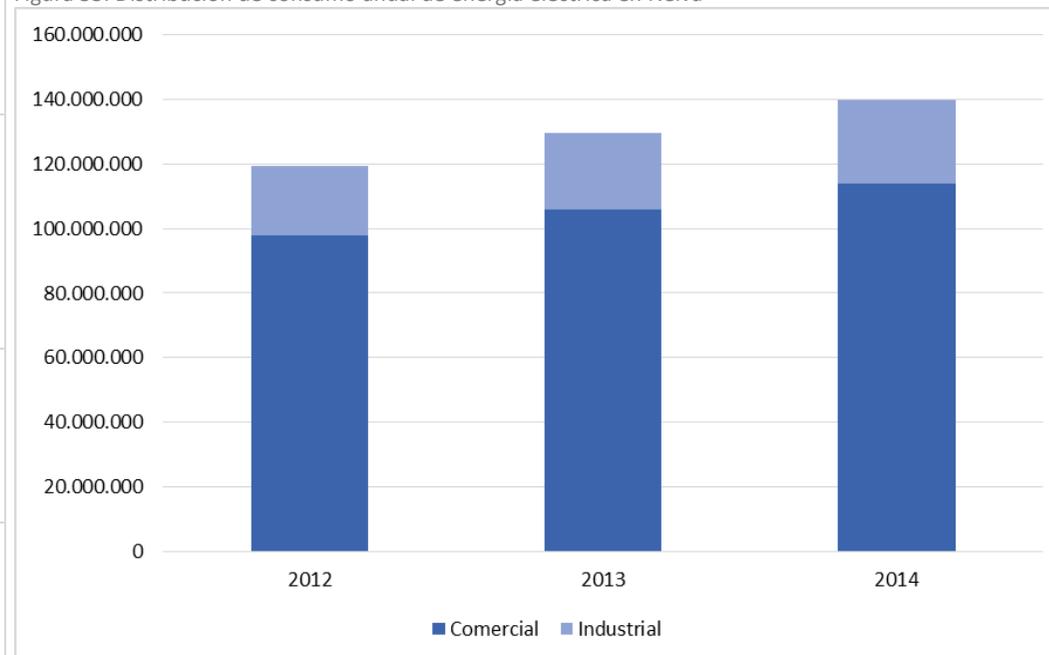
- En el año 2014 el consumo energético en el sector industrial fue de 8.265 kWh/año. Dicho consumo refleja un crecimiento del consumo eléctrico en el sector de un 4,4% con respecto a los datos del año 2013.¹⁶

Minería

- Neiva cuenta con el 10% de minas del departamento¹⁷.
- El municipio de Neiva cuenta con 2 minas aluvión y 8 minas filón a partir de las cuales se extrae 962 gr/mes de oro, lo que corresponde con el 3% de la producción aurífera del departamento¹⁸.
- La extracción de arcillas que se realiza en Neiva supone el 2,76 % de la producción departamental.
- Desde un punto de vista institucional hay escasa presencia de la autoridad minera nacional.

Consumo de energía

Figura 53. Distribución de consumo anual de energía eléctrica en Neiva



Fuente: Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios, accedido Octubre 2016.

¹⁵ DANE, 2010 - Gran Encuesta integrada de Hogares.

¹⁶ DANE-Informe de Coyuntura Económica regional 2014

¹⁷ Gobernación del Huila-Construcción Centro de Gestión y Apoyo integral Minero-Ambiental del noroccidente del departamento del Huila

¹⁸ Gobernación del Huila-Expectativas del Negocio Minero en el territorio departamental

6.4.5.5 Sector producción de energía

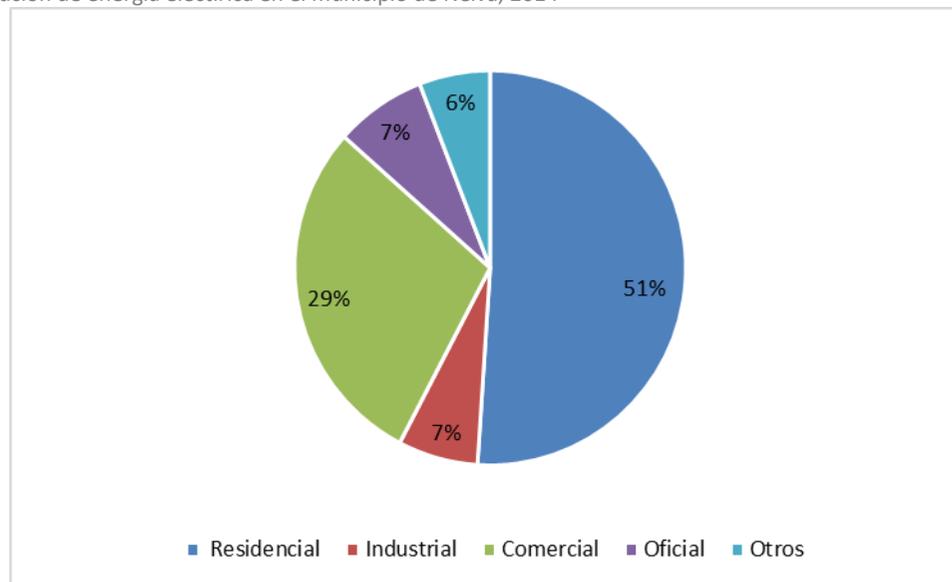
RESULTADOS DEL INVENTARIO GEI 2014: ENERGÍA FUENTES ESTACIONARIAS - SECTOR PRODUCCIÓN DE ENERGÍA



CONCLUSIONES DIAGNÓSTICO CUALITATIVO

- No existen centrales de generación de energía eléctrica en el ámbito de estudio.
- La represa de Betania es una de los principales fuente de generación del departamento, pero se encuentra ubicada fuera del municipio, aguas arriba del mismo.
- La prestataria principal del servicio es la empresa Electrificadora del Huila (Electrohuila).

Figura 54. Participación de los subsectores de distribución de energía eléctrica en el municipio de Neiva, 2014



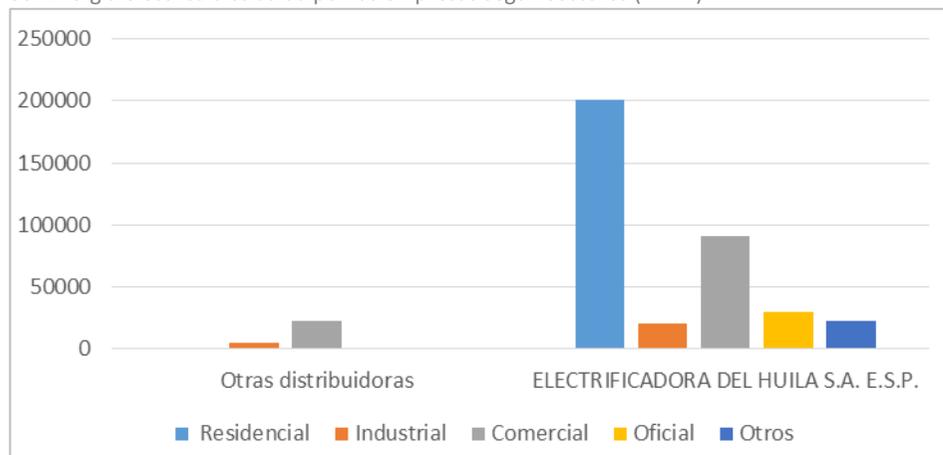
Fuente: Elaboración propia a partir de los datos del Sistema Único de Información de Servicios Públicos (SUI).

RESULTADOS DEL INVENTARIO GEI 2014: ENERGÍA FUENTES ESTACIONARIAS - SECTOR PRODUCCIÓN DE ENERGÍA – INFORMACIÓN ADICIONAL

Origen de la energía

- En la zona de estudio no hay centrales de generación de energía.
- La Electrificadora del Huila S.A (Electrohuila) es la empresa principal que presta el servicio en el municipio con un 99,38% de los usuarios existentes en todos los sectores. Existen otras empresas que suministran energía, especialmente en sectores no residenciales, suministrando el 14,42% del consumo total del municipio.

Figura 55. Energía eléctrica distribuida por las empresas según sectores (MWh)



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

Energías renovables no convencionales

- Neiva gracias a su localización e incidencia solar es un sitio privilegiado para la implantación de energías solares. En algunos proyectos institucionales se ha implementado el uso de la energía solar con resultados sobresalientes.

Evolución histórica

- La generación eléctrica del departamento ha sido altamente dependiente del recurso hídrico, incrementándose la generación térmica en los años de bajo aporte hídrico.

Figura 56. Evolución de la generación de energía

Tecnología	2007		2008		2009		2010		2011		2012	
	(MWh)	%										
Hidráulica	41 823	78%	43 520	80%	38 714	69%	38 089	67%	45 583	78%	44 924	75%
Térmica	9 042	17%	7 733	14%	14 488	26%	15 591	27%	9 384	16%	11 506	19%
Otra	2 802	5%	3 179	6%	2 785	5%	3 218	6%	3 662	6%	3 566	6%
Total	53 666	100%	54 433	100%	55 986	100%	56 897	100%	58 629	100%	59 995	100%

Fuente: Alcaldía de Neiva-Plan de Desarrollo 2016-2019.

6.4.5.6 Fugitivas

RESULTADOS DEL INVENTARIO GEI 2014: ENERGÍA FUENTES ESTACIONARIAS - SECTOR FUGITIVO



CONCLUSIONES DIAGNÓSTICO CUALITATIVO

- Porcentaje de cobertura de gas natural para el municipio de Neiva es del orden de 81,42% (2015).
- Se tiene pérdidas por distribución del orden de 1,87%.
- Destaca la producción de petróleo y en menor medida de Gas Natural
- Importante fuente de ingresos por regalías para el municipio.
- La empresa Ecopetrol lleva a cabo la extracción de hidrocarburos.

DATOS DE ACTIVIDAD

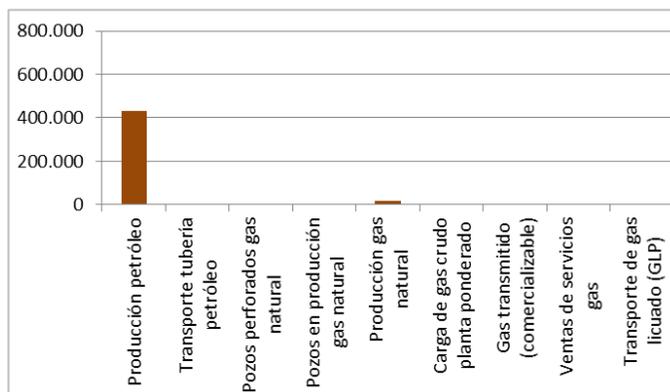
Tabla 22. Datos de actividad sector fugitivo

ALCANCE 1

Combustible	Dato	Unidades
Producción de petróleo	615.121,85	m ³
Producción gas natural	30.748.570,15	m ³
Ventas de servicios de gas	40.150.000,00	m ³

Fuente: Informe Estadístico Petrolero

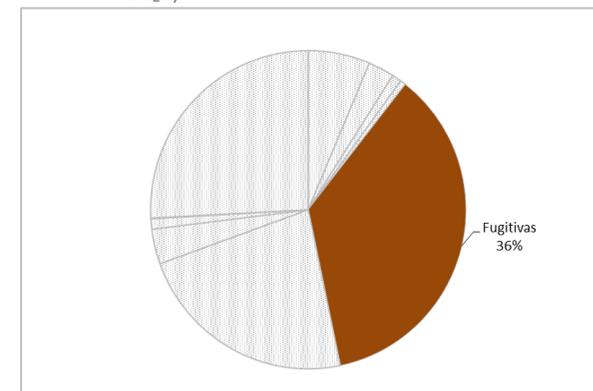
Figura 57. Emisiones sector fugitivas, año 2014 (t CO₂e)



Fuente: Elaboración propia

Las emisiones del sector fugitivo ascienden al valor de 448.381 t CO₂e.

Figura 58. Contribución del sector fugitivo a las Emisiones GEI (% t CO₂e)



Fuente: Elaboración propia

6.4.6 Energía fuentes móviles

RESULTADOS DEL INVENTARIO GEI 2014: ENERGÍA FUENTES MÓVILES



CONCLUSIONES DIAGNÓSTICO CUALITATIVO

- Existen cinco empresas responsables del transporte público en Neiva: Coomotor, Cootranshuila, Cootransneiva, Flotahuila y Autobuses S.A.
- En 2014 el Gobierno Nacional aprueba los proyectos para la construcción de nuevos viales de Cuarta Generación Giradort-Neiva y Neiva-Mococa-Santana, que contemplan la construcción de dobles calzadas.
- Existe una línea de ferrocarril que conecta con los sistemas de Neiva-Bogotá y Neiva-Dorada-Costa Atlántica que en la actualidad no presta servicio.
- En los últimos 15 años Neiva no ha efectuado inversiones significativas en la mejora de las vías urbanas y rurales lo que conlleva un retraso en la conectividad en el marco de la movilidad municipal con los centros de producción, puertos y fronteras. Tampoco se dispone de un Plan Maestro de Movilidad del Municipio para mejorar la situación.

DATOS DE ACTIVIDAD

Tabla 23. Datos de actividad sector movilidad

ALCANCE 1

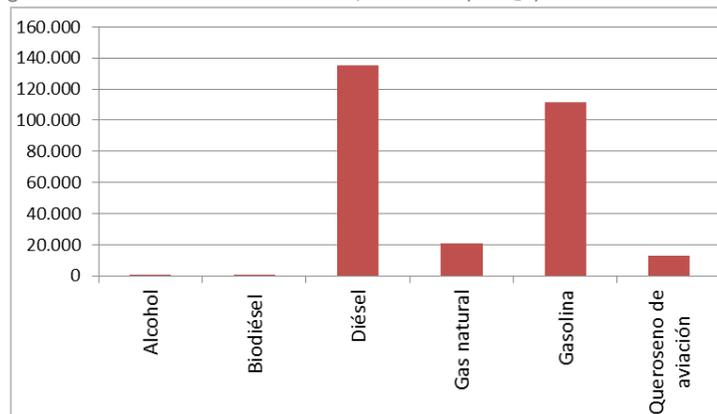
Combustible	Dato	Unidades
Alcohol	2.940,20	t
Biodiésel	2.958,14	t
Diésel	39.310,72	t
Gas natural	9.492.518,27	Nm ³
Gasolina	33.812,29	t

ALCANCE 3

Combustible	Dato	Unidades
Alcohol	155,40	t
Biodiésel	156,35	t
Diésel	2.077,18	t
Gas natural	501.710,27	Nm ³
Gasolina	1.787,09	t
Queroseno	3.333,86	t
Nafta	249,22	t

Fuente: Ministerio de Energía y Minas, Estudio de movilidad de Neiva y SICOM

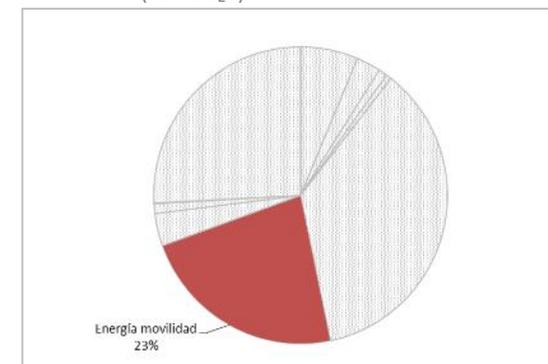
Figura 59. Emisiones sector movilidad, año 2014 (t CO₂e)



Fuente: Informe Estadístico Petrolero

Las emisiones del sector movilidad ascienden al valor de **281.996 t CO₂e**

Figura 60. Contribución del sector movilidad a las Emisiones GEI (% t CO₂e)



Fuente: Informe Estadístico Petrolero

RESULTADOS DEL INVENTARIO GEI 2014: ENERGÍA FUENTES MÓVILES – INFORMACIÓN ADICIONAL

<p>Crecimiento del sector</p> <p>El crecimiento demográfico y económico del municipio ha traído el aumento del parque automotor. Según el Observatorio de Prospectiva y Desarrollo Multisectorial para el Municipio de Neiva, el parque automotor aumentó en promedio (2010 – 2015) un 8,71%, mientras que la población del municipio sólo lo hizo en un 0,71%. Actualmente no se cuenta con un estudio para implementar medidas como el pico y placa. Se proyecta desarrollar el Plan Maestro de Movilidad en el 2016.</p>	<p>Transporte público colectivo</p> <p>Según datos del Observatorio de Prospectiva y Desarrollo Multisectorial en el año 2015 el municipio de Neiva contaba con 710 colectivos y 2.196 taxis, que realizaron un total de 115.000 viajes/día.</p>
<p>Movilidad de la población</p> <p>A raíz del aumento del parque automotor privado, la movilidad transporte público ha disminuido en el periodo 2010 – 2014 un 0,55%, acentuándose en el año 2015 hasta alcanzar una reducción de 16,30%. Para el año 2014 el parque automotor de Neiva estaba compuesto por 21.026 motocicletas y 29.055 automóviles.</p>	<p>Transporte aéreo</p> <p>En 2014 se aprueba el proyecto de concesión del Aeropuerto Benito Salas, que conlleva la instalación completa del sistema de aire acondicionado y nuevas instalaciones de carga.</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ El aeropuerto se caracteriza por tener viajes diarios y regulares a Bogotá. ▪ En el año 2015 se movilizaron 324.216 pasajeros y 480 toneladas de carga en 17.799 operaciones.
<p>Transporte informal</p> <p>Con respecto al transporte informal, la ciudad carece en gran parte de este fenómeno en comparación con otras ciudades colombianas. En Neiva se ha encontrado el mototaxismo en ciertas zonas de la ciudad, llegando a alcanzar una cifra de 3.800 vehículos en el 2015, según datos del Observatorio de Prospectiva y Desarrollo Multisectorial.</p>	<p>Política de movilidad</p> <p>Cabe destacar la política de pico y placa en Neiva está considerada como una alternativa, una vez se cuente con el Plan Maestro de Movilidad.</p>

6.4.7 Residuos

RESULTADOS DEL INVENTARIO GEI 2014: RESIDUOS



CONCLUSIONES DIAGNÓSTICO CUALITATIVO

- Producción per cápita de 0,84 kg/hab día¹⁹. Esta cifra aumenta considerablemente durante las festividades Sampedrinas y de fin de año.
- Existe una falta de concienciación para la separación de residuos en la fuente y no existe un programa institucional que apoye y desarrolle estrategias para la ejecución de las labores de reciclado.
- Alto contenido de materia orgánica y de productos reciclables en el residuo del área de estudio.
- Los residuos se depositan en el Relleno Sanitario Los Ángeles.
- El servicio es prestado por la empresa Ciudad Limpia Neiva S.A. E.S.P. que también es la responsable de la disposición final en el relleno Sanitario.
- Se han desarrollado algunos planes pilotos con empresarios e instituciones educativas para concienciar y sensibilizar sobre la adecuada gestión y separación de residuos sólidos.

DATOS DE ACTIVIDAD

Tabla 24. Datos de actividad sector residuos

ALCANCE 1

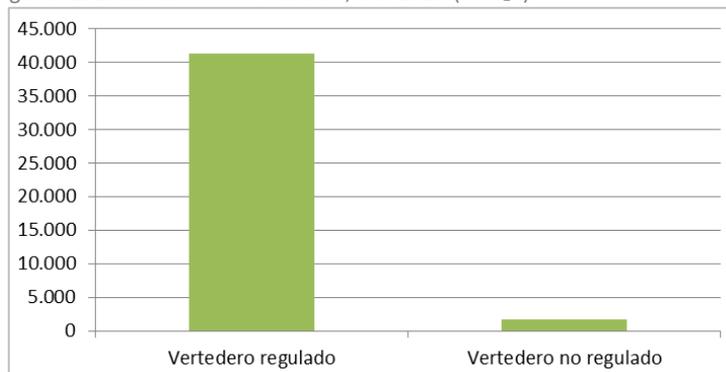
Combustible CH ₄	Dato	Unidades
Relleno Los Ángeles	97.626	t
Vertido no regulado	1.182	t

ALCANCE 3

Combustible CH ₄	Dato	Unidades
Relleno Los Ángeles	15.408	t
Vertido no regulado	2.004	t

Fuente: Ciudad Limpia S.A. E.S.P.

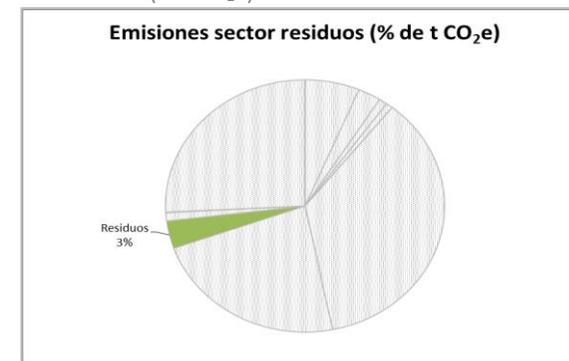
Figura 61. Emisiones sector residuos, año 2014 (t CO₂e)



Fuente: Elaboración propia

Las emisiones del sector residuos ascienden al valor de 43.938 t CO₂e.

Figura 62. Contribución del sector servicios a las Emisiones GEI (% t CO₂e)



Fuente: Elaboración propia

¹⁹ Alcaldía de Neiva-Plan de desarrollo 2016-2019

RESULTADOS DEL INVENTARIO GEI 2014: RESIDUOS- INFORMACIÓN ADICIONAL

Recogida de los residuos municipales

- En zonas rurales el servicio de recogida de basuras es muy deficitario. Según datos del POT de Neiva, el 50% arrojan los desechos al río, un 50% quema los residuos y un 21% los entierran.
- La frecuencia de recogida varía según las zonas del municipio con una frecuencia mínima de tres veces por semanas a la recogida diaria.
- Existen 16 rutas diarias de recolección domiciliarias, una de servicio especial y 525 microrutas semanales de barrido en el casco urbano.
- Neiva cuenta con una cobertura del 99% de las viviendas.
- El total de recorrido de recolección de los vehículos de aseo es de aproximadamente 9.000 km/mes.²⁰

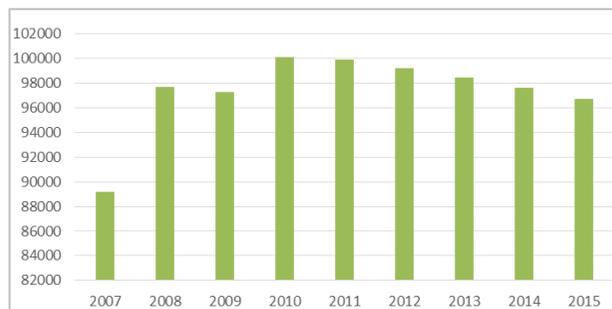
Residuos peligrosos

- Las empresas responsables de la recogida de los residuos hospitalarios e industriales son Serviambiental e Incihuila S.A.
- Incihuila S.A maneja el 90% de los residuos hospitalarios que los depositan en el relleno sanitario Los Ángeles, mientras que Serviambiental es responsable del 10% restante y de los residuos generados por las industrias que los gestionan a través de una planta de incineración propia.

Gestión de los Residuos: Relleno Sanitario Los Ángeles:

- El relleno está ubicado a 10 km del centro de la ciudad. Tienen un área total de 155 ha.
- En dicho relleno se depositan los residuos generados por Neiva, Caguán y Fortalecillas, así como de otros 24 municipios.
- En 2014 se depositaron 97.626,17 T de residuos²⁰. La disposición diaria es de 290,5 t/día.
- Este relleno es del tipo trinchera o zanja, acondicionado para el control de gases, aguas lluvias y lixiviados, en el cual se disponen residuos sólidos en capas de poco espesor y se compactan para disminuir su volumen. Diariamente se realiza la cobertura con material natural.
- Cuenta con dos piscinas de lixiviados.
- Cuenta con un horno de incineración donde se depositan los residuos hospitalarios gestionados por Incihuila.

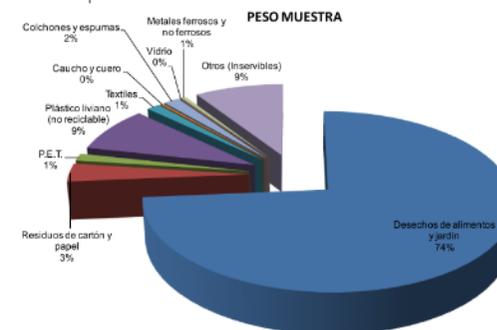
Figura 63. Toneladas anuales depositadas en el relleno sanitario Los Ángeles



Fuente: Actualización del PGRIS 2013.

Composición de los residuos

Figura 64. Composición de los residuos



Fuente: Plan de desarrollo 2016-2019.

Empresas de reciclaje:

- De acuerdo a la actualización del PIGRS de 2015, se estima que un total de 235 personas se dedican a la actividad de reciclaje en el municipio.

²⁰ Actualización del PGRIS 2013

6.4.8 Aguas residuales

RESULTADOS DEL INVENTARIO GEI 2014: AGUAS RESIDUALES



CONCLUSIONES DIAGNÓSTICO CUALITATIVO

- Empresas Públicas de Neiva E.S.P.(EPN) es la empresa encargada de la gestión de las aguas residuales en el área de estudio.
- El sistema de acueducto, se nutre de la captación del agua del río Las Ceibas a través de las bocatomas El Guayabo y El Tomo con un caudal autorizado de 4.406.400 m³/mes²¹.
- Se producen multiplicidad de tomas de acueducto y alcantarillado sin legalizar y se detecta el vertido frecuente de aguas domésticas, pecuarias e industriales, así como de residuos sólidos a los ríos.
- Neiva no cuenta con un sistema de acueducto y alcantarillado actualizado que pueda garantizar de manera eficiente la prestación del servicio.
- Cobertura del 98,5% del alcantarillado que se colapsa en épocas de lluvia²². Las aguas servidas producidas en zona urbana se vierten al río Magdalena sin ningún tipo de tratamiento.

DATOS DE ACTIVIDAD

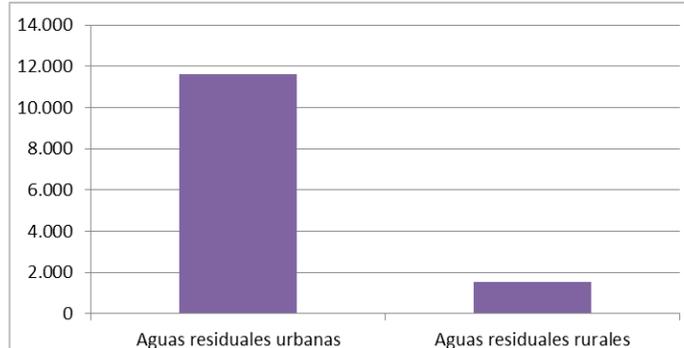
Tabla 25. Datos de actividad sector aguas residuales

ALCANCE 1

Combustible	Dato	Unidades
Vertido a cauce	325.763,42	hab
Vertido a pozo ciego o negro/letrina	4.346,41	hab
Pozo séptico	10.030,17	hab
Tratamiento en PTAR área de estudio	0	hab
Tratamiento en PTAR fuera del área de estudio	0	hab

Fuente: Empresas Públicas de Neiva E.S.P.

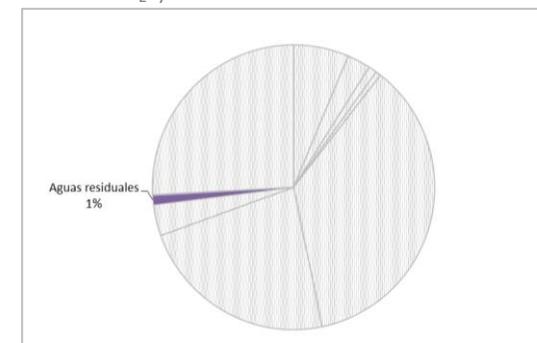
Figura 65. Emisiones sector aguas residuales, año 2014 (t CO₂e)



Fuente: Elaboración propia

Las emisiones del sector aguas residuales ascienden al valor de 13.156 t CO₂e

Figura 66. Contribución del sector servicios a las Emisiones GEI (% t CO₂e)



Fuente: Elaboración propia

²¹ Superintendencia de Servicios-Dirección Técnica de gestión de acueducto y alcantarillado

²² Alcaldía de Neiva-Plan de desarrollo 2016-2019

RESULTADOS DEL INVENTARIO GEI 2014: AGUAS RESIDUALES – INFORMACIÓN ADICIONAL
Cobertura del servicio

Se estima que el consumo de aguas de la ciudad es de 80.000 m³/día para una población atendida de 320.473 habitantes.²³

En las zonas rurales se produce una baja cobertura de los servicios públicos, siendo del 41% para el servicio de acueducto y del 11,54 % el servicio del alcantarillado. Asimismo, el 72 % se abastece del agua de los ríos y quebradas y un 39,74 % también por aguas de lluvias, pozos o aljibes²⁴.

Tabla 26. Numeros de usuarios por sector en el municipio de Neiva.

Estrato	Suscriptores Acueducto	Suscriptores Alcantarillado
1	22.640	20.363
2	53.390	53.295
3	11.783	11.753
4	7.077	6.924
5	1.806	1.789
6	181	181
Industrial	54	49
Comercial	7.368	7.155
Oficial	262	256
Total	104.561	101.765

Fuente: Alcaldía de Neiva-Plan de Desarrollo 2016-2019.

Plantas de tratamiento de aguas potable

Existen tres plantas de tratamiento en el municipio. No cuentan con permiso de vertimientos, ni tratamiento de los lodos generados que son depositados directamente en quebradas cercanas:

- **Jardín:** Abastecida por a bocatoma del Tomo. Da servicio al 63% de los usuarios. Tiene una capacidad de 1.500 l/s. En 2014 se ha implantado unos trabajos de automatización de la planta. Las pérdidas entre la captación y la salida se estima en un 21%. En horas picos la planta opera a un 67% de su capacidad.
- **El Recreo:** Abastecida por a bocatoma del Guayabo. Da servicio al 32% de los usuarios. Tiene una capacidad de 476 l/s, pero se ha procedido a la construcción de un nuevo módulo de tratamiento con una capacidad de 300 l/s. Las pérdidas entre la captación y la salida se estima en un 10%. En horas picos la planta opera a un 137% de su capacidad.
- **Kennedy:** Abastecida por a bocatoma del Tomo. Da servicio al 5% de los usuarios del centro de la ciudad. Tiene una capacidad de 225 l/s y cuenta con dos tanques de almacenamiento de 1.900 m³ de capacidad. La planta de tratamiento se encuentra inactiva durante las horas nocturnas. En horas picos la planta opera a un 46% de su capacidad.

Saneamiento en zonas rurales

En la zona rural existen 61 veredas de las cuales 40 cuentan con acueducto, con una cobertura del 69,12%. De dichas veredas solo 8 cuentan con tratamientos de aguas lo que supone una cobertura de 19,51%.²⁵

Hay muy poca información sobre la red de alcantarillado en las zonas rurales, donde se cuentan con baterías sanitarias, pozos sépticos y el vertimiento a las fuentes hídricas.

²³ Superintendencia de Servicios-Dirección Técnica de gestión de acueducto y alcantarillado

²⁴ P.O.T. de neiva

²⁵ Alcaldía de Neiva-Plan de desarrollo 2016-2019

6.4.9 Sector procesos industriales y uso de productos (IPPU)

RESULTADOS DEL INVENTARIO GEI 2014:IPPU



CONCLUSIONES DIAGNÓSTICO CUALITATIVO

- No se han identificado procesos industriales en el área de estudio, es decir, industrias que transforman químicamente o físicamente materiales (por ejemplo, la producción de hierro, acero, amoníaco, cementeras, etc.) y que liberan una importante cantidad de CO₂.
- Consumo de lubricantes y grasas en el sector industria y movilidad de alrededor de 303.563 galones y 39 m³ en el año 2014 respectivamente.
- Emisiones fugitivas de gases fluorados del orden de 41.661,22 toneladas para el año 2014.
- Se está llevando a cabo un Plan Nacional de Eliminación de SAO (Sustancias Agotadoras de la capa de Ozono) en el que se incluyen buenas prácticas en el manejo de refrigerantes.

DATOS DE ACTIVIDAD

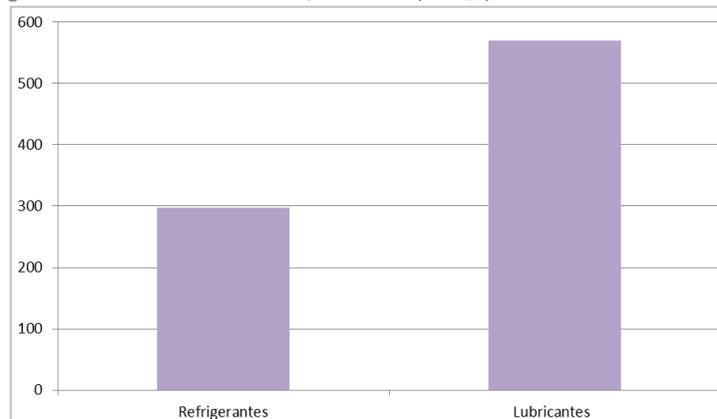
Tabla 27. Datos de actividad sector IPPU

ALCANCE 1

Combustible	Dato	Unidades
Otras emisiones de gases de efecto invernadero, hidrofluorocarbonos (HFC), perfluorocarbonos (PFC) y hexafluoruro de azufre (SF6)	41.661,22	t CO ₂ e
Lubricantes (grasas)	33,95	t
Lubricantes (aceite lubricante)	956,59	t

Fuente: Asociación Colombiana del Petróleo y el estudio "Study of the Hydrofluorocarbon (HFCS) Market in Colombia. Final Report." del Banco Mundial

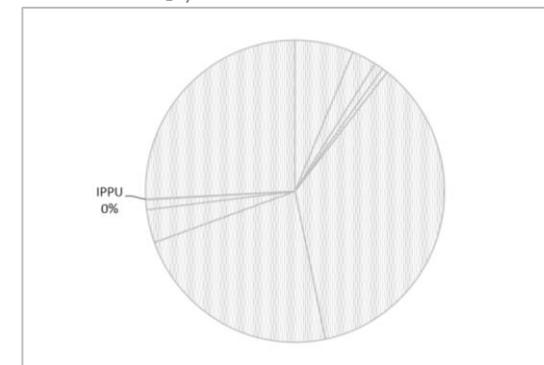
Figura 67. Emisiones sector IPPU, año 2014 (t CO₂e)



Fuente: Elaboración propia

Las emisiones del sector IPPU ascienden al valor de 866 t CO₂e.

Figura 68. Contribución del sector IPPU a las Emisiones GEI (% t CO₂e)



Fuente: Elaboración propia

6.4.10 Sector AFOLU

RESULTADOS DEL INVENTARIO GEI 2014:AFOLU

CONCLUSIONES DIAGNÓSTICO CUALITATIVO



Ganadería

- Zona agropecuaria con ganadería bovina extensiva.
- El uso de biodigestores no está generalizado.
- Presencia significativa de ganadería avícola y porcina.
- Fedegán lleva a cabo programas de apoyo a los ganaderos.



Usos del suelo

- El sector cafetero y arrocerero de riego son una de las principales fuentes de ingresos en el ámbito rural.
- Predominan los pastos, con una tendencia de conversión en aumento en detrimento de los bosques.
- Se prevé una mayor presión urbana sobre el suelo rural.
- Se ha observado una disminución de la superficie boscosa.

DATOS DE ACTIVIDAD

Tabla 28. Datos de actividad AFOLU ganadería y usos del suelo

USOS DE SUELOS AÑO 2014	
BOSQUES QUE PERMANECEN COMO TAL (Crecimiento de biomasa)	
Especie de árbol predominante	Superficie (ha)
Bosque	14.955,90
Bosque secundario	5.732,60
PASTOS QUE SE MANTIENEN COMO TAL	
Tipo de gestión	Superficie (ha)
Pastos naturales	46.855
Pastor eríáceo	28.882
CULTIVOS QUE SE MANTIENEN COMO TAL	
Tipo de cultivo	Superficie (ha)
Cultivo de herbáceas (transitorios)	6.017,40
Cultivo de perennes	7.144,30
Cultivo de arroz riego (inundado)	815,00
Fertilizantes nitrogenados	Cantidad anual de N (kg/año)
Aporte de nitrógeno	9.477

Fuente: Elaboración propia

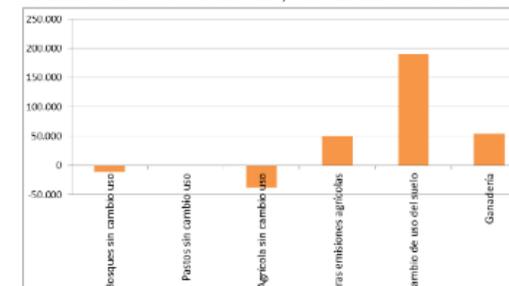
Tabla 29. Datos de actividad AFOLU ganadería

ALCANCE 1

Tipo de ganado	Dato	Unidades
Bovinos	27.165	cabezas
Porcinos	21.975	cabezas
Avícola	1.215.000	cabezas
Ovinos	1.300	cabezas
Caprinos	1.500	cabezas
Equinos	6.800	cabezas

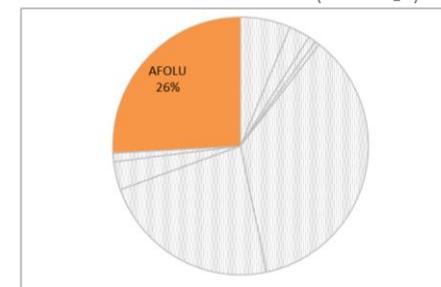
Fuente: Evaluación Agropecuaria 2014 – Gobernación del Huila

Figura 69. Emisiones sector AFOLU, año 2014 de 365.757 (t CO₂e)



Fuente: Elaboración propia

Figura 70. Contribución del sector AFOLU (% t CO₂e)



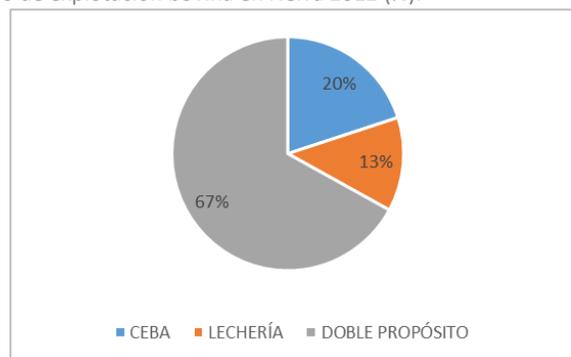
Fuente: Elaboración propia

RESULTADOS DEL INVENTARIO GEI 2014: AFOLU: GANADERÍA

Tipología

Neiva es uno de los principales productores de la agricultura bovina. En el año 2012, con un total de 32.478 cabezas, Neiva fue el primer productor de bovinos del departamento.

Figura 71. Tipo de explotación bovina en Neiva 2012 (%).



Fuente: Gobernación del Huila-Anuario estadístico Agropecuario 2012.

Producción láctea

Para el año 2012, el número de cabezas es de 77.925 y la producción anual de leche en el municipio de Neiva es de 48.884.268 litros, de los cuales el 21,8 % se destina a la lechería tradicional, un 6% a la lechería especializada y el 72,2% se produce para ambos propósitos.²⁶

Otras explotaciones ganaderas

También son destacables los sectores porcinos con 22.166 cabezas²⁶, lo que supone el 45,9% del departamento, y avícolas con 288.000 aves de postura y 880.000 aves de engorde. En menor medida, se encuentra el sector ovino con 1.700 cabezas y el sector caprinos con 1.800 cabezas, el sector cunícola con 300 cabezas, y el sector cuyícola con 200 cabezas.

Programas de apoyo al sector

Fedegán, Federación Colombiana de Ganaderos y el Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural a través de un acuerdo apoyan a este sector entregando a los ganaderos incentivos económicos para desarrollar sistemas silvopastoriles, bancos mixtos de forrajes, sanidad animal, mejoramiento genético y evitar el desabastecimiento de agua por condiciones climáticas cambiantes.

Además, Fedegán desarrolla otros programas con el fin de mejorar la producción y productividad de carne y leche:

- El programa “Semillas Forrajeras de Alta Calidad” se encarga de la importación directa de semillas para ofrecer a los ganaderos mejores pastos y apoyar su renovación.
- El Proyecto de Transferencia de Embriones, promovido por la Gobernación del Huila, pretende mejorar las condiciones de productividad de la región.
- El Programa Programa de Fortalecimiento Gremial Regional pretende fortalecer los gremios para que sean más competitivos, rentables y sostenibles.
- El Programa de Apoyo a la Gestión Gubernamental es el instrumento con el cual ofrece respaldo en épocas de crisis, como los fenómenos climáticos, con el fin de mitigar su afección.

Desde el Servicio Nacional de Aprendizaje (SENA) se han establecido dos unidades productivas para fortalecer el sector ganadero y facilitar el manejo del talento humano.

Programas de apoyo anteriores

Un ejemplo de aplicación de estos programas fue la crisis alimentaria ocasionada por el fenómeno de El Niño, en el primer semestre de 2010, así como la ocasionada por la ola invernal causada por el de La Niña, durante 2011.

El Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural y Fedegán desarrollaron el Programa de Suplementación Bovina que consistió en distribuir suplementos alimenticios a los ganaderos más afectados en las zonas donde más incidieron estos dos fenómenos climáticos, logrando disminuir las pérdidas, la especulación y, a su vez, estabilizar los precios de los suplementos a nivel regional.

²⁶ Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, 2012 - Informe de Coyuntura.

RESULTADOS DEL INVENTARIO GEI 2014: AFOLU: USOS DEL SUELO

Importancia del sector

El sector agropecuario ha sido históricamente el más importante para Neiva, especialmente en las zonas rurales, donde se detecta como principal cultivo el café seguido del plátano.

Pastos

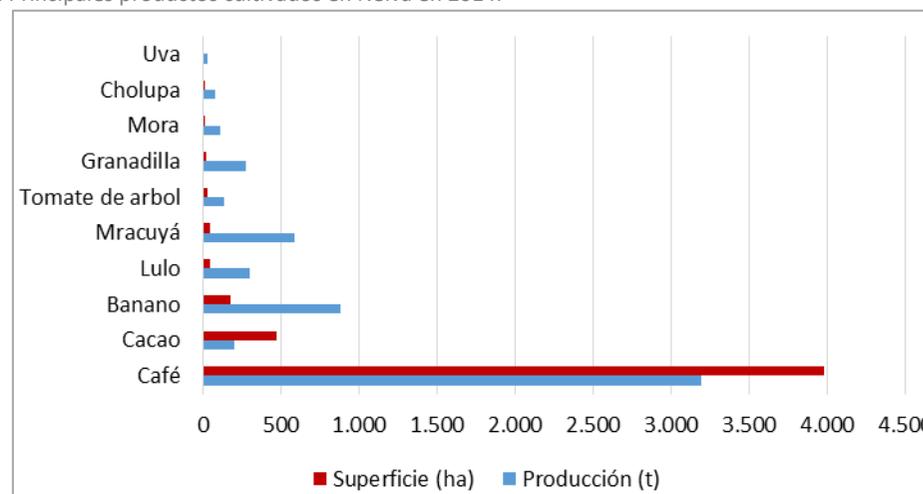
La mayor parte de la superficie del municipio está compuesta por pastos, con aproximadamente 46.855ha. Dentro de este grupo, el 83,6% son praderas tradicionales. 14.6 % praderas mejoradas y el 1,8 % pasto de corte. Asimismo, Neiva cuenta con 277 ha de cultivos forrajeros.

Sector cafetero

- La producción de café en el departamento de Huila en 2014 ha superado la barrera de los dos millones de sacos de 60 kg²⁷.
- El 96 % de las plantaciones cafeteras cultivadas en el departamento se destinan a una producción tecnificada, y el 4% restante a una producción tradicional²⁸.
- En los últimos años, ha disminuido la producción del café en el municipio debido a la infestación por Roya, por lo que en 2011 se desarrollaron programas de ayudas financiados en parte por FINAGRO para la recuperación de cafetales, y la sustitución de variedades del café por otras más resistentes a la roya.

Principales cultivos

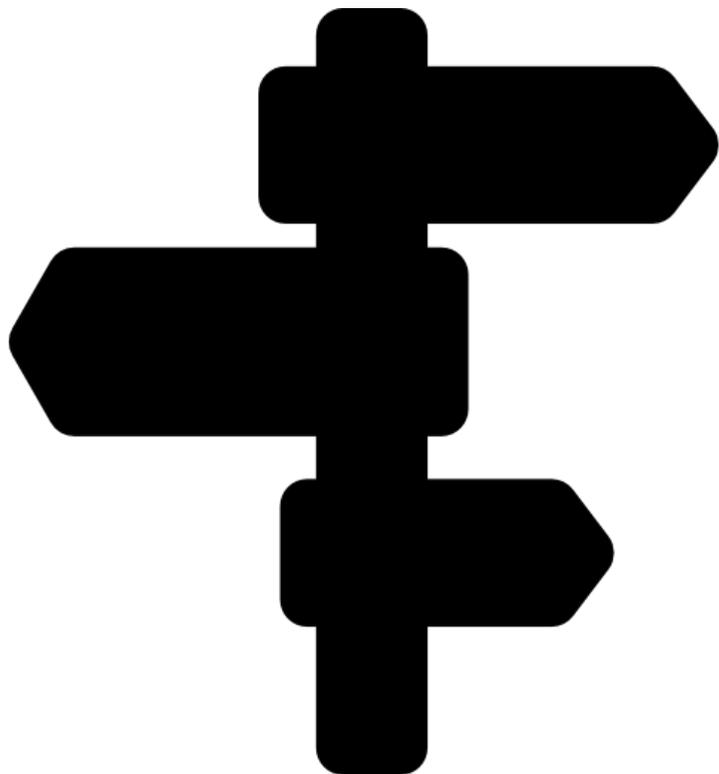
Figura 72. Principales productos cultivados en Neiva en 2014.



Fuente: Secretaría de Agricultura y Minería. Observatorio de Territorios Rurales. Evaluaciones Agropecuarias Municipales 2014.

²⁷ Cámara de Comercio de Neiva-Informe de Coyuntura Económica 2014

²⁸ Federación Nacional de Cafeteros de Colombia-Proyecto Apoyo a la reconversión productiva de la caficultura del departamento del Huila



ESCENARIO TENDENCIAL

7 ESCENARIO TENDENCIAL

7.1 INTRODUCCIÓN

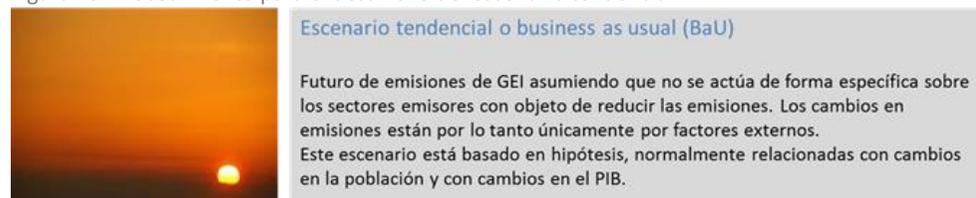
El escenario tendencial o *Business as Usual* (BaU) se puede definir como: “el futuro de emisiones de GEI asumiendo que no se actúa de forma específica sobre los sectores emisores con objeto de reducir las emisiones. Los cambios en emisiones están por lo tanto únicamente por factores externos, ya que en este escenario se mantienen las políticas actuales de la municipalidad.

El objeto de desarrollar un escenario tendencial es conocer cómo evolucionarían las emisiones, si se mantuvieran las tendencias existentes. Por ello, de cara al establecimiento de objetivos de reducción a futuro, es necesario tener en cuenta esta evolución. Las actuaciones planteadas a largo plazo deben corregir esta tendencia.

7.2 METODOLOGÍA

Este escenario está basado en hipótesis, normalmente relacionadas con cambios en la población y con cambios en el PIB. Idom plantea 4 pasos para el desarrollo de este escenario, tal y como se muestra en Figura 73:

Figura 73. Procedimiento para el desarrollo del escenario tendencial



1. Identificación de variables clave en la generación de emisiones en cada sector: basándose en los cálculos realizados en el inventario y en la experiencia del consultor, se debe identificar para cada sector las variables que más influyen en las emisiones y absorciones. A estas variables se les conoce por el nombre de variables de control. Por ejemplo, en el caso de los residuos una de las variables de control podría ser la generación de residuos.
2. Identificación de indicadores que representen a dichas variables: se debe buscar para cada variable de control uno o más indicadores representativos de dicha variable, que se puedan proyectar en el tiempo. Por ejemplo en el caso de la generación de residuos, el indicador podría ser la población. En algunos casos, la variable de control es de por sí un indicador y puede ser utilizada directamente.
3. Cálculo de la tendencia para cada una de las variables: se deben proyectar los indicadores en el tiempo, para ello, pueden usarse proyecciones ya existentes (como suele ser el caso de la población), o se puede recurrir a series históricas, extrapolando el indicador.
4. Cálculo de las emisiones tendenciales para cada sector: utilizando las variables de control calculadas se puede repetir el cálculo del inventario (o de un sector del inventario), obteniéndose así las emisiones tendenciales.

El desarrollo del escenario tendencial presenta numerosas sinergias con el módulo 3, por lo que en esta parte se ha reforzado la coordinación y colaboración entre estudios.

En la siguiente tabla se presentan las variables de control, los indicadores seleccionados para cada uno de los sectores, así como el porcentaje de variación anual calculado para el desarrollo del escenario tendencial.

Tabla 30. Variables de control e indicadores asociados para el desarrollo de escenarios tendenciales

VARIABLES Y DATOS PARA EL ESCENARIO TENDENCIAL SIN POLÍTICAS NACIONALES							
Categoría GPC	Sector	Detalle	Alcance	Variable	Indicador	% variación anual	Fuente
I.1.1	Energía residencial	Gas natural	1	Consumo Gas natural	I1. Consumo tendencial per cápita I.2 Población tendencial	0,04%	Sistema Único de Información de Servicios Públicos (SUI)
I.1.1	Energía residencial	GLP	1	Consumo GLP	I1. Consumo tendencial per cápita I.2 Población tendencial	4,91%	Alcanos de Colombia
I.1.1	Energía residencial	Leña	1	Consumo Leña	I1. Consumo tendencial per cápita I.2 Población tendencial	-0,21%	DANE
I.1.2	Energía residencial	Electricidad	2	Consumo eléctrico	I1. Consumo tendencial per cápita I.2 Población tendencial	2,50%	Electrohuila
I.1.3	Energía residencial	Electricidad	3	% pérdidas	I1. Pérdidas tendenciales en %	-0,96%	Electrohuila
I.2.1	Energía servicios	Gas natural	1	Consumo Gas natural	I1. Consumo tendencial por PIB Regional Comercial I2. PIB Regional Comercial	-1,51%	Sistema Único de Información de Servicios Públicos (SUI)
I.2.1	Energía servicios	GLP	1	Consumo GLP	I1. Consumo tendencial por PIB Regional Comercial I2. PIB Regional Comercial	2,16%	Sistema Único de Información de Servicios Públicos (SUI)
I.2.1	Energía servicios	Leña	1	Consumo Leña	I1. Consumo tendencial por PIB Regional Comercial I2. PIB Regional Comercial	-0,21%	DANE
I.2.2	Energía servicios	Electricidad	2	Consumo eléctrico	I1. Consumo tendencial por PIB Regional Comercial I2. PIB Regional Comercial	2,55%	Electrohuila
I.2.3	Energía servicios	Electricidad	3	% pérdidas	I1. Pérdidas tendenciales en %	-0,96%	Electrohuila
I.2.1	Energía institucional	Gas natural	1	Consumo Gas natural	I1. Consumo tendencial	-2,06%	Alcanos de Colombia
I.2.1	Energía institucional	GLP	1	Consumo GLP	I1. Consumo tendencial	5,03%	Sistema Único de Información de Servicios Públicos (SUI)

VARIABLES Y DATOS PARA EL ESCENARIO TENDENCIAL SIN POLÍTICAS NACIONALES							
Categoría GPC	Sector	Detalle	Alcance	Variable	Indicador	% variación anual	Fuente
I.2.2	Energía institucional	Electricidad	2	Consumo eléctrico	I1. Consumo tendencial	0,54%	Sistema Único de Información de Servicios Públicos (SUI)
I.2.3	Energía institucional	Electricidad	3	% pérdidas	I1. Pérdidas tendenciales en %	-0,96%	Electrohuila
I.3.1	Energía industria	Alcohol	1	Consumo Alcohol	I1. Consumo tendencial por PIB Regional Industria I2. PIB Regional Industria	3,35%	Dirección de Hidrocarburos, Ministerio de Minas y Energía - SICOM
I.3.1	Energía industria	Biodiésel	1	Consumo biodiésel	I1. Consumo tendencial por PIB Regional Industria I2. PIB Regional Industria	3,18%	Dirección de Hidrocarburos, Ministerio de Minas y Energía - SICOM
I.3.1	Energía industria	Diésel	1	Consumo diésel	I1. Consumo tendencial por PIB Regional Industria I2. PIB Regional Industria	3,18%	Dirección de Hidrocarburos, Ministerio de Minas y Energía - SICOM
I.3.1	Energía industria	Gas natural	1	Consumo Gas natural	I1. Consumo tendencial por PIB Regional Industria I2. PIB Regional Industria	3,20%	Dirección de Hidrocarburos, Ministerio de Minas y Energía - SICOM
I.3.1	Energía industria	Gasolina	1	Consumo Gasolina	I1. Consumo tendencial por PIB Regional Industria I2. PIB Regional Industria	3,35%	Alcanos de Colombia
I.3.1	Energía industria	GLP	1	Consumo GLP	I1. Consumo tendencial por PIB Regional Industria I2. PIB Regional Industria	-0,05%	Sistema Único de Información de Servicios Públicos (SUI)
I.3.2	Energía industria	Electricidad	2	Consumo eléctrico	I1. Consumo tendencial por PIB Regional Industria I2. PIB Regional Industria	1,70%	Sistema Único de Información de Servicios Públicos (SUI)
I.3.3	Energía industria	Electricidad	3	% pérdidas	I1. Pérdidas tendenciales en %	-0,96%	Sistema Único de Información de Servicios Públicos (SUI)
I.8.1	Fugitivas	Petróleo	1	Producción de petróleo	I1. Tendencia nacional	-0,86%	Plan Energético Nacional
I.8.1	Fugitivas	Petróleo	1	Transporte de petróleo por tubería	I1. Tendencia nacional	-0,86%	Plan Energético Nacional
I.8.1	Fugitivas	Gas natural	1	Producción de gas natural	I1. Tendencia constante	0%	Plan Energético Nacional

VARIABLES Y DATOS PARA EL ESCENARIO TENDENCIAL SIN POLÍTICAS NACIONALES

Categoría GPC	Sector	Detalle	Alcance	Variable	Indicador	% variación anual	Fuente
I.8.I	Fugitivas	Gas natural	1	Pozos en producción	I1. Tendencia constante	0%	
I.8.I	Fugitivas	Gas natural	1	Gas transportado	I1. Tendencia constante	0%	
II.1.1	Energía movilidad	Alcohol	1	Consumo Alcohol	I1. Consumo tendencial per cápita I.2 Población tendencial	3,35%	Dirección de Hidrocarburos, Ministerio de Minas y Energía - SICOM
II.1.1	Energía movilidad	Biodiésel	1	Consumo biodiésel	I1. Consumo tendencial per cápita I.2 Población tendencial	3,20%	Dirección de Hidrocarburos, Ministerio de Minas y Energía - SICOM
II.1.1	Energía movilidad	Diésel	1	Consumo diésel Población	I1. Consumo tendencial per cápita I.2 Población tendencial	3,20%	Dirección de Hidrocarburos, Ministerio de Minas y Energía - SICOM
II.1.1	Energía movilidad	Gas Natural	1	Consumo Gas Natural	I1. Consumo tendencial per cápita I.2 Población tendencial	-6,43%	Alcanos de Colombia
II.1.1	Energía movilidad	Gasolina	1	Consumo Gasolina Población	I1. Consumo tendencial per cápita I.2 Población tendencial	3,35%	Dirección de Hidrocarburos, Ministerio de Minas y Energía - SICOM
II.1.3	Energía movilidad	Alcohol	3	Consumo Alcohol	I1. Consumo tendencial per cápita I.2 Población tendencial	3,35%	Dirección de Hidrocarburos, Ministerio de Minas y Energía - SICOM
II.1.3	Energía movilidad	Biodiésel	3	Consumo biodiésel	I1. Consumo tendencial per cápita I.2 Población tendencial	3,20%	Dirección de Hidrocarburos, Ministerio de Minas y Energía - SICOM
II.1.3	Energía movilidad	Diésel	3	Consumo diésel	I1. Consumo tendencial per cápita I.2 Población tendencial	3,20%	Dirección de Hidrocarburos, Ministerio de Minas y Energía - SICOM
II.1.3	Energía movilidad	Gas natural	3	Consumo Gas natural	I1. Consumo tendencial per cápita I.2 Población tendencial	-6,43%	Alcanos de Colombia
II.1.3	Energía movilidad	Gasolina	3	Consumo Gasolina	I1. Consumo tendencial per cápita I.2 Población tendencial	3,35%	Dirección de Hidrocarburos, Ministerio de Minas y Energía - SICOM
II.4.1	Energía movilidad	Queroseno de aviación	1	Consumo Queroseno de aviación	I1. Número de vuelos	1,60%	Dirección de Hidrocarburos, Ministerio de Minas y Energía - SICOM
II.4.3	Energía movilidad	Queroseno de aviación	3	Consumo Queroseno de aviación	I1. Número de vuelos	1,60%	Dirección de Hidrocarburos, Ministerio de Minas y Energía - SICOM

VARIABLES Y DATOS PARA EL ESCENARIO TENDENCIAL SIN POLÍTICAS NACIONALES

Categoría GPC	Sector	Detalle	Alcance	Variable	Indicador	% variación anual	Fuente
III.1.1	Residuos	Vertedero regulado	1	Producción per cápita Tipo de gestión Población	I1. Tendencia en la producción per cápita I2. Tendencia en la composición I3. Tendencia población	No aplica	PGIRS Neiva
III.1.3	Residuos	Vertedero regulado	3	Producción per cápita Tipo de gestión Población	I1. Tendencia en la producción per cápita I2. Tendencia en la composición I3. Tendencia población	No aplica	Empresas Públicas de Neiva E.S.P - Las Ceibas
III.4.1	Aguas residuales	Aguas residuales rurales	1	Población rural	I1. Tendencia población rural área de estudio	0,57%	Empresas Públicas de Neiva E.S.P - Las Ceibas
III.4.2	Aguas residuales	Aguas residuales urbanas	2	Población urbana	I1. Tendencia población urbana área de estudio	0,68%	Empresas Públicas de Neiva E.S.P - Las Ceibas
III.4.3	Aguas residuales	Aguas residuales rurales	3	Población rural	I1. Tendencia población rural área de estudio	0,57%	Empresas Públicas de Neiva E.S.P - Las Ceibas
IV.1	IPPU	Refrigerantes	1	Población	I1. Población tendencial	0,67%	Encuesta de Calidad de Vida EPA STUDY OF THE HYDROFLUOROCARBONS (HFCs) MARKET IN COLOMBIA - FINAL REPORT, 2014 Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC)
IV.1	IPPU	Lubricantes	1	Consumo de Lubricantes (grasas)	I1. Consumo de diesel movilidad I2. Consumo de gasolina movilidad I3. Población tendencial	5,94%	Informe Estadístico Petrolero
V.2	AFOLU	Bosques sin cambio uso	1	Superficie suelo por año	Superficie remanente tras cambio de uso	No aplica	Landsat EVALUACIÓN AGROPECUARIA DEL HUILA AÑO 2014
V.2	AFOLU	Bosques sin cambio uso	1	Superficie suelo por año	I.1 Tendencia en la superficie incendiada	-3,35%	Landsat EVALUACIÓN AGROPECUARIA DEL HUILA AÑO 2014

VARIABLES Y DATOS PARA EL ESCENARIO TENDENCIAL SIN POLÍTICAS NACIONALES							
Categoría GPC	Sector	Detalle	Alcance	Variable	Indicador	% variación anual	Fuente
V.2	AFOLU	Agrícola sin cambio uso	1	Superficie suelo por año	Superficie remanente tras cambio de uso	No aplica	Landsat EVALUACIÓN AGROPECUARIA DEL HUILA AÑO 2014
V.3	AFOLU	Otras emisiones agrícolas	1	Superficie suelo por año	I.1 Tendencia en la superficie agrícola	No aplica	Landsat EVALUACIÓN AGROPECUARIA DEL HUILA AÑO 2014
V.2	AFOLU	Pastos sin cambio uso	1	Superficie suelo por año	Superficie remanente tras cambio de uso	No aplica	Landsat EVALUACIÓN AGROPECUARIA DEL HUILA AÑO 2014
V.2	AFOLU	Bosques sin cambio uso	1	Superficie suelo por año	I.1 Tendencia en el consumo de leña	-0,21%	Landsat EVALUACIÓN AGROPECUARIA DEL HUILA AÑO 2014
V.2	AFOLU	Agrícola que cambia uso	1	Superficie suelo por año	Tendencia constante	No aplica	Landsat EVALUACIÓN AGROPECUARIA DEL HUILA AÑO 2014
V.2	AFOLU	Pastos que cambian uso	1	Superficie suelo por año	Tendencia constante	No aplica	Landsat EVALUACIÓN AGROPECUARIA DEL HUILA AÑO 2014
V.1	AFOLU	Ganadería	1	Número cabezas	I1. Tendencia en el número de cabezas	-1,96%	EVALUACIÓN AGROPECUARIA DEL HUILA AÑO 2014
V.1	AFOLU	Ganadería	1	Número cabezas	I1. Tendencia en el número de cabezas	-2,16%	EVALUACIÓN AGROPECUARIA DEL HUILA AÑO 2014
V.1	AFOLU	Ganadería	1	Número cabezas	I1. Tendencia en el número de cabezas	1,41%	EVALUACIÓN AGROPECUARIA DEL HUILA AÑO 2014
V.1	AFOLU	Ganadería	1	Número cabezas	I1. Tendencia en el número de cabezas	-11,92%	EVALUACIÓN AGROPECUARIA DEL HUILA AÑO 2014
V.1	AFOLU	Ganadería	1	Número cabezas	I1. Tendencia en el número de cabezas	-3,96%	EVALUACIÓN AGROPECUARIA DEL HUILA AÑO 2014
V.1	AFOLU	Ganadería	1	Número cabezas	I1. Tendencia en el número de cabezas	0,20%	EVALUACIÓN AGROPECUARIA DEL HUILA AÑO 2014

Fuente: Elaboración propia

7.3 RESULTADOS DEL ESCENARIO TENDENCIAL

ESCENARIO TENDENCIAL: NEIVA 2050 DESDE EL PUNTO DE VISTA DE EMISIONES DE GEI

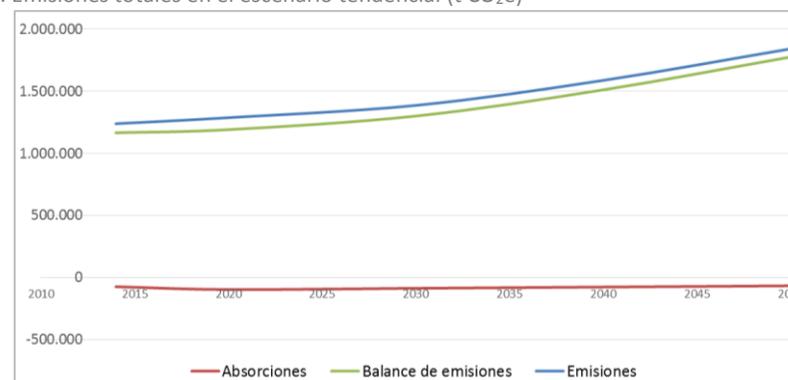
Como se aprecia en la Figura 74 el balance de emisiones en el año 2014 asciende a 1.168.585 t CO₂e, mientras que en el año 2050, el valor es de 1.771.121 t CO₂e, lo que implica un aumento del 52%. Las emisiones aumentan un 48% mientras que las absorciones se contraen un 10%.

Igualmente, el balance de emisiones per cápita también aumenta aunque en menor medida, pasando de 3,44 t CO₂e/hab en el año 2014 a 4,13 t CO₂e/hab en el año 2050 siendo este un aumento de un 21%. Este hecho viene influenciado principalmente por dos aspectos. El primero, por la gran importancia que las emisiones asociadas a cambios en el uso del suelo, especialmente por el desarrollo de los asentamientos urbanos, la deforestación y el aumento de la población, que para el año 2050 se proyecta en 429.041 habitantes.

Por otro lado, en Neiva hay actividades que no dependen directamente del aumento de la población y que suponen una contribución elevada al total de las emisiones como son la ganadería o las emisiones fugitivas por extracción de hidrocarburos. En este escenario, las emisiones totales por producción de petróleo y gas natural disminuyen un 26% entre 2014 y 2050, como consecuencia de la limitación de los yacimientos. Todo ello provoca que el incremento total de las emisiones sea más lento que el incremento poblacional, resultando en un aumento de las emisiones absolutas y una disminución de las emisiones per cápita.

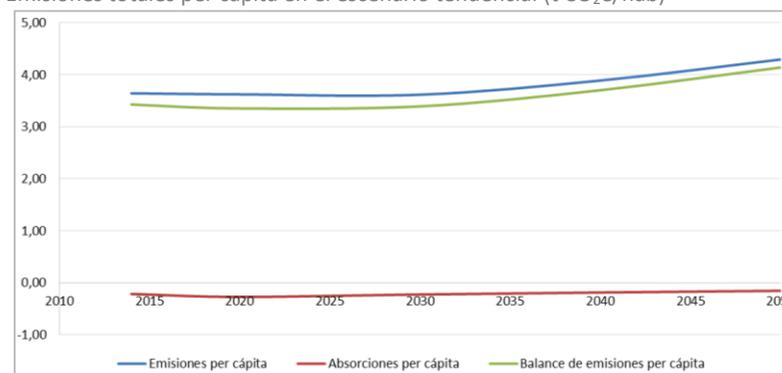
Tres de los sectores que presentan un mayor aumento de emisiones per cápita son el sector IPPU con un aumento del 469%, pero con una representación en el cómputo total de emisiones muy baja (0,327%); energía en fuentes móviles, con un incremento en 2050 de 188% respecto a los valores de emisión de 2014 y el sector residuos con un incremento del 150% tal como se aprecia en la Tabla 31.

Figura 74. Emisiones totales en el escenario tendencial (t CO₂e)



Fuente: Elaboración propia

Figura 75. Emisiones totales per cápita en el escenario tendencial (t CO₂e/hab)



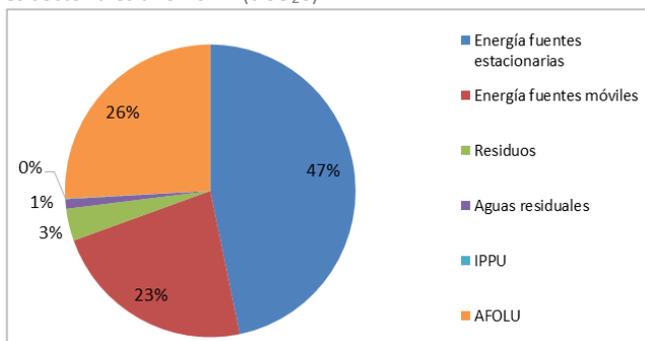
Fuente: Elaboración propia

Tabla 31. Balance de emisiones por sectores agregados en el escenario tendencial

EMISIONES POR SECTOR	Valores en t CO ₂ e				
	2014	2020	2030	2040	2050
Energía residencial	78.517	83.122	100.850	124.908	157.917
Energía servicios	33.088	34.690	42.546	52.888	66.382
Energía institucional	11.950	11.288	11.809	12.382	13.008
Energía industria	9.846	11.392	15.839	22.056	30.751
Fugitivas	448.381	426.577	392.664	361.566	333.049
Energía movilidad	281.962	328.904	438.153	594.288	812.133
Residuos	43.938	81.371	96.736	104.727	110.103
Aguas residuales	13.156	13.698	14.652	15.673	16.765
IPPU	866	1.114	1.764	2.907	4.925
AFOLU	320.214	298.138	273.745	296.032	291.834
Emisiones	1.241.953	1.290.335	1.388.814	1.587.503	1.836.971
Emisiones per cápita	3,65	3,63	3,62	3,89	4,28
Absorciones	-73.368	-96.249	-86.132	-75.999	-65.850
Absorciones per cápita	-0,22	-0,27	-0,22	-0,19	-0,15
Balance de emisiones	1.168.585	1.194.086	1.302.682	1.511.504	1.771.121
Balance de emisiones per cápita	3,44	3,36	3,40	3,70	4,13

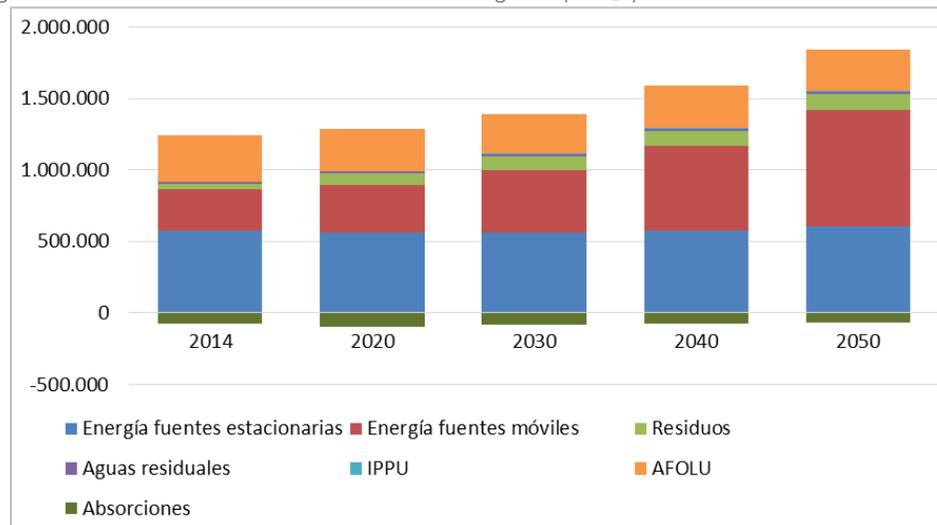
Fuente: Elaboración propia

Figura 76. Emisiones sectoriales año 2014 (t CO₂e)



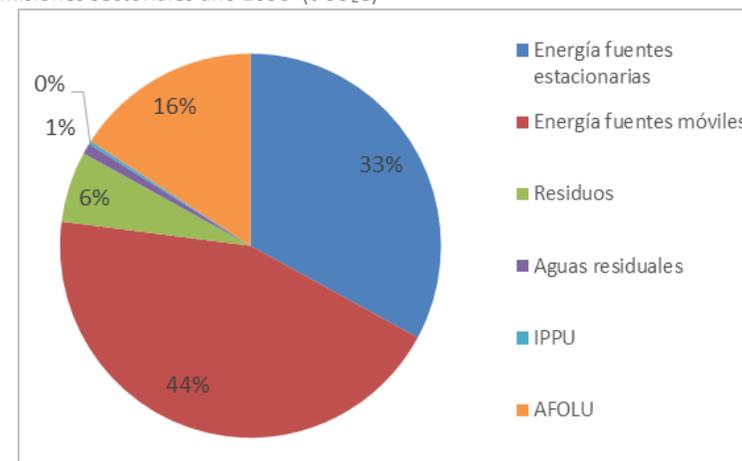
Fuente: Elaboración propia

Figura 77. Emisiones sectoriales en el escenario inteligente (t CO₂e)

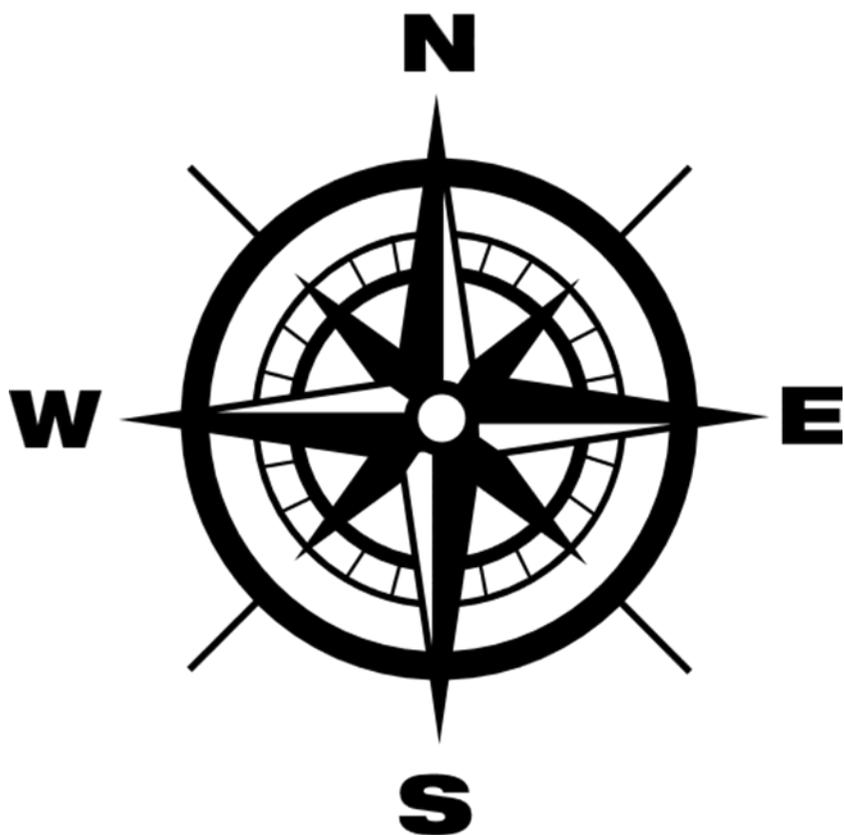


Fuente: Elaboración propia

Figura 78. Emisiones sectoriales año 2050 (t CO₂e)



Fuente: Elaboración propia



ESCENARIO INTELIGENTE

8 ESTRUCTURA DE LA HOJA DE RUTA

La Hoja de Ruta de Mitigación se define como una planificación estratégica adecuada a las competencias municipales para limitar o reducir la emisión de gases de efecto invernadero en el ámbito de aplicación.

Tal y como se detalló en la Tabla 04 a efectos de clasificación de las emisiones, se consideran 6 sectores agregados, más un último sector para agrupar las acciones con efecto transversal sobre varios sectores.

- Energía Fuentes Estacionarias²⁹.
- Energía Fuentes Móviles.
- Residuos.
- Aguas residuales.
- IPPU.
- AFOLU.
- Transversales.

La presente Hoja de Ruta de Mitigación tiene como horizonte temporal 2050, aunque considera asimismo escenarios en años intermedios.

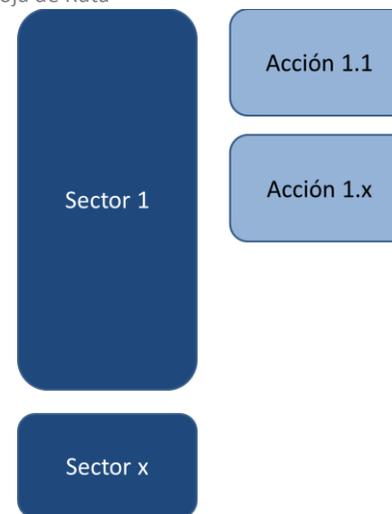


Hoja de Ruta de Mitigación

Planificación estratégica adecuada a las competencias municipales para limitar o reducir la emisión de gases de efecto invernadero en el ámbito de aplicación.

Tal y como se presenta en la Figura 79, la Hoja de Ruta se estructura por sectores. Para cada sector se proponen acciones. Cuanto más prioritario es el sector mayor número de acciones a considerar para dar respuesta.

Figura 79. Estructura de la Hoja de Ruta



Fuente: Elaboración propia

8.1 ANÁLISIS DE COMPETENCIAS

La Hoja de Ruta se estructura en torno a las competencias municipales, aunque en algunos casos se plantean acciones que se deben de implantar en coordinación con otros organismos municipales, departamentales o nacionales. Por ello, es necesario conocer cuáles son las competencias tanto a nivel municipal, como las del resto de organismos relevantes.

La organización política y administrativa de Colombia viene definida por la **Constitución Política de 1991**, que establece que el país está compuesto por 32 departamentos y un único Distrito Capital, Bogotá. Los departamentos forman regiones geográficas, culturales

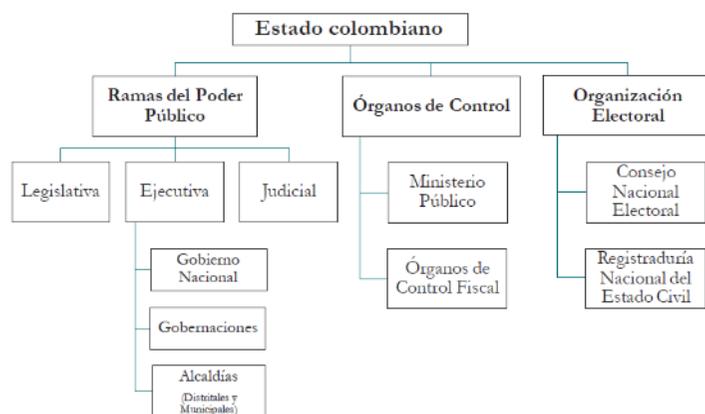
²⁹ Engloba los sectores residencial, servicios, institucional, industria y agricultura, ganadería y pesca.

y económicas. En Colombia los recursos pasan de la nación al departamento y de este al municipio; como distrito capital, Bogotá es el único municipio que recibe directamente de la nación.

Colombia está organizada como un Estado unitario (centralización del poder político), pero con un traslado de competencias y recursos de un nivel superior a uno inferior (entidades territoriales como los departamentos, distritos, municipios y territorios indígenas). Las Regiones y las Provincias pueden tener el carácter de entidad territorial en la medida que cumplan con lo dispuesto en la Constitución y en la Ley.

De acuerdo con lo establecido en el Título V de la Constitución Política, el Estado Colombiano está conformado por tres Ramas del Poder Público (legislativa, ejecutiva y judicial), y otros órganos, autónomos e independientes, que contribuyen al cumplimiento de las demás funciones del Estado (órganos de control y organización electoral). La Figura 80 esquematiza la estructura del Estado Colombiano.

Figura 80. Estructura del Estado Colombiano



Fuente: Elaboración DNP-DDTS-GGPT (2009), con base en la Constitución Política de Colombia (artículo 113 al 120).

El Gobierno Nacional está formado por el Presidente de la República, el Vicepresidente de la República, los ministros del despacho y los directores de departamentos administrativos.

En Colombia existen un total de 16 Ministerios y Departamentos Administrativos Nacionales, en la misma jerarquía que los Ministerios pero sin iniciativa legislativa.

Las gobernaciones y las alcaldías, así como las superintendencias, los establecimientos públicos y las empresas industriales y comerciales del Estado, forman parte de la Rama Ejecutiva.

El Departamento del Huila, al que pertenece el Municipio de Neiva, goza de autonomía para la administración de sus asuntos seccionales y para la planificación y promoción del desarrollo económico y social dentro de su territorio y, al tenor del artículo 298 de la Carta Política, ejerce funciones administrativas, de coordinación, de complementariedad de la acción municipal, de intermediación entre la Nación y los Municipios y de prestación de los servicios que determinen la Constitución y las Leyes.

De acuerdo con el artículo 7º del Decreto-ley 1222 de 1986 (Código de Régimen Departamental), le corresponde a los Departamentos:

- Participar en la elaboración de los planes y programas nacionales de desarrollo económico y social y de obras públicas y coordinar la ejecución de los mismos.
- Cumplir funciones y prestar servicios nacionales, o coordinar su cumplimiento y prestación, en las condiciones que prevean las delegaciones que reciban y los contratos o convenios que para el efecto se celebren.
- Promover y ejecutar, en cumplimiento de los respectivos planes y programas nacionales y departamentales, actividades económicas, que interesen a su desarrollo y al bienestar de sus habitantes.
- Prestar asistencia técnica, administrativa y financiera a los Municipios, promover su desarrollo y el bienestar de sus habitantes.
- Prestar asistencia administrativa, técnica y financiera a los Municipios, promover su desarrollo y ejercer sobre ellos la tutela que las leyes señalen.
- Colaborar con las autoridades competentes en la ejecución de las tareas necesarias para la conservación del medio ambiente y disponer lo que requiera la adecuada preservación de los recursos naturales.
- Cumplir las demás funciones administrativas y prestar los servicios que señalen la Constitución y las Leyes.

En virtud de lo señalado en la Constitución Política, son autoridades del Departamento, la Asamblea Departamental (órgano colegiado y deliberante) y el Gobernador (jefe de la administración departamental).

La creación de un municipio obedece a lo reglamentado en la Constitución y las Leyes (136 de 1994, 177 de 1994, 617 de 2000 y 1551 de 2012), donde se establecen los requisitos, excepciones y anexos, que deben ser sustentados para el establecimiento de un territorio como municipio.

El municipio goza de autonomía para la gestión de sus intereses y de acuerdo con el artículo 311 constitucional, le corresponde –como entidad fundamental de la división político administrativa– la prestación de los servicios públicos que determine la ley, construir las obras que demande el progreso local, ordenar el desarrollo de su territorio, promover la participación comunitaria, el mejoramiento social y cultural de sus habitantes y cumplir las demás funciones que le asignen la Constitución y las Leyes.

Las funciones del municipio son precisadas por el artículo 3 de la Ley 1551 de 2012 por la cual se dictan normas para modernizar la organización y el funcionamiento de los municipios.

Las autoridades constitucionales de los municipales son el alcalde, jefe de la administración departamental, y el concejo, órgano administrativo, colegiado y deliberante, elegido por votación y cuya principal función es el control político al alcalde.

La condición del municipio como prestador de servicios públicos no implica que tenga la competencia sobre todos los servicios sociales del Estado. A continuación, en la Tabla 32, se presentan las principales competencias atribuidas a nivel local, así como los instrumentos de los que dispone para ejercerlas.

Tabla 32. Competencias municipales principales y principales instrumentos de actuación

SECTOR	COMPETENCIAS MUNICIPALES PRINCIPALES PARA LA HOJA DE RUTA DE MITIGACIÓN	PRINCIPALES INSTRUMENTOS DE ACTUACIÓN		
		Normativos y de planificación	De mercado	Otros
AFOLU	<ul style="list-style-type: none"> Fomentar e implementar políticas que favorezcan el desarrollo económico y la generación de empleo. Promover el desarrollo y ordenamiento territorial. Desarrollar en el municipio y de acuerdo a sus competencias, las políticas y regulaciones ambientales de recuperación, conservación, protección, ordenamiento, manejo, uso y aprovechamiento de los recursos naturales renovables y del medio ambiente para asegurar el desarrollo sostenible. 	<ul style="list-style-type: none"> POT Plan de Ordenamiento y Manejo de las Cuencas – POMCA. Plan de Ordenamiento y Manejo de las Cuencas Hidrológicas POMCH. Plan de Ordenamiento Forestal Sistema Local de Áreas Protegidas y Bosques. Plan de Manejo de Áreas Protegidas. 	<ul style="list-style-type: none"> Exoneración de impuestos para bosques en conservación (CAM). Pago por Servicios Ambientales. BancoCO₂. 	<ul style="list-style-type: none"> Censo Agropecuario 2014. FEDEGAN tiene un incentivo para la siembra de cercos vivos.
PRODUCCIÓN DE ENERGÍA	Competencias nacionales.			<ul style="list-style-type: none"> Producción de energía a través de energías renovables con empresas públicas. Semillero de Energías alternativas (SEA) de la Universidad Surcolombiana
INDUSTRIA, IPPU	<ul style="list-style-type: none"> Fomentar, facilitar y propiciar condiciones que permitan inversiones en los sectores privado y público. Promover la creación del fondo municipal de garantías y/o la implementación de mecanismos de financiación para el fomento de pequeñas y medianas empresas. 	Solo a nivel nacional.	<ul style="list-style-type: none"> Mecanismos de financiación de PYMEs. Impuesto de industria y comercio. 	Existe el concepto de responsabilidad social corporativa pero no se apoya desde el municipio.
INSTITUCIONAL	<ul style="list-style-type: none"> Construir, mantener y monitorizar la infraestructura de uso público, edificaciones e instalaciones que requiera el Municipio. 	<ul style="list-style-type: none"> Normas urbanísticas: Requisitos mínimos de espacios verdes, % de sellamiento. 		Supervisión de obras.

SECTOR	COMPETENCIAS MUNICIPALES PRINCIPALES PARA LA HOJA DE RUTA DE MITIGACIÓN	PRINCIPALES INSTRUMENTOS DE ACTUACIÓN		
		Normativos y de planificación	De mercado	Otros
	<ul style="list-style-type: none"> Definir el Plan de Ordenación Territorial. 			
RESIDENCIAL	<ul style="list-style-type: none"> Coordinar la política de vivienda en el municipio y coadyuvar en los programas de desarrollo urbano: vías, servicios básicos y equipamiento comunitario para satisfacer las necesidades insatisfechas cualitativas y cuantitativas de vivienda y entorno urbano. Definir el Plan de Ordenación Territorial. Supervisar que las licencias se ejecuten de acuerdo a lo licenciado. 	<ul style="list-style-type: none"> Normas urbanísticas: Requisitos mínimos de espacios verdes, % de sellamiento. 	<ul style="list-style-type: none"> Decreto 1469 de 2010 del Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial– establece tipos de licencia: <ul style="list-style-type: none"> - Construcción. - Remodelación. - Etc. Estatuto tributario que establece los costos que se deben cancelar por licencias. Infracciones por incumplimiento de licencias. 	Medidas compensatorias para espacios públicos en forma monetaria.
SERVICIOS	<ul style="list-style-type: none"> Organizar y administrar la prestación del mercado público. Generar programas y acciones para la organización de las Plazas de Mercado. Definir el Plan de Ordenación Territorial. 		<ul style="list-style-type: none"> Impuesto a las ventas. 	
MOVILIDAD	<ul style="list-style-type: none"> Regular, prevenir, sancionar y asistir técnicamente el tránsito y el transporte de los usuarios de las vías públicas o privadas abiertas al público en el municipio. Diseñar e implementar acciones de regulación del tránsito y el transporte público y privado a nivel municipal. Aplicar y hacer cumplir las normas sobre transporte, tránsito y de protección ambiental. implementar y desarrollar el Plan Estratégico de Movilidad del Municipio. Definir el Plan de Ordenación Territorial. 	<ul style="list-style-type: none"> Sistema Estratégico de Transporte. POT 	<ul style="list-style-type: none"> Impuesto de rodamiento. Impuesto de semaforización (por circular). Impuesto de matriculación. Zonas azules para aparcar. 	<ul style="list-style-type: none"> Revisión Técnico Mecánica del Vehículo (anual).

SECTOR	COMPETENCIAS MUNICIPALES PRINCIPALES PARA LA HOJA DE RUTA DE MITIGACIÓN	PRINCIPALES INSTRUMENTOS DE ACTUACIÓN		
		Normativos y de planificación	De mercado	Otros
RESIDUOS	<ul style="list-style-type: none"> Desarrollar en el municipio y de acuerdo a sus competencias, las políticas y regulaciones ambientales de recuperación, conservación, protección, ordenamiento, manejo, uso y aprovechamiento de los recursos naturales renovables y del medio ambiente para asegurar el desarrollo sostenible. Manejo integral de residuos sólidos y especiales, prestando con calidad los servicios de barrido y limpieza, recolección y transporte y disposición final, con criterios de responsabilidad socio-ambiental, sostenibilidad y rentabilidad. Prestación de los servicios de acueducto, alcantarillado, conexos y asociados de la zona urbana del municipio. 	<ul style="list-style-type: none"> Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos. Decreto 2981 de 2013 del Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio, que regula al prestador, al usuario (derechos y obligaciones de cada parte de residuos sólidos). 	<ul style="list-style-type: none"> Tasas de alcantarillado y gestión de residuos. Tasa retributivas por contaminación de aguas para el sector privado. Comparendo ambiental (multa por mal uso de manejo de residuos sólidos) en virtud de la Ley 1259. 	

Fuente: Elaboración propia

Tal y como se desprende de este análisis, en el sector **AFOLU** la municipalidad tiene competencias significativas en el sector agropecuario, así como en la definición del uso de suelo. Sin embargo, no existen instrumentos potentes a nivel municipal para limitar la deforestación.

En los sectores de uso de energía en la **industria manufacturera, IPPU y producción de energía** las competencias están más limitadas, por lo que se requerirá un mayor apoyo desde otros niveles de gobierno o recurrir a acciones para fomentar comportamientos más sostenibles desde un punto de vista voluntario.

Por el contrario, el municipio tiene una alta capacidad de actuación en el **sector institucional y en el sector residencial**, aunque en el caso de este último, corresponde

principalmente a la Alcaldía ejecutar los proyectos de vivienda y programas de desarrollo urbano.

En el sector **movilidad** la municipalidad tiene competencias para la construcción de infraestructuras de transporte de titularidad municipal, así como para la reorganización y gestión del transporte público.

Finalmente, en el sector **residuos**, la municipalidad tiene competencias totales en la gestión de los residuos sólidos y en materia de gestión de aguas residuales urbanas.

El grado de capacidad de actuación de la municipalidad queda recogido en el cuadro resumen de la Tabla 33, indicando en rojo el sector de menor capacidad de actuación y en verde el de mayor.

Tabla 33. Capacidad de actuación exclusiva de la municipalidad

Sector	Capacidad de actuación exclusiva de la municipalidad
AFOLU	Significativa: se puede actuar sobre la mancha urbana y sobre el sector agropecuario. Sin embargo, faltan instrumentos para actuar en la protección de bosques.
Industria y producción de energía	Limitada: Las actuaciones deben ser de carácter voluntario, buscando siempre mejorar la competitividad de las industrias.
Institucional	Total: (a nivel de la Alcaldía, no de otras instituciones supramunicipales ubicadas en el municipio).
Movilidad	Total: con capacidad de planificación y gestión.
Residencial y servicios	Significativa: aunque faltan instrumentos para incentivar comportamientos más sostenibles en este sector, especialmente en el sector servicios.
Residuos	Total: con capacidad de planificación y gestión.
Uso de productos	Limitada: no existen competencias.

Fuente: Elaboración propia

8.2 SECTORES PRIORITARIOS DE ACTUACIÓN

Con objeto de orientar las acciones a los sectores donde se puede conseguir un mayor impacto de reducción de emisiones de GEI se ha realizado un proceso de identificación de sectores prioritarios desde el punto de vista de mitigación de cambio climático basado en el diagnóstico, en el escenario tendencial y en el análisis de competencias.

Esta priorización de sectores se basa en cuatro variables descritas en la Tabla 34.

Tabla 34. Variables para la priorización de sectores

Variable	Descripción	Fuente del dato
Representatividad del sector.	Porcentaje de las emisiones de GEI asociadas al sector (sin considerar emisiones de CO ₂ asociadas a la combustión de biomasa). A mayor porcentaje, mayor potencial de mitigación.	Estudio básico de mitigación de cambio climático (inventario de emisiones).
Tendencia del sector en el escenario tendencial	Análisis de la evolución de las emisiones en un escenario en el que se prolongan las tendencias observadas en los últimos años.	Estudio básico de mitigación de cambio climático (escenario tendencial 2050).
Potencial de mitigación.	Indicador cualitativo relacionado con la tecnología y las prácticas de cada uno de los sectores desde un punto de vista de emisión de GEI. Cuanto mayor desfase respecto al estado del arte, mayor potencial de mitigación.	Indicadores CES o Estudio básico de mitigación de cambio climático (diagnóstico cualitativo), según el caso.
Capacidad de actuación del gobierno local	Capacidad de actuación del gobierno local sobre cada sector para reducir las emisiones de gases de efecto invernadero.	Análisis de competencias.

Fuente: Elaboración propia

Se consideran 4 variables para la priorización de cada sector, valorando cada una de 0 a 2 puntos en función de su descripción. Como resultado se obtiene un valor total entre 0 y 8 puntos para cada sector. Este valor representa el potencial de reducción de GEI del sector en la ciudad, siendo 0 el mínimo potencial y 8 el máximo.

Finalmente se obtiene las priorizaciones de los sectores como se observa en la Tabla 35.

Tabla 35. Priorización de sectores desde el punto de vista de mitigación de cambio climático

PRIORIZACIÓN DE SECTORES (ESCALA DE 1 A 8)		
RANKING	Sector	Puntos (de 0 a 8)
1	ENERGÍA MOVILIDAD	6,0
1	AFOLU	6,0
1	ENERGÍA RESIDENCIAL Y SERVICIOS	6,0
1	RESIDUOS	6,0
1	ENERGÍA INSTITUCIONAL	6,0
1	AGUAS RESIDUALES	6,0
7	IPPU	4,0
8	FUGITIVAS	3,0
9	ENERGÍA INDUSTRIA	2,0

Fuente: Elaboración propia

De acuerdo con los resultados las medidas se centrarán en los siguientes sectores:



8.3 EJES DE LA HOJA DE RUTA DE MITIGACIÓN

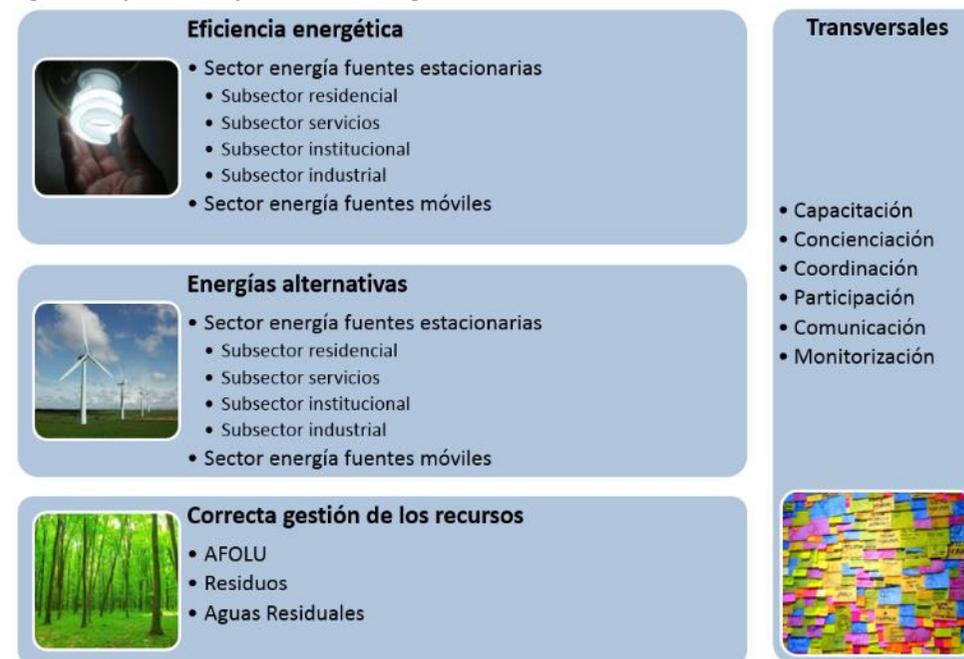
La Hoja de Ruta de Mitigación se plantea en un contexto de sostenibilidad integral y de desarrollo. Se trata por lo tanto de evitar actuaciones que aunque reduzcan emisiones de GEI, impliquen nuevos impactos ambientales (emisiones de contaminantes atmosféricos, nuevos vertidos, contaminación del suelo, impacto sobre la biodiversidad, etc.) o sociales (aumento de las desigualdades sociales, perjuicios a minorías, destrucción de empleo, etc.).

Las acciones giran alrededor de tres ejes (ver Figura 81):

1. La eficiencia energética.
2. Las energías renovables.
3. La optimización en la gestión de los recursos.

Adicionalmente existe un eje transversal, que guarda relación con los otros tres ejes anteriores, y que por regla general no genera reducciones de emisiones de GEI directas. Sin embargo, su presencia como elemento de soporte para el resto de ejes es absolutamente necesaria.

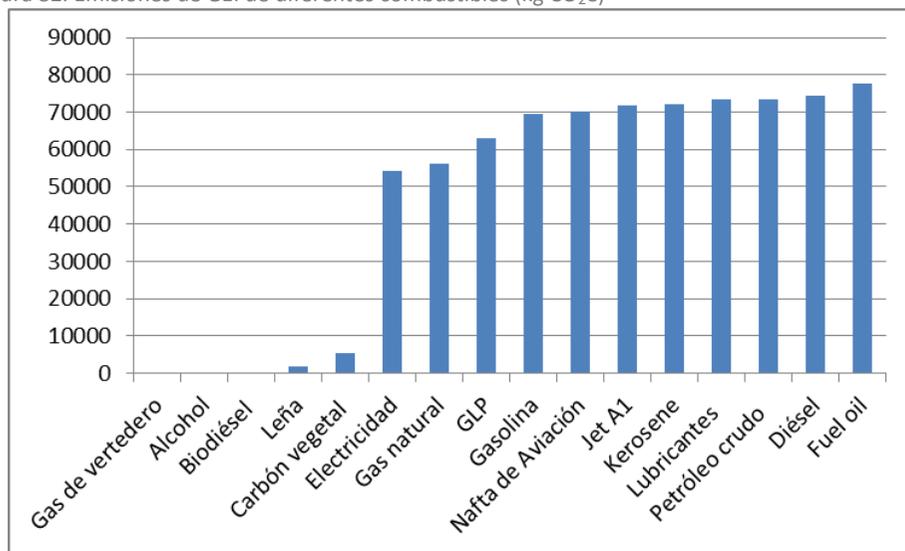
Figura 81. Ejes de la Hoja de Ruta de Mitigación



Fuente: Elaboración propia

La eficiencia energética se define como la reducción del consumo de energía para un mismo servicio. Esta reducción del consumo energético se traduce en un ahorro de combustibles fósiles, y por lo tanto, en una reducción de las emisiones de GEI.

La eficiencia energética está directamente relacionada con el rendimiento de los equipos (la capacidad del equipo de transformar la energía que consume en el servicio deseado) y con el tipo de combustible utilizado. Cada combustible tiene un factor de emisión de GEI diferente por unidad de energía. Cuanto menor es este factor de emisión, menores son las emisiones de GEI, tal y como se presenta en la Figura 82. En dicha figura se puede observar cómo cuanto más a la izquierda, menores son las emisiones del combustible por unidad de energía.

Figura 82. Emisiones de GEI de diferentes combustibles (kg CO₂e)³⁰

Fuente: Elaboración propia

Por regla general, los combustibles líquidos tienen factores de emisión inferiores a los combustibles sólidos, y los combustibles gaseosos inferiores a los combustibles líquidos. Adicionalmente, los combustibles renovables (procedentes de biomasa, como biodiesel, pellets de madera o gas de vertedero), presentan menores emisiones que los combustibles fósiles.

La **eficiencia energética** es de aplicación principalmente en los siguientes sectores:

- Sector energía estacionaria:
 - Reducción de las necesidades térmicas de los edificios (mejores de aislamiento fachada y ventanas, elementos de sombreado, etc.).

- Mejora de la eficiencia de las instalaciones térmicas de los edificios (calderas, estufas y cocinas más eficientes, etc.).
- Mejora de la eficiencia de los equipos eléctricos y electrónicos (bombillas, electrodomésticos, etc.).
- Equipos más eficientes y ajustados al servicio que deben dar (mejoras en el diseño de motores, variadores de frecuencia en bombas, etc.).
- Procesos productivos más eficientes.
- Sector energía fuentes móviles
 - Recorrer menos kilómetros (planificación de movilidad, etc.).
 - Menos vehículos (uso de modos de transporte sostenibles, desincentivación del vehículo privado, más personas por vehículo, etc.).
 - Vehículos más eficientes (mejoras en los motores, mejoras en el diseño del vehículo).

Se considera energía renovable la energía que se obtiene de fuentes naturales virtualmente inagotables, ya sea por la inmensa cantidad de energía que contienen, o porque son capaces de regenerarse por medios naturales. A efectos de esta Hoja de Ruta de Mitigación se considerarán las siguientes energías como renovables:

- Energía eólica.
- Energía solar.
- Energía geotérmica.
- Energía hidráulica.
- Energía mareomotriz.
- Energía de las olas o undimotriz.

³⁰ Elaboración propia a partir de datos de IPCC, 2006. Directrices del IPCC de 2006 para los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero, Volumen 2, y del factor de emisión de electricidad calculado a partir de datos de UPME para la red nacional e Colombia.

- Energía de la biomasa, incluyendo madera, pellets, biocombustibles, biogás y residuos orgánicos siempre y cuando la producción de biomasa esté asociada a una gestión sostenible de los recursos.

No se considerará como energía renovable la energía nuclear.

A efectos de esta Hoja de Ruta de Mitigación, se considera que las energías renovables presentan una emisión de GEI nula durante la fase de producción de energía, a excepción de la combustión de biomasa, que como ya se ha comentado genera una parte de emisiones de N₂O y de CH₄ en sus procesos de combustión que es necesario considerar.

Desde un punto de vista más amplio, analizando el ciclo de vida completo de las energías renovables, las emisiones de GEI asociadas a la energía renovable no son nulas, sino que se generan emisiones en las fases de vida de producción de los equipos (por ejemplo, paneles solares o molinos eólicos), la fase de instalación de los mismos y la fase de desmantelamiento. Adicionalmente, los biocombustibles como el bioetanol o el biodiesel pueden generar emisiones por cambios de uso del suelo, si se ha convertido un bosque en zona de cultivo. Estas emisiones pueden llegar a ser significativas.

En cualquier caso estas emisiones quedan fuera de la capacidad de actuación de la municipalidad, por ello, se adopta la postura del IPCC, adoptada en todos los inventarios nacionales y en la mayor parte de los inventarios regionales y municipales, de considerar únicamente las emisiones durante la fase de producción de la energía.

La **energía renovable** es de aplicación en los mismos sectores y casos que la eficiencia energética. El eje de actuación se basa en sustituir la energía consumida en cada uno de los sectores a partir de combustibles fósiles por energía renovable. Desde un punto de vista de eficiencia global, es importante reducir primero los consumos energéticos a través de medidas de eficiencia energética antes de pasar al uso de energía renovable.

La **correcta gestión de recursos** es de aplicación para el sector de la agricultura, ganadería y usos del suelo y para el sector residuos.

En el sector AFOLU, se puede aplicar a través de:

- reducir los cambios de uso del suelo a través de una correcta planificación que limite la ocupación de nuevas tierras por asentamientos o de figuras de protección de los bosques.
- prácticas sostenibles en agricultura, evitando el uso de fertilizantes artificiales, reduciendo el uso de combustible.
- prácticas sostenibles en la ganadería, optimizando la gestión del estiércol y realizando mejoras en los pastizales.

En el sector residuos se puede aplicar a través de:

- Menos residuos (reducción, reutilización).
- Mejor gestión de residuos (reciclaje, infraestructuras de residuos apropiadas, cobertura total de recogida).

En el sector de aguas residuales se puede aplicar a través de:

- Menos aguas residuales (reducción, reutilización).
- Mejor gestión del agua.

Finalmente existe un último **eje de carácter transversal**, que debe servir de apoyo a los tres ejes anteriores. Este eje, que por regla general no aporta reducciones de emisiones directas, es aplicable a todos los sectores e incluye actividades de concienciación y educación ambiental, de coordinación y de monitorización, así como de arquitectura institucional.

8.4 METODOLOGÍA PARA LA DEFINICIÓN DE LA HOJA DE RUTA DE MITIGACIÓN

El esqueleto de la Hoja de Ruta de Mitigación se ha definido en colaboración con los agentes relevantes, a través de un taller de trabajo participativo con los principales actores de cada sector (ver anexo 4- Participación, para más información).

El punto de partida para la definición de la Hoja de Ruta de Mitigación son los resultados del Inventario de Emisiones GEI, el diagnóstico cualitativo y una revisión exhaustiva de la

planificación relevante, para garantizar la alineación de la Hoja de Ruta de Mitigación con el resto de estrategias. La planificación revisada incluyó los documentos recogidos en la Tabla 36:

Tabla 36. Documentos de planificación revisados para la selección de acciones a incluir en la Hoja de Ruta de Mitigación

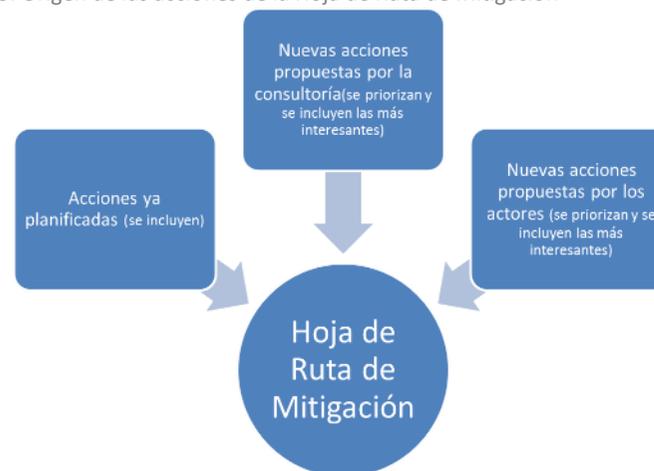
Planificación
Planes de Acción Sectoriales (PAS) de Mitigación, del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible.
Plan de Ordenamiento Territorial de Neiva (POT).
Documento del Sistema Estratégico De Transporte Público De Neiva.
Plan Estratégico de Movilidad.
Plan de Saneamiento y Manejo de Vertimientos.

Fuente: Elaboración propia

En el proceso participativo de priorización y selección de acciones el equipo consultor aportó una batería de acciones, generadas a partir de tres fuentes, tal y como se puede observar en la Figura 83.

- Nuevas acciones propuestas por la consultoría a partir del diagnóstico.
- La revisión de otras planificaciones y proyectos del municipio.
- Las acciones propuestas directamente por los agentes.

Figura 83. Origen de las acciones de la Hoja de Ruta de Mitigación



Fuente: Elaboración propia

Se trabajó en grupos sectoriales con los principales actores para priorizar las acciones a partir de la lista preliminar de acciones aquellas que consideraban de mayor aplicación para el área de estudio. La priorización se realizó a través de un análisis multicriterio semicuantitativo, considerándose de forma específica para cada acción cada uno de los cuatro criterios de la Figura 84. Con objeto de ponderar los criterios, el potencial de mitigación de la acción y la viabilidad tuvieron un 30% del peso (cada criterio) en el puntaje final, mientras que los beneficios adicionales (beneficios ambientales y beneficios sociales) tuvieron un peso del 20% (cada criterio).

Figura 84. Criterios aplicados para la priorización de las acciones.

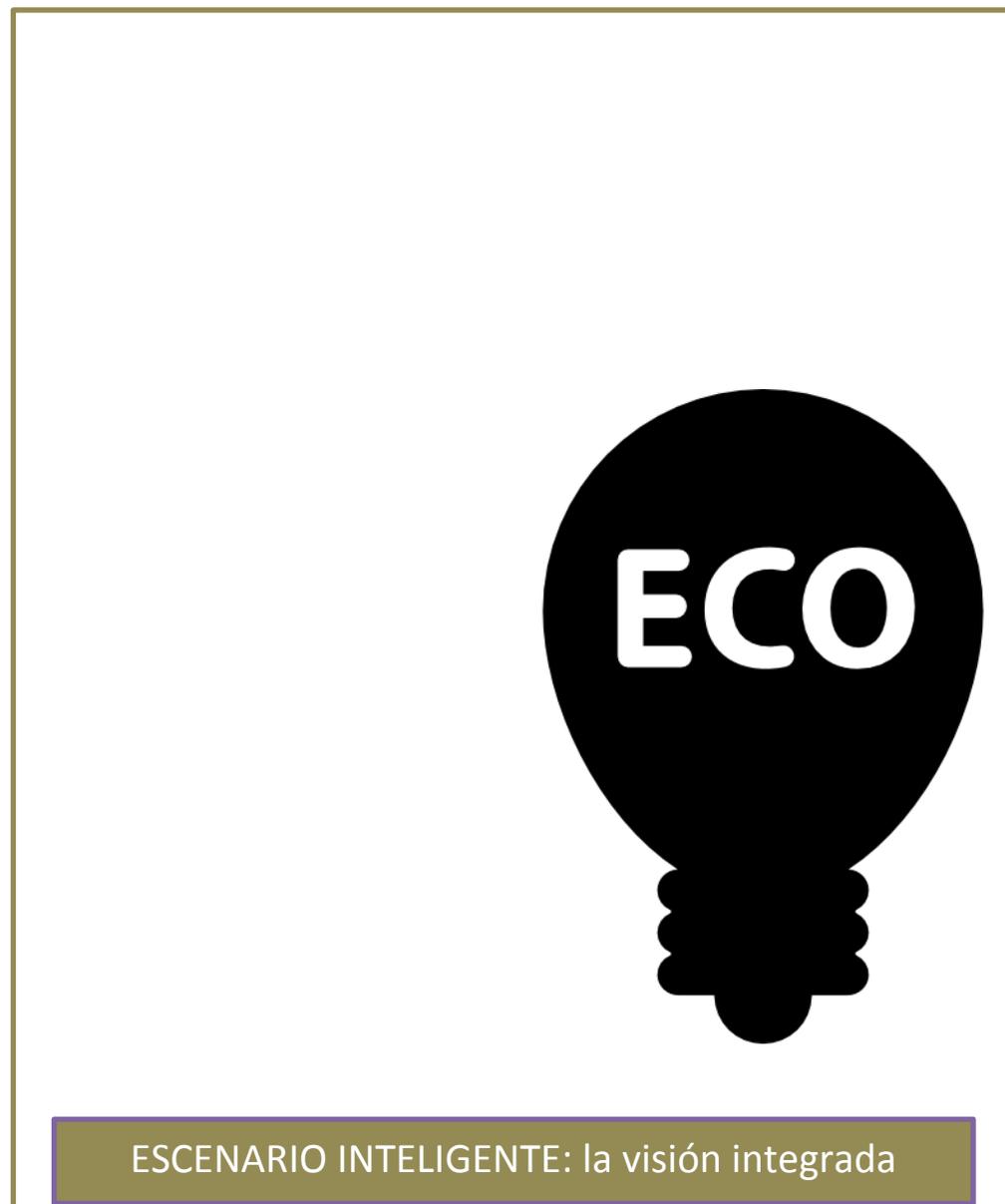
	<p>Potencial de mitigación de la acción</p> <p>Capacidad de la acción para reducir los gases de efecto invernadero (en términos de CO2 e)</p>
	<p>Viabilidad de la acción</p> <p>Viabilidad económica de la acción. Costo y posibilidades de financiación.</p>
	<p>Otros beneficios ambientales de la acción</p> <p>Capacidad de la acción para generar beneficios ambientales adicionales (mejora de la calidad del aire, mejora de la salubridad, reducción de la deforestación, etc.)</p>
	<p>Otros beneficios sociales de la acción</p> <p>Capacidad de la acción para generar beneficios sociales adicionales (creación de empleo, equidad social, etc.)</p>

Fuente: Elaboración propia

Siguiendo el orden de priorización y la prioridad de cada sector, se seleccionaron un total de 15 acciones que son las que se han incluido en la Hoja de Ruta de Mitigación.

Para desarrollar el escenario inteligente se ha descontado del escenario tendencial la reducción de emisiones asociada a cada una de las acciones incluidas en la Hoja de Ruta de Mitigación. Los resultados del escenario inteligente se muestran en el apartado 8.

Las acciones se han trabajado de forma individual en una ficha de acción, que incluye entre otros conceptos, una completa descripción de la acción propuesta, un análisis costo beneficio y un análisis de la viabilidad de medida, verificación y reporte. Por su volumen, las fichas de acción se han sacado del documento principal, y se incluyen como anexo 1.



ESCENARIO INTELIGENTE: la visión integrada

9 ESCENARIO INTELIGENTE

El escenario inteligente está compuesto por las siguientes las 15 acciones recogidas en la Tabla 37. Las acciones se presentan de forma detallada en las Fichas de Acciones de Mitigación (Anexo 1).

Tabla 37. Acciones por sector incluidas en la Hoja de Ruta de Mitigación.

Sector	Acciones
Energía Fuentes Estacionarias	Incorporar criterios de compra y contratación verde.
	Sustituir alumbrado público por equipos más eficientes, tipo LED.
	Combinación de cubiertas verdes menguando el uso de sistemas de refrigeración con instalación de energía fotovoltaica en edificaciones (mediante subsidios o desgravaciones de impuestos).
	Rehabilitación energética en edificaciones públicas oficiales y en escuelas y colegios.
Energía Fuentes Móviles	SETP: promoción de un sistema estratégico de transporte público (incorporando la sustitución de autobuses diésel a gas natural).
	Mejora de la red de ciclovías, ampliándola y aumentando la conectividad entre ellas, incorporando estaciones de hidratación y parqueaderos.
	Creación de una red peatonal de calles y mejora de las condiciones para el desplazamiento a pie.
	Reducir las necesidades de movilidad a través de la incorporación de criterios ambientales y de movilidad a la planificación urbana: barrios compactos y diversos.
Residuos	Compostaje de residuos orgánicos a gran escala, con separación en origen de materia orgánica compostable.
	Análisis de alternativas para la implantación de sistemas de aprovechamiento del biogás y de los lixiviados generados en el relleno sanitario Los Ángeles.
Aguas residuales	Construcción de una PTAR con tratamiento primario y secundario para la zona urbana.
AFOLU	Desarrollo de proyectos específicos de reforestación. Restauración de áreas degradadas y estratégicas.
	Promover prácticas agroforestales y silvopastoriles (combinación de árboles y pastos y zonas agrícolas).

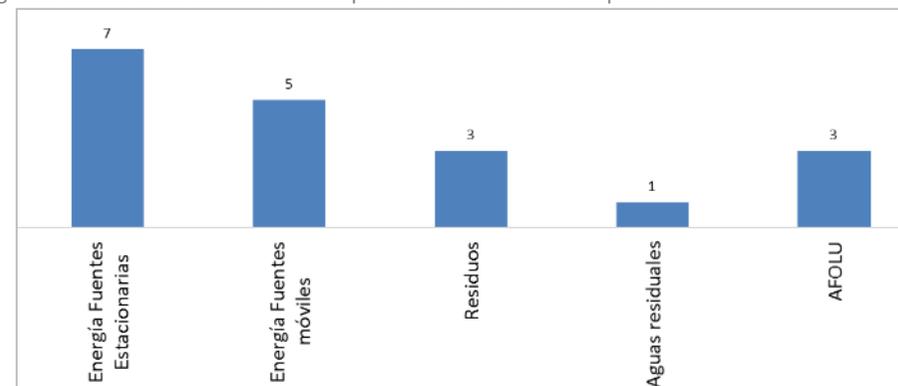
Sector	Acciones
	Programas de capacitación a los agricultores y productores pecuarios sobre buenas prácticas en la gestión del estiércol y en el uso de fertilizantes (biofertilizantes y/o orgánicos).
Transversal	Educación ambiental y sensibilización ciudadana – sector energético.

Fuente: Elaboración propia

El desarrollo sostenible se debe caracterizar por ser un sistema holístico en el cual todos los sectores se interrelacionen y se encuentren armonizados integralmente, por ello, una acción específica de un sector puede tener también un efecto de reducción de emisiones sobre otros sectores.

A pesar de presentarse un total de 15 acciones específicas, algunas de ellas tienen un carácter multisectorial que genera un escenario donde se producen reducciones de emisiones en 20 casos, tal y como se aprecia en la Figura 85.

Figura 85. Número de acciones con impacto sobre las emisiones por sector



Fuente: Elaboración propia

Las acciones que actúan reduciendo emisiones sobre varios sectores son las siguientes:

- Sistema de extracción forzada de biogás y aprovechamiento energético en el relleno sanitario, que además de reducir emisiones de residuos, reduce el consumo de energía no renovable en fuentes estacionarias.
- Sistemas silvopastoriles, que además de incrementar la capacidad de sumidero de CO₂ de los pastizales y de mejorar la productividad de la ganadería, generará leña que puede ser utilizada en el sector residencial y servicios.
- Educación ambiental y sensibilización ciudadana, que reduce en energía en fuentes estacionarias y en fuentes móviles, y a la vez reduce la generación de residuos, y por lo tanto de las emisiones de GEI asociadas a su gestión.

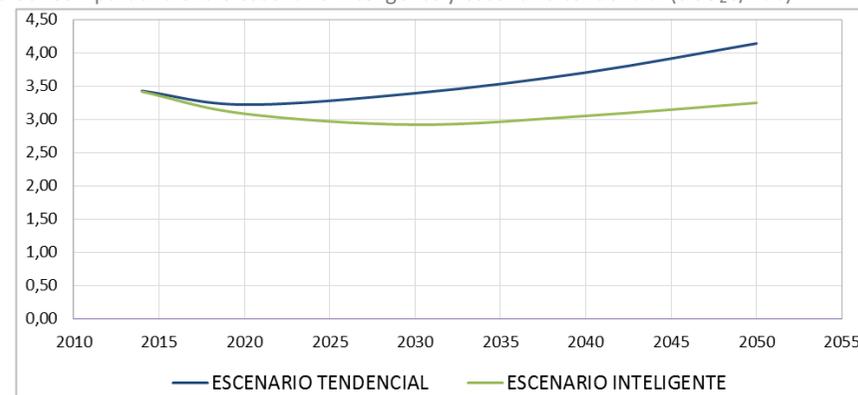
ESCENARIO INTELIGENTE: NEIVA EN 2050 DESDE EL PUNTO DE VISTA DE EMISIONES DE GEI

Las 15 acciones del escenario inteligente suponen una reducción total de emisiones de gases de efecto invernadero de 383.408 t CO₂e y un ahorro energético de 94.753 tep en el año 2050. Las emisiones totales del escenario inteligente quedan recogidas en la Tabla 38.

Esta reducción de emisiones supone una reducción del 21,3% sobre el escenario tendencial en 2050. Sin considerar las emisiones fugitivas en fuentes de energía estacionaria, sobre las que no se actúa, esta reducción asciende al 26%. En términos per cápita, el balance de emisiones en 2050 del escenario inteligente sería de 3,24 t CO₂e frente a las 4,14 t CO₂e en el escenario tendencial, tal y como se puede observar en la Figura 85.

La Figura 87 presenta la evolución de las emisiones para los años 2014 (año base), 2020, 2030, 2040 y 2050. En dicha evolución se observa como la proporción entre sectores emisores se mantiene aproximadamente constante. Así, tanto en 2014 como en el escenario inteligente en 2050, el sector de energía en fuentes estacionarias es el mayor emisor, seguido de AFOLU.

Figura 86. Comparativa entre escenario inteligente y escenario tendencial (t CO₂e/hab)



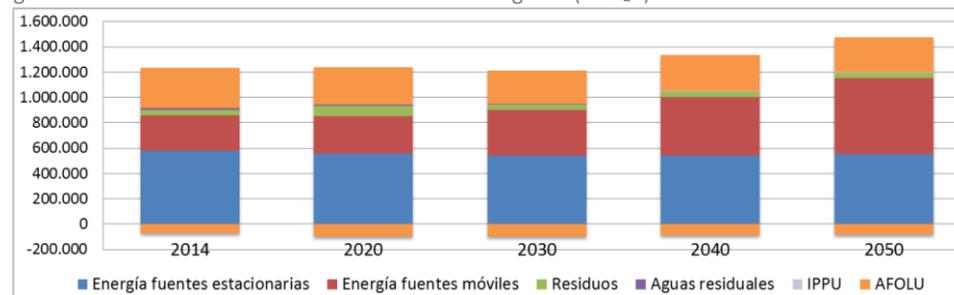
Fuente: Elaboración propia

Tabla 38. Balance de emisiones sectoriales en el escenario inteligente

Año	2014	2020	2030	2040	2050
Sector	t CO ₂ e				
Energía fuentes estacionarias	581.783	564.016	549.205	544.978	558.460
Energía fuentes móviles	281.996	291.453	356.591	460.426	598.038
Residuos	43.938	80.895	42.704	41.303	41.581
Aguas residuales	13.156	6.917	5.010	4.037	2.843
IPPU	866	1.114	1.764	2.907	4.925
AFOLU	320.214	296.538	265.745	284.832	275.834
TOTAL	1.241.953	1.240.933	1.221.019	1.338.481	1.481.680
Absorciones	-73.368	-99.489	-95.771	-89.430	-84.819
Balance de emisiones	1.168.585	1.141.444	1.125.248	1.249.051	1.396.862

Fuente: Elaboración propia

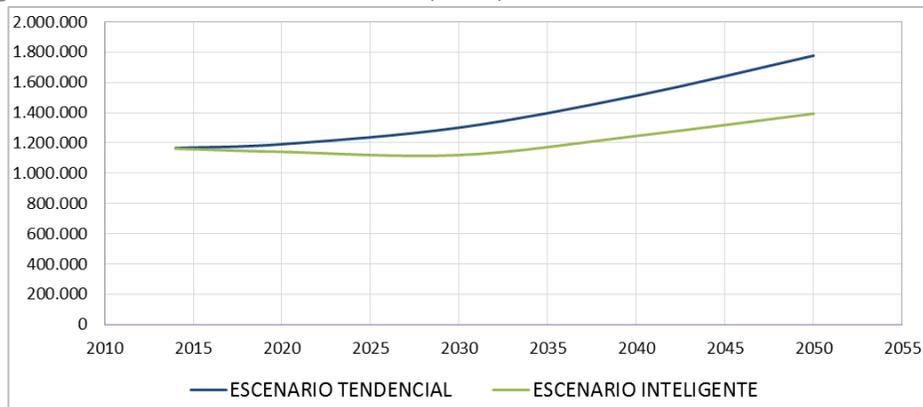
Figura 87. Emisiones sectoriales en el escenario inteligente (t CO₂e)



Fuente: Elaboración propia

Ampliando la información del escenario inteligente con el análisis de las emisiones totales, tal y como se observa en la Figura 88 el balance de emisiones del área de estudio en el año 2050 sería de 1.393.471t CO₂e frente a las 1.776.879t CO₂e del escenario tendencial.

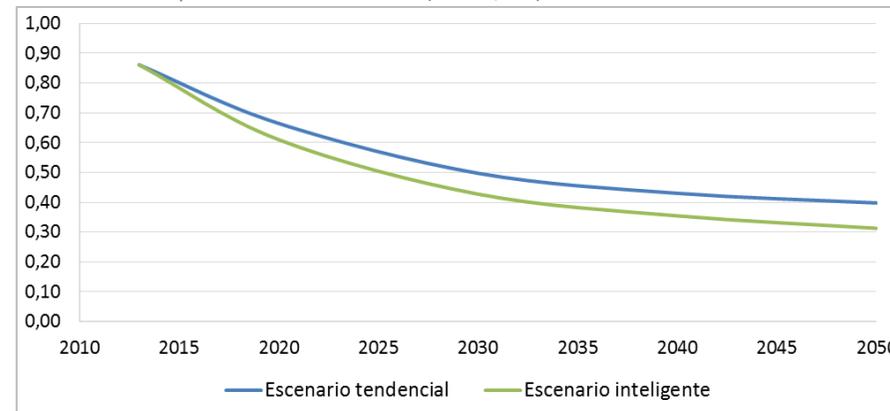
Figura 88. Emisiones totales en los escenarios (t CO₂e)



Fuente: Elaboración propia

Si se realiza el mismo análisis pero en términos por PIB, se puede observar en la Figura 89 como en el escenario inteligente se consigue mejorar la eficiencia económica de la ciudad en términos de emisiones de GEI en aproximadamente un 22%.

Figura 89. Emisiones por PIB en los escenarios (t CO₂e/PIB)



Fuente: Elaboración propia

Bajando al nivel de las acciones, en la siguiente tabla se presenta la reducción de emisiones de GEI asociada a cada una de ellas.

Las acciones marcadas en azul en la Tabla 39 significan que son acciones que sin ser específicas del sector, reducen emisiones en el mismo. La reducción de emisiones y el ahorro energético asociados a estas acciones se reflejan en el sector en el que se produce.

Tabla 39. Reducciones asociadas a cada medida

Sector	Acción		Ahorro Energético en 2050 (tep/año)	Reducción emisiones en 2050 (t CO ₂ e/año)	Reducción emisiones en diferentes años (t CO ₂ e/año)						% de reducción sobre las reducciones totales (2050)	% de reducción sobre las reducciones sectoriales (2050)
					2014	2020	2025	2030	2040	2050		
Energía residencial	E.F.F.1	Incorporar criterios de compra y contratación verde.	3	6	0	1	2	4	5	6	0,00%	0,01%
Energía institucional	E.F.F.2	Sustituir alumbrado público por equipos más eficientes, tipo LED.	1.055	2.380	0	604	935	1.428	1.897	2.380	0,64%	5,58%
Energía institucional	E.F.F.3	Combinación de cubiertas verdes menguando el uso de sistemas de refrigeración con instalación de energía fotovoltaica en edificios existentes (mediante subsidios o desgravaciones de impuestos).	11.857	26.751	0	0	2.204	7.323	18.101	26.751	7,15%	62,73%
Energía residencial	E.F.F.4	Rehabilitación energética en edificaciones públicas oficiales y en escuelas y colegios.	2.057	4.640	0	364	975	1.996	3.261	4.640	1,24%	10,88%
Energía residencial	R.2	Análisis de alternativas para la implantación de sistemas de aprovechamiento del biogás y de los lixiviados generados en el relleno sanitario Los Ángeles.	472	1.066	0	1.287	1.401	1.250	1.085	1.066	0,28%	2,50%
Energía residencial	T.1	Educación ambiental y sensibilización ciudadana.	3.451	7.612	0	801	1.574	2.407	4.338	7.612	2,03%	17,85%
Energía residencial	A.2	Promover prácticas agroforestales y silvopastoriles (combinación de árboles y pastos y zonas agrícolas).	557	191	0	0	0	95	134	191	0,05%	0,45%
Energía movilidad	E.F.M.1	SETP: promoción de un sistema estratégico de transporte público (incorporando la sustitución de autobuses diésel a gas natural).	18.477	62.231	0	19.595	26.452	35.449	47.814	62.231	16,63%	29,07%

Sector	Acción		Ahorro Energético en 2050 (tep/año)	Reducción emisiones en 2050 (t CO ₂ e/año)	Reducción emisiones en diferentes años (t CO ₂ e/año)						% de reducción sobre las reducciones totales (2050)	% de reducción sobre las reducciones sectoriales (2050)
					2014	2020	2025	2030	2040	2050		
Energía movilidad	E.F.M.2	Mejora de la red de ciclovías, ampliándola y aumentando la conectividad entre ellas, incorporando estaciones de hidratación y parqueaderos.	4.401	13.343	0	5.190	5.788	8.292	10.822	13.343	3,57%	6,23%
Energía movilidad	E.F.M.3	Creación de una red peatonal de calles y mejora de las condiciones para el desplazamiento a pie.	4.325	12.519	0	4.762	5.535	6.468	8.982	12.519	3,35%	5,85%
Energía movilidad	E.F.M.4	Reducir las necesidades de movilidad a través de la incorporación de criterios ambientales y de movilidad a la planificación urbana: barrios compactos y diversos.	21.392	62.183	0	3.310	6.068	15.576	33.115	62.183	16,62%	29,04%
Energía movilidad	T.1	Educación ambiental y sensibilización ciudadana.	22.228	63.819	0	4.713	9.729	15.777	33.129	63.819	17,06%	29,81%
Residuos	R.1	Compostaje de residuos orgánicos a gran escala, con separación en origen de materia orgánica compostable.	0	32.309	0	382	701	13.583	27.287	32.309	8,64%	47,15%
Residuos	R.2	Análisis de alternativas para la implantación de sistemas de aprovechamiento del biogás y de los lixiviados generados en el relleno sanitario Los Ángeles.	0	34.895	0	0	49.207	39.856	35.229	34.895	9,33%	50,92%
Residuos	T.1	Educación ambiental y sensibilización ciudadana.	0	1.319	0	94	372	594	909	1.319	0,35%	1,92%
Aguas residuales	A.R.1	Construcción de una PTAR con tratamiento primario y secundario para la zona urbana.	0	13.921	0	6.782	8.143	9.642	11.636	13.921	3,72%	100,00%
AFOLU	A.1	Desarrollo de proyectos específicos de reforestación. Restauración de áreas degradadas y estratégicas.	0	16.000	0	1.600	4.800	8.000	11.200	16.000	4,28%	45,76%

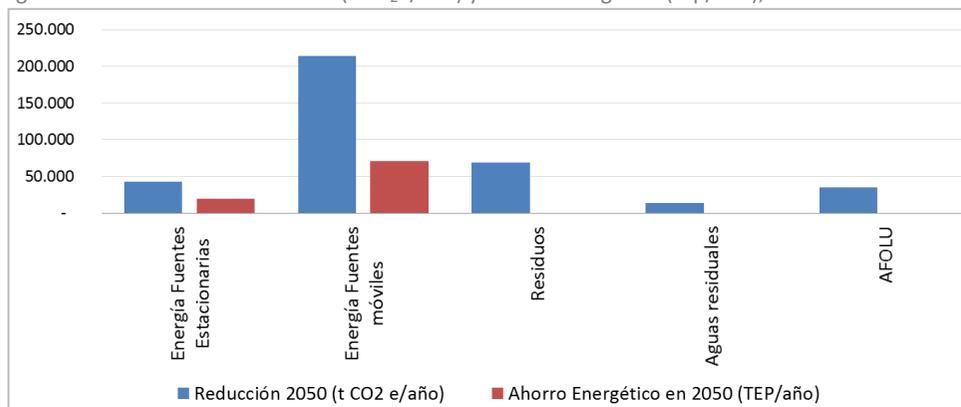
Sector	Acción		Ahorro Energético en 2050 (tep/año)	Reducción emisiones en 2050 (t CO ₂ e/año)	Reducción emisiones en diferentes años (t CO ₂ e/año)						% de reducción sobre las reducciones totales (2050)	% de reducción sobre las reducciones sectoriales (2050)
					2014	2020	2025	2030	2040	2050		
AFOLU	A.2	Promover prácticas agroforestales y silvopastoriles (combinación de árboles y pastos y zonas agrícolas).	0	18.095	0	3.102	9.306	9.048	12.667	18.095	4,84%	51,75%
AFOLU	A.3	Programas de capacitación a los agricultores y productores pecuarios sobre buenas prácticas en la gestión del estiércol y en el uso de fertilizantes (biofertilizantes y/o orgánicos).	0	873	0	138	382	592	765	873	0,23%	2,50%
Transversal	T.1	Educación ambiental y sensibilización ciudadana.	Incluido en el sector donde reduce									
		TOTAL	90.275	374.154	0	52.601	133.574	177.378	262.376	374.154	100%	

Fuente: Elaboración propia

La principal reducción de emisiones se produce en el sector de energía en fuentes móviles, que puede llegar a reducir hasta 214.095 t CO₂e, es decir un 56 % de las reducciones totales. En segundo lugar, se encuentran el sector residuos en el que se pueden reducir 68.523 t CO₂e, un 18% de las emisiones totales reducidas, tal y como puede observarse en la Figura 90.

En cuanto al ahorro energético, tal como se puede observar en la Figura 90, el sector que produce mayor ahorro en el año 2050, es el de energía de fuentes móviles, donde se podrían reducir 108.881 tep con las medidas propuestas.

Figura 90. Reducción de emisiones (t CO₂e/año) y ahorro energético (tep/año), 2050



Fuente: Elaboración propia

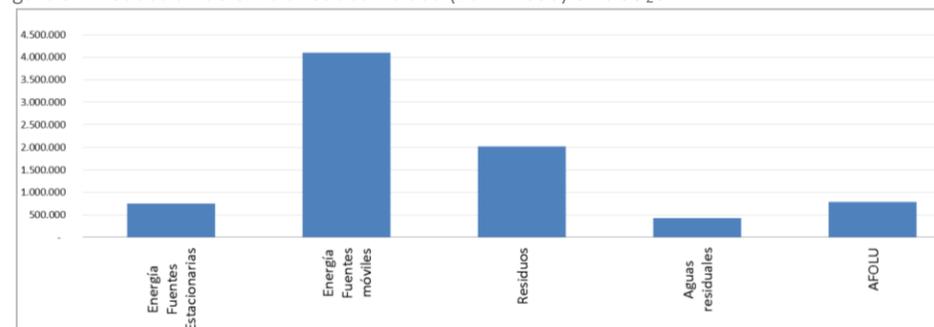
Realizando el análisis de reducción de emisiones acumuladas entre 2014 y 2050 (ver Tabla 40 y Figura 91), se observa que energía en fuentes móviles es el sector que podría conseguir una mayor reducción, seguido de Residuos. En cualquier caso, estos valores presentan una mayor incertidumbre ya que son función del año en el que se ha estimado que podría entrar en operación la acción.

Tabla 40. Reducción de emisiones acumulada (2014-2050) en t CO₂e

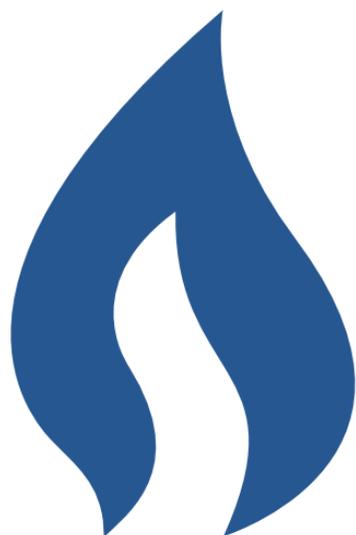
Sector	Reducción de emisiones acumulada (2014-2050) en t CO ₂ e
Energía Fuentes Estacionarias	746.623
Energía Fuentes Móviles	4.098.817
Residuos	2.024.740
Aguas residuales	431.636
AFOLU	790.823
Transversal	(Incluido en el sector que reduce)
Total	8.092.638

Fuente: Elaboración propia

Figura 91. Reducción de emisiones acumulada (2014-2050) en t CO₂e



Fuente: Elaboración propia



ESCENARIO INTELIGENTE: energía en fuentes estacionarias

9.1 ENERGÍA FUENTES ESTACIONARIAS

Este sector engloba los siguientes subsectores:

- Subsector residencial.
- Subsector servicios.
- Subsector institucional.
- Subsector industria.
- Subsector de emisiones fugitivas de producción de energía.

Las acciones se han enfocado principalmente sobre el sector residencial y sobre el sector institucional, por presentar una mayor prioridad de actuación de acuerdo a lo definido en el apartado 0.

En la Hoja de Ruta se consideran las siguientes acciones con efecto sobre las emisiones de este sector (ver Tabla 41). Las acciones en negro, son las que son específicas del sector, mientras que las acciones en azul representan acciones con efecto multisectorial y serán analizadas en el apartado correspondiente.

Tabla 41. Acciones con impacto sobre el sector energía fuentes estacionarias

Sub-Sector	Código	Acciones
Energía residencial	E.F.F.1	Incorporar criterios de compra y contratación verde.
Energía institucional	E.F.F.2	Sustituir alumbrado público por equipos más eficientes, tipo LED.
Energía institucional	E.F.F.3	Combinación de cubiertas verdes menguando el uso de sistemas de refrigeración con instalación de energía fotovoltaica en edificios existentes (mediante subsidios o desgravaciones de impuestos).
Energía residencial	E.F.F.4	Rehabilitación energética en edificaciones públicas oficiales y en escuelas y colegios.
Energía residencial	R.2	Análisis de alternativas para la implantación de sistemas de aprovechamiento del biogás y de

Sub-Sector	Código	Acciones
		los lixiviados generados en el relleno sanitario Los Ángeles.
Energía residencial	T.1	Educación ambiental y sensibilización ciudadana.
Energía residencial	A.2	Promover prácticas agroforestales y silvopastoriles (combinación de árboles y pastos y zonas agrícolas).

Fuente: Elaboración propia

9.1.1 Acciones específicas del sector

E.F.F.1 Incorporar criterios de compra y contratación verde.



La compra y contratación pública verde se define como un proceso en el cual las autoridades públicas tratan de adquirir mercancías, servicios y obras con un impacto medioambiental reducido durante su ciclo de vida, en comparación con el de otras mercancías, servicios y obras con la misma función primaria que se adquirirían en su lugar.

La Compra Pública Verde puede ser un factor impulsor fundamental de la innovación en el mercado, al proporcionar a la industria incentivos reales para desarrollar productos y servicios ecológicos. Para ello se debe atender a aspectos ambientales, tales como, la reducción del consumo de recursos y de emisiones durante el proceso de producción y utilización, la reducción y correcta gestión de residuos relacionados con el suministro y el uso y la utilización de energías renovables.

En este sentido, Colombia avanza en la implementación de una Política de Producción y Consumo Sostenible, que actualiza e integra la Política Nacional de Producción más Limpia y el Plan Nacional de Mercados Verdes.

El Estado es responsable del 16% de las adquisiciones, por lo que resulta fundamental consolidar estas políticas para ejecutar las compras públicas de modo sostenible. Para cubrir esta necesidad y promover la adquisición de bienes y servicios bajo criterios de sostenibilidad, el Ministerio de Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible ha desarrollado la Guía Conceptual y Metodológica de Compras Sostenibles. Su objetivo es servir de apoyo al sector público y privado en relación con la incorporación de criterios sostenibles en la contratación del Estado³¹.

En el caso concreto de Neiva se recomienda además el cambio de la flota municipal a una con mayor eficiencia basada en el Gas Natural Vehicular (GNV), así como la adquisición de equipos ofimáticos con la etiqueta Energy Star.

³¹ Guía Conceptual y Metodológica de Compras Sostenibles, MinAmbiente

E.F.F.2 Sustitución de alumbrado exterior por lámparas LED.


Los sistemas de iluminación presentan buenas oportunidades de implementar soluciones de eficiencia energética, en las que normalmente no es necesario intervenir de forma significativa las instalaciones eléctricas. Las inversiones asociadas a los sistemas de iluminación son recuperadas generalmente entre tres meses y cinco años, dependiendo de la cantidad de horas de uso y del tipo de tecnología utilizada.

En este campo, la tecnología LED genera una reducción del consumo eléctrico, y por tanto de las emisiones de GEI, de hasta el 60% respecto a la de vapor de sodio, tecnología mayoritaria de las luminarias instaladas en Neiva. Además disponen de mayor vida útil y menores requerimientos de mantenimiento. Para la planificación de esta acción en la municipalidad se consideran los siguientes pasos:

1. Realizar un inventario de todas las instalaciones de alumbrado exterior.
2. Selección de medidas prioritarias.
3. Planificación e implantación de las medidas.
4. Monitorización de los consumos energéticos.
5. Comunicación de los resultados a la ciudadanía.
6. Repetición del ciclo, realizando una nueva priorización de medidas.

Además del cambio de tecnología, se recomienda implantar otras buenas prácticas en el alumbrado como ajustar los niveles de iluminación a los diferentes tipos de vía, promover la implantación de tejas fotovoltaicas y pequeños paneles solares o utilizar equipos de ahorro de energía, entre los que se encuentran los relojes astronómicos programables, utilizar fuentes de luz que ofrezcan una mayor eficacia.

E.F.F.3 Combinación de cubiertas verdes menguando el uso de sistemas de refrigeración con instalación de energía fotovoltaica en edificios existentes (mediante subsidios o desgravaciones de impuestos).


El consumo de energía en el sector residencial para el municipio de Neiva supone el 6% de las emisiones totales de GEI. Uno de los principales usos de la electricidad en Neiva es el acondicionamiento de espacios.

Por ello, las medidas de reducción de emisiones en el sector residencial deben pasar por reducir el consumo de energía a través del uso de energía renovable, como la energía solar fotovoltaica combinado con medidas que reduzcan las necesidades térmicas derivadas de un mejor aislamiento de la cubierta, como lo son las cubiertas verdes. Especialmente, teniendo en cuenta que Neiva presenta condiciones favorables para la implantación de este tipo de sistemas desde el punto de vista de irradiación solar, con insolaciones que van desde las 5 horas/día en los meses lluviosos y 6 horas/día en los meses secos. Los datos de radiación global anual sobre una superficie horizontal en Colombia indican que en Neiva existe una radiación anual entre 4,5 y 5,0 kWh/m².³²

La publicación de una ordenanza para el uso de la energía solar podría ser el instrumento legal que haría obligatoria la instalación de sistemas de energía solar fotovoltaica combinados con cubiertas verdes en los edificios nuevos o en edificios sometidos a rehabilitaciones integrales de Neiva.

En base al clima y a la insolación del área de estudio, se recomienda que la energía solar proporcione aproximadamente el 70% de la energía para ACS en los edificios. El resto sería suministrado por una caldera comunal de gas natural o GLP. La ordenanza debería establecer el rendimiento mínimo de la caldera de apoyo.

³² UMPE Colombia - http://www.upme.gov.co/Docs/Atlas_Radiacion_Solar/2-Mapas_Radiacion_Solar.pdf

E.F.F.4 Rehabilitación energética en edificaciones públicas oficiales y en escuelas y colegios.



Las instituciones deben dar ejemplo en la reducción de las emisiones. Por ello, la implantación de medidas de rehabilitación con enfoque de eficiencia energética y energías renovables en los edificios públicos es un buen inicio para la reducción de la huella de carbono en este sector. Esto adecuadamente comunicado puede contribuir a la sensibilización de la población en materia de eficiencia energética.

Esta acción se enmarca además dentro las medidas de ecoeficiencia impulsadas por la Ley 1715/2014. Se plantea aplicar diferentes medidas de eficiencia energética (pintura reflectiva y aislamiento de los tejados y paredes externas de los edificios, ventiladores en las habitaciones, iluminación eficiente, etc.) y energía solar fotovoltaica en los edificios institucionales. Estas medidas contribuirían, en gran parte, a reducir el consumo energético de los sistemas para dar confort térmico y climatización.

Para reducir los consumos energéticos de los edificios institucionales se avanzará en tres direcciones:

- Estrategias activas de producción de energía renovable.
- Estrategias activas con instalaciones de alta eficiencia.
- Estrategias pasivas para generar un ahorro energético.

Siendo la comunicación de los resultados un punto clave, se informará de los logros que la gestión pública viene alcanzando en este campo. Además se realizará un reconocimiento público de las entidades que hayan logrado los mayores logros en la ecoeficiencia, y se mencionará a las entidades que han tenido la menor participación en la misma.

9.1.2 Energía fuentes estacionarias: el conjunto

Aplicando una visión de conjunto al sector de energía fuentes estacionarias, las 5 acciones propuestas más las 3 acciones transversales complementarias podrían generar una reducción de 52.561t CO₂e en el año 2050 como se observa en la Tabla 42.

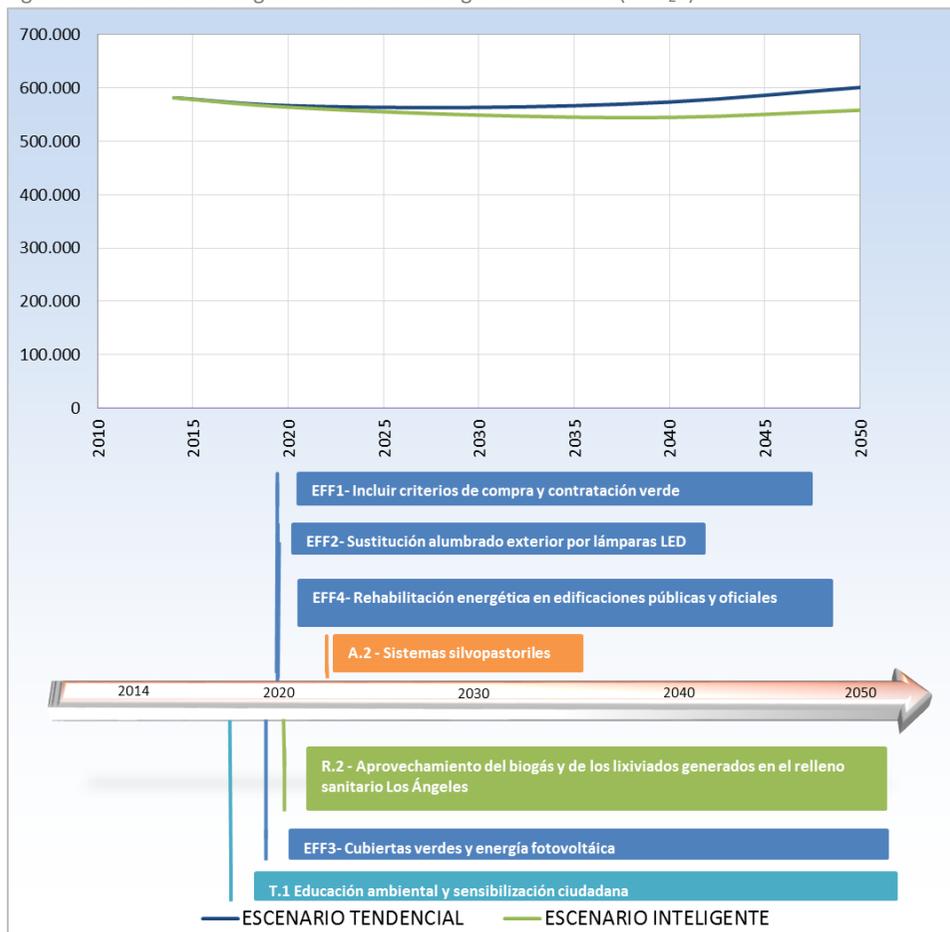
La reducción a través de acciones con efecto multisectorial con efecto sobre las fuentes estacionarias incluye la producción de electricidad limpia a partir del biogás del relleno sanitario Los Ángeles, y la educación de la ciudadanía en prácticas de eficiencia energética.

Tabla 42. Reducciones de las acciones del sector energía fuentes estacionarias

	Acciones	Año de implantación	Ahorro Energético en 2050 (tep/año)	Reducción emisiones en 2050 (t CO ₂ e/año)
E.F.F.1	Incorporar criterios de compra y contratación verde.	2017-2020	3	6
E.F.F.2	Sustituir alumbrado público por equipos más eficientes, tipo LED.	2017-2020	1.055	2.380
E.F.F.3	Combinación de cubiertas verdes menguando el uso de sistemas de refrigeración con instalación de energía fotovoltaica en edificios existentes (mediante subsidios o desgravaciones de impuestos).	2017-2020	11.857	26.751
E.F.F.4	Rehabilitación energética en edificaciones públicas oficiales y en escuelas y colegios.	2030-2040	2.057	4.640
R.2	Análisis de alternativas para la implantación de sistemas de aprovechamiento del biogás y de los lixiviados generados en el relleno sanitario Los Ángeles.	2017-2020	472	1.066
T.1	Educación ambiental y sensibilización ciudadana.	2017-2020	3.451	7.612
A.2	Promover prácticas agroforestales y silvopastoriles (combinación de árboles y pastos y zonas agrícolas).	2020-2025	557	191

La Figura 92 presenta el escenario tendencial y el escenario inteligente para el sector energía fuentes estacionarias:

Figura 92. Escenario inteligente del sector energía estacionaria (t CO₂e)



Fuente: Elaboración propia



ESCENARIO INTELIGENTE: energía en fuentes móviles

9.2 ENERGÍA FUENTES MÓVILES

El sector energía fuentes móviles es el tercer sector que mayores emisiones genera en el área de estudio en 2014 con una cuota del 23% del total. En el escenario tendencial presenta un aumento del 188,03% en el intervalo 2014-2050.

Dentro de este sector se han planteado las siguientes acciones (ver Tabla 43). Las acciones en negro, son las que son específicas del sector, mientras que las acciones en azul representan acciones con efecto multisectorial y serán analizadas en el apartado correspondiente.

Tabla 43. Acciones con impacto sobre el sector energía fuentes móviles

Código	Acciones
E.F.M.1	SETP: promoción de un sistema estratégico de transporte público (incorporando la sustitución de autobuses diésel a gas natural).
E.F.M.2	Mejora de la red de ciclovías, ampliándola y aumentando la conectividad entre ellas, incorporando estaciones de hidratación y parqueaderos.
E.F.M.3	Creación de una red peatonal de calles y mejora de las condiciones para el desplazamiento a pie.
E.F.M.4	Reducir las necesidades de movilidad a través de la incorporación de criterios ambientales y de movilidad a la planificación urbana: barrios compactos y diversos.
T.1	Educación ambiental y sensibilización ciudadana.

Fuente: Elaboración propia

9.2.1 Acciones específicas del sector

E.F.M.1

SETP: promoción de un sistema estratégico de transporte público (incorporando la sustitución de autobuses diésel a gas natural).



El Servicio Estratégico de Transporte Público- SETP viene desarrollando el Plan Maestro de Movilidad para Neiva. Este Plan plantea la articulación entre un conjunto de actuaciones, técnicas y financieramente viables, encaminadas a mejorar el sistema de movilidad de la ciudad, garantizando la equidad, sostenibilidad y mejora en la calidad de vida de los habitantes. Se pretende de esta forma integrar física, operacional y tarifariamente el sistema de transporte público colectivo, bajo el siguiente esquema:

- Sistema y Centro de Control de información de Tránsito y transporte: Esencialmente lo que se busca es un cambio en el esquema empresarial tradicional a uno basado en nuevas tecnologías, de tal manera que los sistemas de operación permitan un mayor control y una mejor planeación del servicio.
- Sistema de Recaudo Unificado: El dinero producto del recaudo se deposita en una fiduciaria quien se encarga de realizar el pago a los operadores de transporte (troncales y alimentadores).
- Reorganización del Transporte Público Colectivo: Optimización de las Rutas, Adecuación de la infraestructura a las nuevas condiciones de operación del sistema de transporte público colectivo y construcción de puntos de intercambio en el centro. Se pasaría de una cobertura del 67% de la zona urbana al 94%.

El Plan Maestro contempla diagnosticar los sectores Movilidad, Urbanismo, Ambiental, Jurídico, Socio-Económico y Financiero. En este punto, es importante incluir como propuesta y dentro del sistema de transporte público la sustitución y chatarrización de los autobuses que funcionan con combustibles ACPM, por vehículos que operen con Gas Natural. Esta medida tiene una reducción potencial de 82.370 t CO₂e.

E.F.M.2 **Mejora de la red de ciclovías, ampliándola y aumentando la conectividad entre ellas, incorporando estaciones de hidratación y parqueaderos.**



La ciudad de Neiva por su tamaño y topografía presenta características clave para el uso de la bicicleta, sin embargo faltan infraestructuras específicas para este medio de transporte. Esta acción incide en la necesidad de disponer de infraestructura agradable y cómoda para este tipo de actores con el objetivo de quitar el incentivo al uso de modos de transporte motorizados.

Se propone ubicar a la bicicleta como una verdadera opción de desplazamiento articulada al sistema de transporte urbano. El éxito de esta medida radica en la continuidad de sus circuitos, la facilidad, la seguridad y la capacidad de articularse al transporte público. En cuanto a la seguridad, es necesario crear una red adecuada y articulada de carriles exclusivos, evitando así que el ciclista tenga que compartir la calzada con los automóviles.

Para que la bicicleta se constituya como un elemento clave de la movilidad en el municipio, la red de carriles bici debe favorecer la intermodalidad. Por una parte deberá conectar con las principales infraestructuras del transporte público colectivo y por otra deberá llegar a aquellos destinos que atraen a un importante número de trabajadores y visitantes, para lo que se tendrán en cuenta las necesidades de los usuarios, la localización de las actividades y sitios turísticos, así como los principales centros educativos y lugares de concentración laboral.

Se propone desarrollar una red de ciclorrutas acompañado de medidas de confort térmico como los es el arbolado urbano, de forma progresiva, hasta llegar a los 76,5 km en el año 2050.

Además, se estudia la implantación de un sistema de bicicleta pública. En él, se ofrece un régimen de alquiler a bajo precio o préstamo gratuito de bicicletas en los núcleos urbanos, promovido por la administración pública y pensado para el uso cotidiano.

E.F.M.3 **Creación de una red peatonal de calles y mejora de las condiciones para el desplazamiento a pie.**



Las ciudades no siempre han evolucionado para atender las necesidades de los peatones sino que en muchos casos no se han tenido en cuenta los desplazamientos a pie al diseñar los sistemas de transporte. Una mejora del entorno de los peatones puede contribuir considerablemente a resolver los retos que plantean el cambio climático y la contaminación atmosférica, así como problemas de salud.

El enfoque propuesto incluye la realización de un estudio de diagnóstico de las condiciones actuales en términos de conexiones, obstáculos y proyectos estratégicos.

Conociendo las debilidades de la red, se podrán mejorar las condiciones físicas de los senderos peatonales y se podrá crear una red de tránsito peatonal que permita la correcta y segura circulación de los peatones. Estos nuevos espacios deben cubrir la totalidad de la mancha urbana, y acceder a todos los espacios públicos y edificaciones, garantizando la movilidad a todas las personas en condiciones de accesibilidad total.

Para ello se requiere establecer una ordenanza que defina las características que deben cumplir las aceras para homogeneizarlas. para fomentar la caminata es necesario crear una red de tránsito peatonal que permita un desplazamiento cómodo y seguro.

- Generar una eficiente atención de la seguridad vial y gestión oportuna de los riesgos asociados a la movilidad urbana y suburbana para tener una menor tasa de accidentalidad.
- Promover el uso adecuado de dispositivos de seguridad y buenas prácticas en el uso de las vías por parte de cada uno de los usuarios de los mismos.

Además, a más largo plazo, se plantea la peatonalización de alguna calle en el centro.

E.F.M.3
Reducir las necesidades de movilidad a través de la incorporación de criterios ambientales y de movilidad a la planificación urbana: barrios compactos y diversos.


Esta acción busca la integración de criterios ambientales y de movilidad en el planeamiento urbano para reducir así tanto las emisiones asociadas al transporte, como las emisiones asociadas al cambio de uso del suelo. Esta acción se plantea en coordinación con el estudio de crecimiento urbano del módulo 3. Se busca por tanto pasar de la ciudad monocéntrica actual, a una ciudad policéntrica en el escenario inteligente.

En una ciudad monocéntrica, se genera un gran polo de atracción de viajes a una centralidad única, al concentrar ésta la mayor parte de la actividad económica y social de la ciudad. Además, este modelo difuso se caracteriza por una segregación de funciones y de usos espaciales unidos por una densa red de carreteras, lo que supone un despilfarro de energía y tiempo.

En el caso de la ciudad policéntrica, en cambio, se plantean 4 centralidades principales: Neiva Norte, Neiva Oriente, Neiva Sur y Las Ceibas. De esta forma se favorece una ciudad compacta, con densidad cualificada y usos mixtos, de manera que las necesidades de movilidad de la población se reduzcan y, por tanto, las emisiones de GEI.

Con este escenario óptimo, en 2050 se podría alcanzar una densificación de la zona urbana de hasta los 92 habitantes/ha en el Centro Histórico, frente a los 98 habitantes/ha del escenario tendencial. Este hecho es destacable, ya que existe una relación directa, entre el consumo de energía en la movilidad en las ciudades y la densidad de población. En concreto, esta acción implica la reducción del 13% de las emisiones del escenario tendencial en 2050.

9.2.2 Energía fuentes móviles: el conjunto

Aplicando una visión de conjunto al sector de energía fuentes móviles, las 3 acciones propuestas más la acción transversal (en azul) complementaria podrían generar una reducción anual de 314.301 t CO₂e en el año 2050 como se observa en la Tabla 44.

Tabla 44. Reducciones de las acciones del sector energía fuentes móviles

Acciones		Año de implantación	Ahorro Energético en 2050 (tep/año)	Reducción emisiones en 2050 (t CO ₂ e/año)
E.F.M.1	SETP: promoción de un sistema estratégico de transporte público (incorporando la sustitución de autobuses diésel a gas natural).	2017-2020	18.477	62.231
E.F.M.2	Mejora de la red de ciclovías, ampliándola y aumentando la conectividad entre ellas, incorporando estaciones de hidratación y parqueaderos.	2017-2020	4.401	13.343
E.F.M.3	Creación de una red peatonal de calles y mejora de las condiciones para el desplazamiento a pie.	2017-2020	4.325	12.519
E.F.M.4	Reducir las necesidades de movilidad a través de la incorporación de criterios ambientales y de movilidad a la planificación urbana: barrios compactos y diversos.	2017-2020	21.392	62.183
T.1	Educación ambiental y sensibilización ciudadana.	2017-2020	22.228	63.819

Fuente: Elaboración propia

La Figura 93 presenta el escenario tendencial y el escenario inteligente para el sector energía fuentes móviles:

Figura 93. Escenario inteligente del sector energía fuentes móviles (t CO₂e)



Fuente: Elaboración propia



ESCENARIO INTELIGENTE: residuos

9.3 RESIDUOS

El sector residuos genera un 3% de las emisiones de Neiva en el año 2014. Se considera uno de los sectores clave por presentar un alto potencial de mitigación ya que las emisiones se encuentran localizadas (principalmente en el relleno sanitario Los Ángeles) y el sistema de reducción de emisiones de GEI implantado es mejorable.

Dentro de este sector se han planteado las siguientes acciones específicas (ver Tabla 45).

Tabla 45. Acciones con impacto sobre el sector residuos

Código	Acciones
R.1	Compostaje de residuos orgánicos a gran escala, con separación en origen de materia orgánica compostable.
R.2	Análisis de alternativas para la implantación de sistemas de aprovechamiento del biogás y de los lixiviados generados en el relleno sanitario Los Ángeles.
T.1	Educación ambiental y sensibilización ciudadana.

Fuente: Elaboración propia

9.3.1 Acciones específicas del sector

R.1 Compostaje de residuos orgánicos a gran escala, con separación en origen de materia orgánica compostable.



El alto contenido en materia orgánica en la composición de los residuos del municipio de Neiva (73,66%), que supone casi la tercera parte del total generado, asociado al hecho de que no se lleva a cabo una recogida selectiva de materia orgánica, supone un residuo con un gran potencial para ser valorizado. Por ello, esta acción propone impulsar los esfuerzos que actualmente lleva a cabo la empresa Ciudad Limpia, responsable de gestionar los residuos de Neiva, para posicionar el compostaje como sistema de gestión preferente y de fácil implantación para la valorización de la fracción orgánica del residuo.

El compostaje de residuos supone por un lado reducir la cantidad de residuos sólidos que se depositan actualmente en los rellenos sanitarios, con la consecuente reducción de las emisiones de metano, y por otra, obtener un producto comercial de la biodegradación de los residuos, el compost. El compost es un sustitutivo de los fertilizantes artificiales nitrogenados, por lo que de forma indirecta ayuda a reducir las emisiones de la agricultura asociadas a la generación de N₂O por uso de este tipo de fertilizantes.

Se plantea en los primeros años implementar una separación en origen en un horizonte temporal de 10 años, comenzando en el 2020, compostando 400 toneladas al año con residuos de jardines, podas, parques y zonas verdes e incluso de la fracción orgánica recogida en grandes mercados, hasta llegar, progresivamente, a las 4.000 toneladas. En paralelo se adoptarán medidas que aseguren la existencia de un mercado para el compost que lo haga rentable.

A largo plazo, cuando ya exista una infraestructura para la recogida de la fracción orgánica domiciliar y para la venta de compost, se desarrollará una planta de compostaje a gran escala, con capacidad para tratar 40.000 toneladas al año, que trate también el resto de la fracción biodegradable del residuo generado. Esta planta se diseñará a partir de las lecciones aprendidas en la planta piloto.

R.2 Aprovechamiento energético en el relleno sanitario Los Ángeles.



En el municipio de Neiva se estima una producción per cápita de residuos en el año 2014 de 0,2260 toneladas/hab-año. El 100% de los residuos generados en el ámbito urbano se conducen al relleno sanitario Los Ángeles.

Mediante esta acción se implantará un sistema correcto de extracción del biogás generado en el relleno. Actualmente se realiza una extracción pasiva con una posterior combustión sin aprovechamiento energético en una antorcha. Sin embargo, se puede lograr una mejor gestión y un aprovechamiento energético del biogás generado. Para ello se plantea una recogida activa mediante pozos y conductos de captación, y su transformación en energía eléctrica mediante grupos motor-alternador. De esta forma, se pasará de una captación del 30% a una captación del 65%.

Esta acción reduce emisiones mediante dos mecanismos diferentes:

- Reducción asociada a la reducción de las emisiones de GEI por generación de residuos en el área de estudio.
- Reducción de emisiones asociada a la sustitución de electricidad de la red, por electricidad limpia generada en los motores. Se estima que en 2050 se podrían obtener 5,9 MW. Una pequeña parte de esta producción de electricidad iría destinada a autoconsumo (alrededor de un 7%), y el restante se conectaría a la red sustituyendo la electricidad de la red por energía limpia generada en los motores.

Los cálculos se pueden consultar en el Anexo 1 – Acciones de mitigación.

9.3.2 Residuos: el conjunto

Aplicando una visión de conjunto al sector residuos, las 2 acciones más la acción transversal podrían generar una reducción anual de 158.784 t CO₂e en el año 2050, tal y como se observa en la Tabla 46.

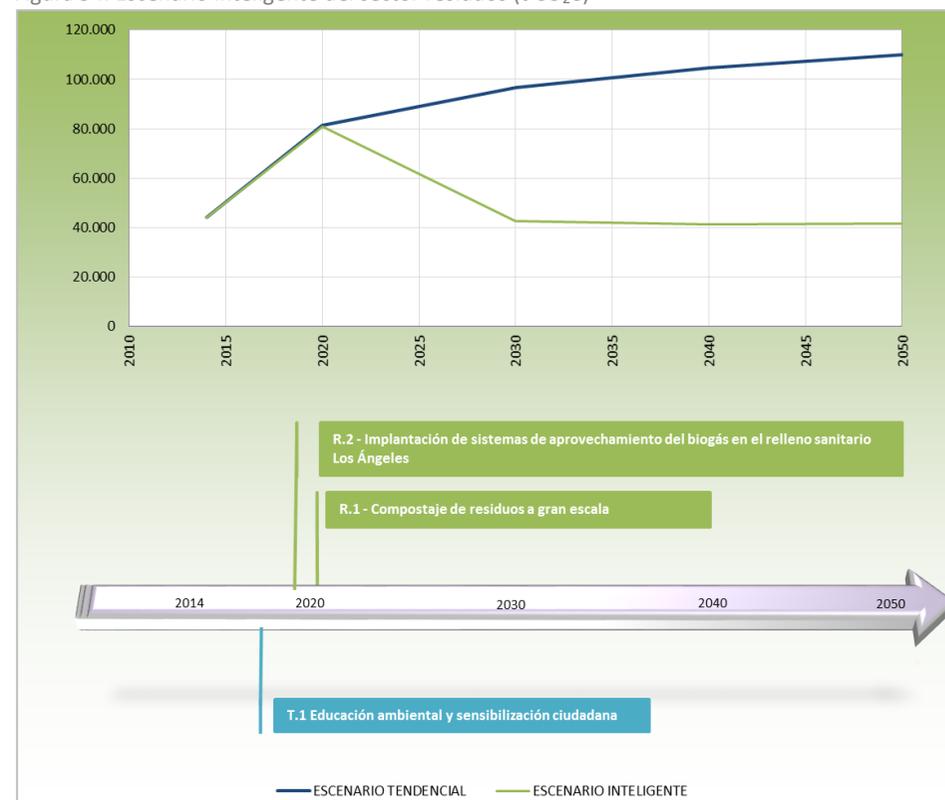
Tabla 46. Reducciones de las acciones del sector residuos

Acciones		Año de implantación	Ahorro Energético en 2050 (TEP/año)	Reducción emisiones en 2050 (t CO ₂ e/año)
R.1	Compostaje de residuos orgánicos a gran escala, con separación en origen de materia orgánica compostable.	2020-2025	0	32.309
R.2	Análisis de alternativas para la implantación de sistemas de aprovechamiento del biogás y de los lixiviados generados en el relleno sanitario Los Ángeles.	2020-2025	0	34.895
T.1	Educación ambiental y sensibilización ciudadana.	2017-2020	0	1.319

Fuente: Elaboración propia

La Figura 94 presenta el escenario tendencial y el escenario inteligente para el sector residuos:

Figura 94. Escenario inteligente del sector residuos (t CO₂e)



Fuente: Elaboración propia



ESCENARIO INTELIGENTE: aguas residuales

9.4 AGUAS RESIDUALES

El sector aguas residuales genera un 1,6% de las emisiones del Municipio de Neiva en el año 2014. Se considera un sector relevante por presentar un alto potencial de mitigación ya que las emisiones se encuentran localizadas.

Dentro de este sector se ha planteado la siguiente acción (ver Tabla 47).

Tabla 47. Acciones con impacto sobre el sector aguas residuales

Código	Acciones
A.R.1	Construcción de una PTAR con tratamiento primario y secundario para la zona urbana.

Fuente: Elaboración propia

9.4.1 Acciones específicas del sector

A.R.1

Construcción de una PTAR con tratamiento primario y secundario para la zona urbana.

En la actualidad en el municipio de Neiva no opera ninguna planta de tratamiento de aguas residuales, por lo que las aguas residuales generadas por los habitantes del área de estudio se vierten al Río Magdalena sin haber recibido ningún tratamiento previo. Esta situación genera un problema ambiental por contaminación de los sistemas fluviales a los que llegan los vertidos de aguas residuales, sin tratamiento previo.

Esta acción está en línea con el “Plan de Saneamiento y Manejo de Vertimientos” de la Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Neiva – Las Ceibas, concesionaria del servicio, y el Plan de Desarrollo de Neiva 2016-2019. En éste último documento se planea contar con dos Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR) para el año 2019, una en el Puente Santander con una cobertura aproximada del 86% de las Aguas Residuales de Neiva donde se conectan dos colectores y la Segunda en el sitio de descarga del colector El Venado en el río Magdalena.

Sin embargo, antes de construir la PTAR, los esfuerzos se deberán concentrar en la recolección de las aguas residuales, ampliando la cobertura y transportándola a través de la interconexión de los diferentes colectores que vierten.

Tras asegurarse de tener una recogida adecuada, se incrementará de forma progresiva la cobertura del tratamiento, teniendo como objetivo que para el año 2050 se trate el 100% de las aguas residuales generadas en el ámbito urbano.

Por otra parte, la descarga de las aguas tratadas se realizará en el Río Magdalena, el cual cuenta con una gran capacidad de dilución y autodepuración por sus condiciones hidráulicas y caudal.

De forma paralela se realizarán esfuerzos adicionales para controlar los asentamientos informales, ya que se debe evitar que las personas se asienten en zonas sin conexión a saneamiento, lo que provocaría que tras la construcción de la PTAR, se vuelva a verter directamente a cauce.

9.4.2 Aguas residuales: el conjunto

La acción podría generar una reducción de emisiones de 29.698 t CO₂e en el año 2050 como se observa en la Tabla 48.

Tabla 48. Reducciones de las acciones del sector aguas residuales

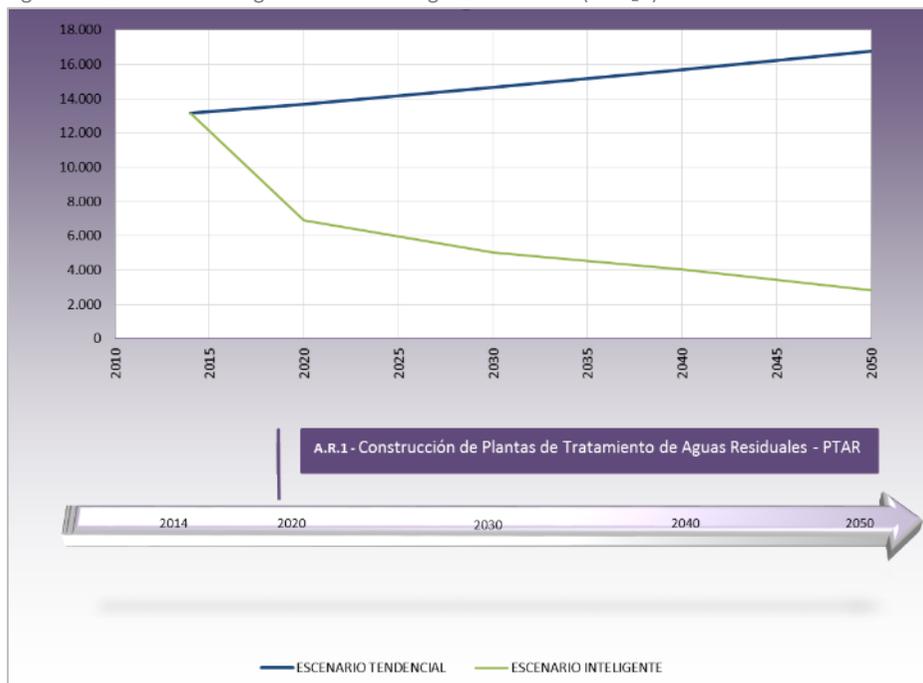
Acciones		Año de implantación	Ahorro Energético en 2050 (tep/año)	Reducción emisiones en 2050 (t CO ₂ e/año)
A.R.1	Construcción de una PTAR con tratamiento primario y secundario para la zona urbana.	2017-2020	0	13.921

Fuente: Elaboración propia

En caso de que se implementara un sistema de captación del biogás generado en la planta, este podría aprovecharse para el autoconsumo de la misma.

La Figura 95 presenta el escenario tendencial y el escenario inteligente para el sector aguas residuales:

Figura 95. Escenario inteligente del sector aguas residuales (t CO₂e)



Fuente: Elaboración propia



9.5 AFOLU

El sector AFOLU tiene dos componentes, una de emisión, principalmente asociada a la ganadería y al cambio de uso del suelo (deforestación); y otra de absorción de CO₂, principalmente por parte del sector forestal.

El sector AFOLU es uno de los sectores que genera más emisiones, representando un 26% de las emisiones totales de 2014.

Dentro de este sector se han planteado las siguientes acciones específicas (ver Tabla 49).

Tabla 49. Acciones con impacto sobre el sector AFOLU

Código	Acciones
A.1	Desarrollo de proyectos específicos de reforestación. Restauración de áreas degradadas y estratégicas.
A.2	Promover prácticas agroforestales y silvopastoriles (combinación de árboles y pastos y zonas agrícolas).
A.3	Programas de capacitación a los agricultores y productores pecuarios sobre buenas prácticas en la gestión del estiércol y en el uso de fertilizantes (biofertilizantes y/o orgánicos).

Fuente: Elaboración propia

9.5.1 Acciones específicas del sector

A.1

Desarrollo de proyectos específicos de reforestación. Restauración de áreas degradadas y estratégicas.



Las actividades de reforestación y conservación del bosque existente tienen un doble efecto sobre las emisiones de GEI. Por un lado, aumentan la capacidad de absorción del área de estudio, y por otro, reducen las emisiones asociadas al cambio de uso del suelo.

Esta acción propone la plantación de bosques, especialmente en zonas degradadas y zonas estratégicas. Como zonas estratégicas se consideran zonas donde el bosque pueda aportar cobeneficios, como protección de bocatomas de agua, ribera de los ríos, protección de la erosión del suelo o reducción de la escorrentía superficial. En este sentido, se plantea la reforestación de 5.000 ha a 2050, pudiendo aumentar esta superficie en función de la voluntad del municipio de Neiva. De esta forma, por cada ha adicional, se podrían absorber 4,14 t CO₂e adicionales.

Además, se plantea la posibilidad de crear un cinturón verde a lo largo de la cuenca del Río Oro, Río Magdalena y Río Las Ceibas. En este último cuerpo de agua, dentro del Proyecto “Plan de Ordenación y Manejo de la cuenca del río Las Ceibas”. De la mano de este proyecto (también conocido como Proyecto POMCH) y de instituciones como la Las Ceibas, Empresas Públicas de Neiva – E.S.P., la Alcaldía de Neiva, La Corporación Autónoma Regional del Alto Magdalena, CAM, y Gobernación del Huila, se ven comprometidas a unir sus recursos para proteger la cuenca del Altos de Motilón, lugar de la mayor recarga hídrica en los yacimientos del río Las Ceibas.

Algunas especies propuestas para la reforestación – restauración son: El Águila, El Copo, Árbol Loco, El Roble y El Chocho, especies nativas de mayor producción.

A.2 Promover prácticas agroforestales y silvopastoriles (combinación de árboles y pastos y zonas agrícolas).



Se propone que en la zona de pasturas restantes se establezca un sistema silvopastoril, utilizando árboles del ecosistema Bosque Seco Tropical, o adaptados, como la *Leucaena leucocephala*. Los sistemas agroforestales y silvopastoriles combinan árboles con pastos mejorados, e incrementan los efectos benéficos que se generan por las interacciones entre las especies arbóreas y arbustivas, los pastos y los animales, estimulando el ciclaje de nutrientes y mejorando las condiciones del suelo. En este sentido, se plantea la reforestación de 3.000 ha a 2050.

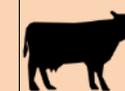
Estos sistemas representan una alternativa de manejo para la ganadería tradicional, pues permiten brindarle al animal una mayor variedad en su alimentación y una mejor oferta forrajera. Asimismo, estos sistemas son la oportunidad para mejorar los rendimientos productivos, pero garantizando la conservación del medio y reduciendo el impacto ambiental que tiene la ganadería.

También se reducen los riesgos y efectos erosivos de fenómenos naturales como la sequía o el exceso de lluvias, ya que se presentan mayor retención de agua al incrementarse la materia orgánica y disminuirse la evapotranspiración. Por lo tanto, esta medida es en sí misma una medida de adaptación al cambio climático.

Además, permiten obtener ingresos que transforman la actividad ganadera tradicional al complementarla con otras como la forestal. De esta forma se contempla la obtención de leña para el consumo residencial, lo que reducirá la tala de los bosques naturales.

Desde el punto de vista de mitigación de cambio climático, los sistemas agroforestales y silvopastoriles son interesantes por su capacidad para la fijación de carbono en la biomasa de los árboles y cultivos plantados.

A.3 Programas de capacitación a los agricultores y productores pecuarios sobre buenas prácticas en la gestión del estiércol y en el uso de fertilizantes (biofertilizantes y/o orgánicos).



Esta línea de actuación se orienta a la reducción del aumento de emisiones asociadas a las prácticas agropecuarias. De acuerdo al escenario tendencial estas emisiones aumentarían un 39,43% en 2050 respecto a los datos de 2014.

Así, se plantea una acción centrada en los cultivos agrícolas y capacitación en buenas prácticas a los agricultores y productores pecuarios, que es la principal fuente de emisión del sector: Manejo integrado sostenible de fertilizantes (biofertilizantes y/o orgánicos).

Esta acción busca incluir prácticas conducentes al buen uso de los fertilizantes (fuente correcta, cantidad, época del año, localización correcta y balance con otros nutrientes esenciales) e incorporación en los cultivos de fertilizantes de origen orgánico, con miras a disminuir el uso de Urea y otros fertilizantes nitrogenados, reemplazándolos con fertilizantes de eficiencia mejorada (fertilizantes de liberación lenta y controlada y fertilizantes con N estabilizado).

Con estas buenas prácticas, se reducen las emisiones causadas por ciertas condiciones del suelo, como lo es el contenido de agua en los poros del suelo, temperatura y disponibilidad de carbono soluble.

El inicio de esta acción se plantea en el período 2015-2020, con un proyecto piloto que sirva para analizar la viabilidad real de su extensión a otras fincas.

9.5.2 AFOLU: el conjunto

Aplicando una visión de conjunto al sector AFOLU, las 3 acciones propuestas podrían generar una reducción de emisiones de 20.946 t CO₂ e en el año 2050 y una absorción adicional de 110.340 t CO₂ e como se observa en la Tabla 50.

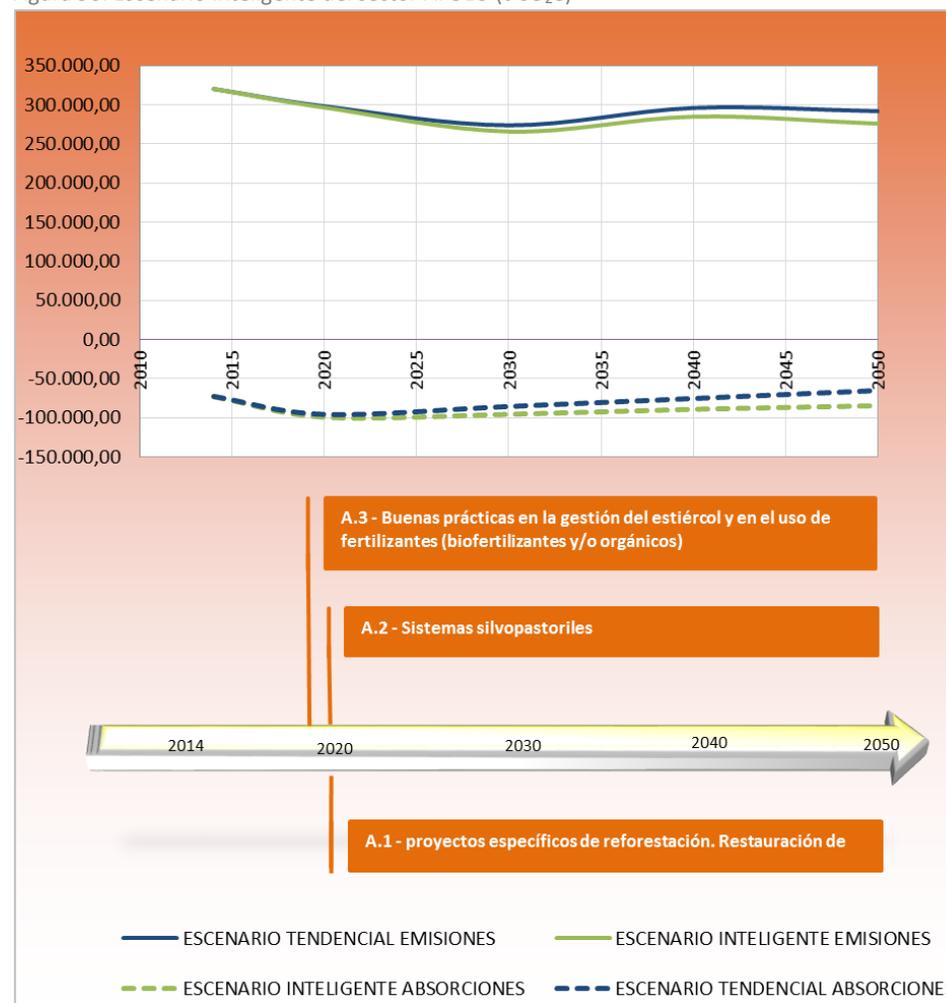
Tabla 50. Reducciones de las acciones del sector AFOLU

Acciones		Año de implantación	Ahorro Energético en 2050 (TEP/año)	Reducción emisiones en 2050 (t CO ₂ e/año)
A.1	Desarrollo de proyectos específicos de reforestación. Restauración de áreas degradadas y estratégicas.	2017-2020	0	16.000
A.2	Promover prácticas agroforestales y silvopastoriles (combinación de árboles y pastos y zonas agrícolas).	2020-2030	0	18.095
A.3	Programas de capacitación a los agricultores y productores pecuarios sobre buenas prácticas en la gestión del estiércol y en el uso de fertilizantes (biofertilizantes y/o orgánicos).	2020-2030	0	873

Fuente: Elaboración propia

La Figura 96 presenta el escenario tendencial y el escenario inteligente para el sector AFOLU:

Figura 96. Escenario inteligente del sector AFOLU (t CO₂e)



Fuente: Elaboración propia

9.6 TRANSVERSAL

Junto a las acciones anteriores se proponen una acción de carácter transversal, que complementa al resto de sectores (ver Tabla 51).

La acción T.1., reduce emisiones en varios sectores (energía en fuentes estacionarias, y energía móvil), concienciando a la ciudadanía sobre los beneficios de aplicar y utilizar el resto de medidas de dichos sectores.

Tabla 51. Acciones transversales

Código	Acciones
T.1	Educación ambiental y sensibilización ciudadana.

Fuente: Elaboración propia



ESCENARIO INTELIGENTE: Acciones transversales

9.6.1 Acciones específicas del sector

T.1 Educación ambiental y sensibilización ciudadana



La concienciación o sensibilización ambiental busca que un usuario, consciente del impacto ambiental de sus actividades, aplique criterios de sostenibilidad en sus decisiones. Las estrategias de concienciación deben ir en cualquier caso acompañadas por otras políticas que traten de reducir la brecha del resto de condiciones entre productos y servicios: haciendo que el transporte público o los medios no motorizados sean más accesibles y atractivos para el ciudadano, facilitando los medios para el reciclaje o subvencionando parcialmente las opciones más sostenibles.

El resultado de la concienciación es un cambio de actitudes y hábitos que repercuten directamente en la mejora del medio ambiente, sin detrimento del desarrollo económico y del bienestar social. Además, impulsa la democracia participativa, al contar con una población mejor informada y con mayor sentido de la corresponsabilidad en la gestión del medio ambiente. En este caso, buscando incidir sobre la reducción de las emisiones de GEI, los sectores principales sobre los que trabajar la concienciación serían:

- Energía fuentes móviles: un individuo concienciado en igualdad de condiciones tenderá a seleccionar el modo de transporte más sostenible.
- Energía fuentes estacionarias (en concreto subsector residencial): criterios de compra verde y uso eficiente de la energía.
- Residuos: un individuo concienciado generará menos basura y tratará de realizar e incluso podrá tomar la variable en su toma de decisiones, uso eficiente del de agua en su hogar reduciendo con todo ello las emisiones asociadas a los residuos.

Este proyecto tiene el fin de estimular la concientización a través de los PRAEs mediante dos líneas:

- Capacitación de los monitores y dotación de recursos. Además se contempla generar contactos directos entre los escolares y los profesionales del medio ambiente. En este aspecto se propone orientar el trabajo de los practicantes hacia esta alternativa. Para ello, la Alcaldía los organizará, coordinará y asumirá el coste de sus pólizas de seguros.
- Realización de actividades extraescolares que capten la atención de los niños creando una red entre las escuelas de Neiva de forma que realicen actividades conjuntas, como concursos, intercambios de experiencias y visitas a instalaciones de gestión ambiental.

9.6.2 Transversal: el conjunto

La reducción de la acción T.1. se ha incluido en todos los sectores en los que es de aplicación. Si se realiza una visión de conjunto de todos los sectores sobre los que se ha aplicado de manera complementaria se podría generar una reducción total de 72.750 t CO₂e en el año 2050.

Esta acción se plantea a corto plazo con año de inicio entre 2017 y 2020.



ALINEACIÓN CON OBJETIVOS

10 ALINEACIÓN CON OBJETIVOS

10.1 CONTEXTO INTERNACIONAL

Las políticas municipales en materia de lucha contra el cambio climático deben estar alineadas con los compromisos asumidos a nivel internacional y nacional en materia de cambio climático.

En ese sentido, las políticas de referencia a nivel internacional son el Protocolo de Kioto, que fue firmado en 1997, para ser ratificado y entrar en vigor en 2005; y el Acuerdo de París firmado en 2015 y pendiente de ratificación a fecha de redacción de este informe.

El Protocolo de Kioto es un acuerdo internacional que tiene por objetivo reducir las emisiones de seis gases de efecto invernadero que causan el calentamiento global: dióxido de carbono, metano, óxido nitroso, hidrofluorocarbonos, perfluorocarbonos y hexafluoruro de azufre, en un porcentaje aproximado de al menos un 5%, dentro del periodo que va desde el año 2008 al 2012, respecto al año base. Esta reducción se debería conseguir a través de las metas vinculantes de reducción de las emisiones establecidas para 37 países industrializados y la Unión Europea, reconociendo que son los principales responsables de los elevados niveles de emisiones de GEI que hay actualmente en la atmósfera. En este sentido el Protocolo tiene un principio central: el de la «responsabilidad común pero diferenciada».

La Cumbre de Copenhague (también conocida como Conferencia de las Partes 15 – COP 15), celebrada en 2009, especificó aún más el objetivo que habría que buscar a nivel global: limitar el aumento de temperatura a un máximo de 2°C o lo que es lo mismo, mantener la concentración de GEI en la atmósfera por debajo de 450 ppm de CO₂e. Existe un consenso científico de que esta temperatura es el umbral de un cambio climático peligroso. Cruzar el

umbral de los 2°C sería traspasar el límite que marca un riesgo significativo de ocasionar resultados catastróficos para las futuras generaciones.³³

En lo más inmediato, desataría retrocesos en el desarrollo humano. Los países en desarrollo sufren una doble desventaja en esta área: se ubican en zonas tropicales que con toda probabilidad experimentarán algunos de los impactos más graves del cambio climático; y en ellos la agricultura (el sector que sufrirá los impactos más inmediatos) desempeña un papel social y económico mucho más importante. Pero por sobre todo, son países que se caracterizan por altos niveles de pobreza, desnutrición y desventajas en materia de salud. La combinación de privaciones severas, por una parte, y una débil previsión social y restringida capacidad en cuanto a infraestructura para contener los riesgos climáticos, por la otra, augura altas probabilidades de retrocesos en el desarrollo humano.³⁴

Tras el fin del período de Kioto, la Cumbre de Doha (COP18), celebrada en 2012, concluyó con una resolución para alargar el periodo de compromiso hasta 2020, pero algunos de los mayores emisores de GEI como EEUU, China, Rusia, Japón o Canadá no se sumaron al acuerdo.

En Noviembre de 2013 tuvo lugar en Varsovia la 19ª Cumbre de Naciones Unidas sobre Cambio Climático (COP19), cuyo objetivo inicial era el de acercar posiciones para un acuerdo internacional en el 2015 que permita reducir las emisiones contaminantes con objeto de cumplir el objetivo de los 2°C. Después de rozar el fracaso, por la oposición de varios países, entre ellos el anfitrión, Polonia, con un modelo económico basado en el carbón, los participantes consiguieron llegar a un acuerdo de última hora que, aunque modesto, establece una hoja de ruta hacia un pacto global y vinculante en 2015 y activa las ayudas a los países más vulnerables al cambio climático. Esa hoja de ruta queda plasmada en un documento en el que finalmente se evita la palabra compromisos para la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero establecidos a nivel nacional, y se opta por el término más suave de contribuciones.

³³ Web UNFCCC - http://unfccc.int/portal_espanol/informacion_basica/items/6168.php, accedida en Diciembre 2013.

³⁴ PNUD, 2007 - Informe sobre Desarrollo Humano 2007-2008. La lucha contra el cambio climático: Solidaridad frente a un mundo dividido

La COP20, cumbre celebrada en Lima, Perú, del 1 al 14 de diciembre de 2014 tuvo como objetivo central sentar las bases de un nuevo acuerdo mundial sobre cambio climático, lo que quedó reflejado en el “Llamado de Lima para la Acción Climática”. La conferencia de Lima dio sus frutos y así, en Diciembre de 2015, en la COP 21, de París, Francia, se ha podido firmar el Acuerdo de París, que servirá para sustituir al Protocolo de Kioto a partir de 2020.

El Acuerdo de París se basa en seis principios: diferenciado, justo, ambicioso, duradero, equilibrado y jurídicamente vinculante. El principio de “jurídicamente vinculante” se limita únicamente al mecanismo de revisión de los compromisos de reducción, no existiendo sanciones por incumplimiento de los objetivos.

Este acuerdo establece por objetivo limitar el aumento de la temperatura del planeta para finales de siglo a los 2°C, reconociendo la necesidad de realizar esfuerzos para limitar el incremento a menos de 1,5°C.

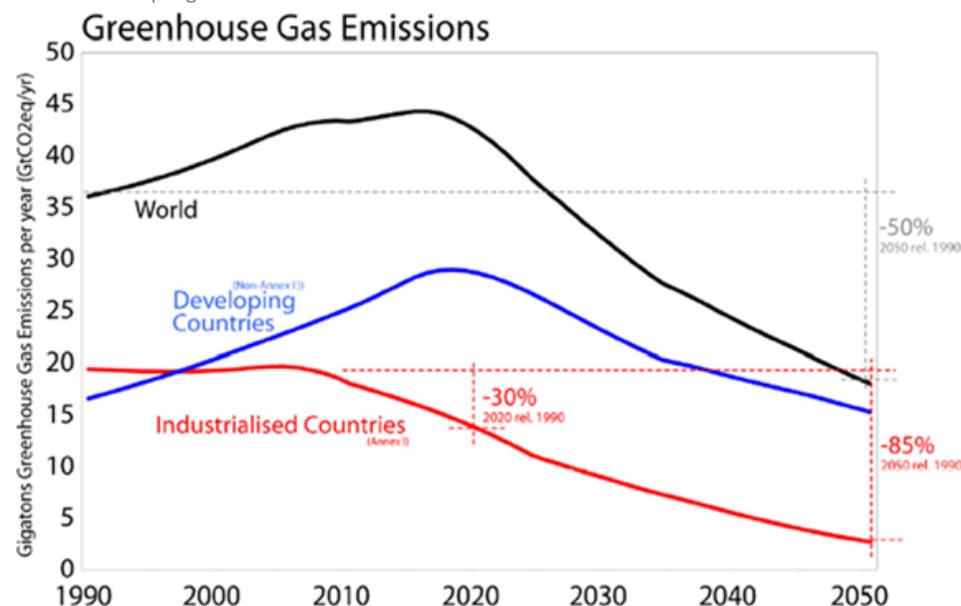
Para las negociaciones de la COP 21 cada país ha presentado un documento llamado “Contribuciones Determinadas y Previstas a Nivel Nacional” (INDC por sus siglas en inglés), que define cuáles serán sus aportes en términos del nivel de reducción de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) en el período post-2020. En el momento de la COP21, 146 países, que en total cubren un 87% de las emisiones mundiales, habían presentado un avance de sus compromisos climáticos. Su cumplimiento supondría un aumento de la temperatura media de alrededor de 2,7 °C. Es decir, estos compromisos no son suficientes para lograr los objetivos acordados. Por ello, los compromisos se deberán ir revisando cada cinco años siempre para aumentar su ambición y con el fin de garantizar que la temperatura global esté controlada y se encuentre en los niveles establecidos.

Más allá de los compromisos individuales de los países, la pregunta actual es cuál debe ser la Hoja de Ruta a nivel global para no rebasar el umbral de los 2°C. En ese sentido, el Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD), a través del “Informe sobre

Desarrollo Humano 2007-2008. La lucha contra el cambio climático: Solidaridad frente a un mundo dividido”³⁵, proporciona una idea del camino a seguir.

En la Figura 97 se representa cómo deberían reducirse las emisiones totales a 2050, respecto a 1990 para alcanzar el objetivo de los 2°C, distinguiendo por un lado los países desarrollados, que tendrían que reducir sus emisiones un 85% para 2050, con un objetivo intermedio del 30% para 2020, respecto a los valores de 1990; y por otro lado, los países en vías de desarrollo, que deben mantener en 2050 las mismas emisiones que en 1990, con un pico de las emisiones en 2020.

Figura 97. Objetivos de reducción de emisiones totales a nivel global para evitar el cambio climático peligroso.

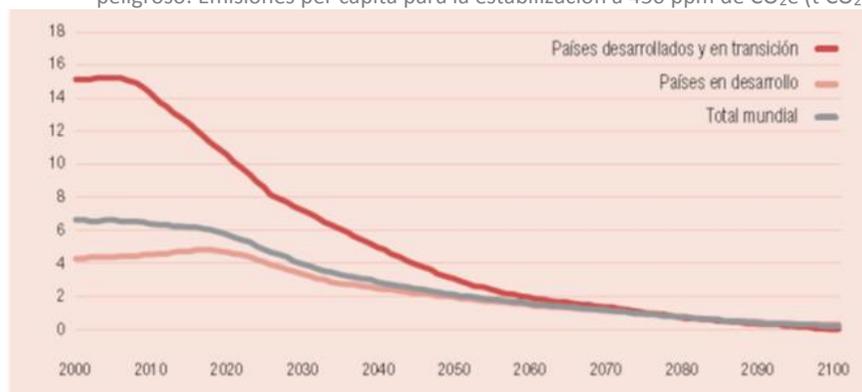


³⁵ PNUD, 2007 - Informe sobre Desarrollo Humano 2007-2008. La lucha contra el cambio climático: Solidaridad frente a un mundo dividido

Fuente: PNUD, 2007 - Informe sobre Desarrollo Humano 2007-2008. La lucha contra el cambio climático: Solidaridad frente a un mundo dividido.

En el mismo sentido, pero con un enfoque diferente, la Figura 98 presenta cómo alcanzar el objetivo de los 2°C, en términos de emisiones per cápita. En ese sentido se plantea, desde un punto de vista de equidad y solidaridad, un mundo en el que a partir de 2070 cada persona del mundo tenga las mismas emisiones per cápita, independientemente de su nación. En ese sentido, las emisiones per cápita a 2050 en los países en desarrollo deberían situarse en torno a las 2 t CO₂e.

Figura 98. Objetivos de reducción de emisiones totales a nivel global para evitar el cambio climático peligroso. Emisiones per cápita para la estabilización a 450 ppm de CO₂e (t CO₂e)



Fuente: PNUD, 2007 - Informe sobre Desarrollo Humano 2007-2008. La lucha contra el cambio climático: Solidaridad frente a un mundo dividido.

10.2 POLÍTICAS DE CAMBIO CLIMÁTICO EN COLOMBIA

Colombia aprobó la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático (CMNUCC), mediante la expedición de la Ley 164 de 1994, con el ánimo de buscar alternativas que le permitieran adelantar acciones para abordar la compleja problemática del cambio climático. La ratificación de este instrumento implica el cumplimiento por parte

de Colombia de los compromisos adquiridos, de acuerdo al principio de responsabilidades comunes pero diferenciadas y en consideración al carácter específico de sus prioridades nacionales de desarrollo.

En el año 2000 Colombia aprobó el Protocolo de Kyoto mediante la Ley 629 de 2000.

En 2001 el país presentó su Primera Comunicación Nacional de Cambio Climático ante la CMNUCC, publicación coordinada por el IDEAM que analizó y expuso el Inventario Nacional de GEI para los años 1990 y 1994.

En el 2002, el Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial hoy Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, y el Departamento Nacional de Planeación, elaboraron los Lineamientos de Política de Cambio Climático, que esbozan las principales estrategias para la mitigación del cambio climático en el marco de la CMNUCC, del Protocolo de Kyoto y de la Primera Comunicación Nacional sobre Cambio Climático.

En este mismo año se creó la Oficina Colombiana para la Mitigación del Cambio Climático (en el Ministerio del Medio Ambiente), Autoridad Nacional Designada para ser el ente promotor y evaluador de todos los proyectos MDL del país, favoreciendo la consolidación de proyectos competitivos y eficientemente económicos que pudieran ser transados en el mercado mundial de reducción de emisiones de CO₂.

En el 2004, mediante el Decreto 291 Artículo 15, numeral 11 se designó al IDEAM como la entidad encargada de coordinar la elaboración de las Comunicaciones Nacionales ante la CMNUCC. En el mismo año el Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial expide las Resoluciones 0453 y 0454, los cuales posteriormente fueron derogados por el artículo 12 de la resolución 551 de 2009 y las cuales tienen por objetivo la adopción de

principios, requisitos y criterios y el establecimiento del procedimiento para la aprobación nacional de proyectos de reducción de emisiones de GEI que optan al MDL.³⁶

En el año 2005, en virtud de la Resolución 340 de 2005 del Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, se disuelve esta Oficina, para dar paso al Grupo de Mitigación de Cambio Climático - GMCC dentro del Viceministerio de Ambiente del Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial.

En el contexto de la mitigación, que es el relevante para esta Hoja de Ruta, los Planes de Acción Sectorial (PAS) de Mitigación para el Cambio Climático PAS son una oportunidad para que las acciones de mitigación identificadas contribuyan a lograr los objetivos de desarrollo del sector generando además co-beneficios económicos, sociales y ambientales. Actualmente los sectores de Minería, Hidrocarburos, Electricidad y Transporte, ya cuentan con PAS aprobados y aún se está trabajando con los sectores de Residuos, Industria, Vivienda y Agricultura.

En el 2010 las Resoluciones 2733 y 2734 del Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial derogaron las Resoluciones del año anterior, con el ánimo de reducir los tiempos de respuesta, agilizar el proceso interno de evaluación y reglamentar el procedimiento de aprobación nacional de Programas y Actividades bajo el MDL.

En junio de 2010 se presentó la Segunda Comunicación Nacional de Colombia ante la CMNUCC. Este documento expuso el inventario nacional de fuentes y sumideros de GEI para los años 2000 y 2004, cuyo cálculo se determinó utilizando las metodologías aprobadas por la CMNUCC.

Tanto la Primera como la Segunda Comunicación Nacional, pusieron en evidencia que Colombia es un país altamente vulnerable a los efectos de la variabilidad del clima y del cambio climático, lo cual pone en riesgo la sostenibilidad del desarrollo y hace necesaria la

elaboración de una estrategia coordinada para la adaptación a los impactos que tendrán estos fenómenos sobre la población, el medio ambiente y la economía del país.³⁷

Por otra parte, la Estrategia Colombiana de Desarrollo Bajo en Carbono es una iniciativa de planeación a largo plazo con el objetivo de “Facilitar y fomentar la formulación e implementación de las políticas, planes, programas, incentivos, proyectos y metodologías en materia de cambio climático, logrando la inclusión de las variables climáticas como determinantes para el diseño y planificación de los proyectos de desarrollo, mediante la configuración de un esquema de articulación intersectorial. Este esquema deberá permear el actual modelo de desarrollo social y económico de manera transversal a todos los niveles y en todas las instituciones. Adicionalmente, deberá permear los más altos niveles de toma de decisiones en cada uno de los sectores y comunidades que permitirá al país identificar el potencial de mitigación de gases efecto invernadero (GEI) y las medidas y proyectos apropiados que deben realizar los sectores productivos sin afectar el crecimiento de largo plazo de la economía colombiana”. Así, esta estrategia busca aprovechar oportunidades de financiación internacional, promover la transferencia de tecnología, potenciar co-beneficios, preparar a los sectores económicos del país frente a posibles barreras comerciales impuestas por la carbono-intensidad de sus procesos productivos y fomentar la imagen del país como uno progresivo y carbono eficiente.

Aun así, la Estrategia no define objetivos de reducción de emisiones para Colombia, ni vinculantes en el marco de las negociaciones internacionales, ni voluntarios. A pesar de ello, en la Conferencia de las Partes de Copenhague en 2009, Colombia presentó a la CMNUCC compromisos voluntarios para la reducción de emisiones, que incluyen: acciones unilaterales por las que el país garantizará al menos que el 77% de la capacidad de energía total instalada para 2020 se generará de fuentes renovables; la reducción de la deforestación en la Amazonía colombiana a cero para el 2020; y estimular el crecimiento de la producción de biocombustibles, tales como etanol y biodiesel, sin poner en peligro los

³⁶ Web de Ministerio del Medio Ambiente - <http://www.minambiente.gov.co/index.php> accedida en Octubre de 2014

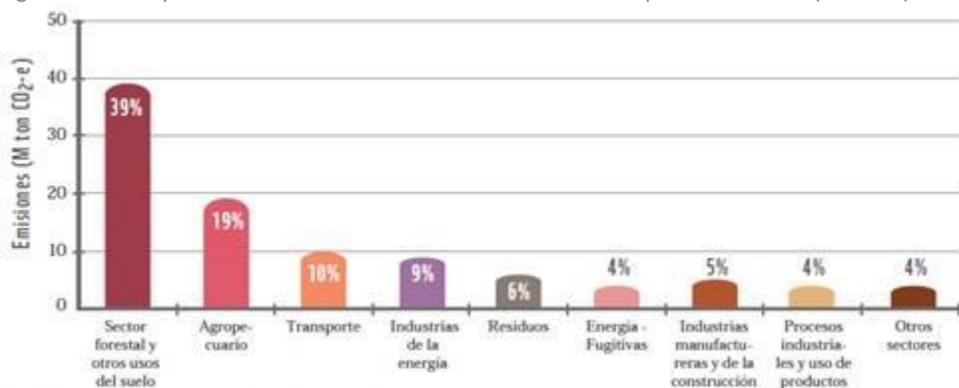
³⁷ Web de Ministerio del Medio Ambiente - <http://www.minambiente.gov.co/index.php> accedida en Octubre de 2014

bosques naturales o la seguridad alimentaria, con el objetivo de alcanzar un 20% del consumo total de combustibles para el 2020.³⁸

En los últimos años el IDEAM, con el apoyo del Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) y la Agencia para el Desarrollo Internacional de los Estados Unidos (USAID), preparó y presentó al Fondo Mundial para el Medio Ambiente (GEF) para su aprobación y financiación los documentos de formulación del proyecto Tercera Comunicación Nacional sobre Cambio Climático.

Los datos preliminares del inventario de GEI nacional de Colombia para el año 2010 ya están disponibles, tal y como se puede observar en la Figura 99.

Figura 99. Datos preliminares del inventario nacional de Colombia para el año 2010 (Mt CO₂e)



Fuente: García Arbeláez, C.; Barrera, X.; Gómez, R. y R. Suárez Castaño. 2015. El ABC de los compromisos de Colombia para la COP21. 2 ed. WWF-Colombia. 31 pp.

Estos datos han sido utilizados para definir la Contribución Prevista Determinada a Nivel Nacional (INDC por sus siglas en inglés) de Colombia, que en materia de mitigación se comprometió a reducir el 20% de sus emisiones de gases de efecto invernadero para 2030

³⁸ PNUMA, 2014 – Marco Regulatorio y Financiero para Cambio Climático- Perfil Colombia.

a partir de un escenario tendencial. Esto quiere decir que Colombia tomó como punto de referencia el inventario de emisiones nacionales de 2010 y proyectó cómo crecerían sus emisiones si no se tomaran medidas de mitigación. Con base en esa proyección, creó un escenario para 2030. La reducción del 20% es sobre ese escenario proyectado.³⁹

Se trata de una meta condicionada. Colombia podría aumentar su ambición para pasar de una reducción del 20% hasta una del 30% con respecto a las emisiones proyectadas para el año 2030, si se dieran las condiciones para ello en las negociaciones internacionales.

Las contribuciones del país en materia de mitigación, se definieron en buena parte a partir del trabajo realizado por la Estrategia Colombiana de Desarrollo Bajo en Carbono (ECDBC), que ha permitido, entre otros logros, el desarrollo de la Calculadora de Carbono 2050 y la construcción de ocho Planes de Acción Sectoriales. Además, se tuvo en cuenta la Estrategia Nacional REDD+, Visión Amazonía y Lima Challenge, entre otros.

La definición del compromiso de Colombia se ha basado en incluir una batería de medidas de mitigación que están por debajo de 30 dólares por tonelada de CO₂ reducida.

10.3 LA HOJA DE RUTA DE MITIGACIÓN EN EL CONTEXTO NACIONAL E INTERNACIONAL

En el análisis del contexto internacional y nacional se han citado dos claros objetivos de mitigación:

Tabla 52. La Hoja de Ruta de Mitigación en el contexto nacional e internacional

Contexto	Objetivos de mitigación	Hoja de Ruta Neiva
Internacional	Emisiones per cápita inferiores a 2 t CO ₂ e en el año 2050.	Emisiones per cápita alrededor de 1,81 t CO ₂ e en el año 2050.

³⁹MinAmbiente: <https://www.minambiente.gov.co/index.php/component/content/article?id=1784:plantilla-cambio-climatico-46>

Nacional:	Emisiones totales un 20% inferiores a las emisiones del escenario tendencial en el año 2030.	Reducción potencial de hasta el 23% de las emisiones del escenario tendencial en el año 2030. ⁴⁰
-----------	--	---

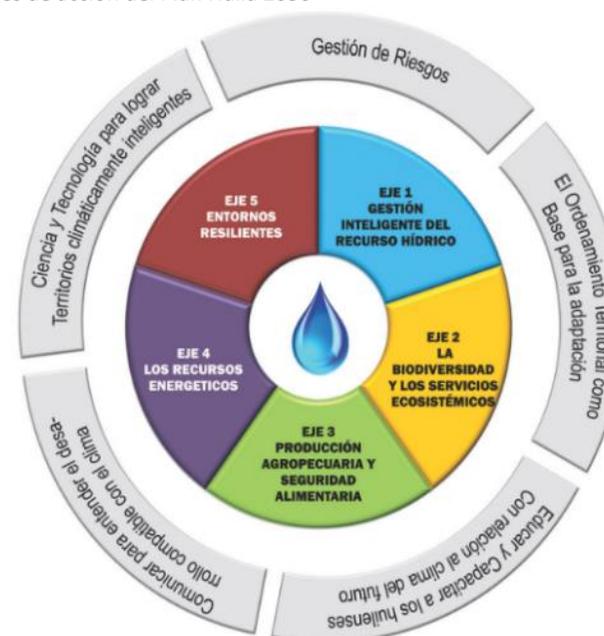
Fuente: Elaboración propia

Tal y como se puede observar, si se aplicara todo el potencial de mitigación identificado en esta Hoja de Ruta, se cumplirían tanto los objetivos nacionales a 2030, como los objetivos internacionales a 2050. Es decir, la Hoja de Ruta de Mitigación, si se implementara completa iría más allá de los objetivos establecidos a nivel nacional e internacional.

10.4 LA HOJA DE RUTA DE MITIGACIÓN EN EL CONTEXTO LOCAL: PLAN DE CAMBIO CLIMÁTICO HUILA 2050

A nivel departamental, En el año 2014 la Gobernación del Huila desarrolló el Plan de Cambio Climático del Huila con horizonte temporal el año 2050 cuyo principal objetivo es el de servir de herramienta para hacer el departamento del Huila un territorio climáticamente inteligente, con bajas emisiones y adaptado a las condiciones ambientales del futuro.

Figura 100. Los ejes de acción del Plan Huila 2050



Fuente: Plan de Cambio Climático Huila 2050.

El alcance del Plan Huila 2050 contempla dos escalas, por una lado la vulnerabilidad y por otro lado las emisiones de gases de efecto invernadero, por lo tanto desarrolla algunas acciones orientadas a reducir las fuentes, o aumentar los sumideros, de GEI (mitigación), y otras que contribuyan a reducir la vulnerabilidad del territorio (adaptación). En este sentido, el plan cuenta con 5 ejes de acción que surgieron de los análisis sobre vulnerabilidad y emisiones del territorio así como de diferentes diálogos con diversos grupos de interés (ver Figura 100).

⁴⁰ Sin contabilizar las emisiones fugitivas de energía en fuentes estacionarias, sobre las que no se actúa en esta Hoja de Ruta de Mitigación.

La Hoja de Ruta de del municipio de Neiva del presente informe se encuentra alineada con los principales objetivos en materia de mitigación al cambio climático propuestos en el Plan de Cambio Climático del Huila 2050. En este sentido, en la siguiente tabla se puede apreciar las diferentes sinergias y alineaciones entre ambas Hojas de Ruta para cada uno de los ejes propuestos.

Tabla 53. Sinergías entre la Hoja de Ruta de Neiva y el Plan de Cambio Climático del Huila 2050.

Plan de Cambio Climático del Huila 2050		Hoja de Ruta Neiva
Ejes	Líneas de acción/Eje transversal	Acciones
EJE 1: GESTIÓN INTELIGENTE DEL RECURSO HÍDRICO	Línea de acción 1.3. Esquemas de Pago por Servicios Ambientales (PSA).	Acción A.1. Desarrollo de proyectos específicos de reforestación. Restauración de áreas degradadas y estratégicas.
EJE 2: LA BIODIVERSIDAD Y LOS SERVICIOS ECOSISTÉMICOS	Línea de acción 2.1. Formulación y puesta en marcha de una estrategia de Reducción de Emisiones Debidas a Deforestación y Degradación Forestal (REDD) para la jurisdicción del departamento del Huila.	
	Línea de acción 2.3. Fortalecimiento del sistema departamental de áreas protegidas.	
EJE 3: PRODUCCIÓN AGROPECUARIA	Línea de acción 3.3. Buenas prácticas ganaderas climáticamente inteligente.	Acción A.2. Promover prácticas agroforestales y silvopastoriles (combinación de árboles y pastos y zonas agrícolas).

Plan de Cambio Climático del Huila 2050		Hoja de Ruta Neiva
Ejes	Líneas de acción/Eje transversal	Acciones
Y SEGURIDAD ALIMENTARIA		Acción A.3. Programas de capacitación a los agricultores y productores pecuarios sobre buenas prácticas en la gestión del estiércol y en el uso de fertilizantes (biofertilizantes y/o orgánicos).
	Línea de acciones 3.4. Buenas prácticas cafeteras climáticamente inteligentes.	
EJE 4: LOS RECURSOS ENERGÉTICOS	Línea de acción 4.1. Promoción de la eficiencia energética.	Acción E.F.F.1. Incorporar criterios de compra y contratación verde. Acción E.F.F.2. Sustituir alumbrado público por equipos más eficientes, tipo LED. Acción E.F.F.4. Rehabilitación energética en edificaciones públicas oficiales y en escuelas y colegios.
	Línea de acción 4.2. Promoción de fuentes renovables de energía en zonas urbanas y en zonas rurales no interconectadas.	Acción R.2. Análisis de alternativas para la implantación de sistemas de aprovechamiento del biogás y de los lixiviados generados en el relleno sanitario Los Ángeles.
EJE 5: ENTORNOS RESILIENTES	Línea de acción 5.1. Convertir a Neiva en una ciudad climáticamente inteligente y resiliente al cambio climático.	Acción E.F.M.1. SETP: promoción de un sistema estratégico de transporte público (incorporando la sustitución de autobuses diésel a gas natural).
		Inventario de GEI actual y posteriores actualizaciones.
		Acción R.1. Compostaje de residuos orgánicos a gran escala,

Plan de Cambio Climático del Huila 2050		Hoja de Ruta Neiva
Ejes	Líneas de acción/Eje transversal	Acciones
		con separación en origen de materia orgánica compostable.
		Acción A.R.1. Construcción de una PTAR con tratamiento primario y secundario para la zona urbana.
	Línea de acción 5.4. Manejo de olas de calor	Acción E.F.F.3. Combinación de cubiertas verdes menguando el uso de sistemas de refrigeración con instalación de energía fotovoltaica en edificaciones (mediante subsidios o desgravaciones de impuestos).
EJES TRANSVERSALES	EJE 2T: Educar y capacitar a los huilenses sobre el clima del futuro	Acción T.1. Educación ambiental y sensibilización ciudadana.



OPCIONES DE FINANCIACIÓN DE LA HOJA DE RUTA

11 FUENTES DE FINANCIACIÓN

En este epígrafe se presenta una breve introducción a los principales sistemas y modelos disponibles actualmente para financiar las actuaciones de lucha contra el cambio climático. Estos sistemas y modelos dibujan un panorama complejo que podría describirse en la actualidad a través de las siguientes características y atributos:

- **Alta disponibilidad y variedad de recursos.** El cambio climático ha alcanzado máxima prioridad en la agenda política de la mayor parte de los países y organizaciones, lo que se traduce en una disponibilidad de recursos muy elevada.
- **Alto grado de complejidad.** Se trata de modelos y sistemas muy técnicos en cuya gestión y absorción confluyen a cada paso la dimensión técnico-científica, económico-financiera y socio-política. Por tanto, requiere la intervención de perfiles muy especializados.
- **Variabilidad con el tiempo.** La misma incertidumbre que está caracterizando el proceso internacional de negociación de un nuevo marco global para el clima, afecta obviamente a todos los aspectos que conciernen a la financiación a corto, medio y largo plazo. Los modelos de financiación pueden cambiar a lo largo del ciclo de vida de un proyecto, y será necesario realizar las adecuadas adaptaciones.

En consecuencia, a la hora de abordar el estudio de financiación de cualquier acción o proyecto, deberá partirse de las siguientes premisas: a) existe cantidad y variedad de recursos económicos disponibles lo que representa una oportunidad; b) no existen fórmulas ni respuestas universales; se requiere un estudio de financiación pormenorizado, caso por caso, conducido por especialistas, que analice los condicionantes locales y que incluya un acercamiento real y personalizado a las distintas fuentes y recursos disponibles; c) los proyectos y acciones con largos ciclos de vida requieren un estudio de financiamiento dinámico, que analice e identifique distintas posibilidades de financiamiento variables con el tiempo.

11.1 ORIGEN Y FLUJO DE LOS RECURSOS

El origen de los recursos para financiar acciones y proyectos de mitigación y adaptación al cambio climático puede ser público, privado o mixto (público-privado).

11.1.1 Recursos públicos internacionales

La mayor cantidad de recursos públicos procede de los presupuestos nacionales de los países desarrollados para apoyar actuaciones en países en vías de desarrollo. Estos recursos son entregados y gestionados por instituciones multilaterales, bilaterales y fondos.

Los bancos e instituciones multilaterales (BID, BM, PNUD, PNUMA, etc.) reciben recursos de varios gobiernos, mientras que los bilaterales los reciben de su respectivo gobierno nacional. En cuanto a los Fondos, la mayor parte de los instituidos específicamente para lucha contra el cambio climático, a su vez, obtienen recursos de instituciones multi y bilaterales.

11.1.2 Recursos públicos nacionales

Los recursos públicos nacionales proceden de los presupuestos de las instituciones públicas, tanto de ámbito municipal, como supra municipal y nacional.

Asimismo pueden constituirse Fondos de gestión pública de ámbito nacional (ambientales, climáticos o de desarrollo), con aportaciones públicas y privadas.

Por otra parte, también en el ámbito nacional existen bancos e instituciones financieras públicas de desarrollo, que movilizan recursos propios y de distintas fuentes para atender la demanda de crédito y microcrédito local.

11.1.3 Recursos privados, nacionales e internacionales

El principal grupo de esta categoría es el de las empresas y organizaciones que operan en los mercados de carbono (tanto regulados como voluntarios).

No obstante, una gran variedad de otro tipo de organizaciones privadas están cobrando una presencia y relevancia creciente en la financiación de actuaciones climáticas: bancos e instituciones financieras, fondos de pensiones, fondos privados, fondos comunes de inversión ética, entidades de capital riesgo y capital semilla, business angels, proyectos de participación popular, etc.

11.2 INSTRUMENTOS Y OPCIONES DE FINANCIAMIENTO

Los principales instrumentos de financiación de actuaciones climáticas utilizados por los distintos agentes públicos y privados son las subvenciones, los préstamos y líneas de crédito, las garantías de riesgo o crédito, y la financiación de capital.

En el ámbito de creciente desarrollo e interés formado por la Participación Público-Privada (PPP), de aplicación prioritaria para la prestación de servicios públicos en los campos de gestión de residuos, ciclo del agua, transporte público, vivienda protegida, etc., las opciones vienen determinadas por el modelo de contrato:

- Contrato de servicio.
- Contrato de gestión.
- Concesión.
- Joint Venture.
- Diversas modalidades de contratos de diseño-construcción-explotación-transferencia, conocidos por sus siglas en inglés como DBO (design-build-operate), BOO (build-own-operate), BOOT (build-own-operate-transfer), BOT (build-operate-transfer), etc.

Cada una de las opciones implica niveles distintos de responsabilidad y riesgo. Cada vez con mayor frecuencia se configuran contratos y modalidades híbridas de las opciones anteriores, para una mejor adaptación a las condiciones locales, caso por caso.

11.3 MARCO DEL FINANCIAMIENTO

11.3.1 Financiación con recursos multilaterales

La principal fuente de recursos de financiamiento multilateral de proyectos en cambio climático del que Colombia ha sido beneficiario en los últimos años ha provenido del Fondo para el Medio Ambiente Mundial. Los proyectos ejecutados y en ejecución en Colombia han contado con el apoyo de diversas agencias de implementación, principalmente el PNUD, el Banco Mundial y el Banco Interamericano de Desarrollo.

Algunos de los principales proyectos financiados se recogen en la Tabla 54:

Tabla 54. Principales proyectos financiados y su importe

Proyecto	Agencia de implementación	Presupuesto desde el GEF (USD)	Presupuesto total (USD)
Coeficiencia: Mejora de la eficiencia energética en edificios en Colombia a través de sinergias entre convenciones ambientales.	PNUD	975.000	5.420.000
Estándares de eficiencia energética en Colombia.	PNUD	2.500.000	10.000.000
Mecanismos voluntarios para la mitigación del cambio climático en Colombia.	BID	2.700.000	10.316.000
Inversiones Catalizadoras para Energía Geotérmica.	BID	2.727.000	195.627.000
Proyecto Piloto de Buses Eléctricos.	BID	2.200.000	32.100.000
Promoción de la eficiencia energética industrial en las industrias de Colombia.	UNIDO	1.692.500	8.692.500

Proyecto	Agencia de implementación	Presupuesto desde el GEF (USD)	Presupuesto total (USD)
Iniciativa Nacional de Logística de Cargas Eficiente y de Bajo Carbono.	BID	1.000.000	5.000.000
Tercera Comunicación Nacional.	PNUD	2.000.000	1.682.000
Primer Informe de Actualización Bienal para CMNUCC.	PNUD	352.000	15.881
Proyecto piloto de NAMA para transferencia de tecnología en el sector industrial en Cundinamarca.	PNUD	1.726.484	9.615.976
Programa de Eficiencia energética en el alumbrado público a través de tecnología LED.	BID	1.999.725	25.850.000

Fuente: Elaboración propia

Concretamente Colombia tiene con organismos multilaterales dos acuerdos específicos para financiar proyectos de mitigación de cambio climático:

- Fondo Prototipo del Carbono del Banco Mundial. Colombia hace parte del comité de países anfitriones del Fondo lo que le permite presentar proyectos del MDL para ser financiados por los fondos de carbono del banco.
- Programa Latinoamericano del Carbono y Energías Limpias Alternativas de la Corporación Andina de Fomento (CAF). Este programa contribuye a reducir el problema del calentamiento global y promueve el uso de energías alternativas limpias, mediante el desarrollo y financiamiento de proyectos innovadores.⁴¹

⁴¹ IDEAM, - Segunda Comunicación Nacional ante la CMNUCC de Colombia

11.3.2 Financiación con recursos bilaterales

Colombia mantiene varios acuerdos bilaterales para la financiación de proyectos de cambio climático⁴²:

- Memorando de Entendimiento entre el Gobierno de los Países Bajos y la República de Colombia. Tiene como objetivo facilitar el desarrollo e implementación de actividades en proyectos de reducción de emisiones de gases de efecto invernadero en Colombia y la transferencia a Holanda de la parte acordada de los certificados de reducción de emisiones resultado de estas actividades, en concordancia con el Artículo 12 del Protocolo de Kyoto.
- Memorando de Entendimiento entre el Gobierno de Francia y la República de Colombia. El objetivo del acuerdo es facilitar el desarrollo e implementación, con la participación de operadores franceses, de proyectos de reducción y captura de emisiones de gases de efecto invernadero en Colombia y la transferencia a los operadores franceses de la fracción acordada de reducciones certificadas de las emisiones resultado de esas actividades, en concordancia con el Artículo 12 del Protocolo de Kyoto.

11.3.3 Financiación con recursos nacionales

Existe un Comité de Gestión Financiera, planteado en el marco del Sistema Nacional de Cambio Climático – SISCLIMA que tendrá como función principal dar viabilidad técnica y gestionar fuentes de financiación para los proyectos presentados por los sectores, territorios o agentes desarrolladores de proyectos de adaptación y mitigación que no cuenten con recursos financieros para su ejecución.

Otro aspecto importante es que los proyectos que sean identificados y priorizados por los Comités del SISCLIMA para ser financiados (ya sea con recursos de la cooperación internacional, presupuesto general de la nación, fondos privados, acuerdos multilaterales o vía el Fondo de Adaptación), serán sometidos a consideración del Comité de Gestión

⁴² IDEAM, - Segunda Comunicación Nacional ante la CMNUCC de Colombia

Financiera para su aprobación. El Comité buscará gestionar apoyo financiero para proyectos que no cuenten con financiamiento.⁴³

Asimismo, la Financiera del Desarrollo – Findeter es otra fuente de financiación con recursos nacionales. Findeter es una sociedad de economía mixta del orden nacional, del tipo anónimas, organizada como un establecimiento de crédito, vinculada al Ministerio de Hacienda y Crédito Público y sometida a vigilancia por la Superintendencia Financiera de Colombia.

Findeter concede créditos a los entes territoriales, a sus entidades descentralizadas, a las áreas metropolitanas y a las asociaciones de municipios para la implementación de proyectos sostenibles, entre los que se encuentran las siguientes líneas de interés para esta Hoja de Ruta de Mitigación:

- Medio Ambiente: para el financiamiento de proyectos de actualización tecnológica, de proyectos desarrollados en el marco de mecanismos de desarrollo limpio, de proyectos de educación ambiental y de proyectos de reforestación.
- Infraestructura para el Desarrollo Energético: para el financiamiento entre otros temas de proyectos de reducción de manejo y reducción de pérdidas energéticas y financiamiento para proyectos de sistemas de energía solar y de energía eólica.
- Movilidad y transporte: para el financiamiento del desarrollo de infraestructura y la optimización del servicio para el sector transporte en áreas relacionadas con la red vial, férrea, fluvial y urbana, incluyendo sistemas de transporte masivo de pasajeros y mercancías.
- Desarrollo de infraestructura urbana, construcción y vivienda: para el financiamiento del mejoramiento integral de barrios, la construcción de ciclorutas y vías peatonales, el mejoramiento de edificios públicos y la realización de obras para prevención, control y mitigación de deslizamientos, inundaciones y demás impactos ambientales en las ciudades.

Asimismo, Findeter cuenta con tres líneas de crédito especiales, de alta relevancia para esta Hoja de Ruta de Mitigación:

- Línea Especial Energías Renovables, Alumbrado e Iluminación, que puede financiar alumbrado e iluminación exterior e interior, sistemas de Energías Renovables exclusivamente para energía eólica, energía solar, energía mareomotriz, geotermia y biomasa, así como los estudios y diseños previos requeridos.
- Línea Tasa Compensada Agua y Saneamiento Básico para el financiamiento de todas las inversiones relacionadas con el sector de Agua y Saneamiento Básico, o aquellos nuevos planes, programas o políticas que se implementen por el Gobierno Nacional en este sector.
- Línea Especial Ciudades Sostenibles, Emblemáticas y Diamante Caribe.

11.4 ANÁLISIS PRELIMINAR DE FINANCIAMIENTO

En este capítulo se enumeran y revisan sucintamente los principales aspectos que condicionan y determinan el marco de financiamiento de las iniciativas y acciones planteadas en este documento. En concreto, se comentan aspectos concernientes al modelo de financiamiento, al origen de los recursos, a los criterios de utilización y a las fórmulas de financiamiento.

11.4.1 Modelo de financiamiento

Las necesidades de financiamiento derivadas de las acciones consideradas en este documento deberían ser asumidas a través de tres fuentes principales de recursos: a) recursos propios, tanto de ámbito municipal como supra municipal, tanto de origen público como privado; b) recursos internacionales provenientes del mercado de carbono y c) recursos públicos internacionales provenientes de las entidades de financiación multilaterales y otras organizaciones.

⁴³ PNUMA, 2014 – Marco Regulatorio y Financiero para Cambio Climático- Perfil Colombia.

Los porcentajes se definirían caso por caso, acción por acción, pero en términos globales se podría definir una participación orientativa del 20%/40%/40% para cada uno de las 3 tipologías de agentes anteriormente indicados, siguiendo los lineamientos y prácticas internacionales habituales.

11.4.2 Origen de los recursos y criterios generales de utilización

En la Tabla 55 se indican los principales agentes nacionales e internacionales que realizarían las aportaciones de recursos para llevar a cabo el modelo de financiación propuesto. Para cada agente se indica la naturaleza y origen de sus aportaciones, así como los criterios generales de utilización de los mismos.

Tabla 55. Recursos de financiamiento

ORIGEN DE LOS RECURSOS	¿QUIÉN APORTA?	¿QUÉ APORTA?	¿PARA FINANCIAR QUÉ?
Recursos nacionales públicos	Gobierno Nacional	Partidas a cuenta del Presupuesto de la Nación Sistema General de Regalías	Gastos de gestión de proyectos Inversiones
	Instituciones Financieras Públicas como Findeter	Préstamos de capital	Inversiones
	Gobernación del Huila	Partidas a cuenta del Presupuesto del Gobierno Regional	Gastos de gestión de proyectos Inversiones
	Alcaldía de Neiva	Partidas de los Presupuestos Municipales	Gastos de gestión de proyectos Inversiones
Recursos privados	Sector Económico (Empresas, Fondos Privados, Etc.)	Capital	Inversiones Gastos de explotación
Otros recursos nacionales	Ciudadanía (beneficiarios Y usuarios de los servicios públicos mejorados por las Acciones)	Tasas que sufragan el coste de servicios públicos (en el ámbito de residuos y el ámbito de transporte público principalmente)	Gastos de explotación y amortización de inversiones de las infraestructuras y equipos necesarios para prestar los servicios públicos de gestión de residuos y de transporte público
Recursos internacionales del mercado de carbono	Fondos Internacionales del Mercado de Carbono	Capital	Gastos de gestión de proyectos Inversiones
Recursos públicos internacionales	Instituciones Multilaterales y otras Organizaciones y Fondos Internacionales	Capital y préstamos de capital	Gastos de gestión de proyectos Inversiones

Fuente: Elaboración propia

11.5 OPORTUNIDADES DE FINANCIAMIENTO INTERNACIONAL

11.5.1 Instituciones multilaterales y otras organizaciones y fondos internacionales

El Banco Interamericano de Desarrollo, el Banco Mundial y otros organismos multilaterales ofrecen diversos fondos orientados al desarrollo de proyectos de adaptación y mitigación de cambio climático, siendo los siguientes los más relevantes para las acciones contempladas en la Hoja de Ruta:

- Fondo Multi-donante de Energía Sostenible y Cambio Climático: la finalidad del fondo es financiar las actividades destinadas a ampliar la inversión en energía renovable y tecnologías de eficiencia energética, aumentar el acceso a financiamiento de internacional de carbono y la integración de la adaptación al cambio climático, en las políticas, programas y sectores de todos los países de América Latina y el Caribe.
- Los Fondos de Inversión Climática (CIF por sus siglas en inglés): es un conjunto único de instrumentos financieros que apoyan a los países en desarrollo para poner en marcha la urgente transición hacia un desarrollo bajo en carbono. Los CIF están diseñados para dar resultados tanto en desarrollo como en cambio climático. A través de dos distintos fondos, el Fondo de Tecnología Limpia (CTF por sus siglas en inglés) y el Fondo Estratégico sobre el Clima (SCF por sus siglas en inglés), los CIF apoyan los esfuerzos de los países en desarrollo para mitigar y adaptarse a los retos del cambio climático a través de donaciones, fondos concesionales e instrumentos de mitigación de riesgos que permitan apalancar recursos financieros significativos del sector privado, los bancos multilaterales de desarrollo y otras fuentes.
- Fondo de Infraestructura (InfraFund): fondo que asiste a asociaciones públicas, privadas y de capital mixto de América Latina y el Caribe en la identificación, el desarrollo y la elaboración de proyectos de infraestructura financiables, sostenibles y con probabilidad de alcanzar su cierre financiero. Los recursos del

InfraFund pueden ser utilizados para la preparación de estudios de pre-factibilidad y factibilidad, el diseño de proyectos, la preparación y revisión de documentos necesarios para solicitar financiamiento y/o para licitaciones, además de estudios relacionados a la viabilidad de los proyectos que utilicen nuevas tecnologías o fuentes de energía.

- Fondo para un Clima Verde: se trata de un fondo con el objetivo de contribuir a los objetivos de la Convención Marco de Naciones Unidas sobre Cambio Climático (UNFCCC, por sus siglas en inglés). Este Fondo busca promover proyectos que sirvan para evolucionar hacia una economía resiliente y baja en carbono para los países en desarrollo.
- Alianza de energía y medio ambiente (EEP): Energy and Environment Partnership (EEP) es un programa del Ministerio de Asuntos Exteriores de Finlandia que tiene como objetivo ampliar el acceso a servicios modernos de energía y promover las energías renovables y la eficiencia energética. El EEP ofrece subvenciones para el desarrollo o ampliación de modelos de negocio inclusivos y proporciona capital semilla para las fases iniciales de proyectos de energía sostenible con socios locales e internacionales. El EEP opera en la región andina (Perú, Ecuador, Colombia, Bolivia), Centroamérica (Belice, Guatemala, Honduras, El Salvador, Nicaragua, Costa Rica, Panamá) y la República Dominicana. El financiamiento máximo por proyecto es de 200.000 euros.

Se considera que las instituciones y Fondos indicados y descritos anteriormente son los que ofrecen mayor interés para el financiamiento de las acciones climáticas propuestas en este documento. No obstante, la Tabla 56 enumera el conjunto de las instituciones y fondos internacionales en cuyo ámbito de actuación está incluida Colombia (se incluyen fondos de adaptación al cambio climático, aplicables a las acciones que presentan cobeneficios de adaptación al cambio climático).

Tabla 56. Instituciones, fondos y recursos internacionales potenciales para financiamiento de acciones climáticas en Colombia

ENTIDAD OPERADORA	DENOMINACIÓN	INICIATIVAS ELEGIBLES	TIPO DE INSTRUMENTO APOYADO
Banco Interamericano de Desarrollo (BID)	Fondo de Infraestructura (Infrafund).	Adaptación, Mitigación (Eficiencia energética; Gestión energética; Sustitución de combustible; Transporte; Creación de Capacidades; Gestión de residuos; Gestión sostenible de la tierra; Resiliencia de la infraestructura).	
Banco Interamericano de Desarrollo (BID)	Fondo Multilateral de Inversiones (MIF).	Adaptación, Mitigación (Energías renovables; Mercados de carbono; Agricultura; Otros).	Subvenciones, Préstamos, Asistencia técnica, Capital.
Banco Interamericano de Desarrollo (BID)	Fondo Regional de Tecnología Agropecuaria (FONTAGRO).	Adaptación, Mitigación (Creación de Capacidades; Gestión sostenible de la tierra; Seguridad Alimentaria; Política de investigación y fortalecimiento institucional).	Subvenciones, Co-financiamiento.
Banco Interamericano de Desarrollo (BID)	Iniciativa de Energía Sostenible y Cambio Climático (SECCI).	Adaptación, Mitigación (Eficiencia energética; Energía renovable; Agricultura sostenible; Seguridad energética).	
Banco Interamericano de Desarrollo (BID)	Iniciativa Planet Banking.	Adaptación, Mitigación (Asistencia técnica y financiera a los bancos).	Asistencia técnica.
Banco Mundial	Fondo Cooperativo para el Carbono de los Bosques (FCPF).	Adaptación y Mitigación (REDD+; Silvicultura; Reforestación; Administración de tierras; Conservación de la biodiversidad).	Financiamiento del carbono.
Banco Mundial	Fondo de Carbono para el Desarrollo Comunitario (CDCF).	Adaptación, Mitigación (Transferencia de tecnología; Eficiencia energética; Energía renovable; Bajo en carbono; Agua; Agricultura; Resiliencia climática).	Financiamiento estructurado.
Banco Mundial	Programa de Inversión Forestal (FIP).	Adaptación, Mitigación (REDD+; Resiliencia climática; Silvicultura; Gestión sostenible de la tierra; Creación de capacidades).	
Banco Mundial	Fondo de Biocarbono.	Adaptación, Mitigación (REDD+; Silvicultura; Administración de Tierras; LULUCF - Uso del suelo, cambio de uso de la tierra y silvicultura-; Repoblación forestal; Reforestación).	Financiamiento del carbono.
Conservación Internacional	Fondo de carbono de Conservación Internacional.	Adaptación, Mitigación (REDD+ Conservación).	
Fondo Blue Moon	Fondo Blue Moon.	Categorías Adaptación, Mitigación (Huella de carbono Energía Transporte REDD+ Seguridad Energética Seguridad Alimentaria).	
Fondo para el Medio Ambiente Mundial (FMAM)	Programa de Pequeñas Donaciones (SGP).	Adaptación, Mitigación (Bajo en carbono Eficiencia energética Energía renovable Transporte Infraestructura Urbana Adaptación basada en la comunidad)	
Fondo Verde para el Clima	Fondo Verde para el Clima (FVC).	Adaptación, Mitigación (Desarrollo y Transferencia de Tecnología; Creación de Capacidades).	
Gobierno de Alemania	Ministerio Federal Alemán de Cooperación Económica y Desarrollo (BMZ).	Adaptación, Mitigación.	
Gobierno de Alemania	Agencia Alemana para la Cooperación Internacional (GIZ).	Mitigación y adaptación.	

ENTIDAD OPERADORA	DENOMINACIÓN	INICIATIVAS ELEGIBLES	TIPO DE INSTRUMENTO APOYADO
Gobierno de Alemania (BMU)(Ministerio Federal de Medio Ambiente)	Iniciativa Internacional para la Protección del Clima (ICI).	Adaptación, Mitigación (MRV -Medición, Reporte y Verificación-; Eficiencia energética Energía renovable REDD+ Adaptación basada en los ecosistemas).	
Gobierno de Dinamarca	Agencia Danesa de Desarrollo Internacional (DANIDA).	Mitigación y adaptación (Eficiencia energética Energía renovable Resiliencia climática).	
Gobierno de Estados Unidos	Agencia de Estados Unidos para el Desarrollo Internacional (USAID).	Mitigación y adaptación (Eficiencia energética; Energías renovables; Resiliencia climática; Programas nacionales de adaptación).	
Gobierno de Francia	Fondo Francés para el Medio Ambiente Mundial.	Adaptación, Mitigación.	
Gobierno de Japón	Agencia de Cooperación Internacional de Japón (JICA).	Mitigación y adaptación.	Subvenciones, Préstamos, Asistencia técnica, Ayuda oficial al desarrollo.
Gobierno de Suecia	Agencia Sueca de Cooperación Internacional para el Desarrollo (SIDA).	Mitigación y adaptación (Agricultura sostenible).	
Gobiernos de Países Bajos y Reino Unido	Alianza Clima y Desarrollo.	Adaptación, mitigación.	
Kreditanstalt für Wiederaufbau (KfW) (Banco de Crédito para la Reconstrucción)	Programa Climático de KfW.	Mitigación y adaptación (Energías renovables; Eficiencia energética; Procesos industriales; Transporte; Gestión de residuos; Agricultura; Pesca; Silvicultura; Infraestructura; Turismo).	Préstamos, Co-financiamiento, Asistencia técnica, Capital, Ayuda oficial al desarrollo, Deuda, Financiamiento estructurado, Gestión del riesgo.
Organización Internacional de las Maderas Tropicales	Programa temático para reducir la deforestación y degradación forestal y mejorar los servicios ambientales de los bosques tropicales (REDDES).	Adaptación, Mitigación (REDD+; Mejorar los servicios ambientales; Mejorar los medios de subsistencia; Conservación; Gestión sostenible de la tierra).	

Fuente: PNUMA, Base de datos de financiamiento del Portal Regional para la Transferencia de Tecnología y Acción frente al cambio Climático en América Latina y el Caribe (REGATTA).

11.5.2 Mercados de Carbono

De forma adicional a las fuentes de financiación anterior, se pueden obtener ingresos extraordinarios a través de la financiación de carbono.

En la actualidad existen tres mecanismos de financiación de carbono que podrían ser de aplicación para algunas de las acciones incluidas en la Hoja de Ruta de Mitigación:

- Mecanismos de Desarrollo Limpio.
- Acciones de Mitigación Nacionalmente Apropriadas.
- Mercados voluntarios de carbono.

> *Mecanismo para un Desarrollo Limpio*

El Protocolo de Kyoto dispone de varios mecanismos flexibles para ayudar a los países a cumplir sus metas a la vez que se facilita la transferencia tecnológica. En este caso, el más interesante para la Hoja de Ruta de Mitigación es el Mecanismo para un Desarrollo Limpio (MDL), definido en el artículo 12 del Protocolo. El MDL permite que un país que las reducciones de emisiones generadas en un país en vías de desarrollo, signatario del Protocolo de Kyoto, pueda vender la reducción de emisiones (llamadas Reducciones de Emisiones Certificadas) a un país que haya asumido el compromiso de reducir o limitar las emisiones en el Protocolo de Kyoto.

El mercado europeo (EU ETS) es el principal demandante de CERs y el que determina, en enorme medida, los precios de estos certificados. Específicamente, el hecho de que la mayoría de los operadores financieros opera en el Reino Unido (independientemente de su nacionalidad) hace que este país aparezca como el principal comprador mundial de CERs, explicando cerca del 40% del volumen total transado. Pero, en realidad, estos activos terminan en las manos de usuarios finales en toda Europa.

El proyecto debe cumplir tres condiciones para poder encajarse en el marco de un MDL:

- Desarrollo sostenible: se debe demostrar que el proyecto contribuye a los objetivos de desarrollo sostenible del país anfitrión, incluyendo la conservación de la biodiversidad y el uso sustentable de los recursos naturales.
- Adicionalidad: se debe demostrar que el proyecto genera reducción de emisiones reales, medibles y de largo plazo, adicionales a las que hubieran ocurrido en ausencia del proyecto. Para ello, se deben comparar los flujos y stocks de carbono de las actividades del proyecto con las que ocurrirían si el mismo no se lleva a cabo (la llamada “línea de base”).
- Certificación: la reducción de emisiones debe ser certificada por una tercera parte independiente llamada “Entidad Operacional” (EO), la cual debe ser acreditada por el Comité Ejecutivo del MDL (CE). Las entidades operacionales son las encargadas de validar los proyectos MDL propuestos o de verificar y certificar reducciones de emisiones.

En los últimos años, debido a una sobreoferta de CERs, el precio ha caído por debajo del valor para el que se proyectó el mecanismo (alrededor de los 15 €/t CO₂ e), por lo que cada vez constituye un menor incentivo para la reducción de emisiones.

A fecha de redacción de este documento el precio de los CERs se encontraba en 0,66 €/t CO₂e⁴⁴. Se pueden obtener CERs durante 20 años de reducciones de emisiones.

Colombia ha estimado una reducción de emisiones de hasta 54,8 Mt CO₂ para el 2020 a través de la implementación del MDL en los sectores de energía, bosques, industriales, transporte y residuos. Colombia, asimismo se encuentra realizando diversos proyectos MDL, de los cuales 44 han sido registrados ante la Convención.⁴⁵

> *Acciones de Mitigación Nacionalmente Apropriadas*

⁴⁴ <http://www.sendeco2.com/index-uk.asp> accedido en Noviembre 2014

⁴⁵ PNUMA, 2014 – Marco Regulatorio y Financiero para Cambio Climático- Perfil Colombia.

Las Acciones de Mitigación Nacionalmente Apropriadas (NAMA, por sus siglas en inglés) es un concepto que aparece en la Cumbre de Bali en 2007 (COP 13), motivado por la reducción de emisiones que voluntariamente realizan países sin objetivos vinculantes internacionalmente de reducción, y que redundan en una reducción global de las emisiones de GEI.

Aunque todavía no existe una definición “oficial”, una aproximación a la definición podría ser: “Acción voluntaria de relevancia a nivel nacional que contribuye a la reducción de gases de efecto invernadero, además de otros cobeneficios en materia de sostenibilidad integral, apoyada con recursos técnicos o financieros”.

Una NAMA debe cumplir las siguientes características:

- Impulsar el desarrollo sostenible (cobeneficios además de la mitigación del cambio climático).
- Necesidad de monitorización, información y verificación (MRV).
- Acciones de gran escala con un amplio horizonte temporal, que puedan llevar a la transformación de sectores completos.
- Debe ser implementada a nivel gubernamental.
- Debe registrarse en el Registro de NAMAs de UNFCCC.

Dentro del concepto NAMA existen dos tipos de proyectos según el apoyo que recibe:

- Unilaterales:
 - o Financiados y apoyados completamente por el país donde se va a implementar.
 - o Persiguen principalmente otros objetivos además de la reducción de gases de efecto invernadero (GEI) (seguridad energética, protección de la salud, etc.).
 - o Son acciones costo – efectivas, o con un costo relativamente bajo.
 - o No tienen necesidad de monitorización y verificación (MRV).

- Con apoyo externo:
 - o Con apoyo técnico (capacitación, transferencia de tecnología, etc.) o económico de los países desarrollados.
 - o Tienen como principal objetivo la reducción de GEI, aunque también presentan otros cobeneficios.
 - o Son acciones adicionales, según el concepto desarrollado para los Mecanismos de Desarrollo Limpio.
 - o Requiere MRV, en diferentes grados de severidad, según la NAMA.

En este momento están planteadas en Colombia varias NAMAs, tal y como se recoge en la Tabla 57:

Tabla 57. NAMAs planteadas en Colombia

Sector	Nombre de la NAMA	Estado
Transporte	Desarrollo urbano con criterios de movilidad.	Implementación
Residuos	Programa de reciclaje.	En desarrollo
Transporte	Sistemas integrados de movilidad urbana.	En desarrollo
Transporte	Plan Nacional para el transporte de mercancías.	En desarrollo
Transporte	Despliegue de los vehículos eléctricos en Colombia.	En desarrollo
Transporte	Mejora de del transporte de carga por carretera.	Estudio de viabilidad
Transporte / Industria	NAMA de industria y logística.	Estudio de viabilidad
Producción agropecuaria	NAMA Café, para reducir las emisiones de GEI de este sector.	Estudio de viabilidad
Urbanismo	NAMA de desarrollo orientado al transporte.	Estudio de viabilidad

Fuente: Elaboración propia

> **Mercados voluntarios de carbono**

Adicionalmente, además de generar créditos de carbono para el mercado voluntario. A estos créditos de carbono se les llama Emisiones Reducidas Verificadas (VER, por sus siglas en inglés). Cada VER equivale a 1 tonelada de CO₂ captada o reducida a través de un proyecto concreto.

En este mercado existen dos actores, el comprador, que puede ser cualquier organización no sujeta al Esquema Europeo de Comercio de Emisión, y el suministrador de los créditos voluntarios, cualquier organización que haya desarrollado un proyecto de mitigación del cambio climático en el marco de un esquema de verificación reconocido.

Puesto que es un mercado voluntario, existen diferentes estándares de verificación, gestionados por ONGs. La selección del tipo de estándar dependerá de los criterios de la empresa compradora, que puede aplicar criterios éticos (tipo de proyectos realizados), criterios de garantías (el estándar más reconocido), etc.

Los estándares con un mayor reconocimiento a nivel internacional son el Verified Carbon Standard, el Climate Action Reserve y el Gold Standard.

En el año 2011 las transacciones realizadas en el mercado voluntario de carbono alcanzaron los USD 576 millones y las 95 Mt CO₂e, registrándose uno de los mayores valores y volúmenes de la historia. El precio promedio de los VERs en 2011 se situó en 6,2 USD/t CO₂e. Se trata de un precio promedio, estimado a partir de la agregación de cientos de precios reportados que varían ampliamente según el estándar del proyecto, su localización y su tecnología, oscilando entre menos de 0,1 USD/t CO₂ e y más de 100 USD/t CO₂e.⁴⁶

Estos proyectos tienen unas necesidades de MRV similares a los proyectos MDL.

⁴⁶ Ecosystem Marketplace y Bloomberg New Energy Finance, 2013 - Developing Dimension: State of the Voluntary Carbon Markets 2012

11.5.3 Necesidad de medida, información y verificación (MRV)

De cara a conseguir financiación de carbono externa es necesario que los proyectos sean sometidos a un proceso de medida, información y verificación (MRV, por sus siglas en inglés).

La medida es la vigilancia sistemática del desempeño del proyecto mediante la medición y registro de los indicadores clave del proyecto, en particular los que contribuyen a determinar la reducción de emisiones que el proyecto produce. La verificación, que está a cargo de una entidad independiente (DOE, por sus siglas en inglés), consiste en la evaluación periódica e independiente de las reducciones de las emisiones de GEI que se hayan producido como resultado de la actividad de Proyecto MDL.

UNFCCC dispone de metodologías específicas de cálculo de reducción de emisiones y de monitorización para diferentes tipos de proyectos, que pueden ser encontradas en el siguiente enlace:

<http://cdm.unfccc.int/methodologies/index.html>

Las metodologías de aplicación a cada una de las acciones de esta Hoja de Ruta de Mitigación quedan recogidas en las fichas de acción del Anexo 1.

Cada mecanismo de financiación de carbono tiene sus necesidades de MRV. Estas metodologías son de aplicación tanto proyectos MDL, como para proyectos para mercados voluntarios de carbono. Otros mecanismos de financiación pueden requerir de la medida de indicadores adicionales o pueden tener requerimientos de financiación menos estrictos.

La MRV en el caso de las NAMAs que lo requieran (NAMAs con apoyo externo) deberá acordarse en el momento de cerrar el acuerdo con la organización que preste el apoyo. En cualquier caso, se considera que se deben incluir métricas para:

- Monitorizar las acciones (indicadores de gestión).
- Monitorizar la reducción de GEI (indicadores de impacto).
- Monitorizar el desarrollo sostenible (indicadores de cobeneficios).

Las métricas de acciones, que hacen referencia al cumplimiento de la planificación durante la implementación, son especialmente útiles en las etapas iniciales de implementación de una NAMA, y pueden mostrar que la NAMA se está implementando siguiendo el programa.

Las métricas de GEI pueden mostrar en términos gruesos la magnitud de la reducción de emisiones derivada de la NAMA o de un grupo mayor de acciones dentro de un sector. Sin embargo, las estimaciones de reducciones serán menos precisas que otras métricas de avance, por la incertidumbre en las proyecciones de emisiones en la línea base.

Las métricas de desarrollo sostenible pueden facilitar el seguimiento de impactos de mayor interés para los países anfitriones. Estas métricas pueden incluir la media de ingreso; el apalancamiento de inversión pública y privada (p.ej., en turbinas de viento o nuevos desarrollos cerca de áreas con transporte público); tiempos de viaje de las personas y ahorros de costos; mayor acceso a energías limpias, mejor calidad del aire; y mejoras en la salud. Por regla general, los indicadores asociados a las acciones en las fichas son indicadores de este tipo.

11.6 ANÁLISIS PRELIMINAR DE COSTES Y RECOMENDACIONES DE FINANCIACIÓN

Para cada acción se han realizados dos análisis diferentes:

- Un análisis desde el punto de vista financiero, centrado en los costos de inversión, los costos de mantenimiento y los ingresos, con una visión particular de la organización inversora. Para los casos pertinentes se ha calculado el ingreso necesario para que el proyecto sea rentable (valor actual neto superior a 0), este ingreso puede ser una tasa (en el caso de la gestión de residuos), un billete (en el caso del SEPT) o una cuota de socio (en el caso de la bicicleta pública).

- Un análisis desde el punto de vista de análisis costo-beneficio, con una visión integral de toda la sociedad. En este análisis se incorpora al análisis financiero los ahorros inducidos gracias a la acción, como por ejemplo el ahorro energético, repercute este ahorro o no en el flujo de caja de la organización inversora.

Para la configuración de los flujos de caja se han considerado las siguientes hipótesis:

- Inversiones:
 - Se consideran las inversiones necesarias en equipos e instalaciones. No se considera la inversión para la adquisición de nuevos terrenos.
 - Las inversiones se han ajustado sin considerar una partida de eventuales imprevistos.
 - Asimismo se han considerado unos costes de ingeniería en el rango mínimo dentro de los precios actuales de mercado.
- Operación:
 - Se consideran los gastos de mano de obra y de repuestos y mantenimiento.
 - No se consideran como gastos de operación los recursos internos actuales de la Alcaldía.
- Ingresos:
 - Ingresos como consecuencia de la aplicación de un canon en los casos de compostaje y PTAR (solo en el caso del análisis financiero).
 - Ingresos de explotación como consecuencia de la venta de energía eléctrica o de la venta de subproductos como el compost.
 - No se consideran ingresos asociados a la venta de créditos de carbono.
- Ahorros inducidos. Son ingresos contabilizados en el flujo de caja debido a acciones evitadas que conllevaban un gasto asociado. Si el ahorro no repercute directamente en el inversor, sólo se consideran en el análisis costo beneficio.
- No se incluyeron gastos financieros ni subvenciones ya que el modelo de financiación no está definido.

Por otra parte, a la hora de realizar estos cálculos, se realizaron las siguientes consideraciones:

- Horizonte de cálculo económico: treinta (30) años.
- El estudio se realizó a precios constantes a lo largo del horizonte temporal, considerado precios actuales de venta de energía eléctrica, agua, gasolina, diesel, GLP y otros consumibles.
- Se adoptó una amortización lineal para equipos e instalaciones, considerando periodos correspondientes a la máxima vida útil de los mismos. El período de amortización y el valor residual varían para cada tipo de activo, como se muestra en la Tabla 58.

Tabla 58. Periodos de amortización y valor residual de la inversión considerados para los cálculos

DOTACIONES PARA AMORTIZACIONES DE INMOVILIZADO	PERIODO AMORTIZACIÓN (AÑOS)	VALOR RESIDUAL (% INVERSIÓN)
Amortización edificios, oficinas y obra civil	30	50
Amortización instalaciones	30	10
Amortización vehículos y maquinaria	15	5
Resto amortizaciones	15	0

Fuente: Elaboración propia

- Tasa de actualización considerada: 6,36 %⁴⁷. Recoge el precio del dinero así como la prima que hay que considerar por el coste de oportunidad que supone la no dedicación de la inversión a otras actividades.
- La unidad monetaria son los dólares americanos (US \$).
- La inflación no se ha tenido en cuenta para el estudio. Por lo tanto, el precio de la moneda se mantiene constante durante el análisis.

Así, se ha calculado también el costo efectividad de la acción desde ambos puntos de vista. En el cálculo del costo efectividad de la acción desde el punto de vista de análisis financiero no se han considerado las tasas.

La costo efectividad de una acción se ha calculado como el cociente entre el flujo de caja acumulado en el período de amortización de la inversión y la reducción total de emisiones en dicho período.

En la siguiente Tabla 59 se indica, para cada una de las acciones propuestas en este documento, la estimación de costo de inversión, de costo anual de operación y mantenimiento, y el de costo efectividad de cada acción desde un punto de vista de análisis costo beneficio.

Asimismo, se incluye una indicación general del origen de los recursos que podrían evaluarse para su financiación. Las indicaciones efectuadas en ningún caso eximen de la necesidad de realizar un análisis posterior pormenorizado de viabilidad caso por caso, en la fase de desarrollo e implantación de las respectivas actuaciones.

⁴⁷ Correa, 2008. "Tasa de descuento ambiental Gamma: una aplicación para Colombia",

Universidad de Antioquia-Lecturas de economía, No. 69, pp.141-162.

Tabla 59. Análisis preliminar de costes y alternativas de financiamiento

Sector	Acciones	Costo efectividad de la medida ACB (USD/t CO ₂ e)	Gastos totales de inversión en 30 años (USD)	Gastos anuales de operación (USD/año)	Recomendación de financiación
Energía Fuentes Estacionarias	Incorporar criterios de compra y contratación verde.	-6.693	383.872	No aplica	Fondos nacionales y municipales. Alianza público-privada (empresas de servicios energéticos).
	Sustituir alumbrado público por equipos más eficientes, tipo LED.	-538	36.848.841	588.887	Fondos nacionales y municipales. Fondos multilaterales. Proyecto del BID para mejorar la eficiencia energética del alumbrado público. Mercado voluntario de carbono.
	Combinación de cubiertas verdes menguando el uso de sistemas de refrigeración con instalación de energía fotovoltaica en edificaciones (mediante subsidios o desgravaciones de impuestos).	-1.518	0	130.763	Fondos municipales y nacionales. Alianza público privada.
	Rehabilitación energética en edificaciones públicas oficiales y en escuelas y colegios.	-846	7.303.079	6.560	Financiación de carbono. Alianza público privada.
Energía Fuentes Móviles	SETP: promoción de un sistema estratégico de transporte público (incorporando la sustitución de autobuses diésel a gas natural).	-15	69.258.868	6.353.397	Fondos nacionales y municipales. Fondos multilaterales. Integración en NAMA nacional.
	Mejora de la red de ciclovías, ampliándola y aumentando la conectividad entre ellas, incorporando estaciones de hidratación y parqueaderos.	-1.084	1.226.063	1.946.515	Fondos nacionales y municipales.
	Creación de una red peatonal de calles y mejora de las condiciones para el desplazamiento a pie.	-489	1.758.543	333.071	Fondos nacionales y municipales.
	Reducir las necesidades de movilidad a través de la incorporación de criterios ambientales y	No aplica	No aplica	No aplica	Fondos nacionales y municipales. Fondos multilaterales.

Sector	Acciones	Costo efectividad de la medida ACB (USD/t CO ₂ e)	Gastos totales de inversión en 30 años (USD)	Gastos anuales de operación (USD/año)	Recomendación de financiación
	de movilidad a la planificación urbana: barrios compactos y diversos.				
Residuos	Compostaje de residuos orgánicos a gran escala, con separación en origen de materia orgánica compostable.	-28	10.680.000	234.748	Fondos nacionales y municipales. Fondos multilaterales. Alianza público privada. Integración en NAMA nacional.
	Análisis de alternativas para la implantación de sistemas de aprovechamiento del biogás y de los lixiviados generados en el relleno sanitario Los Ángeles.	24	18.900.170	1.825.860	Fondos multilaterales. Financiación de carbono. Alianza público privada.
Aguas residuales	Construcción de una PTAR con tratamiento primario y secundario para la zona urbana.	-4.366	44.594.955	1.867.742	Fondos multilaterales. Alianza público privada.
AFOLU	Desarrollo de proyectos específicos de reforestación. Restauración de áreas degradadas y estratégicas.	-19	3.815.403	90.842	Fondos internacionales. Mercado voluntario de carbono. Fondos REDD+. Otros fondos multilaterales.
	Promover prácticas agroforestales y silvopastoriles (combinación de árboles y pastos y zonas agrícolas).	-11	288.116	100.450	Fondos nacionales y municipales.
	Programas de capacitación a los agricultores y productores pecuarios sobre buenas prácticas en la gestión del estiércol y en el uso de fertilizantes (biofertilizantes y/o orgánicos).	-1.110	260.400	200.000	Fondos nacionales y municipales.
Transversal	Educación ambiental y sensibilización ciudadana.	-11.385	18.000	18.000	Recursos humanos internos de Alcaldía. Fondos municipales.

Fuente: Elaboración propia



MONITORIZACIÓN DE LAS ACCIONES Y DE LA HOJA DE RUTA

12 MEDICIÓN, INFORMACIÓN Y VERIFICACIÓN DE LAS ACCIONES

La medida es la vigilancia sistemática del desempeño del proyecto mediante la medición y registro de los indicadores clave del proyecto, en particular los que contribuyen a determinar la reducción de emisiones que el proyecto produce. La verificación, que está a cargo de una entidad independiente (DOE, por sus siglas en inglés), consiste en la evaluación periódica e independiente de las reducciones de las emisiones de GEI que se hayan producido como resultado de la actividad de Proyecto MDL.

UNFCCC dispone de metodologías específicas de cálculo de reducción de emisiones y de monitorización para diferentes tipos de proyectos, que pueden ser encontradas en el siguiente enlace: <http://cdm.unfccc.int/methodologies/index.html>

Serían de aplicación a esta Hoja de Ruta de Mitigación las siguientes metodologías, para más información consultar el **Anexo 1**: Fichas de Acciones de Mitigación:

- AM0091 Energy efficiency technologies and fuel switching in new buildings --- Version 1.0.0.
- AMS-I.J. Solar water heating systems (SWH) --- Version 1.0.
- AMS-II.D. Energy efficiency and fuel switching measures for industrial facilities -- Version 13.0.
- AMS-II.E. Energy efficiency and fuel switching measures for buildings --- Version 10.0.
- AMS-III.F. Avoidance of methane emissions through composting --- Version 11.0.
- AMS-III.G. Landfill methane recovery --- Version 8.0.
- AMS-III.BC Small – scale Methodology Emission reductions through improved efficiency of vehicle fleets – version 2.0.
- AM0058: Introduction of a new primary district heating system --- Version 3.1.

- AR-ACM0003: Afforestation and reforestation of lands except wetlands --- Version 2.0.
- AR-AMS0007: Afforestation and reforestation project activities implemented on lands other than wetlands --- Version 3.1.

Cada mecanismo de financiación de carbono tiene sus necesidades de MRV. Estas metodologías son de aplicación tanto proyectos MDL, como para proyectos para mercados voluntarios de carbono. Otros mecanismos de financiación pueden requerir de la medida de indicadores adicionales o pueden tener requerimientos de financiación menos estrictos.

La MRV en el caso de las NAMAs que lo requieran (NAMAs con apoyo externo) deberá acordarse en el momento de cerrar el acuerdo con la organización que preste el apoyo. En cualquier caso, se considera que se deben incluir métricas para:

- Monitorizar las acciones (indicadores de gestión).
- Monitorizar la reducción de GEI (indicadores de impacto).
- Monitorizar el desarrollo sostenible (indicadores de cobeneficios).

Las métricas de acciones, que hacen referencia al cumplimiento de la planificación durante la implementación, son especialmente útiles en las etapas iniciales de implementación de una NAMA, y pueden mostrar que la NAMA se está implementando siguiendo el programa.

Las métricas de GEI pueden mostrar en términos gruesos la magnitud de la reducción de emisiones derivada de la NAMA o de un grupo mayor de acciones dentro de un sector. Sin embargo, las estimaciones de reducciones serán menos precisas que otras métricas de avance, por la incertidumbre en las proyecciones de emisiones en la línea base.

Las métricas de desarrollo sostenible pueden facilitar el seguimiento de impactos de mayor interés para los países anfitriones. Estas métricas pueden incluir la media de ingreso; el apalancamiento de inversión pública y privada (p.ej., en turbinas de viento o nuevos desarrollos cerca de áreas con transporte público); tiempos de viaje de las personas y ahorros de costos; mayor acceso a energías limpias, mejor calidad del aire; y mejoras en la

salud. Por regla general, los indicadores asociados a las acciones en las fichas son indicadores de este tipo.

13 SEGUIMIENTO Y MONITORIZACIÓN DEL INVENTARIO Y DE LA HOJA DE RUTA DE MITIGACIÓN

Este seguimiento se debe realizar a dos niveles:

El **primer nivel**, corresponde a un seguimiento a nivel de acciones, basado en los indicadores específicos de gestión asociados a cada una de las acciones. Estos indicadores son de aplicación a partir del momento en el que se implanta la acción.

A través de estos indicadores se puede observar si la tendencia es la deseada o no. Se recomienda fijar periódicamente metas intermedias para dichos indicadores cada 5 años. Pasados los 5 años, se debería realizar una evaluación del cumplimiento de dichas metas. En caso de que el indicador no presente la tendencia deseada (crecimiento o decrecimiento) o de que los resultados obtenidos estén muy lejos de las metas fijadas, será necesario realizar un análisis pormenorizado de las causas, con objeto de proponer acciones correctoras.

Se recomienda convertir esta Hoja de Ruta de Mitigación en un Plan de Cambio Climático, más detallado, y con un horizonte temporal a medio o corto plazo (por ejemplo 5 años) e institucionalizar su implantación y seguimiento a través de la Secretaría de Gestión Ambiental. El Plan de Acción podría incorporar tanto mitigación como adaptación al cambio climático.

El cuadro de mando integral de la Tabla 60 recoge todas las acciones y los indicadores de seguimiento de cada una de las acciones.

El **segundo nivel**, corresponde a un seguimiento a nivel macro, centrado en el Inventario de Emisiones de GEI de la ciudad, utilizando para ello la herramienta informática desarrollada en el marco de este estudio y el conocimiento transferido.

Se propone realizar una monitorización de carácter bienal. A través de la realización de un inventario periódico se puede analizar la evolución de las emisiones, con objeto de ver si se ajusta a esta Hoja de Ruta de Mitigación, o si, por el contrario, la tendencia de las emisiones

no se acerca al objetivo de reducción de emisiones de GEI. En este segundo caso, sería necesario proponer nuevas medidas de reducción de emisiones de GEI.

Además los resultados del inventario constituyen un excelente diagnóstico para otras acciones como la incorporación de criterios de cambio climático en la planificación urbanística municipal, planteada en la acción E.F.M.1 “Reducción de las necesidades de movilidad”.

Los resultados del inventario deberían ser comunicados a la ciudadanía como elemento de concienciación, proponiéndose para ello canales como la web de la Alcaldía o posters en las zonas públicas.

Se recomienda trabajar en la mejora continua de este inventario a través de la mejora de los datos de actividad, y la sistematización de su recogida.

Tabla 60. Cuadro de mando integral

Sector	Acciones	Indicadores de seguimiento
Energía Fuentes Estacionarias	Reducción necesidades térmicas en nuevas casas, a través de un proyecto con constructores.	Emisiones de GEI en el sector residencial.
	Sustitución alumbrado exterior por lámparas LED.	Consumo energético en alumbrado público por punto de luz.
	Proyecto ejemplarizante de rehabilitación térmica de los edificios institucionales.	Consumo energético de edificios institucionales.
	Implantación de sistemas de refrigeración de distrito.	Número de viviendas incluidas en el proyecto.
Energía Fuentes Móviles	Programa de eficiencia energética en el sector industrial y servicios.	Emisiones de GEI en el sector industrial y servicios.
	Reducción de las necesidades de movilidad a través de la planificación territorial.	Emisiones de GEI del transporte por carretera.
	Mejorar la red de ciclorrutas e implantar un sistema de bicicleta pública.	% de personas que se movilizan en bicicleta (Encuesta Origen Destino).
Residuos	Mejorar las condiciones de caminabilidad de la ciudad.	% de personas que se movilizan a pie (Encuesta Origen Destino).
	Compostaje de residuos a gran escala.	% de residuos totales que son compostados.
Aguas residuales	Sistema de extracción forzada de biogás y aprovechamiento energético en el relleno sanitario.	MWh producidos a partir de biogás.
	Construcción de plantas de tratamiento de aguas residuales.	% de las aguas residuales del municipio tratadas en PTAR.
AFOLU	Promoción del uso de biodigestores.	Superficie en el programa.
	Sistemas silvopastoriles.	Superficie en el programa.
Transversal	Promoción de la siembra de cultivos permanentes.	Superficie en el programa.
	Educación ambiental y sensibilización ciudadana.	Número de actividades realizadas en el marco de los PRAEs.

Fuente: Elaboración propia

14 EQUIPO DE TRABAJO

Se incluye a continuación la relación de personas que han colaborado en la redacción del presente Informe.

Por parte de la firma IDOM:

- Iñigo Aizpuru de Llanos. Ingeniero Químico y Máster en Cambio Climático y Gestión de Riesgos. - Coordinador del Estudio de Mitigación de Cambio Climático.
- Ángeles López Goyanes – Licenciada en Química y Máster en Gestión Ambiental.
- Asier Rodríguez Ochoa- Ingeniero Civil y Máster en Ingeniería Ambiental.
- Asier Aramburu Santa Cruz- Ingeniero Ambiental y Máster en Ingeniería Ambiental.
- Desirée Pérez Jaramillo- Ingeniera Industrial.
- Elena Gómez-Salazar- Licenciada en Ciencias Ambientales.
- Iñigo Ortiz de Urbina- Licenciado en Biología y Máster en Ingeniería Ambiental.
- José Ramírez García – Ingeniero Químico y Máster en Gestión Ambiental y Gestión de proyectos.
- Diego Fernando Avendaño Cantor – Ingeniero Forestal, Esp. en Finanzas, Preparación y Evaluación de Proyectos y Máster Universitario en Gestión Sostenible de la Tierra y del Territorio.
- Ainara Seco Cantero – Ingeniera Ambiental y Máster en Ingeniería Ambiental.

Por parte de Findeter:

- Ana María Palau. Abogada y Politóloga; con especialización en Políticas Públicas y Desarrollo, Master en Desarrollo. Gerencia de Sostenibilidad y Nuevos Negocios.
- Gisela Labrador. Economista, Master en Comercio Internacional y Planeación urbana y Regional. Directora de ciudades.
- Robinsón Rodríguez. Ingeniero Químico. Doctor en Ingeniería. Líder Ambiental.
- Luis Elkin Guzmán. Ingeniero Ambiental, Master en Ingeniería - Ingeniería Ambiental. Profesional Dimensión Ambiental.

- María Elvira Villareal. Arquitecto, Master en Vivienda Colectiva. Líder de Plan de Acción Programa Ciudades Sostenibles y Competitivas.

Nota: Todos los iconos del documento son propiedad de freepik.com