

Montería

Córdoba, Colombia

Plataforma de Ciudades Sostenibles y Competitivas

Estudios de Desarrollo Urbano y Vulnerabilidad Ambiental

Módulo 3 | Inventario de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero



Autor del Documento:

GeoAdaptive LLC (2014)

175 Portland Street 5th Floor, Boston, MA 02114 USA

www.geoadaptive.com

Este documento de trabajo se inscribe en el marco de la Plataforma de Ciudades Sostenibles y Competitivas.

Los derechos sobre este documento pertenecen a FINDETER. Todos los derechos reservados. Ninguna parte de este documento puede ser reproducida sin el permiso del autor.

Montería

Córdoba, Colombia

Plataforma de Ciudades Sostenibles y Competitivas

Estudios de Desarrollo Urbano y Vulnerabilidad Ambiental

Módulo 3 | Inventario de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero

Preparado para:

FINDETER

Calle 103 #19--20.

Edificio FINDETER, Ext 1602

Bogotá, Colombia

Elaborado por:

CINPRO

Av. Popocatepetl 218. Int 604.

Col. General Anaya C.P. 03340.

Del: Benito Juárez. México D.F.

Tel. (01 525) 4444.6655

<http://cinpro.mx>

Preparado por:

GeoAdaptive, LLC

175 Portland Street, 5th Floor

Boston, MA 02114

Tel: 617.227.8885

1 de septiembre de 2014

Agradecimientos

Este estudio ha sido posible gracias al soporte de la Financiera de Desarrollo Territorial FINDETER por medio de la Iniciativa de Ciudades Sostenibles y Competitivas y al entusiasmo y al apoyo de la Ciudad de Montería.

Queremos en particular extender nuestro agradecimiento al equipo de dirección supervisión técnica del Proyecto mediante la Gerencia de Estructuración de Proyectos, la Dirección de Responsabilidad Social y Ambiental, en especial a la Señora Jessica Jacob Dávila, Robinson Rodríguez y Juliana Giraldo y en la Dirección de Ciudades Sostenibles y Competitivas a María del Rosario Hidalgo y Natalia López.

Queremos brindarle un muy especial agradecimiento al Alcalde de Montería, Sr. Carlos Eduardo Correa por su guía, entusiasmo y liderazgo durante este proceso, y al equipo de su Alcaldía por la cooperación, apoyo y generosidad brindada. En especial queremos agradecer a: Carlos Montoya, Secretario de Planeación; Francisco Bohórquez, Líder de Vivienda en Municipio; y Eli Pérez, Secretaría de Planeación.

Muchas personas han participado en el proceso del desarrollo de este estudio. Agradecemos la cooperación, apoyo y participación en nuestros talleres y llamadas de validación técnica. En especial queremos agradecer el consejo y guía de los miembros de la Secretaría de Planeación, la Secretaría de Tránsito, Secretaría de Salud, la Oficina de Vivienda, la Secretaría de Infraestructura, la Secretaría de Gobierno, la Defensa Civil de Córdoba y a la Universidad de Córdoba, la Universidad Pontificia Bolivariana y la Universidad Cooperativa, por compartir su valioso tiempo y conocimiento sobre la ciudad y región con nuestro equipo consultor. Queremos brindar un especial agradecimiento a la profesora Luisa Martínez de la Universidad Pontificia Bolivariana y a la profesora Zoraya Martínez, Universidad de Córdoba. Adicionalmente le damos las gracias a los oficiales de la CVS y la Empresa Urrá por el apoyo técnico ofrecido.

Este estudio ha sido posible gracias a un proceso vivo de comunicación y coordinación constante. En este sentido, queremos agradecer al Arq. Jhon Nell Rodríguez, de la Secretaría de Planeación por su colaboración, ayuda e indispensable guía y acompañamiento durante los meses del estudio y por la coordinación realizada durante las visitas técnicas del equipo consultor a la ciudad. Un agradecimiento adicional y muy especial al equipo de FINDETER, sede de Montería, por el apoyo logístico y técnico brindado durante el desarrollo del proyecto. En especial a Gloria Benítez y Kellys Iglesia.

Finalmente, agradecemos a los supervisores técnicos externos del estudio en la figura del Sr. Ricardo Lozano y Karina Pérez. Gracias por compartir su conocimiento y por la ayuda brindada.

Descripción de la Compañía

Consultoría en Ingeniería de Proyectos (CINPRO), es una empresa mexicana especialista en estudios de Calidad del Aire, Inventario de emisiones a la atmósfera de contaminantes criterio y gases de efecto invernadero. Su trabajo es generar información oportuna y de calidad, que sirva para dar soluciones integrales a problemas ambientales a nivel local, nacional e internacional.

Tabla de Contenidos

Resumen ejecutivo	20
1. Inventario de Emisiones	30
1.1 Introducción	31
1.2 Objetivos	31
1.3 Alcances	31
1.4 Descripción del Proyecto	32
1.5 Área de Estudio	32
1.6 Temporalidad	36
1.7 Categorías del inventario de emisiones y gases a evaluar	38
1.8 Subcategorías no evaluadas	41
1.9 Fuentes de información	44
1.10 Cálculo de Emisiones	46
1.11 Resultados	49
1.12 Análisis por categoría	52
1.13 Comparación del Inventario de Emisiones de GEI para el municipio de Montería 2012 y 2009	60
1.14 Análisis per cápita para el área de estudio (Cabecera municipal y área circundante) Montería, Colombia	60
1.15 Emisiones de gases efecto invernadero per cápita y por unidad del PIB para el municipio de Montería y el área de estudio (Cabecera municipal y área circundante) Montería, Colombia	63
1.16 Comparación de las emisiones per cápita del municipio de Montería 2012 con Bogotá 2008, Colombia.	65
2. Calidad de aire	66
2.1 Introducción	67
2.2 Objetivos	67
2.3 Monitoreo de la calidad de aire en Montería	68
2.4 Evaluación integral de la calidad del aire	79
2.5 Inventario de emisiones de contaminantes criterio	79
3. Línea base, escenarios y medidas de mitigación	82
3.1 Introducción	83
3.2 Objetivos	83
3.3 Alcances	83
3.4 Metodología	84
3.5 Resultados	86
3.6 Planteamiento del Sistema de Medición, Reporte y Verificación (MRV)	106

3.7 CONCLUSIONES GENERALES	110
Anexo 1	118
Metodología y cálculo de emisiones por categoría	118
Anexo 2	140
Descripción, supuestos y costos de cada medida de mitigación	140

Índice de Figuras

Figura 1. Emisiones por categoría de CO ₂ equivalente para el municipio de Montería, 2012	23
Figura 2. Contribución de las emisiones de CO ₂ e por categoría para el municipio de Montería, 2012	24
Figura 3. Contribución de las emisiones directas (ED) de CO ₂ e para el municipio de Montería, 2012	24
Figura 4. Contribución de las emisiones indirectas (EI y ET) de CO ₂ e para el municipio de Montería, 2012	24
Figura 5. Concentraciones de PM ₁₀ (µg/m ³) para la ciudad de Montería de 2009-2013.	25
Figura 6. Contribución porcentual de CO, NO _x , SO ₂ , PM y HC de las fuentes evaluadas para Montería, Colombia	25
Figura 7. Línea base 2010-2030 por sector para el municipio de Montería, Colombia	26
Figura 8. Línea base 2010-2030 por sector para el área de estudio	26
Figura 9. Emisiones de CO ₂ e para el escenario de la línea base, considerando los escenarios sostenible y tendencial de desarrollo de huella urbana para el municipio de Montería y área de estudio, Córdoba, Colombia 2030	27
Figura 10. Emisiones de CO ₂ e para la Línea Base y los Escenarios de Mitigación sobre el escenario sostenible de la huella urbana con y sin medidas de mitigación para el municipio de Montería y área de estudio 2030	29
Figura 11. Beneficios netos (CCEi) por medida, para el municipio de Montería y la cabecera municipal de Montería y área circundante. \$USD/ton de CO ₂ e	29
Figura 12. Mapa del municipio de Montería	32
Figura 13. Mapa del uso de suelo del municipio de Montería	33
Figura 14. Mapa de la organización política y administrativa del municipio de Montería	34
Figura 15. Mapa del área urbana del municipio de Montería	35
Figura 16. Mapa del área de estudio, Montería, Colombia	37
Figura 17. Reporte de las emisiones por fuente, de acuerdo a la metodología GPC	47
Figura 18. Reporte de las emisiones por alcance, de acuerdo a la metodología GPC	47
Figura 19. Emisiones por categoría de CO ₂ equivalente en ton/año (ED = Emisiones Directas, EI = Emisiones Indirectas, ET = Emisiones Transfronterizas)	50
Figura 20. Emisiones directas por categoría de CO ₂ e en el municipio de Montería	51
Figura 21. Emisiones indirectas por categoría de CO ₂ e en el municipio de Montería	51
Figura 22. Distribución de emisiones de CO ₂ e por categoría en el municipio de Montería	52
Figura 23. Distribución de emisiones de CO ₂ e por fuentes estacionarias en el municipio de Montería	52
Figura 24. Emisiones de CO ₂ e de fuentes estacionarias durante 2012 en el municipio de Montería, Colombia.	53
Figura 25. Número de vehículos por categoría vehicular para el Municipio de Montería, Colombia 2012.	54
Figura 26. Emisiones de CO ₂ , CH ₄ y N ₂ O por transporte on-road en ton/año para el municipio de Montería, Colombia en 2012.	55
Figura 27. Emisiones de CO ₂ , CH ₄ y N ₂ O por Aviación en ton/año para el municipio de Montería, Colombia 2012.	55
Figura 28. Emisiones de CO ₂ e por subcategoría de residuos	56
Figura 29. Distribución de emisiones de CO ₂ e por subcategoría de residuos	56
Figura 30. Emisiones de CH ₄ en los sitios de disposición final de residuos	57
Figura 31. Emisiones directas (ED) e indirectas (EI) de incineración de residuos en el municipio de Montería	58
Figura 32. Distribución de emisiones de metano por las aguas residuales en el municipio de Montería	58
Figura 33. Emisiones de CO ₂ e de la categoría AFOLU en el municipio de Montería durante 2012	59

Figura 34. Emisiones de CO ₂ e por categoría para el área de estudio Montería, Colombia durante 2012	62
Figura 35. Mapa de ubicación del SVCA de la ciudad de Montería	69
Figura 36. Concentraciones diarias de PM ₁₀ en la ciudad de Montería durante 2009	73
Figura 37. Concentraciones diarias de PM ₁₀ en la ciudad de Montería durante 2010	73
Figura 38. Concentraciones diarias de PM ₁₀ en la ciudad de Montería durante 2012	74
Figura 39. Concentraciones diarias de PM ₁₀ en la ciudad de Montería durante 2013	74
Figura 40. Precipitación pluvial y temperatura promedio mensual en Montería.	75
Figura 41. Concentración promedio mensual de PM ₁₀ y la precipitación pluvial mensual acumulada en Montería.	76
Figura 42. Concentración promedio mensual de PM ₁₀ y la temperatura promedio mensual en Montería.	76
Figura 43. Eventos de IRAG y concentraciones de PM ₁₀ durante 2012 en Montería	78
Figura 44. Ciclo de Gestión de la Calidad del Aire	79
Figura 45. Contribución porcentual de las fuentes evaluadas por contaminante para Montería, Colombia	81
Figura 46. Inventario de emisiones de GEI para el Municipio de Montería y área de estudio, Córdoba, Colombia, año base 2012 (ton/año de CO ₂ e)	86
Figura 47. Escenario de la Línea base a 2030, emisiones en ton/año de CO ₂ e para el municipio de Montería, Córdoba, Colombia.	92
Figura 48. Escenario de la Línea base a 2030, emisiones en ton/año de CO ₂ e para el área de estudio (cabecera del municipio de Montería, Córdoba, Colombia y área circundante).	92
Figura 49. Emisiones de CO ₂ e para el escenario de la línea base, considerando los escenarios sostenible y tendencial de desarrollo de huella urbana para el municipio de Montería y área de estudio, Córdoba, Colombia 2030	96
Figura 50. Emisiones de CO ₂ e para la Línea Base y los Escenarios de Mitigación sobre el escenario sostenible de la huella urbana con y sin medidas de mitigación para el municipio de Montería y área de estudio 2030	99
Figura 51. Beneficios netos (CCEi) por medida, para el municipio de Montería y la cabecera municipal de Montería y área circundante. \$USD/ton de CO ₂ e	100
Figura 52. Instrumentación de cinco medidas de control, en la ciudad de México	104
Figura 53. Organización propuesta de estructura institucional para el funcionamiento del sistema MRV	109

Índice de Tablas

Tabla 1. Emisiones en toneladas reducidas anuales de CO ₂ e, 2030 para cada medida en Montería, Córdoba, Colombia.	27
Tabla 2. Condiciones climáticas en la ciudad de Montería, Colombia	36
Tabla 3. Matriz de identificación de las fuentes estimadas en el presente inventario para el Municipio de Montería	41
Tabla 4. Información solicitada por categoría	44
Tabla 5. Potenciales de Calentamiento Global de los Gases de Efecto Invernadero	48
Tabla 6. Resultados por categoría; municipio de Montería, Colombia 2012. Ton/año.	49
Tabla 7. Resultados por subcategoría de fuentes estacionarias (ton/año).	53
Tabla 8. Emisiones de GEI por subcategoría de residuos. (ton/año)	56
Tabla 9. Emisiones de GEI por subcategoría de AFOLU (ton/año).	59
Tabla 10. Comparación del Inventario de Emisiones para GEI 2009 y 2012 (ton/año de CO ₂ e) y porcentaje de cambio 2009 – 2012). Municipio de Montería, Colombia	60
Tabla 11. Emisiones totales en toneladas durante 2012 para el área de estudio (cabecera municipal y área circundante) en Montería, Colombia.	61
Tabla 12. Emisiones Per Cápita para el municipio de Montería y área de Estudio (cabecera municipal y área circundante) para 2012	63
Tabla 13. Emisiones por unidad del PIB para el municipio de Montería y área de Estudio (cabecera municipal y área circundante) para 2012.	64
Tabla 14. Comparación de emisiones per cápita de Bogotá - Cundinamarca (2008) y Municipio de Montería (2012), Colombia	65
Tabla 15. Ubicación del SVCA de la ciudad de Montería (Fuente: CVS – UPB, 2013)	68
Tabla 16. Períodos de muestreo manual de PM ₁₀ por el SVCA en Montería	69
Tabla 17. Normas nacionales de calidad del aire de Colombia y guías de la OMS, valores límite en (µg/m ³) y tiempos promedio de exposición	70
Tabla 18. Puntos de corte para el ICA	70
Tabla 19. Estadística básica del muestreo de PM ₁₀ por estación y año del SVCA, Montería	71
Tabla 20. Eventos epidemiológicos en el municipio de Montería	77
Tabla 21. Resultados de emisiones de contaminantes criterio en Montería	80
Tabla 22. TPA del PIB de electricidad, gas y agua Departamento de Córdoba, Colombia, precios constantes 2005.	88
Tabla 23. TPA de Agricultura, Ganadería, Caza, Silvicultura y Pesca, Departamento de Córdoba, Colombia, precios constantes 2005.	88
Tabla 24. Hectáreas cambiadas por tipo de suelo para 2030, para el escenario tendencia de huella urbana	88
Tabla 26. TPA de la Población del municipio de Montería y cabecera municipal de Montería.	89
Tabla 25. Emisiones de CO ₂ e para la línea base producto de disposición de residuos sólidos	89
Tabla 27. Tasas de crecimiento de las variables utilizadas para la construcción de escenario de la línea base de Montería Colombia 2012-2020 y 2021-2030	90
Tabla 28. Emisiones de GEI, por sector y tipo de emisión para el municipio de Montería y área de estudio	93

Tabla 29. TC para densidad (Hectáreas) y kilómetros de vías para los escenarios de huella urbana sostenible para la cabecera municipal de Montería ya área circundante.	94
Tabla 30. Hectáreas cambiadas por tipo de suelo para 2030, para el escenario Sostenible/Inteligente de huella urbana	94
Tabla 31. Emisiones de CO ₂ e en ton/año para el municipio de Montería y el área de estudio (cabecera municipal de Montería y área circundante), Colombia 2030 considerando los dos escenarios de crecimiento urbano en el escenario de la línea base.	95
Tabla 32. Porcentajes con respecto a las emisiones totales de CO ₂ e en ton/año para el municipio de Montería y el área de estudio (cabecera municipal de Montería y área circundante), Colombia 2030 considerando los dos escenarios de crecimiento urbano – Escenario Inteligente.	96
Tabla 33. Medidas consideradas en cada escenario de mitigación para el municipio de Montería, Córdoba Co.	97
Tabla 34. Resultados de emisiones en ton/año de CO ₂ e con y sin medidas a 2030, considerando seis medidas de mitigación en el escenario sostenible de desarrollo de la huella urbana para el municipio de Montería y cuatro medidas mitigación en el escenario sostenible de desarrollo de la huella urbana para el área de estudio	98
Tabla 35. Emisiones en toneladas reducidas anuales de CO ₂ e, 2030 para cada medida en Montería, Córdoba, Colombia.	99
Tabla 36. Comparativo de los beneficios netos y las emisiones evitadas de ton/año de CO ₂ e para Montería.	101
Tabla 37. Opciones y orden de implementación de las medidas considerando diferentes aspectos para la el municipio de montería y cabecera municipal de montería y área circundante.	102
Tabla 38. Co-beneficios en términos de salud de reducir emisiones de CO ₂ e.	104
Tabla 39. Beneficios económicos por la implementación de las medidas de mitigación.	105
Tabla 40. Mecanismos de medición para las medidas de mitigación	108

Conceptos Utilizados en este Reporte

CCEI

Es la diferencia entre los costos asociados al inicio del estudio y los costes generados en una medida de mitigación, divididas por las emisiones evitadas por el cambio.

Consistencia: El cálculos de las emisiones debe ser coherentes en su enfoque.

CO₂e

Teniendo en cuenta el potencial de calentamiento global (GWP) de cada gas de efecto invernadero durante un período de 100 años. CO₂ = 1, CH₄ = 21 y N₂O = 310.

Cuantificación: Como mínimo, los datos necesarios para llevar a cabo los inventarios de emisiones debe estar disponibles fácilmente.

Precisión

En el cálculo de las emisiones de gases de efecto invernadero no se debe exagerar o subestimar las emisiones reales de GEI de manera sistemática.

Integridad

Todas las fuentes de emisiones significativas deben estar completamente valoradas.

Emisiones directas

Una vez que el área de estudio se ha definido, todas las emisiones generadas dentro de ella son llamados directa.

Emisiones fugitivas

Emisiones de gases o vapores de equipos a presión debido a fugas y otras emisiones no intencionales o irregulares de los gases, la mayoría de las actividades industriales.

Emisiones indirectas: emisiones que están asociados con las actividades llevadas a cabo dentro de la zona de estudio, pero su emisión no se genera dentro de esa área.

Emisiones del alcance 1

Todas las fuentes de emisiones directas de las actividades que tienen lugar dentro de la frontera geopolítica de la comunidad.

Emisiones del alcance 2

Emisiones indirectas de emisiones relacionadas con la energía que resultan como consecuencia del consumo de electricidad de la red abastecedora, calefacción y / o refrigeración, en el límite geopolítico de la comunidad.

Emisiones del alcance 3

Todos los demás emisiones indirectas que se producen como resultado de las actividades dentro de límites geopolíticos de la comunidad.

Emisiones transfronterizas

las emisiones (indirectos) generaron parcialmente dentro de la zona de estudio y otra fuera de la zona de estudio.

Fuentes móviles

Se refieren a dispositivos de transporte y equipos móviles o maquinaria; incluir los vehículos todo terreno, así como el ferrocarril, aire y sistemas de transporte de agua.

Fuentes fijas

Se refieren a inmuebles, equipo o maquinaria instalada o fija.

GWP

Potencial de Calentamiento Global. Medida de la capacidad de una sustancia para contribuir al calentamiento global durante un período de 100 años. CO₂ = 1, CH₄ = 21 y N₂O = 310.

IE

Las emisiones de esta actividad se estiman y se incluyen en el inventario.

NA

Existe la actividad, pero las emisiones correspondientes nunca ocurre.

NO

Una actividad o proceso que no existe dentro de la comunidad.

NE

Las emisiones se producen pero no se han estimado o reportado.

PIB

El valor de mercado de todos los bienes y servicios finales producidos oficialmente reconocidos dentro de un país en un año u otro período de tiempo determinado.

Relevancia

Las emisiones de GEI reportadas deben reflejar las emisiones que se producen como resultado de las actividades y el consumo de dentro de las fronteras geopolíticas de la comunidad.

Transparencia

Los datos de actividad, las fuentes, los factores de emisión y metodologías de contabilidad deben estar adecuadamente documentados y divulgados.

Siglas y Abreviaturas

AFOLU	Agricultura, Ganadería, Silvicultura y Cambio de uso de suelo.
CH ₄	Metano.
CO ₂	Dióxido de Carbono.
CO ₂ e	Dióxido de Carbono Equivalente.
CVS	Corporación Autónoma Regional de los Valles del Sinú y del San Jorge.
DANE	Departamento Administrativo Nacional de Estadística.
ECDBC	Estrategia Colombiana de Desarrollo Bajo Carbono.
FEDEGAN	Federación Colombiana de Ganaderos.
FOD	Descomposición de primer orden, por sus siglas en inglés.
GANACOR	Federación Ganadera de Córdoba.
GEI	Abreviatura de Gases de Efecto Invernadero.
Gg	Giga-gramos
GLP	Gas Licuado de Petróleo.
GPC	Global Protocol for Community-Scale GHG Emissions.
GWP	Es un índice que da una medida de la capacidad de una sustancia para contribuir al calentamiento global, (por sus siglas en inglés: <i>Global Warming Potential</i>).
HFC	Hidrofluorocarbonos.
ICA	Instituto Colombiano Agropecuario.
ICA	Índice de Calidad del Aire
ICLEI	Gobiernos Locales por la Sustentabilidad, por sus siglas en inglés.
IDEAM	Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales de Colombia.
IPCC	Panel Intergubernamental de Cambio Climático, por sus siglas en inglés.
IPPU	Procesos industriales y uso de productos
IRA	Infección Respiratoria Aguda.
IRAG	Infección respiratoria aguda grave.
Kg/TJ	Kilogramo por Tera Joule.
Km/día	Kilometro por día.
KW/año	Kilo Watts por año.
LTO	Operaciones de aterrizaje, carreteo y despegue, por sus siglas en inglés.
MADS	Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible de Colombia.
N ₂ O	Óxido Nitroso.
OMS	Organización Mundial de la Salud.
PIB	Producto Interno Bruto.
PFC	Perfluorocarbonos.
SETP	Sistema Estratégico de Transporte Público.
SF ₆	Hexafluoruro de azufre.
SVCA	Sistema de Vigilancia de la Calidad de Aire.
ton	toneladas.
ton/año	Toneladas anuales.
TPA	Tasa Promedio de Crecimiento Anual.
TC	Tasa de Crecimiento Anual.
UEF	Unidad Espacial de Funcionamiento.
UMATA	Unidad Municipal de Asistencia Técnica Agropecuaria.
USD	Dólar estadounidense, por sus siglas en inglés.



Resumen ejecutivo

INTRODUCCIÓN

Como parte de los estudios de Desarrollo Urbano y Vulnerabilidad Ambiental liderados por la Financiera de Desarrollo (Findeter) para el Municipio de Montería, Córdoba, se elaboró el Inventario de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI), para el año base 2012; así como se realizó un análisis de la calidad del aire presente en la ciudad de Montería. Finalmente se proyectó el escenario de referencia con las medidas de mitigación incorporadas en el escenario de desarrollo urbano sostenible.

Este tipo de instrumentos pueden ser utilizados por el gobierno local para desarrollar una visión a largo plazo y reunir a las diferentes partes interesadas para ayudar a disminuir la huella de carbono de su comunidad.

Además la mitigación del cambio climático puede resultar afectada por políticas y tendencias socioeconómicas de carácter general, como las relativas a desarrollo, sostenibilidad y equidad, así como repercutir en ellas. Las políticas de mitigación del cambio climático pueden fomentar el desarrollo sostenible cuando corresponden a esos objetivos generales de la sociedad. Algunas acciones de mitigación pueden producir grandes beneficios en esferas ajenas al cambio climático: por ejemplo, pueden disminuir problemas de salud; aumentar el empleo; reducir efectos negativos sobre el medio ambiente (como la contaminación atmosférica), proteger y mejorar los bosques, los suelos y las cuencas hidrográficas; reducir las subvenciones e impuestos que intensifican las emisiones de gases de efecto invernadero, e inducir el cambio y la difusión de la tecnología, lo que contribuye a objetivos más amplios de desarrollo sostenible. Análogamente, las vías de desarrollo que cumplen objetivos de desarrollo sostenible pueden disminuir los niveles de las emisiones de gases de efecto invernadero.

OBJETIVOS

1. Estimar las emisiones generadas de GEI por actividades antropogénicas para el municipio de Montería, departamento de Córdoba, Colombia, para el año base 2012, basado en la metodología GPC Basic+ y comparar los resultados obtenidos con el inventario de emisiones de GEI año base 2009.
2. Realizar una evaluación de la calidad del aire de Montería a través de un análisis de tendencias de la calidad del aire y comparar con estándares; así como realizar un análisis de correlación entre las concentraciones de contaminantes criterio y los problemas presentes de salud.
3. Establecer en base al Inventario de Emisiones de GEI con año base 2012, para el municipio de Montería y el área de estudio definida, los escenarios de la línea base hacia 2020 y 2030.
4. Establecer escenarios del Inventario de Emisiones de GEI de desarrollo humano, tendencial y sostenible para 2030 para el caso del municipio y el área de estudio¹ definida para Montería Colombia.
5. Evaluación de escenarios de mitigación con la introducción de seis medidas de mitigación, en los escenarios base de huella urbana inteligente.
6. Análisis de costos y beneficios netos de las medidas de mitigación.

¹ Municipio de Montería abarca toda el área geográfica del municipio y las fuentes de emisión presentes en él. Mientras que el área de estudio se refiere al límite urbano de la ciudad de Montería, el aeropuerto y el paisaje circundante.

METODOLOGÍA

Se identificaron las fuentes emisoras de GEI y se cuantificaron las emisiones generadas mediante la metodología GPC Basic+ (Global Protocol for Community-Scale GHG Emissions), misma que se basa principalmente en la estimación, utilizando factores emisión generados a través de datos locales o tomando los factores por defecto de las Directrices del IPCC. Se estimaron las emisiones anuales de (GEI) de fuentes estacionarias, fuentes móviles, residuos, agricultura, ganadería y cambio de uso de suelo; para el municipio y el área de estudio, la cual se definió considerando el límite urbano de la ciudad (designado por la Alcaldía de Montería), el aeropuerto y el paisaje circundante.

En el análisis de la calidad del aire se realizó una análisis estadístico y tendencial de los datos proporcionados de partículas PM10, que se muestrean en 4 estaciones de la ciudad de 2009 a 2013. Debido a la falta de información de meteorología y de estadísticas de salud en la ciudad, se realizó una estimación de las emisiones de contaminantes criterio (CO, NOx, SO₂, partículas e hidrocarburos), utilizando factores de emisión del AP-42 de la Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos (EPA, por sus siglas en inglés), del ISSRC-Latín América y de IPCC, 2000; para el año base 2012. Asimismo se tomó de referencia para fuentes fijas (industria) lo reportado por Morales, N. y Nobles M., 2013, con año base 2005.

Además, se calcularon las emisiones de GEI a 2020 y 2030, teniendo en cuenta las condiciones previstas en el escenario base, así como los escenarios con medidas de mitigación en los sectores: residuos (disposición de residuos sólidos), fuentes móviles (transporte on-road) y AFOLU (ganadería).

Los resultados del escenario base también consideran el cambio en la mancha urbana para dos escenarios diferentes: el escenario tendencial (donde el desarrollo sigue patrones actuales de crecimiento) y el escenario de un crecimiento inteligente (que considera los patrones más sostenibles de desarrollo); ambos escenarios se proyectan para el año 2030.

El escenario base se definió teniendo en cuenta el PIB del departamento de Córdoba, para fuentes estacionarias se utilizó el PIB del sector electricidad, gas y agua considerando la actividad energética constante y el comportamiento o estructura de su crecimiento. Para fuentes móviles, aunado a la utilización de PIB, se consideró la proyección de otras variables exógenas: (1) la proyección del número de vehículos se realizó por medio de un ajuste de mínimos

cuadrados para proyectar linealmente las cifras hasta el año 2030, en cada una de las clasificaciones de vehículos que se tienen en el inventario; (2) para la aviación, se utilizó la proyección de operaciones de vuelo de la Aeronáutica Civil. Para la categoría de AFOLU se obtuvo el TPA del PIB de Agricultura, Ganadería, Caza, Silvicultura y Pesca. Para la categoría de residuos, se utilizó el método de descomposición de primer orden (FOD, del inglés, First Order Decay) para las emisiones del relleno sanitario, mientras que para incineración de residuos y tratamiento de aguas residuales, se utilizó el TPA de la población.

Posterior a obtener del escenario de la línea base, se obtuvieron los escenarios tendencial y sostenible o inteligente que considera el desarrollo de la huella urbana, mediante la TC obtenida para cada parámetro estimado en el desarrollo de los escenarios la huella urbana para la ciudad de Montería y área circundante, el escenario tendencial fue considerado dentro de la línea base, ya que dentro del crecimiento de las viviendas y población fue considerado las características e información del estudio de huella urbana, así mismo el número de kilómetros viales para 2030.

Finalmente, se realizó un análisis de costo-efectividad usando una tasa de descuento del 10% para el cálculo de la inversión anual. Los costos de mitigación se han establecido para cada escenario evaluado. Los costos incluyen la reducción de emisiones y el costo anual de cada medida de mitigación.

Para los sectores con emisiones más altas, se propusieron medidas de mitigación apropiadas de acuerdo a los siguientes criterios:

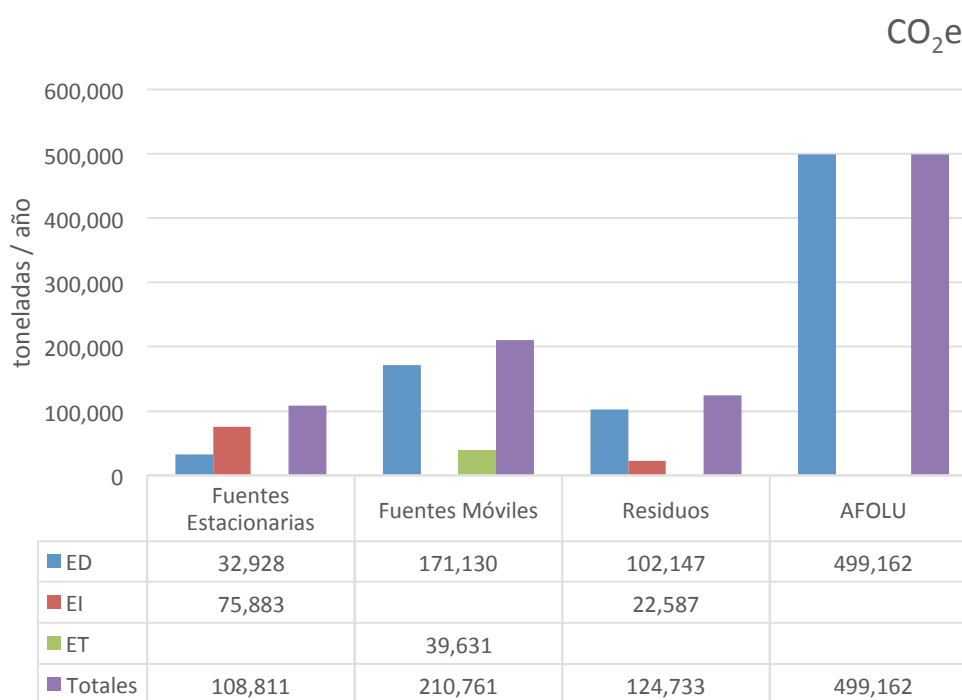
1. Reducciones de CO₂e mayores de 1,000 ton/año.
2. El área o subsector que más emisiones de CO₂e tiene en todo el inventario.
3. Medidas que no estuvieran consideradas en la línea base.
4. Las medidas deberían ser factibles en el corto o mediano plazo.
5. Deben de estar suscritas a la Estrategia Nacional sobre Cambio Climático.

Además de la reducción de CO₂e de las medidas de mitigación para cada escenario, se obtuvieron los costos anualizados asociados para la implementación (inversión), mantenimiento y operación de la medida. Estos costos son anualizados a precios constantes al año 2012. Para la presente evaluación se utilizó una tasa de descuento de 6.37% (Universidad de Antioquia, 2008), todos los precios están dados en dólares a precios de 2012.

RESULTADOS

INVENTARIO DE EMISIONES DE GEI

Las emisiones de CO₂e para el Municipio de Montería son generadas principalmente por la categoría de AFOLU con una emisión de 499,162 ton y un aporte del 53% de las emisiones totales, seguido de Fuentes móviles con 210,761 ton y 22% del total de las emisiones. La categoría de Residuos emitió 124,733 ton, contribuyendo con el 13% y por último las Fuentes estacionarias con 108,811 ton y 12% del total emitido (Figuras 1 y 2).



ED = Emisiones Directas, EI = Emisiones Indirectas, ET = Emisiones Transfronterizas

Figura 1. Emisiones por categoría de CO₂ equivalente para el municipio de Montería, 2012

² Emisiones directas: Emisiones generadas dentro del municipio de Montería.

³ Emisiones indirectas: Emisiones que están asociadas con las actividades llevadas a cabo dentro del municipio de Montería, pero su emisión no se genera dentro de esta área.

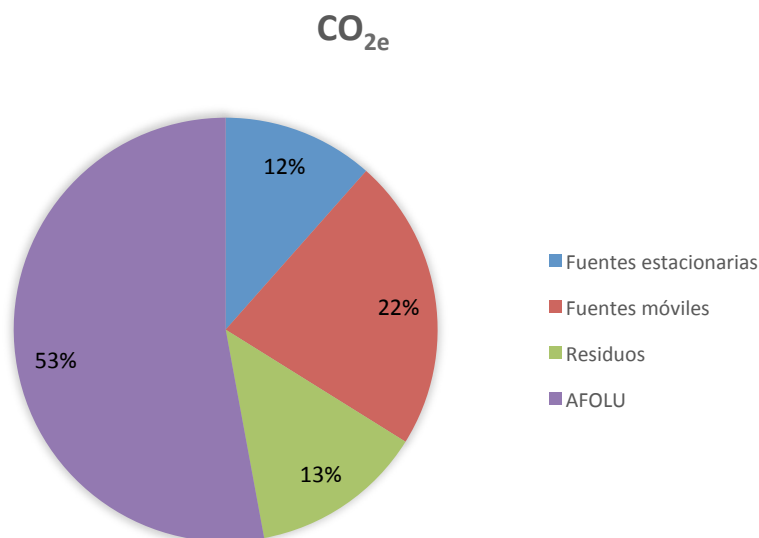


Figura 2. Contribución de las emisiones de CO_{2e} por categoría para el municipio de Montería, 2012

EMISIONES DIRECTAS

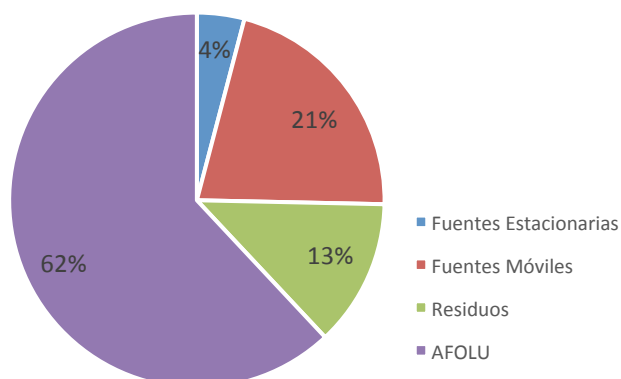


Figura 3. Contribución de las emisiones directas (ED) de CO_{2e} para el municipio de Montería, 2012

EMISIONES INDIRECTAS

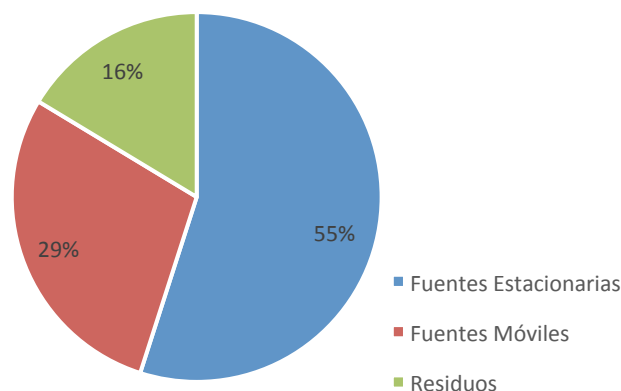


Figura 4. Contribución de las emisiones indirectas (EI y ET) de CO_{2e} para el municipio de Montería, 2012

En la Figura 3 se muestra que las emisiones directas² de CO_{2e} son generadas por la categoría de AFOLU, misma que aporta un 62% del total de las emisiones, posteriormente las Fuentes móviles con 21% y las categorías de Residuos y Fuentes estacionarias con 13% y 4% respectivamente.

Respecto a las emisiones indirectas³ (Figura 4), las Fuentes estacionarias fue la categoría de mayor aportación con un 55% del total de CO_{2e} de este tipo de emisiones, seguido de Fuentes móviles (particularmente son emisiones transfronterizas) con un 29% y Residuos con 16%, la categoría de AFOLU no contribuye a estas emisiones en el municipio.

Asimismo, se determinaron las emisiones per cápita generadas por categoría para la cabecera municipal y el área circundante (área de estudio) considerando los datos de población y cuya categoría con mayor aporte de emisiones son las fuentes móviles con un total de 210,761 ton/año, lo que representa el 49% del total de las emisiones, seguido de los residuos con una emisión del 29%, posteriormente las fuentes estacionarias con un 19% y por último AFOLU con un 3%.

CALIDAD DEL AIRE

En la ciudad de Montería, Colombia, se cuenta con un SVCA el cual monitorea las concentraciones de PM₁₀ en cuatro sitios de la ciudad, los cuales son UPB, CVS, UNISINU y TT; dicho sistema inició operaciones en 2009, y aunque su operación ha sido intermitente de 2009-2013, los resultados muestran que las concentraciones de partículas en su mayoría cumplen con la resolución 610 de marzo de 2010 de Colombia de 100 µg/m³ en 24 horas, sin embargo el 28% de los muestreo rebasan la recomendación de la

OMS de $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en 24 horas (OMS, 2005). Se determinó también que la zona centro de la ciudad es la más crítica, probablemente por el alto flujo vehicular que hay en ella, estación (CVS) (Figura 5).

Los instrumentos básicos dentro de la gestión son el inventario de emisiones y el monitoreo atmosférico; para complementar el análisis de la calidad del aire en Montería se estimaron las emisiones de contaminantes criterio. Como resultado de ello se obtuvo que el transporte on-road es el responsable de las mayores emisiones de los contaminantes criterio, en la Figura 6 se presentan la contribución por contaminante de cada una de las categorías evaluadas.

Si bien este análisis debido al grueso de su detalle no permite predecir las concentraciones diarias ni el nivel de exposición personal, si nos permite establecer que es necesario realizar un diagnóstico de la calidad del aire, principalmente a través del fortalecimiento de las capacidades técnicas de monitoreo atmosférico automático tanto de contaminantes criterio y de parámetros meteorológicos, así como a través de la elaboración de un inventario de contaminantes criterio completo y con un mayor nivel de desagregación.

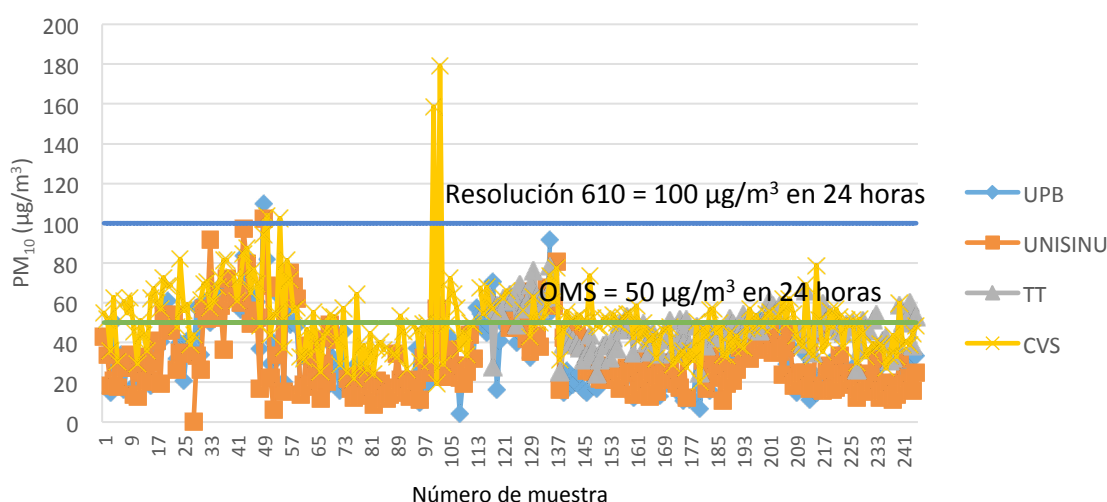


Figura 5. Figura 5 Concentraciones de PM10 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) para la ciudad de Montería de 2009-2013.

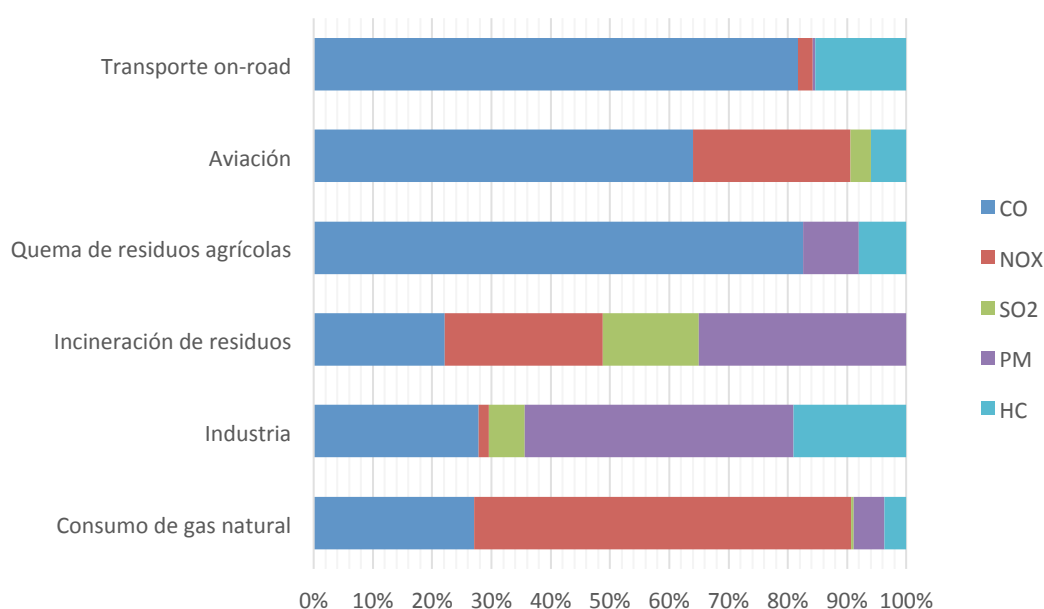


Figura 6. Contribución porcentual de CO, NOx, SO₂, PM y HC de las fuentes evaluadas para Montería, Colombia

LÍNEA BASE

Se evaluó el escenario de la línea base de las emisiones de GEI, partiendo del Inventario de Emisiones de GEI con año base 2012 tanto para la el municipio de Montería como del área de estudio (la cual comprende cabecera municipal y área circundante en Montería). Las Figuras 7 y 8 presentan las emisiones de CO₂e por sector para la línea base, para el municipio de Montería y el área de estudio, respectivamente.

La categoría de AFOLU representa las mayores emisiones generadas, seguido de las fuentes móviles (transporte on-road) en el municipio de Montería.

Para el área de estudio las fuentes móviles es la categoría con mayor generación de toneladas al año de CO₂e totales, las cuales van de 48.54% a 54.83% en 2012 y 2030

respectivamente, seguido de la categoría de residuos con un aporte del 28.73% del total de las emisiones de toneladas anuales de CO₂e en 2012 a un 28.65% en 2030.

Posterior a obtener del escenario de la línea base, se obtuvieron los escenarios tendencial y sostenible o inteligente que considera el desarrollo de la huella urbana, mediante la TC obtenida para cada parámetro estimado en el desarrollo de los escenarios la huella urbana para la ciudad de Montería y área circundante. El escenario tendencial fue determinado dentro de la línea base, ya que dentro del crecimiento de las viviendas y población fueron consideradas las características e información del estudio de huella urbana (desarrollo e infraestructura), así mismo el número de km para 2030, así como el cambio de uso de suelo para ambos escenarios (Figura 9).

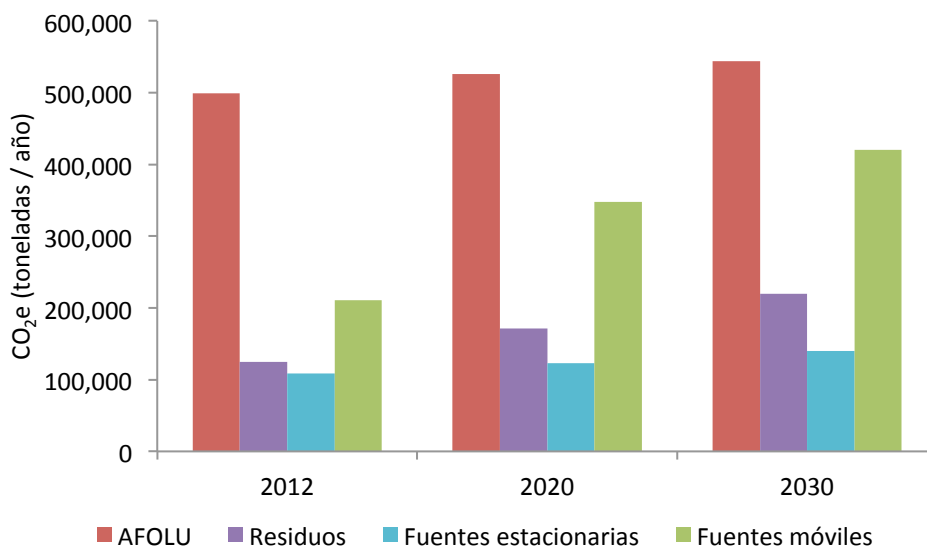


Figura 7. Línea base 2010-2030 por sector para el municipio de Montería, Colombia

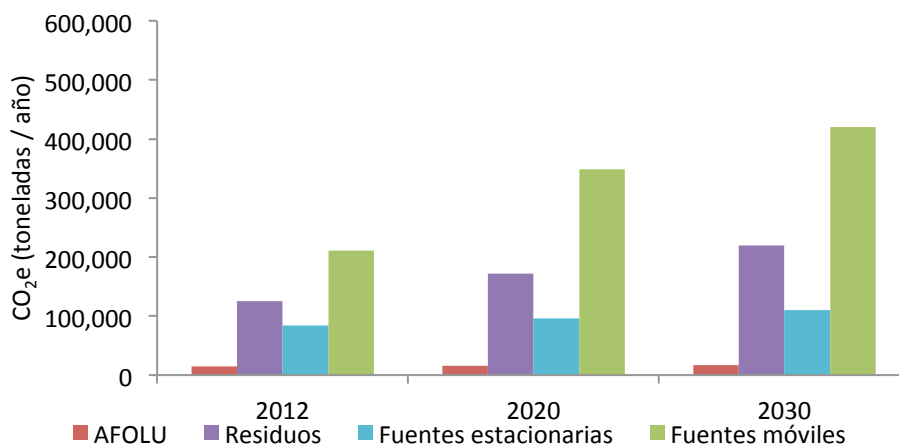


Figura 8. Línea base 2010-2030 por sector para el área de estudio

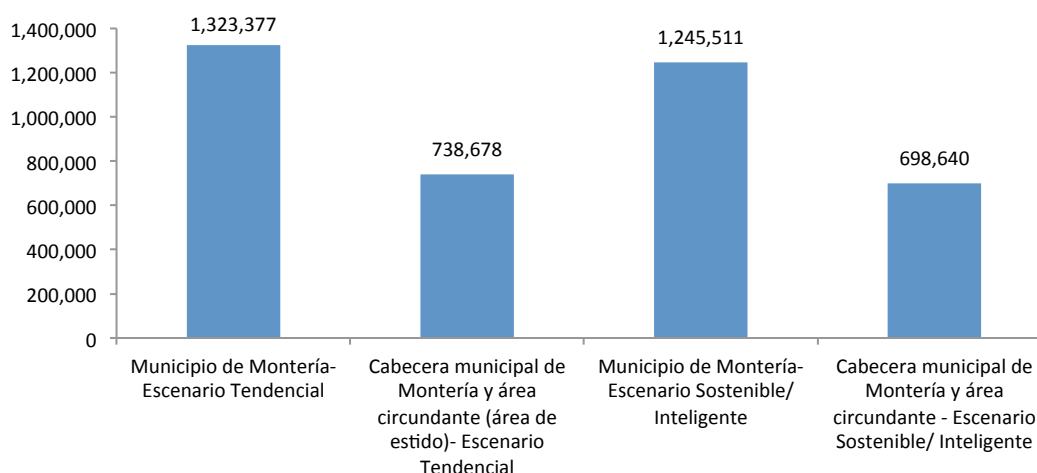


Figura 9. Emisiones de CO₂e para el escenario de la línea base, considerando los escenarios sostenible y tendencial de desarrollo de huella urbana para el municipio de Montería y área de estudio, Córdoba, Colombia 2030

ESCENARIOS DE MITIGACIÓN

Se evaluaron seis medidas de mitigación, la Tabla 1 muestra las emisiones reducidas anuales para el año 2030 de CO₂e para cada medida propuesta, tanto para el municipio de Montería como para el área de estudio.

Como podemos observar en la tabla anterior, cada medida muestra una oportunidad de reducción de emisiones y es necesario realizar un análisis de costos para cada una de ellas.

Sector afectado	ID	Medidas	2030	Medida aplicada según región de estudio	
				Municipio de Montería	Área de estudio (Cabecera municipal de Montería y área circundante)
Desechos de Disposición de residuos.	1	Reciclaje de papel y cartón en el relleno sanitario Loma Grande	18,239	X	X
Desechos de Disposición de residuos.	2	Elaboración de composta a partir de los residuos orgánicos	36,141	X	X
Fuentes Móviles. Transporte on-road	3	Cambio de vehículos de diesel (50%) a GNC (introducción del 5% a partir del 2015 de los buses, busestas y microbuses dedicados al transporte público de diesel a GNC (SETP),	9,612	X	X
Fuentes Móviles. Transporte on-road	4	Transporte no motorizado, Ciclo vías en el municipio de Montería	46,025	X	X
AFOLU – Ganadería	5	Fermentación entérica: Siembra de alfalfa en los potreros en los que pasta el ganado	54,232	X	
AFOLU – Ganadería	6	Manejo de estiércol y otros residuos. Aprovechamiento energético del manejo de estiércol vacuno.	5,995	X	

Tabla 1. Emisiones en toneladas reducidas anuales de CO₂e, 2030 para cada medida en Montería, Córdoba, Colombia.

La proyección hacia 2020 y 2030 se realizó considerando el mismo crecimiento del PIB y la población que en la línea base, así como las tasas de crecimiento consideradas para el escenario sostenible de desarrollo urbano, los resultados se muestran en la Figura 10, para cada escenario.

ANÁLISIS COSTO- EFECTIVIDAD

El análisis costo-efectividad mostró que la medida para desechos (Reciclaje de papel y cartón en el relleno sanitario Loma Grande) es la más rentable financieramente con un beneficio neto de -112.27 \$USD/ton CO₂e, seguido de la medida para transporte on-road (Cambio de vehículos de diesel (50%) a GNC de los buses, busetas y microbuses dedicados al transporte público de diesel a GNC) con -47.56 \$USD/ton CO₂e para ambas regiones (Figura 11).

Un beneficio neto negativo significa que la inversión realizada se podrá recuperar en un corto a mediano plazo, por el contrario un beneficio neto positivo significa que la inversión no se recuperará en un mediano y largo plazo (INE- UNAM 2012).

CO-BENEFICIOS

Se realizó un análisis de posibles Co-beneficios a obtener con la implementación de las medidas de mitigación aquí indicadas, se estimó una reducción de 118,223 Ton/año de CO₂e promedio para el municipio de Montería, con un Co-beneficio de 78.8 millones de USD/año; para la región de la cabecera municipal de Montería y área circundante se tiene una reducción de 135,333 Ton/año de CO₂e promedio, por lo que se espera un Co-beneficio de 90.2 millones de USD/año; en ambos casos en el rubro de salud pública.

Por otro lado se realizó una estimación de los beneficios económicos por la implementación de cinco medidas en el municipio dando un total de 13.29 millones de dólares al año.

SISTEMA MRV

Finalmente se realizó la propuesta del desarrollo de un Sistema de Medición, Reporte y Verificación (MRV), el cual garantice el cumplimiento de los objetivos de mitigación a través de actividades de seguimiento y control, para la Ciudad de Montería (área de estudio).

CONCLUSIONES

Durante el desarrollo del inventario se detectaron áreas de oportunidad, las cuales están directamente relacionadas con la calidad de la información disponible y con el nivel

de detalle, por lo que no fue posible evaluar todas las categorías establecidas dentro de la metodología. Al respecto se sugiere desarrollar y establecer mecanismos de generación, recopilación y validación de información para las futuras actualizaciones del mismo.

Montería es una ciudad intermedia que presenta problemáticas como el aumento del parque automotor, concentraciones de PM₁₀ superiores a lo recomendado por la OMS, de acuerdo a Morales N. y Nobles M. (2013) hay un aumento de casos de infección respiratoria aguda (IRA) y la falta de un trabajo intersectorial y de un plan de gestión de calidad de aire para la ciudad; por lo que es prioritario involucrar a los encargados en este rubro para el desarrollo de dicho plan.

Las medidas presentadas en este proyecto (dos de ganadería, dos de transporte on-road y dos de residuos) apoyarán los planes a futuro del municipio y el área urbana, con recomendaciones sobre la selección y secuencia de las medidas de mitigación, considerando los parámetros más importantes que influirán en la estrategia de implementación.

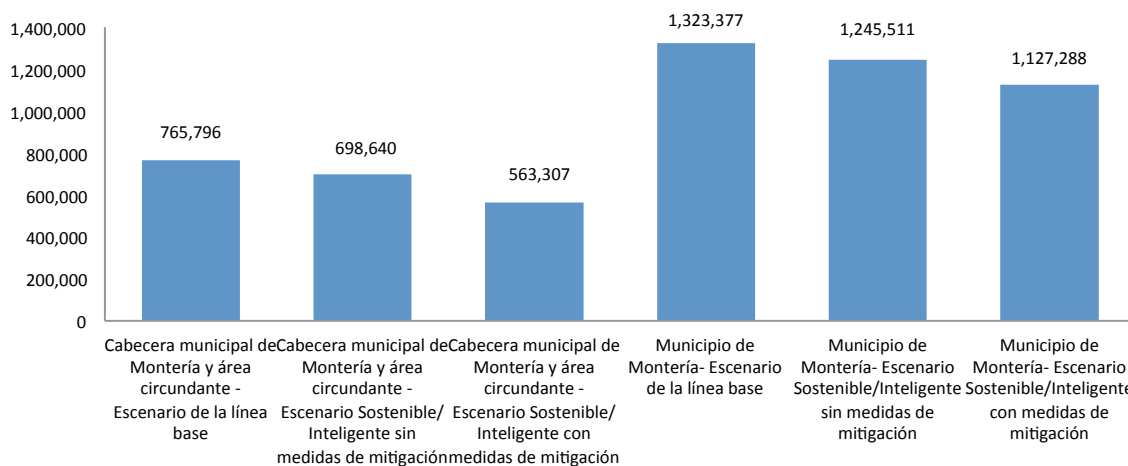


Figura 10. Emisiones de CO₂e para la Línea Base y los Escenarios de Mitigación sobre el escenario sostenible de la huella urbana con y sin medidas de mitigación para el municipio de Montería y área de estudio 2030

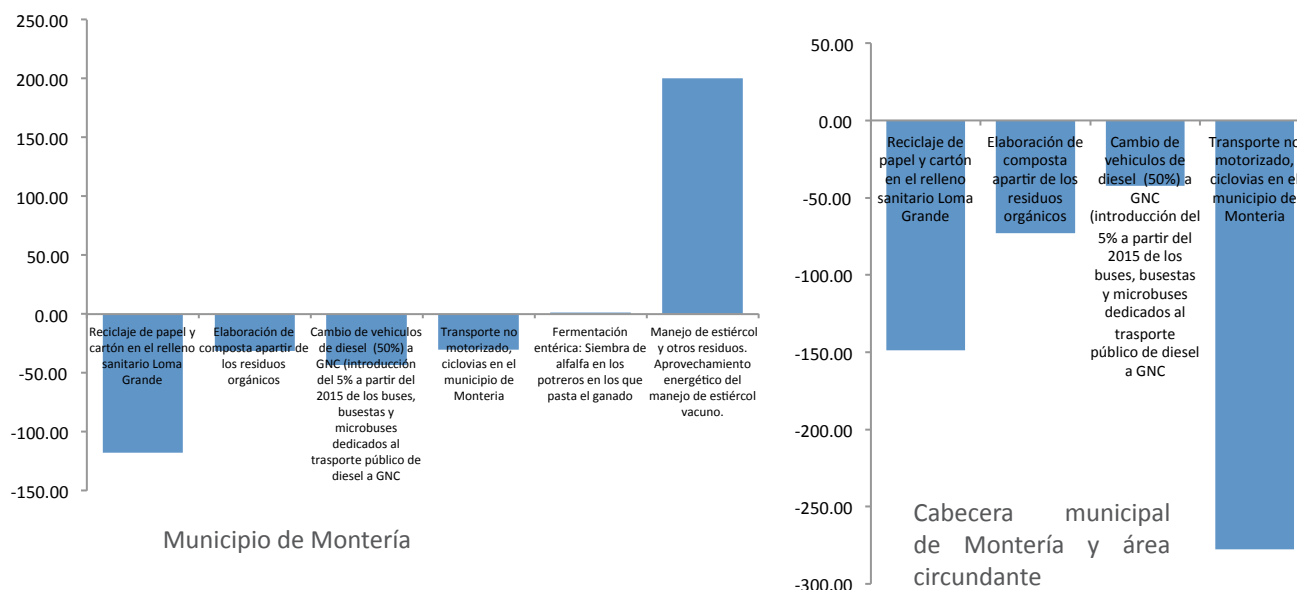


Figura 11. Beneficios netos (CCEi) por medida, para el municipio de Montería y la cabecera municipal de Montería y área circundante. \$USD/ton de CO₂e



1. Inventario de Emisiones

1.1 Introducción

El CO_2 , CH_4 , N_2O son denominados gases de efecto invernadero (GEI), debido a que absorben una parte de la energía solar reflejada por la superficie terrestre, con lo cual se acumula paulatinamente la energía radiactiva dentro de la atmósfera y por tanto se presenta un incremento en la temperatura, lo que se reconoce como efecto directo en el incremento de la temperatura global. Las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) están asociadas directamente a un importante número de procesos y actividades de la vida cotidiana, tales como el uso de combustibles fósiles, actividades industriales y vehiculares, cambios de uso de suelo, actividades agropecuarias como aplicación de fertilizantes, manejo de ganado, empleo de sustancias disolventes y refrigerantes, entre otros.

Una de las herramientas de gestión ambiental utilizadas para evaluar la contribución de estos gases en una región, así como determinar el impacto en la temperatura global de las concentraciones de GEI es mediante la elaboración de un inventario de emisiones, en el cual se identifican y cuantifican con un aceptable grado de aproximación las emisiones generadas. Este inventario de emisiones, es un instrumento útil para una adecuada gestión de medidas para disminuir las emisiones de GEI, ya que identifica las fuentes emisoras, así como los contaminantes que emiten cada una de ellas. Asimismo, permite evaluar el impacto de las acciones contenidas en los programas de las autoridades ambientales para mitigar las emisiones de estos gases.

En el presente inventario se empleó la metodología GPC Basic+ (Global Protocol for Community-Scale GHG Emissions), desarrollada por ICLEI-Gobiernos Locales por la Sostenibilidad. Esta metodología favorece la estandarización de la información así como el cálculo de las emisiones asegurando la comparabilidad y calidad de la información utilizada y de los resultados (ICLEI, Versión 0.9 – 20 March 2012).

Además de GPC con el enfoque nivel comunidad se han desarrollado otras iniciativas de estimación de emisiones, como la International Local Government GHG Emissions Analysis Protocol (IEAP), desarrollado por ICLEI en 2009; International Standard for Determining GHG Emissions for Cities, desarrollado conjuntamente por el Banco Mundial, el PNUMA y ONU-HABITAT en 2010; y la guía del Pacto de los Alcaldes de las ciudades firmantes para preparar los inventarios de emisiones de referencia; entre otras.

Para la estimación de emisiones con la metodología GPC, se hace uso principalmente de factores emisión, siendo éste la correlación matemática entre una tasa de emisión asociada con un dato de actividad por cada tipo de fuente relacionada con el área de estudio, lo que permite caracterizar las operaciones de las diversas fuentes. Los factores de emisión pueden ser generados a través de datos locales o bien, en ausencia de información tomar por defecto los factores de las Directrices del Panel Intergubernamental sobre el Cambio Climático (IPCC, 2006).

En el presente estudio se estimaron las emisiones anuales de Gases de Efecto Invernadero (GEI) de fuentes estacionarias, fuentes móviles, residuos, actividad industrial y uso de productos, agricultura, silvicultura y cambio de uso de suelo de la Ciudad de Montería, departamento de Córdoba, Colombia.

1.2 Objetivos

El objetivo del estudio consistió en estimar las emisiones generadas de GEI por actividades antropogénicas para el municipio de Montería, departamento de Córdoba, Colombia, para el año base 2012.

1.2.1 OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

- Identificar las fuentes de emisión de GEI dentro del municipio de Montería y del área de estudio ⁴.
- Contabilizar las emisiones directas e indirectas de gases de efecto invernadero que se generan dentro del municipio y el área de estudio basado en la metodología GPC Basic+.
- Elaborar un manual de cálculo de emisiones basado en la metodología GPC Basic+.
- Comparación de las emisiones de los inventarios de GEI año base 2012 y 2009, del municipio de Montería.

1.3 Alcances

Con base en el cumplimiento de los objetivos específicos se generará información fundamental para la gestión de la calidad del aire a nivel regional y local; se contribuirá al desarrollo de las capacidades técnicas para la elaboración de los inventarios de emisiones. Asimismo, proporcionará información sobre las emisiones de GEI (CO_2 , CH_4 , N_2O , HFC, PFC y SF6) utilizando la metodología GPC Basic+, misma que se basa en criterios de reproducibilidad, rastreabilidad y transparencia, para la determinación de las emisiones se empleó principalmente los datos de actividad generados por diversas instancias y actores locales.

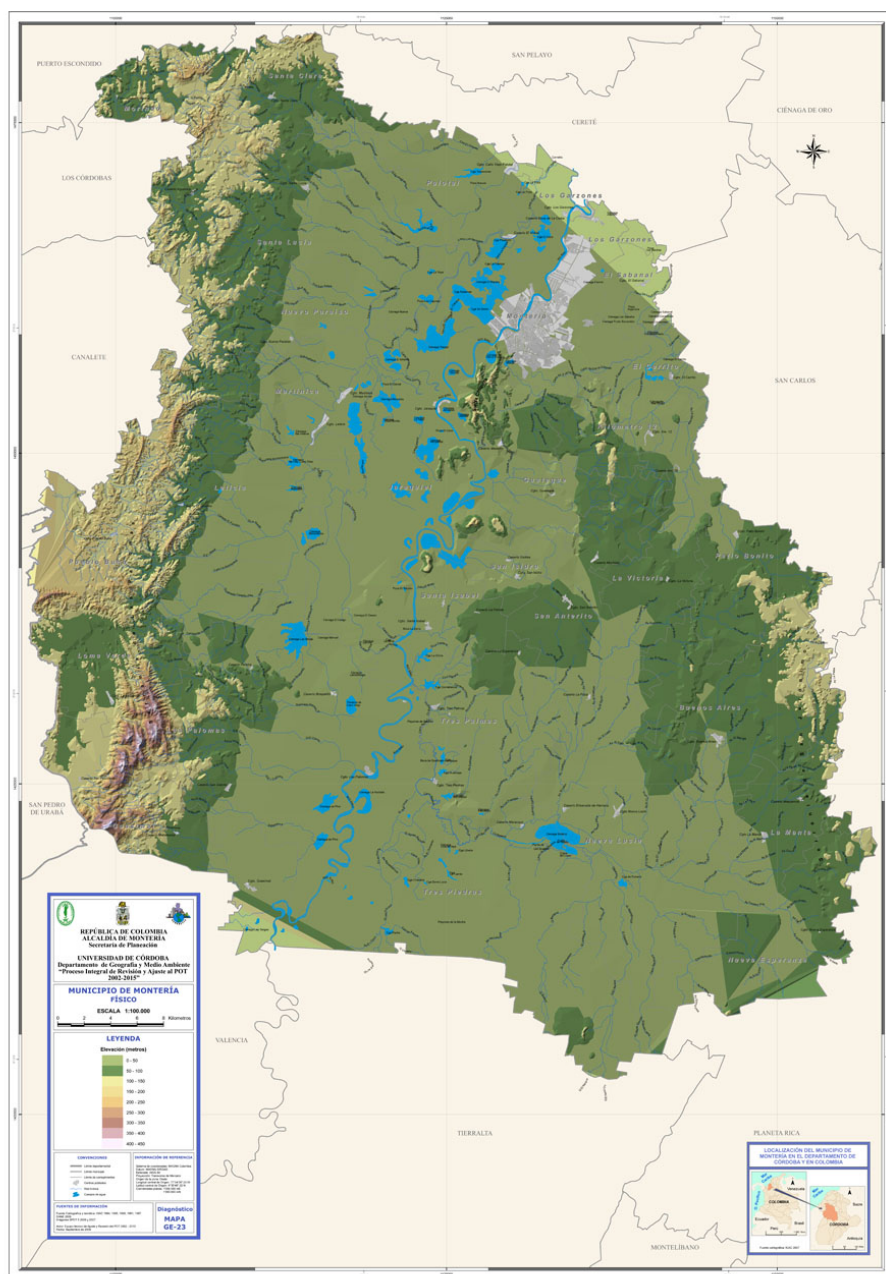
⁴ Municipio de Montería abarca toda el área geográfica del municipio y las fuentes de emisión presentes en él. Mientras que el área de estudio se refiere al límite urbano de la ciudad de Montería, el aeropuerto y el paisaje circundante.

1.4 Descripción del Proyecto

El Inventario de emisiones del municipio de Montería, departamento de Córdoba, Colombia, se desarrolló como una herramienta para el diseño de estrategias que permitirán controlar las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI). En el presente informe se observa la estimación de las emisiones de GEI para el año base 2012. Asimismo, para ponderar el potencial de calentamiento de los GEI las emisiones estimadas se presentan en unidades de CO₂e.

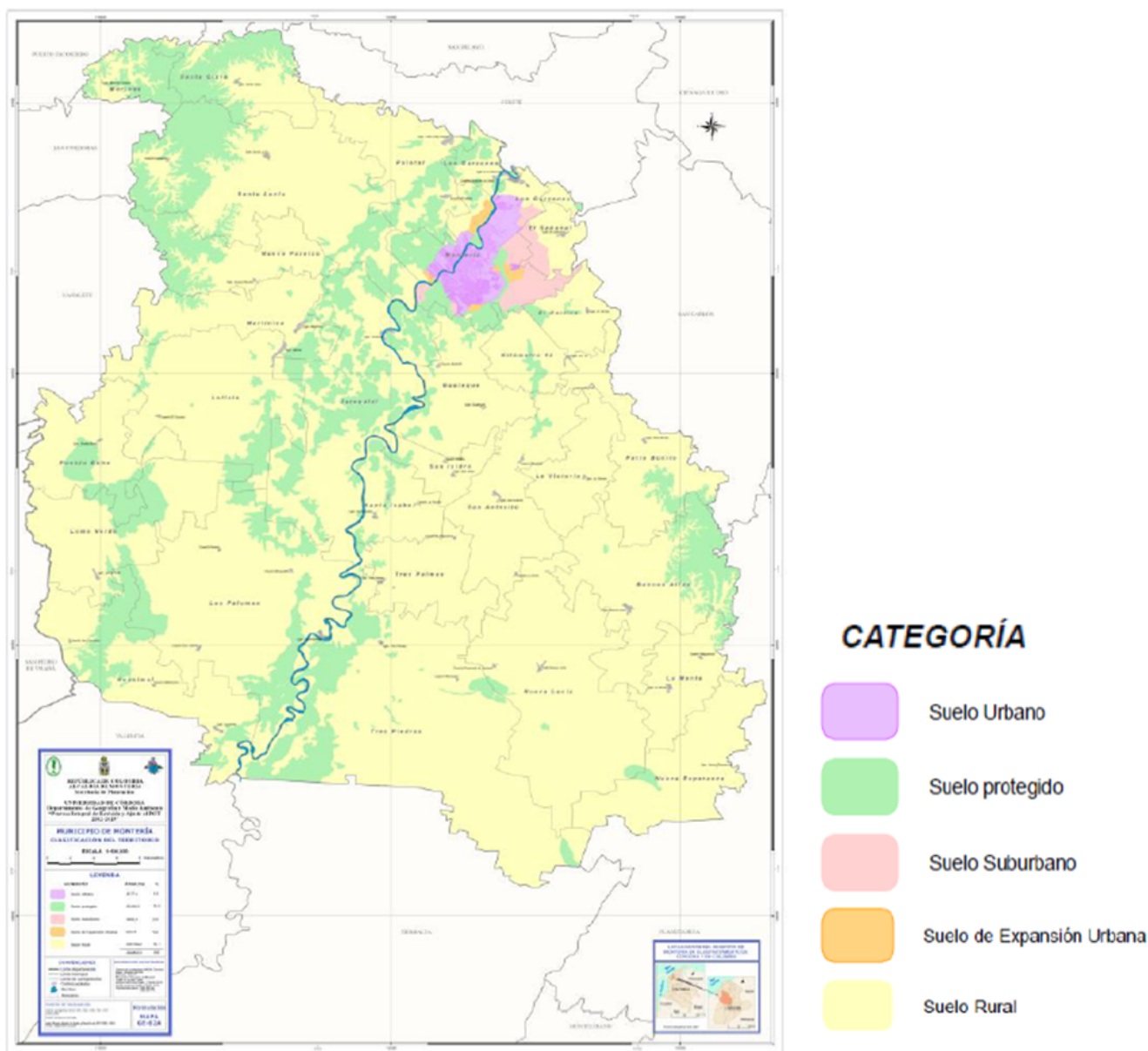
1.5 Área de Estudio

La extensión del municipio de Montería abarca una superficie de 320.459,7 ha, se localiza 08°45'27" latitud norte y 75°53'24" longitud oeste, tiene una altitud de 18 msnm. La topografía del municipio de Montería no presenta considerables elevaciones, excepto por la parte occidental que está surcada por la serranía de Las Palomas. Limita al norte con el municipio de Cereté, Puerto Escondido y San Pelayo; al este con San Carlos y Planeta Rica; al sur con Tierralta y Valencia; al oeste con el



Fuente: <http://www.monteria-cordoba.gov.co/Contenido/Alcaldia/mapas.php>

Figura 12. Mapa del municipio de Montería



Fuente: <http://www.monteria-cordoba.gov.co/Contenido/Alcaldia/mapas.php>

Figura 13. Mapa del uso de suelo del municipio de Montería

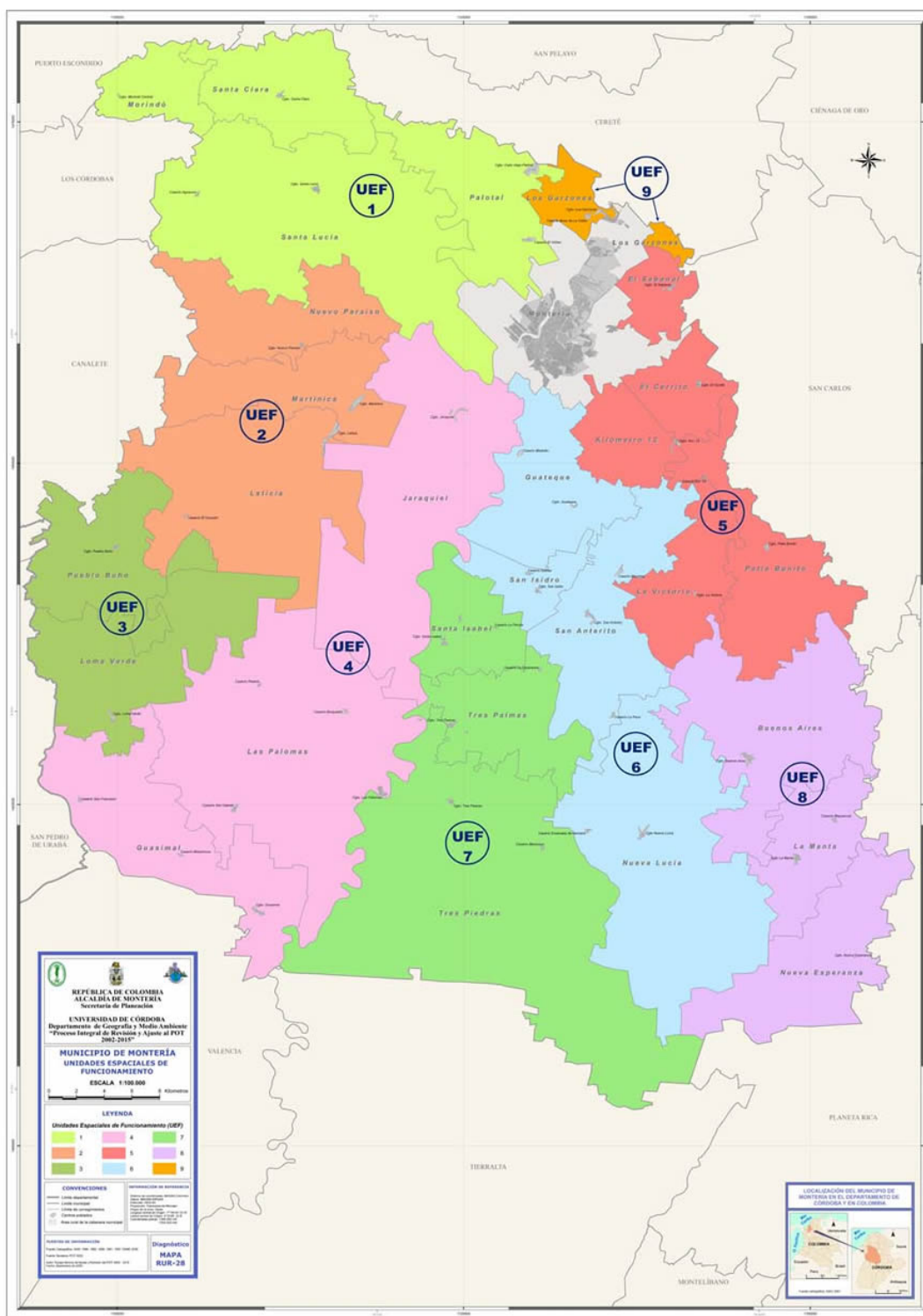
departamento de Antioquia y los municipios de Canalete y San Carlos, Figura 12.

La población total del municipio de Montería para el año 2012 es de 422,175 habitantes, de los cuales la población rural es de 101,322 habitantes, lo que equivale a un 24% del total de población del Municipio. En lo referente a la población urbana la conforman 320,853 habitantes, lo que representa un 79% del total de la población del municipio (DANE, 2010), en la Figura 13 se observa el uso

de suelo del municipio de Montería donde se aprecia que la mayoría del territorio es suelo rural.

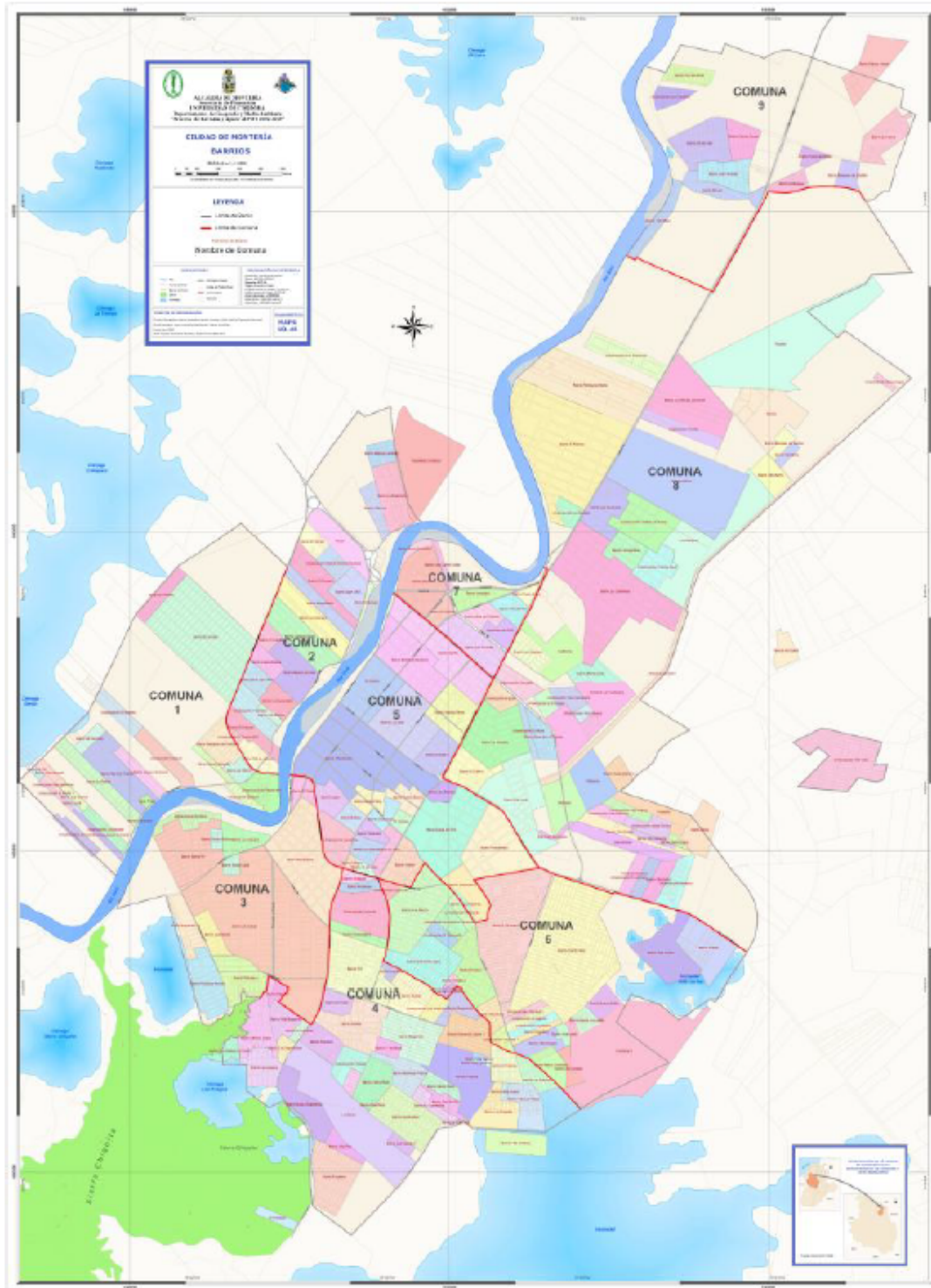
El Municipio de Montería se organiza político administrativamente en el área rural en 29 Corregimientos, 168 Veredas y 9 Unidades Espaciales de Funcionamiento (UEF) (Figura 14).

El área urbana se compone de 207 barrios, de los cuales 5 se encuentran fuera del perímetro urbano, ocupando áreas



Fuente: <http://www.monteria-cordoba.gov.co/Contenido/Alcaldia/mapas.php>

Figura 14. Mapa de la organización política y administrativa del municipio de Montería



Fuente: <http://www.monteria-cordoba.gov.co/Contenido/Alcaldia/mapas.php>
Figura 15. Mapa del área urbana del municipio de Montería

de gran significancia ambiental que deben ser conservadas y protegidas por estas condiciones y no urbanizadas, como sucede con El Privilegio, Villa Jiménez, La Vid, El Níspero II Etapa y Vereda Horizonte, estos barrios se agrupan en 9 comunas y en 5 piezas urbanas (Figura 15).

Mes	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Temperatura máxima registrada (°C)	37	42	42	40	37	37	42	35	35	37	37	37
Temperatura diaria máxima (°C)	31	31	32	32	31	31	31	31	30	30	30	30
Temperatura diaria mínima (°C)	26	26	26	26	26	26	27	26	25	25	26	26
Temperatura mínima registrada (°C)	18	18	19	21	17	16	17	20	21	21	17	16
Precipitación total (mm)	4	17	28	96	175	152	166	170	183	164	94	36

Fuente: <http://www.weatherbase.com>

Tabla 2. Condiciones climáticas en la ciudad de Montería, Colombia

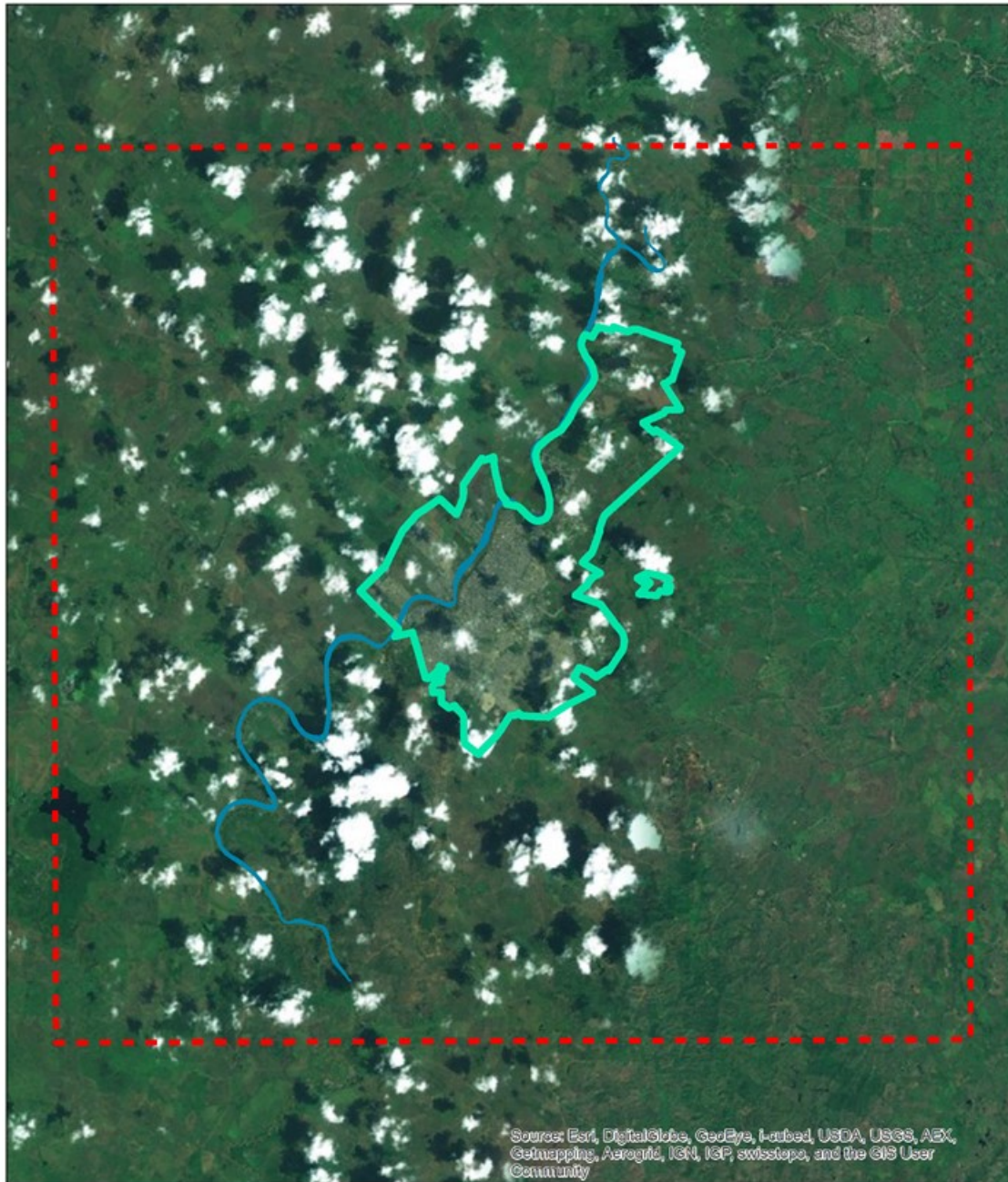
El clima de la ciudad de Montería es cálido tropical con una estación de sequía y una de lluvias a lo largo del año. La temperatura promedio anual de la ciudad es de 28 °C con picos superiores a 40 °C en temporada canicular. La humedad relativa promedio es de 78%; ver Tabla 2.

1.6 Temporalidad

Debido al nivel de detalle de la información disponible, el presente inventario tiene una resolución anual para el año base 2012 y cubre el total del territorio del municipio de Montería, que se divide en área urbana compuesta por 207 barrios, de los cuales 5 se encuentran fuera del perímetro urbano y área rural con 29 Corregimientos, 168 Veredas y 9 UEF (Unidad de Espacio Funcional); para las categorías de fuentes estacionarias, móviles y agropecuarias, en tanto que para las categorías de residuos y cambio de uso de suelo se utilizó el área de estudio definida por GeoAdaptive, Findeter y la Alcaldía. Los resultados finales están expresados para el área de estudio por fuente de emisión.

De acuerdo a los objetivos del proyecto global de Desarrollo Urbano y Vulnerabilidad Ambiental para el Municipio de Montería, Córdoba, el área de estudio se definió considerando el límite urbano de la ciudad (designado por la Alcaldía de Montería), el aeropuerto y el paisaje circundante, mismo que se presenta en la Figura 16; y contempla las comunas de la 1 a la 9, con sus 207 barrios.

Montería | Área de Estudio - Análisis por Sensores Remotos



- ▬▬▬ Área de Estudio
- ▬▬▬ Perímetro urbano
- ▬▬▬ Río Sinú

0 2 4 km



Fuentes: GeoAdaptive LLC
Alcaldía de Montería

Figura 16. Mapa del área de estudio, Montería, Colombia

1.7 Categorías del inventario de emisiones y gases a evaluar

Dentro del inventario de emisiones de GEI de acuerdo a la metodología GPC Basic+ las fuentes de emisión se clasifican en 5 categorías: Fuentes estacionarias, Fuentes móviles, Residuos, Procesos industriales y uso de productos, y AFOLU.

Los gases estimados dentro del presente inventario son los siguientes:

- Dióxido de carbono (CO₂)
- Metano (CH₄)
- Óxido nitroso (N₂O)
- Hidrofluorocarbonos (HFC)
- Perfluorocarbonos (PFC)
- Hexafluoruro de azufre (SF₆)

En la Tabla 3 se muestra la matriz de identificación de las fuentes evaluadas por categoría para el municipio de Montería, así como los gases estimados; donde:

IE - Las emisiones de esta actividad se calculan y se incluyen en el inventario.

NE - No estimado, las emisiones se producen pero no se han estimado o reportado.

NA - No es aplicable: La actividad existe, pero las emisiones correspondientes nunca se producen.

NO - No se producen: Una actividad o proceso no existe dentro de la comunidad.

Aun cuando se consideran en este inventario los gases hidrofluorocarbonos (HFC), perfluorocarbonos (PFC) y hexafluoruro de azufre (SF₆); estos no se calcularon ya que solo se generan en la categoría de procesos industriales y uso de productos (IPPU) y no se contó con información para el cálculo (Ver sección 8. Subcategorías no evaluadas). Es importante mencionar que en la sección 9. Fuentes de información se presentan las entidades clave a las cuales hay que dirigirse para la recopilación de la información. Asimismo el cálculo de cada una de las categorías analizadas se presenta en las bases de datos del inventario en Excel anexo a este proyecto.

Categoría	Descripción	IE	NE	NO	NA	Gases
FUENTES ESTACIONARIAS						
Edificios Habitacionales- Combustión habitacional						
Emisiones directas	Consumo de combustible dentro de los límites geopolíticos del municipio	x				CO ₂ , CH ₄ , N ₂ O
Emisiones indirectas	Consumo de energía dentro de los límites geopolíticos del municipio	x				CO ₂ , CH ₄ , N ₂ O
Edificios comerciales/ institucionales - Combustión comercial/institucional						
Emisiones directas	Consumo de combustible dentro de los límites geopolíticos del municipio	x				CO ₂ , CH ₄ , N ₂ O
Emisiones indirectas	Consumo de energía dentro de los límites geopolíticos del municipio	x				CO ₂ , CH ₄ , N ₂ O
Generación de energía						
Emisiones directas	Consumo de combustible dentro de los límites geopolíticos del municipio			x		CO ₂ , CH ₄ , N ₂ O
Emisiones indirectas	Consumo de energía dentro de los límites geopolíticos del municipio			x		CO ₂ , CH ₄ , N ₂ O
Uso industrial de la energía						
Emisiones directas	Consumo de combustible dentro de los límites geopolíticos del municipio	x				CO ₂ , CH ₄ , N ₂ O
Emisiones indirectas	Consumo de energía dentro de los límites geopolíticos del municipio	x				CO ₂ , CH ₄ , N ₂ O
Emisiones fugitivas						
Emisiones directas	Emisiones fugitivas directas			x		CO ₂ , CH ₄

Categoría	Descripción	IE	NE	NO	NA	Gases
FUENTES MÓVILES						
Transporte On-Road						
Emisiones directas	Consumo de combustible dentro de los límites geopolíticos del municipio	x				CO ₂ , CH ₄ , N ₂ O
Emisiones indirectas	Consumo de energía dentro de los límites geopolíticos del municipio	x				CO ₂ , CH ₄ , N ₂ O
Emisiones indirectas transfronterizas- entre ciudades/países desde y hacia el municipio	Emisiones indirectas transfronterizas- entre ciudades/países desde y hacia el municipio			x		CO ₂ , CH ₄ , N ₂ O
Transporte ferroviario						
Emisiones directas	Consumo de combustible dentro de los límites geopolíticos del municipio			x		CO ₂ , CH ₄ , N ₂ O
Emisiones indirectas	Consumo de energía dentro de los límites geopolíticos del municipio			x		CO ₂ , CH ₄ , N ₂ O
Emisiones indirectas transfronterizas- entre ciudades/países desde y hacia el municipio				x		CO ₂ , CH ₄ , N ₂ O
Embarcaciones						
Emisiones directas	Consumo de combustible dentro de los límites geopolíticos del municipio		x			CO ₂ , CH ₄ , N ₂ O
Emisiones indirectas	Consumo de energía dentro de los límites geopolíticos del municipio		x			CO ₂ , CH ₄ , N ₂ O
Emisiones indirectas transfronterizas- entre ciudades/países desde y hacia el municipio			x			CO ₂ , CH ₄ , N ₂ O
Aviación						
Emisiones directas	Consumo de combustible dentro de los límites geopolíticos del municipio			x		CO ₂ , CH ₄ , N ₂ O
Emisiones indirectas	Consumo de energía dentro de los límites geopolíticos del municipio			x		CO ₂ , CH ₄ , N ₂ O
Emisiones indirectas transfronterizas- entre ciudades/países desde y hacia el municipio		x				CO ₂ , CH ₄ , N ₂ O
Off-Road - No carreteras						
Emisiones directas	Consumo de combustible dentro de los límites geopolíticos del municipio		x			CO ₂ , CH ₄ , N ₂ O
RESIDUOS						
Disposición de residuos sólidos						
Opción 1. Método de degradación de primer orden. Emisiones directas las del año base y emisiones indirectas las de años previos. Emisiones provenientes de rellenos sanitarios dentro de los límites geopolíticos de la ciudad. Se debe excluir la cantidad de residuos provenientes de otras regiones fuera del área de estudio	Residuos generados y tratados dentro de los límites geopolíticos del municipio	x				CH ₄
Opción 2. Enfoque de ciclo de vida. Emisiones Directas para el año base y emisiones indirectas (años futuros). Las emisiones provenientes del relleno sanitario dentro del área de estudio. Se deben incluir las asociadas a residuos provenientes de otras regiones fuera del área de estudio	Residuos generados y tratados dentro de los límites geopolíticos del municipio			x		CH ₄
Emisiones Indirectas. Cuando se depositan los residuos en rellenos sanitarios fuera del área de estudio	Fracción de residuos tratada	x				CH ₄
Tratamiento biológico de residuos						
Emisiones Directas del tratamiento biológico a residuos en instalaciones dentro de los límites geopolíticos de la ciudad, quitando las asociadas a residuos provenientes de fuera del área de estudio	Residuos generados y tratados dentro de los límites geopolíticos del municipio			x		CH ₄ , N ₂ O

Categoría		Descripción	IE	NE	NO	NA	Gases
Emisiones indirectas por el tratamiento biológico de residuos de la ciudad que se llevan a cabo en instalaciones fuera del área de estudio		Fracción de residuos tratada			x		CH ₄ , N ₂ O
Incineración y quemas a cielo abierto							
Emisiones directas por incineración y quemas a cielo abierto en instalaciones o sitios localizados dentro de los límites geopolíticos de la ciudad		Residuos generados y tratados dentro de los límites geopolíticos del municipio	x				CO ₂ , CH ₄ , N ₂ O
Emisiones Indirectas de incineración y quemas a cielo abierto de residuos generados por la ciudad en instalaciones o sitios localizados fuera del área de estudio		Fracción de residuos tratada	x				CO ₂ , CH ₄ , N ₂ O
Tratamiento de aguas residuales y descargas							
Emisiones directas por el tratamiento de agua y las descargas dentro de los límites de la ciudad, quitar las emisiones de agua tratada proveniente de otras áreas		Residuos generados y tratados dentro de los límites geopolíticos del municipio	x				CH ₄ , N ₂ O
PROCESOS INDUSTRIALES							
Producción de Minerales							
Producción de cemento	Emisiones directas únicamente	Producción total, tipo de tecnología utilizada, consumo de combustibles fósiles y uso de derivados de petróleo sin fines energéticos			x		CO ₂
Producción de cal					x		CO ₂
Producción de vidrio					x		CO ₂
Otros usos de carbonatos en los procesos					x		CO ₂
Industria Química							
Producción de amoniaco	Emisiones directas únicamente	Producción total, tipo de tecnología utilizada, consumo de combustibles fósiles y uso de derivados de petróleo sin fines energéticos			x		CO ₂
Producción de ácido nítrico					x		N ₂ O
Producción de ácido atípico					x		N ₂ O
Producción de caprolactama, glioxal y ácido glioxílico					x		N ₂ O
Producción de carburo					x		CO ₂ , CH ₄
Producción de dióxido de titanio					x		CO ₂
Producción de ceniza de sosa					x		CO ₂
Producción petroquímica y de negro de humo					x		CO ₂ , CH ₄
Producción fluoroquímica					x		HFC, PFC, SF ₆
Otros					x		CO ₂
Producción de Metales							
Producción de hierro y acero	Emisiones directas únicamente	Producción total, tipo de tecnología utilizada, consumo de combustibles fósiles y uso de derivados de petróleo sin fines energéticos			x		CO ₂ , CH ₄
Producción de ferroaleaciones					x		CO ₂ , CH ₄
Producción de aluminio					x		PFC, CO ₂
Producción de magnesio					x		CO ₂ , SF ₆ , PFC, HFC
Producción de plomo y zinc					x		CO ₂
Industria electrónica							
Circuitos integrados o semiconductores, pantallas plana, células fotovoltaicas, otros	Emisiones directas únicamente	Producción total			x		SF ₆ , PFC, HCF
USO DE PRODUCTOS							
Uso de combustibles fósiles sin fines energéticos							
Lubricantes	Emisiones directas únicamente	Usos ulteriores o eliminación de los productos después del primer uso		x			CO ₂
Parafinas				x			CO ₂
Asfaltos o productos Bituminosos				x			CO ₂

Categoría		Descripción	IE	NE	NO	NA	Gases
Solventes				x			HFC, PFC
Propelentes para aerosoles				x			HFC, PFC
Uso de productos sustitutos de las sustancias que agotan la capa de ozono							
Refrigeración y aire acondicionado	Emisiones directas únicamente	Aplicaciones de estos productos HFC y los PFC como componentes de mezclas. Otras aplicaciones incluyen los equipos de esterilización, las aplicaciones en la expansión del tabaco, el decapado por plasma de las pastillas electrónicas.		x			HFC, PFC
Agentes espumantes				x			HFC
Protección contra incendios				x			HFC, PFC
Aerosoles				x			HFC, PFC
Solventes				x			HFC, PFC
Manufactura y utilización de otros productos							
Equipos eléctricos	Emisiones directas únicamente	Utilización de sustancias como SF6, PFC, N2O, en los diferentes productos.			x		SF6, PFC, HCF
SF6 y PFC de otros usos					x		SF6, PFC
N2O de usos de productos					x		N2O
Otros							
Industria de la pulpa y el papel	Emisiones directas únicamente	Producción anual, tratamientos biológicos en el proceso de producción, entre otros			x		CO2
Industria de la alimentación y las bebidas					x		CO2
Otros					x		CO2
AGRICULTURA, GANADERIA, SILVICULTURA Y CAMBIO DE USO DE SUELO							
Agricultura							
Emisiones directas		Esta sección incluye las emisiones por 1. Descomposición anaeróbica en zonas inundadas para cultivo de arroz 2. Aplicación de fertilizantes nitrogenados 3. Uso de combustibles fósiles o biogénicos en la maquinaria agrícola 4. Quemados prescritos o brechas corta fuegos 4. Quema de residuos orgánicos agrícolas 5. Aplicación de estiércol como fertilizante en áreas de cultivo	x				CO2, CH4, N2O
Ganadería							
Emisiones directas		1. Fermentación entérica en los rumiantes 2. Manejo del estiércol producido por todo tipo de ganado	x				CO2, CH4
Silvicultura							
Emisiones directas		1. Aprovechamiento de la madera en áreas naturales 2. Aprovechamiento de la madera en plantaciones forestales		x			CO2
Cambios de uso de suelo							
Emisiones directas		1. Cambios de uso de suelo natural hacia agrícola 2. Cambios de uso de suelo de agrícola a urbano 3. Cambio de uso de suelo de urbano a otro tipo 4. Recuperación de áreas agrícolas y naturales	x				CO2

Tabla 3. Matriz de identificación de las fuentes estimadas en el presente inventario para el Municipio de Montería

1.8 Subcategorías no evaluadas

De acuerdo a la matriz anterior, algunas de las subcategorías no fueron cuantificadas debido a que a partir del trabajo de campo realizado se determinó que algunas subcategorías no estaban presentes en el sitio (NO). Asimismo, para algunas categorías no fue posible determinar su emisión (NE) y para otras no se tiene registro de su actividad, aunque hayan estado presente en el sitio de estudio (NA) de acuerdo con la siguiente relación:

- Fuentes estacionarias:** En el sitio de estudio no se realizan actividades de generación de energía eléctrica mediante consumo de combustibles fósiles, así como de emisiones fugitivas, por lo que no se estimaron sus emisiones (NO).
- Fuentes móviles:** Debido a que se utilizó la totalidad del municipio como área de estudio las emisiones

indirectas transfronterizas para vehículos de transporte carretero se considera que no se generan, así como las del transporte ferroviario debido a que no existe la fuente dentro del sitio de estudio por lo que se clasifican como (NO).

Respecto a las emisiones generadas por embarcaciones, se considera que sí se generan emisiones, aunque no se logró recabar los datos de actividad que permitieran estimarlas, aunado a que está subcategoría no está regulada por lo que se clasifican como (NE); para el futuro cálculo de emisiones de las embarcaciones se requiere generar información de dicha actividad, cuantificando las moto-canoas que operan en el Río Sinú y sus características, consumo de combustible anual, y número estimado de viajes que realizan, a fin de poder estimar sus emisiones.

La estimación de las emisiones de fuentes no carreteras presenta grandes dificultades debido a las limitaciones de información que generalmente existen, principalmente porque no suele existir regulación respecto a la tenencia y uso de este tipo de equipamiento (NE). De acuerdo a la metodología GPC el método preferente requiere como dato de actividad el volumen de combustibles consumidos dentro del área de estudio y para la selección de los factores de emisión se requiere el tipo y antigüedad del equipo; el método mismo sugiere conducir una encuesta dentro del área de estudio para obtener la información. Los métodos alternativos de cálculo son el modelo Non-road de la US EPA y el hacer una extrapolación de datos con el inventario nacional, este último método no es aplicable en el caso de Montería pues a nivel nación no existe un inventario al respecto en Colombia. Por otro lado la información mínima necesaria para aplicar el modelo non-road es la siguiente:

Para la caracterización de la flota vehicular no carretera (tractores, trilladoras cosechadoras, motobombas, etc.) y su actividad:

- Número de unidades, clasificadas por tipo y antigüedad
- Número promedio de horas que está en operación anualmente
- Velocidad de circulación para el caso de tractores o maquinaria de construcción
- Kilómetros recorridos anualmente para el caso de tractores o maquinaria de construcción que se desplazan
- Volumen de consumo de combustible
- Programas de mantenimiento

Para otro tipo de equipamiento la información mínima necesaria es:

- Número de unidades, clasificadas por tipo, uso y antigüedad
- Número promedio de horas que está en operación anualmente
- Volumen de consumo de combustible

Dentro del Municipio de Montería es muy probable que la maquinaria agrícola y de construcción sean las más importantes dentro de esta categoría, para ello se sugiere se conduzca una encuesta en una muestra representativa de las unidades de producción agrícola y en donde además se pueda identificar un parámetro de extrapolación usable en actualizaciones subsecuentes del inventario, tales como:

- Superficie sembrada o cosechada por tipo de cultivo
- Relación número de equipos/ unidad de producción
- Relación número de equipo/ habitantes

3. **Residuos:** No se lleva a cabo ningún tratamiento biológico de residuos urbanos, lo que se verificó a partir del trabajo de campo realizado (NO).
4. **Procesos industriales:** De acuerdo a la metodología empleada los procesos industriales de Producción de Minerales, Industria Química, Producción de Metales e Industria electrónica generan emisiones de GEI, por lo que en la visita de campo se verificó la actividad de este rubro y se constató que no se realizan en el área de estudio (NO).
5. **Uso de productos:** Se registró el uso de combustibles fósiles sin fines energéticos, así como de productos sustitutos de las sustancias que agotan la capa de ozono en la zona de estudio. Aunque dichas actividades generan emisiones de GEI (CO₂, SF₆, PFC, HFC) no se pudo determinar su dato de consumo, debido a que no se dispone de algún tipo de información estadística al respecto, por lo que las emisiones no fueron estimadas (NE), para futuras actualizaciones del inventario se requiere generar información de este rubro cantidad consumido pudiendo ser por ventas en el municipio, dicha información se puede recabar a través de una encuesta. Asimismo, se determinó que el proceso de manufactura y utilización de otros productos, es una actividad que no se realiza (NO).
6. **AFOLU:** En lo que respecta a silvicultura no fue posible contar con información que permitiera registrar dicha actividad, y en el inventario nacional se cuenta con muy poca información sobre la región de en ese tema, considerando únicamente como fuente importante la ganadería, por lo que se clasificó como (NE).

Para el caso de silvicultura, específicamente lo que se refiere al aprovechamiento de productos maderables en las áreas forestales del municipio:

- Clasificación de las áreas forestales aprovechables por tipo de madera, edad de los bosques y tasa de crecimiento anual por tipo de madera
- Tipos de productos para los cuales se hace el aprovechamiento (madera, pulpa, papel, madera para carbón, otros)
- Volúmenes de aprovechamiento por tipo de madera y por producto de aprovechamiento

Para la adquisición de la información se requiere la aplicación de una encuesta en las industrias o establecimientos que se utilicen productos maderables, pulpa de madera, carbón vegetal, etc.; dentro de la información recabada es importante establecer cuanta de la materia prima que utilizan es de origen local y cuanta es traída de otras regiones, así mismo se sugiere identificar algún parámetro de extrapolación como podría ser volúmenes de ventas, número de empleados, entre otros.

Con respecto a los fertilizantes nitrogenados, tampoco se contó con información para el desarrollo de este inventario año base 2012 (NE), IPCC considera la aplicación de Urea y de otros fertilizantes tanto químicos como orgánicos, requiriendo además de la cantidad por hectárea aplicada, la temporalidad de la aplicación, es decir cuántas veces se aplica y las condiciones climáticas, así como el manejo que se hace del suelo a lo largo del año (siembra de riego o temporal, siembra mecanizada o labranza tradicional, pastoreo con/ sin manejo de estiércol, rotación de cultivos, aplicación de mejoradores del suelo, inundación de suelo) esta información además de ser necesaria para la selección del factor de emisión adecuado se utiliza para la identificación de los parámetros de cálculo tales como tasas de volatilidad, rangos de fijación de nitrógeno.

Además de las cantidades aplicadas por tipo de producto y cultivo que pueden obtenerse de encuestas, es necesario en conjunto con centros de investigación, nacionales o locales, conducir estudios rápidos que permitan conocer la información sobre las prácticas agrícolas y ganaderas en el municipio de Montería, así como identificar parámetros que en sucesivas actualizaciones puedan utilizarse para extrapolar los valores requeridos para el cálculo.

1.9 Fuentes de información

Para la recopilación de la información necesaria en la elaboración del presente inventario por subcategoría se realizaron solicitudes a dependencias tanto del municipio y el departamento, como nacionales. Asimismo, se realizaron consultas a sus páginas electrónicas, consultas vía telefónica y mediante correo electrónico con el apoyo de personal de Findeter. En la Tabla 4 se muestra una relación de la información recopilada, así como la fuente o institución de la cual se obtuvo la información por categoría.

CATEGORÍA	TIPO DE INFORMACIÓN	NIVEL DE DETALLE	FUENTE DE INFORMACIÓN
Fuentes estacionarias	Ventas anuales de energía eléctrica para uso residencial, uso agrícola, ganadero o forestal, uso comercial, uso en servicios públicos, uso industrial	Únicamente dentro del municipio o área de estudio	Sistema Único de Información de Servicios Públicos
	Cantidad de energía eléctrica que se pierde por distribución (En la red de suministro y por robo de energía o consumidores que no la pagan)	Únicamente dentro del municipio o área de estudio	Sistema Único de Información de Servicios Públicos
	Datos de ventas de combustible distribuido por sector Industrial, servicios, habitacional, público, etc.; y por tipo de combustible.	Únicamente dentro del municipio o área de estudio	Sistema Único de Información de Servicios Públicos
Fuentes Móviles	<u>Móviles carreteras:</u> <ul style="list-style-type: none"> - Número de vehículos que circulan en la ciudad por tipo y combustible que utilizan - Número de viajes que se realizan dentro de la ciudad por tipo de modalidad de transporte - Número de pasajeros por modalidad de transporte - Proporción de viajes por modalidad de transporte que se realizan desde o hacia la ciudad - VKT por tipo de vehículo que circula en carretera o vialidad urbana - Datos de actividad vehicular - Red vial y carretera en formato para SIG 	Todos los vehículos que circulan en el municipio o área de estudio	Secretaría de tránsito y transporte Alcaldía de Montería Institución Montería Ciudad Amable S.A.S. DANE
	<u>Móviles no-carreteras:</u> <ul style="list-style-type: none"> - Número de embarcaciones clasificadas por tipo, capacidad, combustible que utilizan y uso - Número de aeronaves clasificadas por tipo, capacidad, combustible que utilizan y uso - Número de maquinaria de construcción, agrícola, portuaria, recreativos, doméstica, clasificadas por tipo, capacidad, combustible que utilizan y uso 	Únicamente dentro del municipio o área de estudio	Secretaría de tránsito y transporte Alcaldía de Montería Aeronáutica Civil del Gobierno de Colombia
Residuos	<u>Disposición de residuos:</u> <ul style="list-style-type: none"> - Características del relleno sanitario o tiraderos de basura: Inicio de operación, fecha de clausura, dimensiones, cantidad de residuos vertidos en ellos, recolección de lixiviados, recolección de gas metano. - Caracterización de los residuos o composición de los residuos: % materia orgánica, % residuos de construcción, % de papel, % de plástico, % aluminio, % pañales, etc. - Cantidad de residuos generados por poda ton/día - Recolección de residuos: % de recolección de basura, y cantidad en ton/día - Cantidad de residuos sólidos municipales que se depositan en rellenos sanitarios dentro o fuera del área de estudio: Cantidad de residuos en Montería / cada uno de los municipios que depositan en el relleno sanitario; en ton/día - Cantidad de materia orgánica que se lleva a tratamiento biológico en ton/día - Separación de residuos en fuente y reciclaje - Porcentaje de residuos que se disponen de manera inapropiada: Cantidad de residuos que se tiran por los ciudadanos en tiraderos 	Número de sitios de disposición final de residuos (rellenos sanitarios, tiraderos a cielo abierto, plantas de composta, instalaciones de incineración) que dan servicio al municipio o área de estudio, localizadas dentro y fuera al municipio o área de estudio, tanto públicas como privadas	Empresa SERVIGENERALES S.A. E.S.P. Montería Secretaría de planeación del municipio de Montería

Tabla 4. Información solicitada por categoría

	clandestinos, aproximado ton/día		
	<u>Tratamiento de aguas residuales:</u> - Cantidad de agua tratada por tipo de tratamiento (caudal tratado) - Características del agua tratada (DBO/DQO) - Cantidad de aguas residuales domiciliarias y cantidad de aguas residuales industriales - Proporción de agua de otras comunidades que se trata en la ciudad - Población con servicio de drenaje - Plantas de tratamiento clasificadas por tipo de tratamiento	Datos para cada instalación y tipo de tratamiento dentro del municipio o área de estudio	Empresa Proactiva Aguas de Montería SA ESP Corporación Autónoma Regional de los Valles del Sinú y del San Jorge (CVS)
	<u>Incineración y quema a cielo abierto:</u> - Cantidad de residuos biológico infecciosos incinerados ton/día - Caracterización de los residuos: % materia orgánica, % metales, etc. - Tipo de tratamiento de los residuos biológico infecciosos - % de residuos biológico infecciosos recolectados de la ciudad - Cantidad de residuos biológico infecciosos que reciben de otros municipios: ton/ día - Cantidad de RSM que se queman a cielo abierto en ton/día	Únicamente dentro del municipio o área de estudio	Empresa Bio-Residuos
Procesos industriales y uso de productos	<u>Procesos industriales</u> (actualmente no se lleva a cabo este tipo de actividades industriales en el municipio): - Número de establecimientos que elaboran productos minerales, cemento, caliza, carbonato de sodio, hierro, acero, aluminio, zinc y plomo y su producción anual - Producción química de amoníaco, derivados petroquímicos, dióxido de titanio y su producción anual	Únicamente dentro del municipio o área de estudio	CVS
	<u>Uso de productos</u> (actualmente no existe este tipo de información en el municipio): - Uso de productos no energéticos de combustibles y de solvente - Uso de productos sustitutos de las sustancias que agotan la capa de ozono - Manufactura y utilización de otros productos	Únicamente dentro del municipio o área de estudio	DANE
AFOLU	<u>Agricultura:</u> - Superficie sembrada y cosechada por tipo de cultivo - Superficie sembrada de arroz - Superficie sembrada, cosechada o irrigada en forma mecánica con consumo de combustible - Cantidad de fertilizantes base Nitrógeno aplicado por tipo de cultivo - Superficie sembrada en donde se aplicó fertilizante - Cultivos en los que se realizan prácticas de quema de residuos para preparación de la tierra - Proporción de biomasa que se quema; de la materia orgánica q no se quema indicar cuál es su tratamiento y la proporción de esta	Únicamente dentro del municipio o área de estudio	UMATA ICA Corporación Autónoma Regional de los Valles del Sinú y del San Jorge (CVS)
	<u>Ganadería:</u> - Censos agropecuarios - Número y tipo de cabezas de ganado (todos tipos) - Proporción de ganado destinado a producción de lácteos y para carne - Características de alimentación y de cría del ganado - Cantidad de estiércol generado - Lugares y formas de disposición	Únicamente dentro del municipio o área de estudio	GANACOR FEDEGAN
	<u>Silvicultura:</u> - Superficie de plantaciones comerciales - Cantidad de madera extraída en las plantaciones - Otras fuentes de aprovechamiento de madera - Cantidad de madera extraída	Únicamente dentro del municipio o área de estudio	UMATA
	<u>Cambio de uso de suelo:</u> Conversión de tierras no forestales a forestales, de tierras de cultivo y forestales a pastizales, y de pastizales y forestales a tierras de cultivo en hectáreas.	Únicamente dentro del municipio o área de estudio	UMATA CVS
General	- Número de habitantes de la ciudad; número de viviendas dentro del área de estudio, clasificados por estrato económico - Estadísticas económicas	Únicamente dentro del municipio o área de estudio	DANE

(continuación) Tabla 4. Información solicitada por categoría

1.10 Cálculo de Emisiones

1.10.1 ESTANDARIZACIÓN Y VALIDACIÓN DE INFORMACIÓN

La información recopilada se estandarizó en formato Excel, para conformar una base de datos por categoría, posteriormente se verificó la transcripción de información cotejándose contra las fuentes originales de información para garantizar la integridad de base de datos y se procedió a realizar la validación de unidades, número de fuentes de emisión, tipos de combustibles y cantidades reportadas.

No se tuvieron múltiples fuentes de información para una misma subcategoría, por lo que no fue necesario hacer discriminación de información. Una vez conformada la base de datos y realizada la validación de los datos se procedió al llenado de las hojas de cálculo respectivas en las cuales se incluyó :

1. Información recopilada validada
2. Factores de emisión y consideraciones técnicas aplicables
3. Cálculo de emisiones de gases de efecto invernadero, para las subcategorías que así corresponda
4. Resultados por subcategoría

Finalmente, durante la validación se ratificó que el dato de emisión obtenido en la etapa anterior es coherente con los datos reportados por subcategoría, mediante el empleo de evidencia objetiva, por ejemplo, comparando con la cantidad de combustible utilizado, el uso de energía, número de variables y tipo de actividades, así como datos provenientes de otras fuentes de información confiables. Esta confirmación permite establecer juicios de valor, con la finalidad de poder determinar la validez de los datos de emisiones.

El procedimiento por categoría se presenta en el Manual de actualización del Inventario de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero basado en la metodología GPC Basic+, y en las bases de datos del inventario de emisiones en Excel.

1.10.2 MÉTODO DE ESTIMACIÓN

Se utilizó la metodología Global Protocol for Community Scale GHG Emissions (GPC) desarrollada por la asociación ICLEI (ICLEI, Version 0.9 – 20 March 2012), la cual se basa en las directrices de IPCC con un enfoque a nivel comunidad; dicha metodología proporciona herramientas estandarizadas para desarrollar un inventario de

emisiones a nivel de comunidad o ciudad suministrando procedimientos con diferentes niveles de desagregación de la información.

Dentro de la metodología se identifican tres tipos de emisiones, las cuales se clasifican por su marco de alcance (Scope (s)), (ICLEI, Version 0.9 – 20 March 2012):

1. Emisiones directas (S1), generadas dentro de los límites geopolíticos del municipio o área de estudio. Por ejemplo el uso de combustibles.
2. Emisiones indirectas (S2) por el uso de energía dentro de los límites geopolíticos del municipio o área de estudio, en este caso se refiere específicamente a emisiones generadas fuera del área de estudio pero asociadas a actividades realizadas dentro del área de estudio. Por ejemplo el uso de energía eléctrica.
3. Todas las demás emisiones indirectas (S3) que se producen fuera de los límites, como resultado de las actividades dentro de los límites geopolíticos del municipio o área de estudio, así como las emisiones transfronterizas debido al intercambio / uso / consumo de bienes y servicios.

Las fuentes de emisión a su vez se clasifican de la siguiente forma, (ICLEI, Version 0.9 – 20 March 2012):

- **Fuentes estacionarias (FE):** Se encuentran en este grupo todo tipo de edificaciones dentro del área de estudio, habitacionales, comerciales, públicas e industriales, incluyendo las de generación eléctrica. Se cuantifican las emisiones directas por consumo de combustible e indirectas por el consumo de energía eléctrica.
- **Fuentes móviles (FM):** se distinguen las fuentes carreteras (automóviles, buses, etc.) y las no carreteras (aviación, barcos, maquinaria de construcción y agrícola, etc.). Se evalúan tanto emisiones directas por el consumo de combustibles, emisiones indirectas en el caso de utilizar energía y las emisiones transfronterizas, cuando los viajes inician/terminan en la zona de estudio pero no son completados enteramente dentro de ella.
- **Residuos:** se consideran tanto los residuos sólidos como las aguas de desecho y se evalúan tanto las emisiones directas cuando las instalaciones de confinamiento o tratamiento están dentro del área de estudio, como las indirectas/transfronterizas cuando se encuentran fuera de ella.
- **Procesos industriales y uso de productos (IPPU):** Se cuantifican las emisiones directas de GEI generadas por procesos industriales como producción de cemento, producción de cal, producción de vidrio, producción de caprolactama, glioxal y ácido glioxílico, producción de hierro y acero así como las emisiones

⁵ El llenado de las hojas de cálculo se describe en el Manual de actualización del Inventario de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero basado en la metodología GPC Basic+.

por el uso de productos como lubricantes, parafinas, aerosoles, entre otros, industria de la alimentación y las bebidas.

- **Agricultura, Ganadería, Silvicultura y Cambio de uso de suelo (AFOLU):** Se incluyen emisiones directas de actividades como la cría de ganado, manejo de estiércol, aplicación de fertilizantes, entre otras y las emisiones asociadas al cambio de uso de suelo en una ventana mínima de 20 años.

La metodología propone dos tipos de reporte, por fuente y por marco de aplicación o alcance, (ICLEI, Version 0.9 – 20 March 2012).

Para el caso de Montería se utilizó el reporte por fuente Basic + que incluye el reporte de emisiones de fuentes estacionarias, fuentes móviles, residuos, procesos industriales y uso de productos (IPPU), y agricultura, ganadería y cambio de uso de suelo (AFOLU) (Figura 17); y también se realizó el reporte por alcance incluyendo los tres tipos de emisiones (directas, indirectas y transfronterizas), ver Figura 18.

La metodología establece que todo inventario de emisiones debe cumplir con los siguientes principios básicos:

Cuantificación: Como mínimo, los datos necesarios para realizar inventarios de emisiones completos deben estar fácilmente disponibles. En este sentido para este proyecto se utilizaron únicamente datos públicos, verificables y disponibles para el año base 2012, mismos que fueron proporcionados por los responsables de la generación de información (Ver Sección 9. Fuentes de información).

Precisión: El cálculo de las emisiones de gases de efecto invernadero no debe sistemáticamente sobreestimar o subestimar las emisiones reales de GEI.

Este aspecto es quizás la parte más compleja del inventario de emisiones, pues la información no fue generada adoc para el mismo, siendo necesario en varias de las fuentes hacer supuestos que se requieren para ajustar la información disponible al método de cálculo y que en futuras actualizaciones pueden ser adecuados para hacerlos más representativos de la actividad, en las bases de datos del inventario y en el Anexo 1 se presentan dichos supuestos.

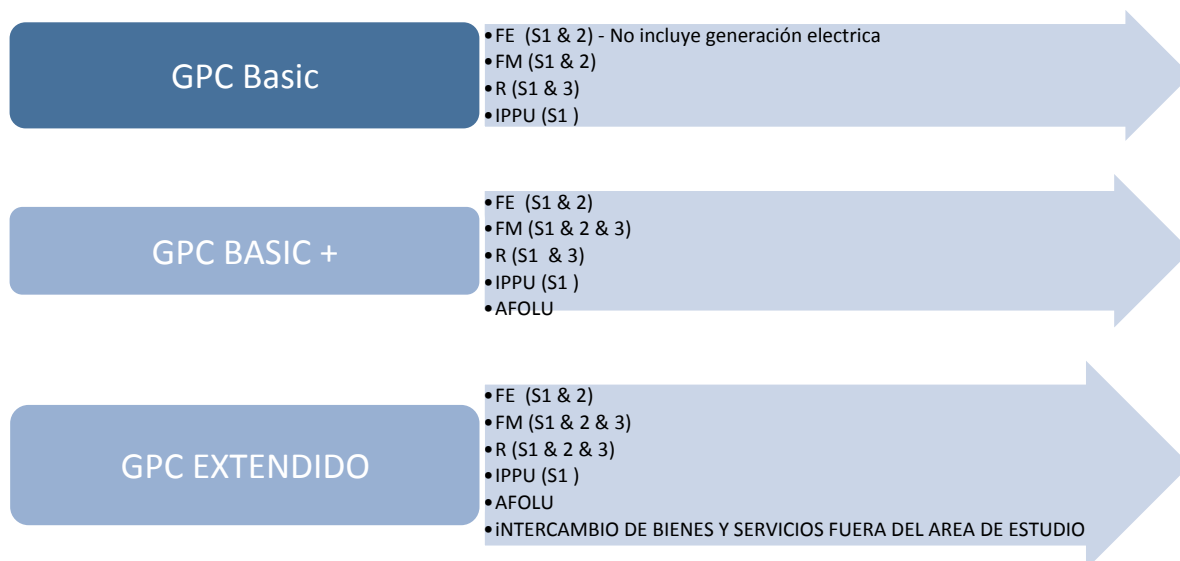


Figura 17. Reporte de las emisiones por fuente, de acuerdo a la metodología GPC



Figura 18. Reporte de las emisiones por alcance, de acuerdo a la metodología GPC

Relevancia: Las emisiones de GEI notificados deben reflejar las emisiones que se producen como resultado de las actividades y el consumo dentro de los límites geopolíticos del municipio de Montería o del área de estudio.

Integridad: Todas las fuentes importantes de emisiones deben ser incluidas y cuantificadas dentro del inventario; en caso de Montería las principales fuentes de emisión de GEI fueron incluidas.

Consistencia: Cálculos de emisiones debe ser coherente en su enfoque; es decir que sean los adecuados de acuerdo a la metodología y la subcategoría estimada.

Transparencia: Los datos de actividad, las fuentes, los factores de emisión y las metodologías de contabilidad deben estar adecuadamente documentados y divulgados. En el Anexo 1 y las bases de datos del inventario se identifica para cada subcategoría evaluada la información recopilada, la fuente de la misma y se hace mención de los supuestos realizados así como de todos los datos técnicos y factores de emisión y conversión utilizados.

En el Manual de actualización del Inventario de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero basado en la metodología GPC Basic+ se presentan los detalles, el procedimiento y los pasos a seguir para actualizar el inventario.

Asimismo establece una nomenclatura para la identificación del estado de la evaluación de las emisiones por fuente, IE, NA, NO y NE, descritos anteriormente.

GAS	POTENCIALES DE CALENTAMIENTO GLOBAL 100 AÑOS
CO ₂	1
CH ₄	21
N ₂ O	310

Tabla 5. Potenciales de Calentamiento Global de los Gases de Efecto Invernadero

1.10.3 CÁLCULO DE EMISIONES

La ecuación general para el cálculo de la emisión de GEI mediante factores de emisión es:

$$Ec. 1. \text{ Emisión} = Fe * \text{Dato de actividad}$$

En donde Fe es el factor de emisión para un gas específico y relaciona matemáticamente una característica de la fuente con una tasa de emisión del mismo, es decir establece la relación entre la cantidad de un gas emitido a la atmósfera y una unidad de actividad.

Los factores de emisión utilizados en la metodología GPC son los de IPCC Vol. 1-5 (IPCC, 2006), por defecto, en el Anexo 1 y las bases de datos del inventario se presentan los factores de emisión utilizados para el cálculo de las emisiones de GEI por subcategoría.

Dato de actividad es información que permite caracterizar la generación de emisiones o la actividad productiva de la fuente en estudio, en un periodo de tiempo, puede consistir en datos basados en procesos (e. g., producción, horas de operación, área superficial), o en datos basados en censos (población, número de empleados, unidades censales, etc.). La metodología GPC establece un método preferente y uno o más métodos alternativos para la estimación de emisiones, tanto para emisiones directas como indirectas, los cuales pueden considerarse objetivos de mejora para posteriores actualizaciones. El dato de actividad utilizado por subcategoría se presenta en el Anexo 1 y las bases de datos del inventario.

Potenciales de Calentamiento Global

Tomando en consideración los potenciales de calentamiento global (GWP, por sus siglas en inglés) de cada uno de los gases de efecto invernadero para 100 años. En la Tabla 5 se muestran los GWP utilizados para el cálculo de las emisiones de CO₂ equivalente (CO₂e); los valores de GWP fueron tomados del Panel Intergubernamental de Cambio Climático (IPCC, 2006).

La metodología empleada para la estimación de las emisiones por subcategoría se encuentra en el Anexo 1.

1.11 Resultados

En total de emisiones de gases de efecto invernadero durante el año 2012 en el municipio de Montería, Córdoba Colombia generados a la atmósfera 943,467 ton/año de CO₂e, que equivale a 315,612 ton/año de CO₂, 29,503 ton/año de CH₄ y 27 ton/año de N₂O; en la Tabla 6 y Figura 19, se presentan los resultados por categoría.

Categoría	Subcategoría	Emisión	CO ₂	CH ₄	N ₂ O	CO ₂ e
Fuentes estacionarias	Edificios habitacionales	ED	32,840	3	6.E-02	32,920
		EI	44,918			44,918
	Edificios comerciales / oficiales	ED	4	3.E-04	6.E-06	4
		EI	25,841			25,841
	Uso de energía en la industrial	ED	5	5.E-04	9.E-06	5
		EI	5,125			5,125
Fuentes móviles	Transporte on-road	ED	167,092	78	8	171,130
		EI				
		ET				
	Aviación	ED				
		EI				
		ET	39,077	2	2	39,631
Residuos	Disposición de residuos	ED		3,098		65,057
		EI		1,066		22,393
	Incineración de residuos	ED	463	4.E-03	7.E-05	463
		EI	193	2.E-03	3.E-05	193
	Tratamiento de aguas residuales	ED		1,489	17	36,627
		EI				
AFOLU	Cambio de uso de suelo	ED	55			55
	Agricultura	ED		80		1,685
	Ganadería	ED		23,687		497,422
Totales		ED	200,459	28,434	25	805,366
		EI	76,076	1,066	0	98,470
		ET	39,077	2	2	39,631
		Total	315,612	29,503	27	943,467

ED = Emisión Directa, EI = Emisión Indirecta, ET = Emisión Transfronteriza

Tabla 6. Resultados por categoría; municipio de Montería, Colombia 2012. Ton/año.

Para el municipio de Montería la ganadería aporta un total de 61.76% del CO₂e, seguido del transporte on-road con 21.25% de las emisiones directas, ambas categorías contribuyen con el 83% de estas emisiones (Figura 20). A diferencia de las emisiones directas, en las emisiones indirectas las fuentes estacionarias en edificios habitacionales resulta ser la fuente más importante con un 32.52% de CO₂e del total de esta categoría de emisiones, seguido de la aviación con un 28.70%, además las categorías de edificios comerciales y disposición de residuos contribuyen con el 19% y 16% respectivamente, por lo que estas cuatro categorías emiten aproximadamente el 96% de estas emisiones (Figura 21).

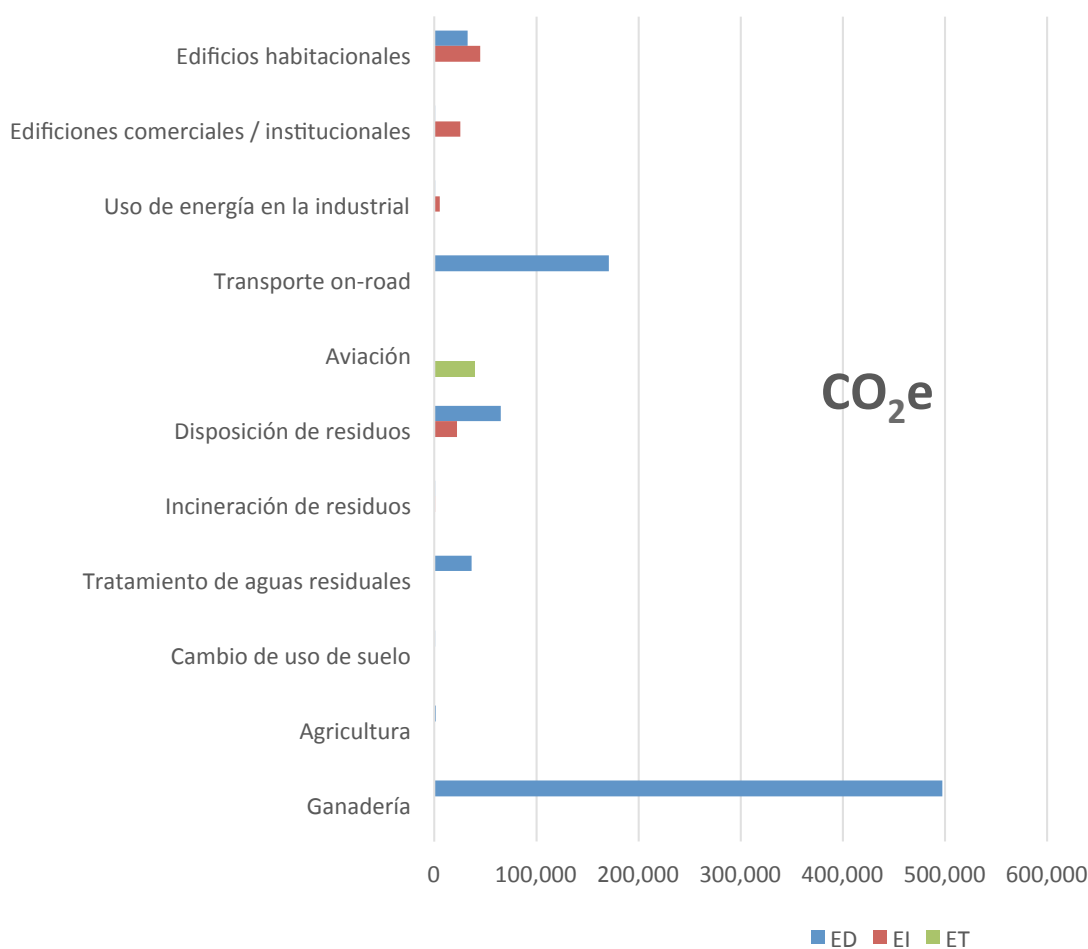


Figura 19. Emisiones por categoría de CO₂ equivalente en ton/año (ED = Emisiones Directas, EI = Emisiones Indirectas, ET = Emisiones Transfronterizas)

Emisiones directas

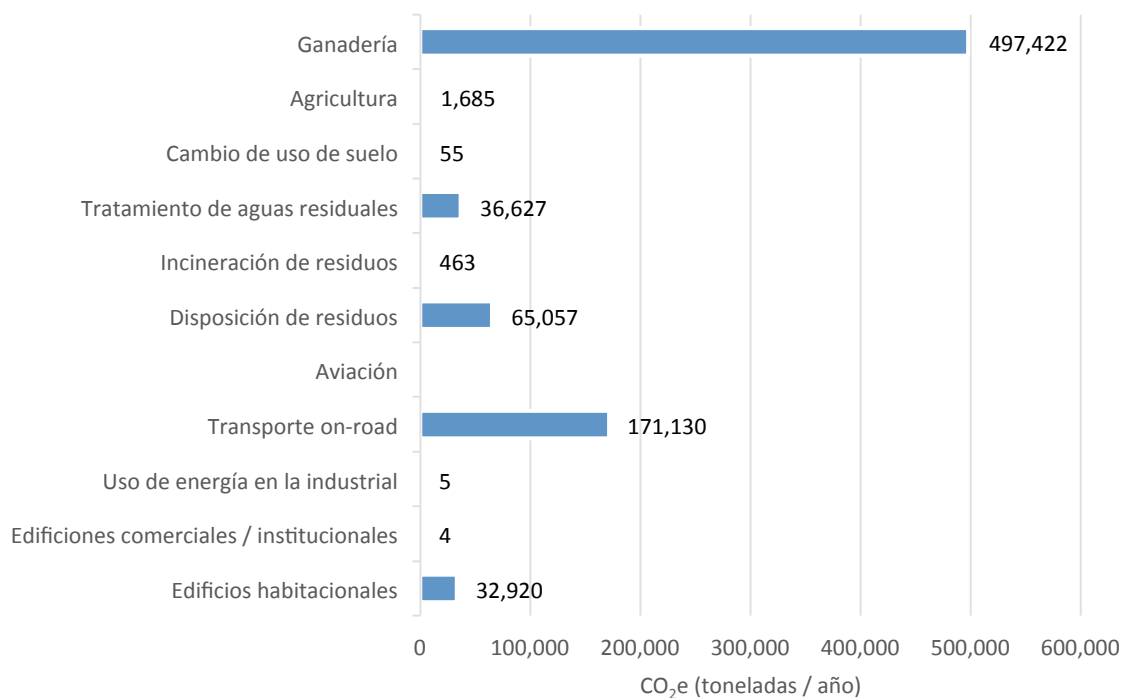


Figura 20. Emisiones directas por categoría de CO₂e en el municipio de Montería

Emisiones indirectas

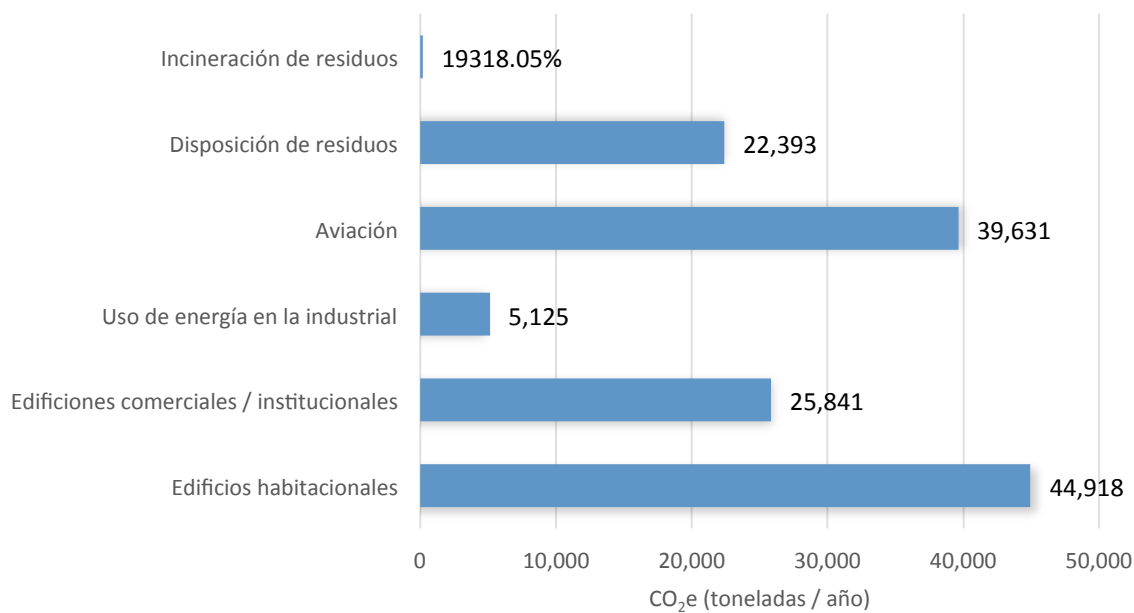


Figura 21. Emisiones indirectas por categoría de CO₂e en el municipio de Montería

CO₂e

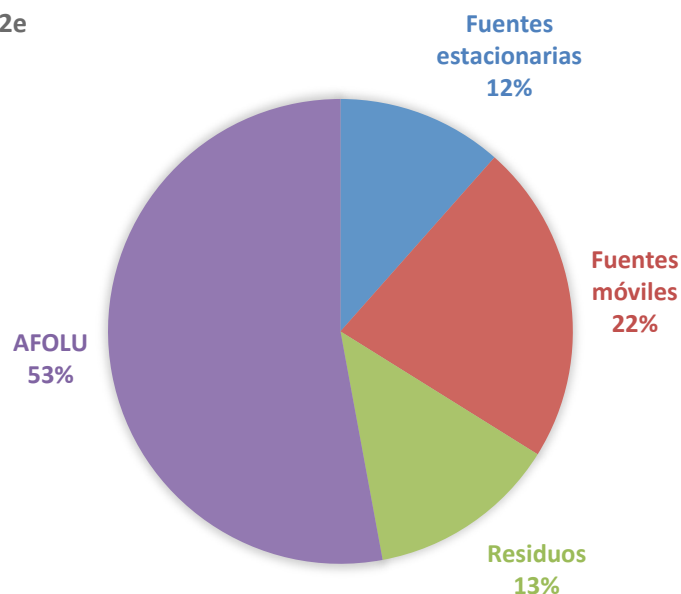


Figura 22. Distribución de emisiones de CO₂e por categoría en el municipio de Montería

El total de las emisiones generadas a la atmósfera de CO₂e para cada categoría se presentan en la Figura 22, donde se destaca la contribución porcentual de las emisiones. La categoría AFOLU aporta un total de 53%, seguido de las fuentes móviles con un 22%, los residuos con 13% y las fuentes estacionarias con un 12%.

1.12 Análisis por categoría

1.12.1 FUENTES ESTACIONARIAS

Las emisiones generadas por las fuentes estacionarias se muestran en la Tabla 7 y Figura 23, donde la mayor contribución es aportada por la combustión del gas natural en los edificios habitacionales y por el consumo de energía eléctrica en dicho sector con un 71%, seguido por el consumo en el sector comercial con un 24% del total de las emisiones, así como el 5% restante proviene del uso industrial de la energía.

En la Figura 24 se presentan las emisiones de CO₂e directas e indirectas generadas por las fuentes estacionarias; donde las emisiones indirectas por cada subcategoría son las más importantes por el consumo de energía eléctrica en el municipio de Montería, asimismo, las emisiones generadas por los edificios habitacionales son las de mayor emisión. En el caso de las emisiones directas el consumo de gas natural por los edificios habitacionales representa la mayor contribución, en cuanto a las subcategorías de edificios comerciales y uso industrial de la energía, éstas no son significativas.

CO₂e

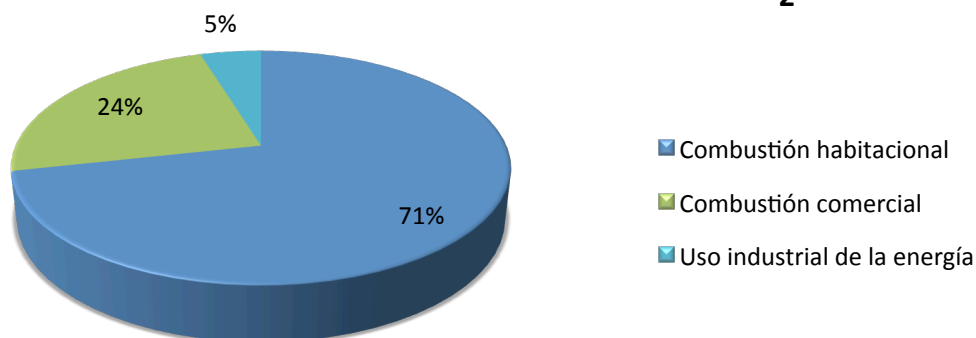


Figura 23. Distribución de emisiones de CO₂e por fuentes estacionarias en el municipio de Montería

SUBCATEGORIA	CO ₂	CH ₄	N ₂ O	CO ₂ e
Combustión habitacional	77,758	3	0	77,837
Combustión comercial	25,844	0	0	25,844
Uso industrial de la energía	5,130	0	0	5,130
Total	108,732	3	0	108,811

Tabla 7. Resultados por subcategoría de fuentes estacionarias (ton/año).

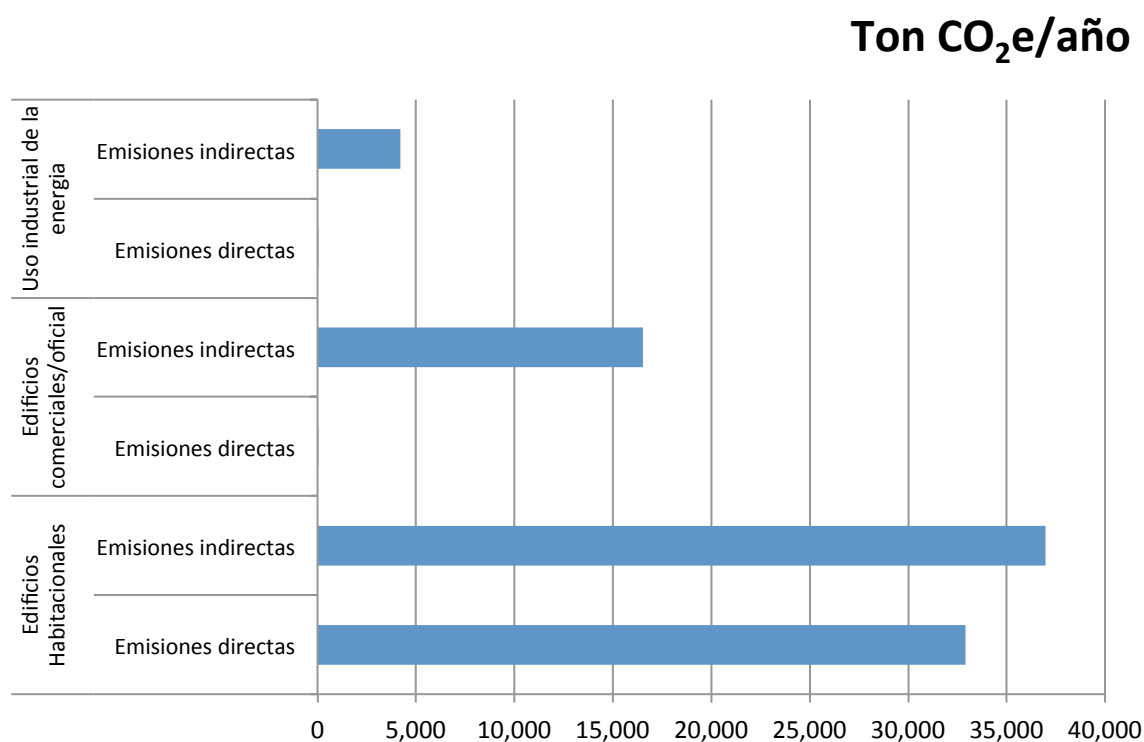


Figura 24. Emisiones de CO₂e de fuentes estacionarias durante 2012 en el municipio de Montería, Colombia.

1.12.2 FUENTES MÓVILES

Para las fuentes móviles se calcularon el transporte on-road y la aviación, aún y cuando existen embarcaciones en el área de estudio, la información recabada indica que por las características del río, éste sólo es transitable por embarcaciones de pequeño calado y es utilizado únicamente por embarcaciones tradicionales que no utilizan combustible.

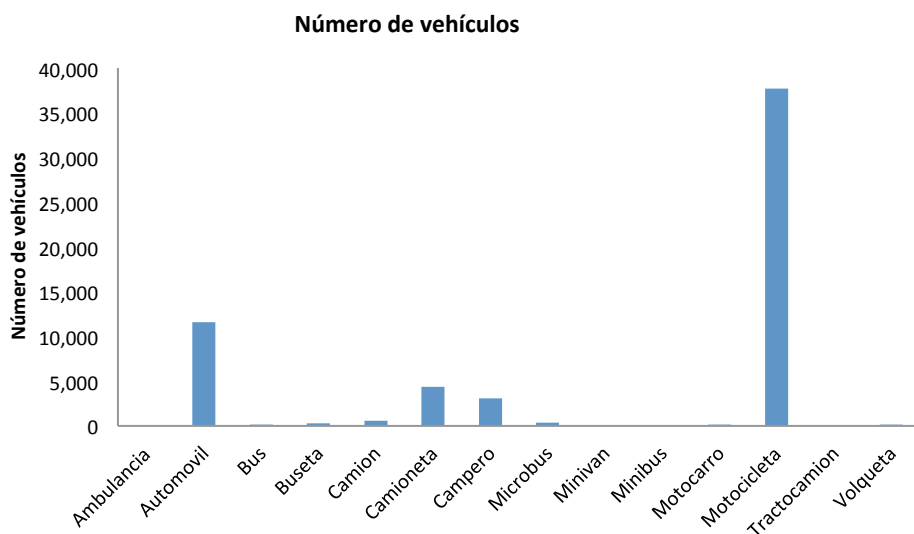


Figura 25. Número de vehículos por categoría vehicular para el Municipio de Montería, Colombia 2012.

Transporte On-Road

Para el transporte on-road se obtuvo el número de vehículos para el año 2012 en el municipio de Montería, reportando 58,436 mil vehículos donde el 93.11% corresponden a los vehículos de uso privado y el 6.89% corresponde al transporte público. La Figura 25 muestra el total de la flota vehicular para el municipio de Montería por categoría vehicular, en donde existen 37,727 motocicletas y 11,574 autos particulares que representan 64.6% y 19.82% respectivamente del total del número de vehículos registrados.

Las emisiones generadas de GEI fueron obtenidas considerando una actividad vehicular de 223 km/día y 30 km/día para el transporte público y privado, respectivamente (DNP, 2011); así como los factores de emisión de IPCC 2006 en kg/TJ, para lo cual fue necesario obtener los litros de combustible que utilizan 58,436 vehículos en un año.

La cantidad de combustible que se utiliza se obtiene mediante la relación de la distancia que recorre (km) cada vehículo en un año entre el rendimiento de combustible de ese vehículo (km/gal).

La Figura 26 muestra el total de las emisiones de GEI para el municipio de Montería con 171,130 ton/año de CO₂e,

lo que representa un total de 167,092 ton/año de CO₂, 78 ton/año de CH₄ y 8 ton/año de N₂O. El mayor aporte de CO₂e proviene del CO₂ con aproximadamente el 97.6% del total de las emisiones.

Aviación

Se calcularon las emisiones indirectas del Aeropuerto Los Garzones por consumo de combustible cuando se realizan las operaciones de aterrizaje, carreteo y despegue (LTO) de las aeronaves. Cabe señalar que sólo se consideraron los viajes interciudades.

Para el cálculo de las emisiones es necesario seleccionar los factores de emisión por LTO, para lo cual se utilizó como modelo base las características del avión Fokker 100; esté fue seleccionado debido a que dentro del grupo de jets de mediano alcance de aviación comercial que se usan para viajes regionales es uno de los modelos que utilizan las aerolíneas que dan servicio regular y es similar a los Boeing, Douglas DC-9 y DC-10 y para el cual hay factor de emisión en la metodología IPCC.

Las emisiones totales para el año 2012 fueron de 39,631 ton/año de CO₂e, la Figura 27 muestra las emisiones de GEI producidas por esta subcategoría, el detalle del cálculo de la emisión puede verse en el Anexo 1 y en las bases de datos del inventario de emisiones, en la subcategoría de

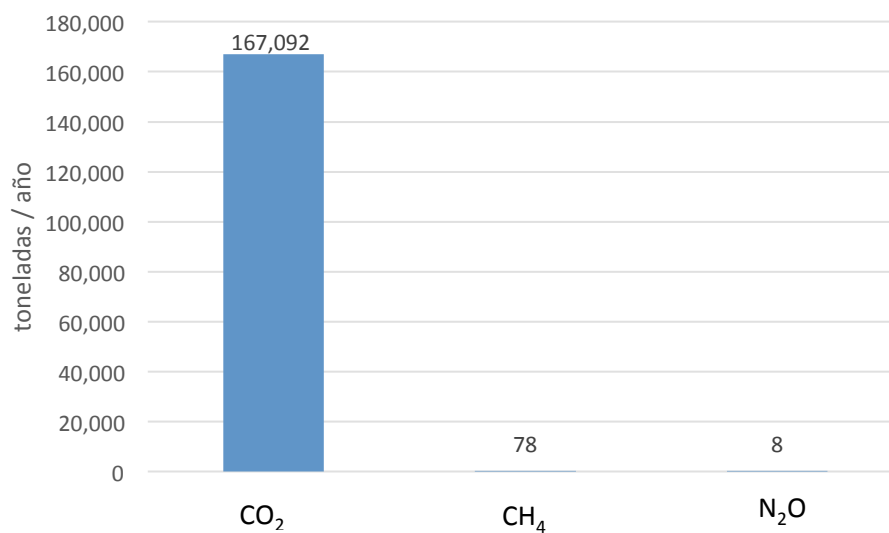


Figura 26. Emisiones de CO₂, CH₄ y N₂O por transporte on-road en ton/año para el municipio de Montería, Colombia en 2012.

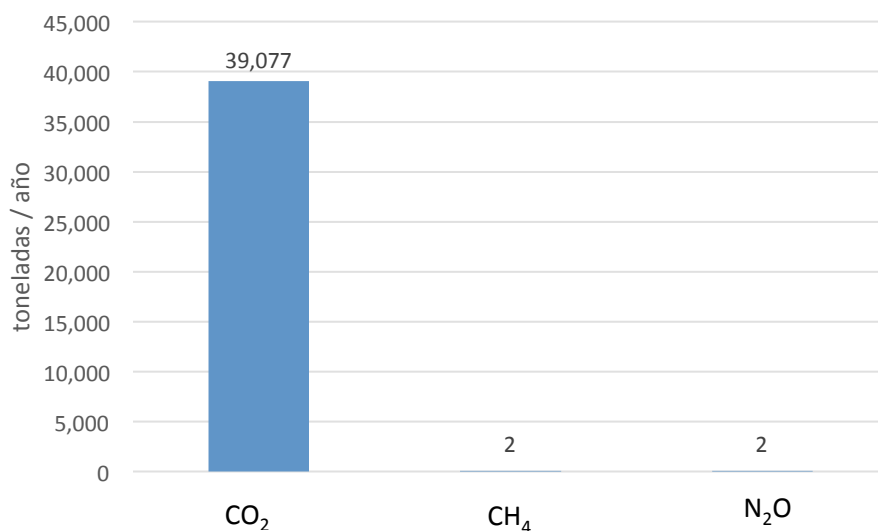


Figura 27. Emisiones de CO₂, CH₄ y N₂O por Aviación en ton/año para el municipio de Montería, Colombia 2012.

Aviación.

Al igual que en el transporte on-road, en este caso las emisiones de CO₂ representan más del 90% del total de CO₂e.

Subcategoría	CO ₂	CH ₄	N ₂ O	CO ₂ e
Disposición de residuos		4,164		87,450
Incineración de residuos	656	6.E-03	9.E-05	656
Tratamiento de aguas residuales		1,489	17	36,627

Tabla 8. Emisiones de GEI por subcategoría de residuos. (ton/año)

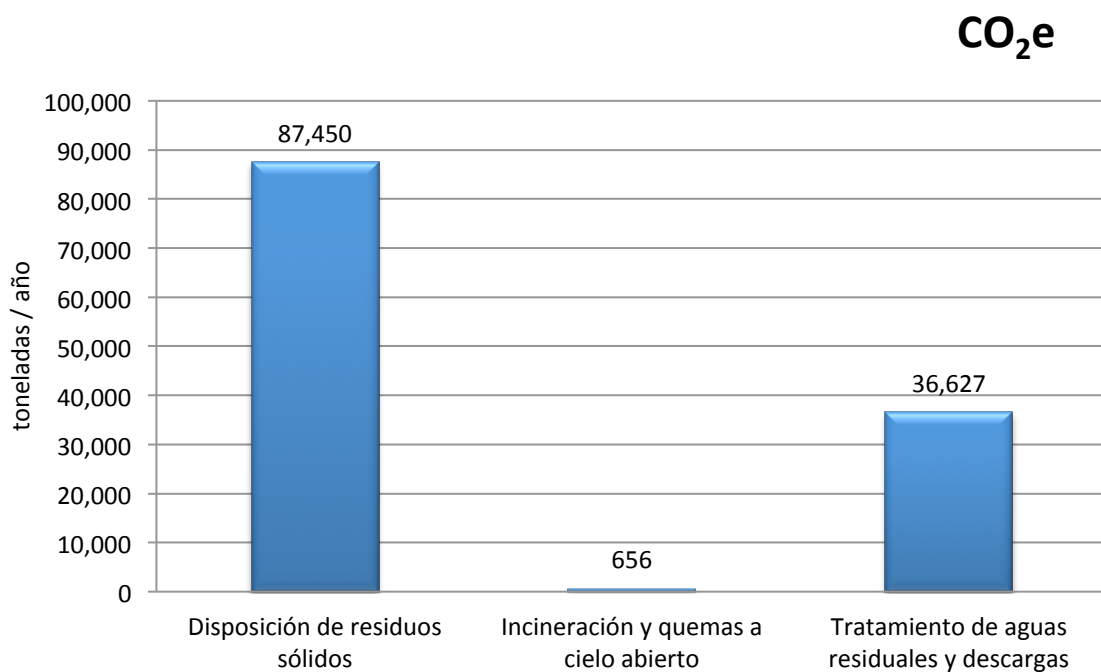


Figura 28. Emisiones de CO₂e por subcategoría de residuos

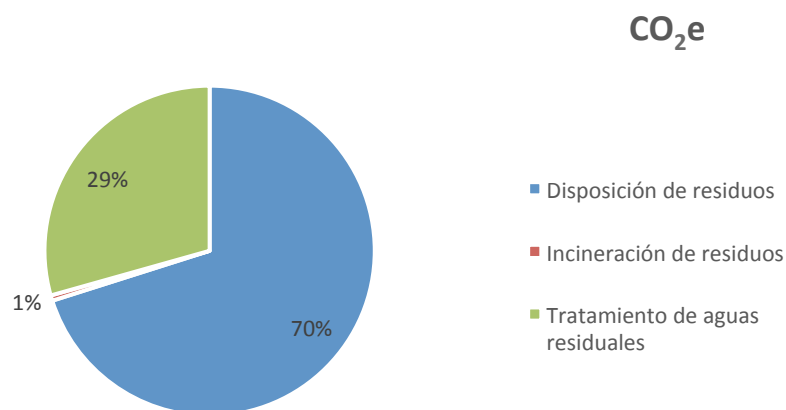
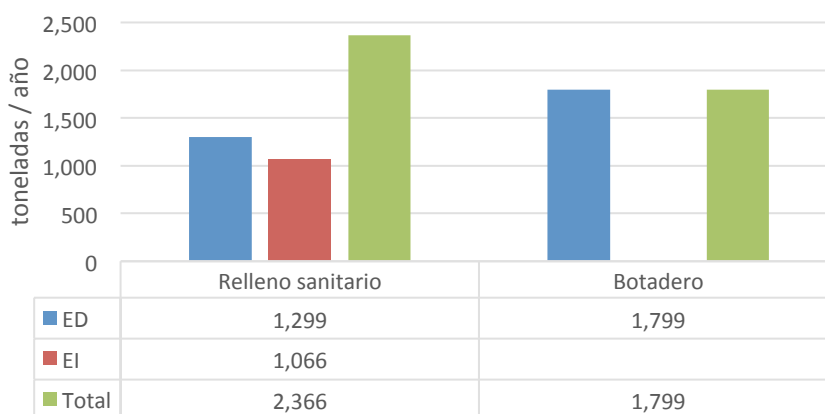


Figura 29. Distribución de emisiones de CO₂e por subcategoría de residuos

CH₄



ED = Emisiones Directas, EI = Emisiones Indirectas

Figura 30. Emisiones de CH₄ en los sitios de disposición final de residuos

1.12.3 RESIDUOS

El total de emisiones de Gases Efecto Invernadero por la categoría de Residuos se presentan en la Tabla 8 y la Figura 28:

Durante el año 2012 en el Municipio de Montería se emitieron 124,733 toneladas de CO₂e de la categoría de residuos, de estas el 70% provienen de la disposición de residuos en tierra, el 19% del tratamiento de aguas residuales, y el 1% restante a la incineración de residuos (Figura 29).

Disposición de residuos

Se calcularon las emisiones generadas por dos sitios de disposición de residuos para el año base 2012; el primero fue el botadero en el cual el municipio de Montería depositaba sus residuos y operó de 1982 a 2005, actualmente está clausurado. En segundo lugar se estimaron las emisiones del relleno sanitario Loma Grande que inició en 2006 y opera actualmente. Es importante señalar que este relleno recibe residuos de otros municipios desde 2009. Debido a que ambos sitios se encuentran dentro del municipio de Montería las emisiones se consideran como directas para el caso del botadero y tanto directas como indirectas para el caso del relleno sanitario.

Como se observa en la Figura 30, las emisiones totales del relleno sanitario son mayores que las del botadero, esto debido a que el relleno está recibiendo residuos de otros municipios, además de que el botadero aunque almacenó residuos durante 23 años después de cierto tiempo las emisiones por la degradación de la materia orgánica en el botadero van disminuyendo.

Para esta subcategoría se estimaron un total de 87,450 ton/año de CO₂e, lo que equivale a 4,164 ton/año de CH₄. Respecto a las emisiones directas, éstas son aportadas principalmente por el botadero con una emisión de 1,799 ton/año, mientras que en el relleno se estimaron 1,299 ton/año de CH₄.

Respecto a las emisiones indirectas solamente se generan en el caso del relleno sanitario un total de 1,066 ton/año.

Aun cuando el botadero dejó de operar en el año 2005, actualmente sigue teniendo altas tasas de emisión de metano, debido a que continúa la descomposición de los residuos depositados. En el caso del relleno sanitario las tasas de emisión a la fecha se han incrementado, debido a la continua disposición de residuos durante los seis años de operación del relleno. En ambos casos se considera que el metano proviene en su mayoría por la descomposición microbiana de residuos de alimentos tanto del sector habitacional, como de servicios.

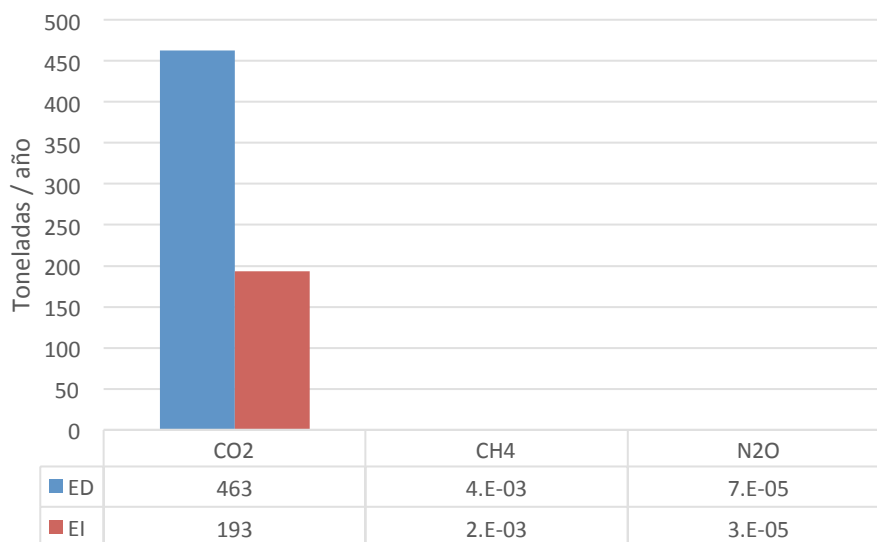


Figura 31. Emisiones directas (ED) e indirectas (EI) de incineración de residuos en el municipio de Montería

Incineración de residuos

En esta subcategoría se evaluaron las emisiones generadas por la incineración de residuos biológico infecciosos que se realiza en el municipio de Montería; dichas emisiones se dividen en emisiones directas que provienen de los residuos generados e incinerados dentro del municipio de Montería (las cuales fueron del orden de 463 ton/año de CO₂) y emisiones indirectas las cuales se generan por la incineración de residuos dentro del municipio de Montería pero que provienen de otros municipios (y ascendieron a 193 ton/año) (Ver Figura 31).

De acuerdo a la figura anterior las emisiones de CH₄ y de N₂O no son significativas. Respecto a las emisiones estimadas directas e indirectas de CO₂ fueron 463 y 193 ton/año respectivamente.

Es importante mencionar que de acuerdo a la información suministrada por el prestador del servicio de aseo, la cobertura del servicio de recolección y transporte de residuos sólidos es del 100% en la cabecera municipal y que no hay información de la cantidad de residuos sólidos que puedan ser quemados a cielo abierto en el resto del municipio, por lo que las emisiones de esta actividad no se calcularon.

Tratamiento de aguas residuales

Las emisiones totales de Metano (CH₄) por el tratamiento de aguas residuales domésticas y comerciales en el Municipio de Montería para el año 2012 fueron de 1,488.55 ton/año, lo que equivale a 36,627 ton/año de CO₂e, mismas que fueron emisiones directas ya que en el

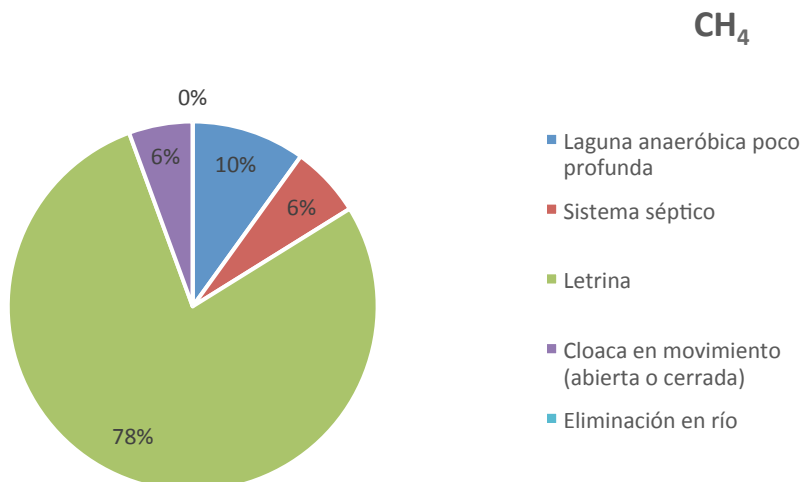


Figura 32. Distribución de emisiones de metano por las aguas residuales en el municipio de Montería

municipio sólo se tratan aguas residuales que se generan en el mismo. Las emisiones de metano por los diferentes tipos de tratamiento o vías de descarga se presentan en la Figura 32, en donde se aprecia que el mayor aporte de este contaminante proviene de letrinas de acuerdo a los resultados del cálculo realizados.

Las emisiones totales de Óxido Nitroso (N_2O) provenientes de las aguas residuales en el Municipio de Montería para el año 2012 fueron de 17.31 toneladas, emisiones directas), esta subcategoría generó un total de 36,627 ton/año de CO_2e , a partir de las emisiones de ambos contaminantes.

1.12.4 AFOLU

Para la categoría de Agricultura, Ganadería, Silvicultura y Cambio de Uso de Suelo se estimaron un total de 499,162 ton/año de CO_2e como resultado de la contribución de 23,767 ton de CH_4 y 55 ton de CO_2 por año (Tabla 9).

Para el caso de emisiones por ganadería y agricultura se consideró la totalidad del municipio de Montería, en tanto que el cambio de uso de suelo se estimó únicamente para el área de estudio, debido a la disponibilidad de la información.

Como se aprecia en la Figura 33, la subcategoría de mayor contribución que asciende a 497,422 ton/año de CO_2e se debe a la actividad ganadera, es importante mencionar que solo se estimaron las emisiones por cría de ganado vacuno evaluando la fermentación entérica y el manejo de estiércol.

En el caso de Agricultura las emisiones evaluadas provienen del cultivo del arroz y de las quemadas de residuos agrícolas, las cuales son una actividad común en el municipio. Las emisiones de cambio de uso de suelo provienen por los cambios de humedales a áreas agrícolas, así como humedales y pastizales a asentamientos urbanos.

SUBCATEGORIA	CO_2	CH_4	N_2O	CO_2e
Agricultura	0	80	0	1,685
Ganadería	0	23,687	0	497,422
Cambios de uso de suelo	55	0	0	55
Total	55	23,767	0	499,162

Tabla 9. Emisiones de GEI por subcategoría de AFOLU (ton/año).

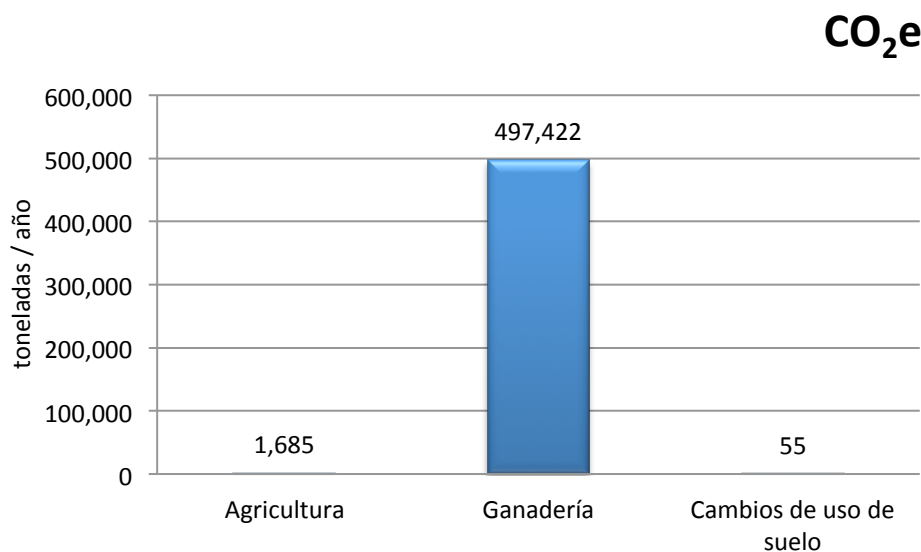


Figura 33. Emisiones de CO_2e de la categoría AFOLU en el municipio de Montería durante 2012

1.13 Comparación del Inventario de Emisiones de GEI para el municipio de Montería 2012 y 2009

Anteriormente se realizó el inventario de emisiones de gases efecto invernadero para el municipio de Montería, Colombia (PROACTIVA 2011), el cual tuvo como año base 2009 y está realizado con metodología IPCC-2006.

Una comparación de los resultados obtenidos en el presente estudio (Inventario año base 2012), con metodología GPC Basic +, se presenta en la Tabla 10, en la cual se presenta por categoría calculadas, cabe aclarar que solo se compararon las categorías que se calcularon en ambos inventarios, no se considera la aviación que se tomó en cuenta para 2012.

En la Tabla 10 vemos un crecimiento mayor del 40% para la electricidad y los residuos sólidos de 2009 a 2012 esto es congruente ya que se considera un desarrollo en el área urbana y un incremento en la población, en este sentido también las aguas residuales tienen un aumento en la cantidad de emisiones generadas con un 24% y las fuentes estacionarias por el uso del Gas Natural con el 31%.

En el caso del transporte el crecimiento es solo del 3% esto es debido a la forma de obtener los resultados, para 2009 se calculó las emisiones en base a los galones vendidos en el municipio y para el 2012 se utilizó los galones de combustible que se necesitan para utilizar 58,436 vehículos registrados en el municipio de Montería en 2012.

Para las subcategorías de tierra de cultivo y ganado, las emisiones son menores debido a que por ejemplo para el ganado no se calcularon las emisiones generadas para caballos, ovejas, cabras, asnos y búfalos, por no contar con la información para 2012.

1.14 Análisis per cápita para el área de estudio (Cabecera municipal y área circundante) Montería, Colombia

Para determinar las emisiones per cápita generadas por sector para la cabecera municipal y área circundante en Montería, se realizó lo que se describe en los siguientes párrafos.

Para fuentes estacionarias y residuos se consideraron los datos de población total del Municipio (422,175 habitantes) con base en lo reportado en las proyecciones de crecimiento poblacional del DANE para el 2012 (DANE, 2013), de los cuales 385,013 habitan en la cabecera municipal, así como la sumatoria de la emisión total por categoría, utilizando la siguiente ecuación:

$$\text{Ec. 2. Emisión per capita} = (\text{emisión total} * (\text{población de la cabecera municipal}) / (\text{población total}))$$

Con lo cual se obtuvieron las emisiones para el área de estudio definido.

Para transporte se consideró las emisiones totales que se producen en el aeropuerto Los Garzones, ya que este se

Subsector	2009 PROACTIVA	2012 CINPRO	Porcentaje de cambio
Electricidad	45,608	75,963	40%
Gas Natural (estacionario)	22,603	32,849	31%
Transporte Terrestre	166,066	171,130	3%
Tierra de cultivo	2,338	1,685	-39%
Ganado	549,493	497,422	-10%
Residuos sólidos	49,110	87,450	44%
Aguas residuales	27,909	36,627	24%
Total	863,127	903,125	4%

Tabla 10. Comparación del Inventario de Emisiones para GEI 2009 y 2012 (ton/año de CO₂e) y porcentaje de cambio 2009 – 2012). Municipio de Montería, Colombia

Categoría	Subcategoría	Emisión	CO ₂	CH ₄	N ₂ O	CO ₂ e
Fuentes Estacionarias	Edificios habitacionales	ED	25,258	2	0	25,319
		EI	34,547	0	0	34,547
	Edificios comerciales / institucionales	ED	3	0	0	3
		EI	19,874	0	0	19,874
	Uso de energía en la industrial	ED	4			4
		EI	3,942			3,942
Fuentes móviles	Transporte on-road	ED	153,725	72	7	157,439
		EI				
		ET	13,367	6	1	13,690
	Aviación	ED				
		EI				
		ET	39,077	2	2	39,631
Residuos	Disposición de residuos	ED		3,098		65,057
		EI		1,066		22,393
	Incineración de residuos	ED	463	0	0	463
		EI	193	0	0	193
	Tratamiento de aguas residuales	ED		1,489	17	36,627
		EI				
AFOLU	Cambio de uso de suelo	ED	55			55
	Agricultura	ED		2		51
	Ganadería	ED		711		14,923
Totales		ED	179,507	5,374	24	299,940
		EI	58,556	1,066	0	80,950
		ET	52,444	9	2	53,322
		Total	290,507	6,448	27	434,211

ED = Emisión Directa, EI = Emisión Indirecta, ET = Emisión Transfronteriza

Tabla 11. Emisiones totales en toneladas durante 2012 para el área de estudio (cabecera municipal y área circundante) en Montería, Colombia.

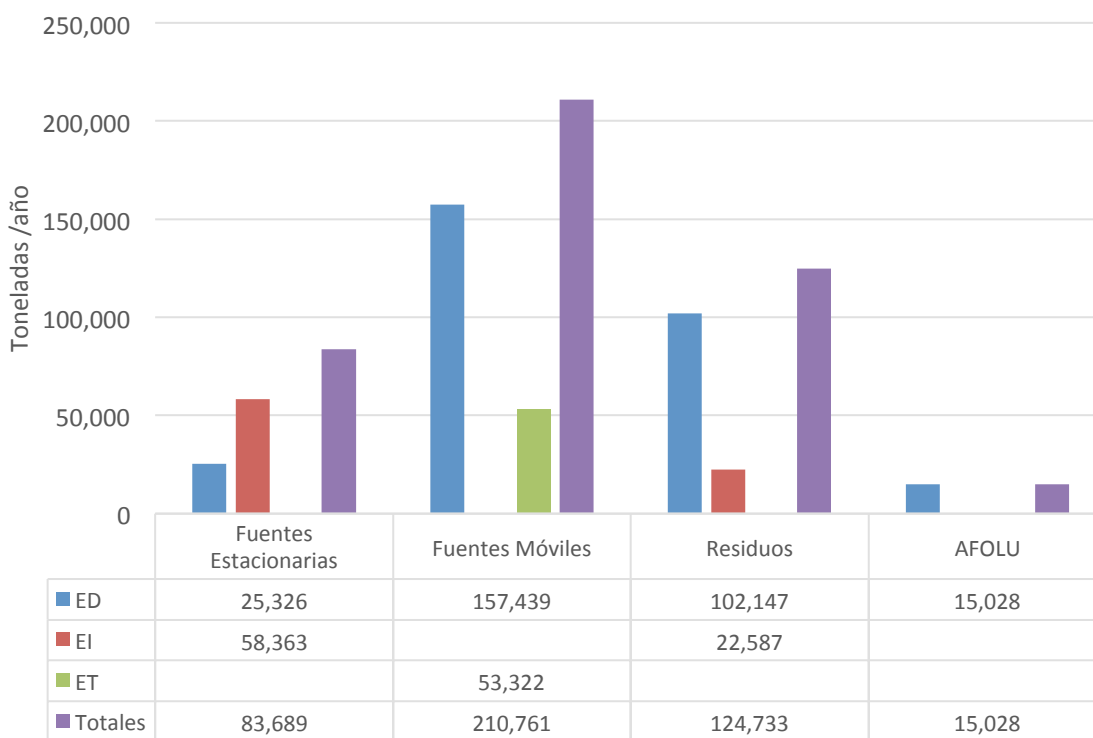
encuentra dentro del área de estudio; para transporte on-road se consideró que el 8% de los viajes salen del área de estudio, según el Plan de Movilidad del Municipio de Montería, en los resultados del número de viajes por modo de transporte sobre entradas y salidas de la ciudad (emisiones transfronterizas).

Para el AFOLU se calculó el cambio de uso de suelo sólo para el área de estudio, para ganadería y agricultura se consideró como subrogado la proporción de superficie agrícola dentro del área de estudio, con respecto al área total del municipio, por lo que sólo se utilizó el 3% de la superficie laborada.

Los resultados para esta área de estudio (cabecera municipal y área circundante) en Montería, Colombia se presentan en la Tabla 11.

Como se aprecia en la Figura 34, considerando únicamente el área de estudio (cabecera municipal y área circundante), las mayores emisiones de CO₂e provienen de las fuentes móviles con un total de 210,761 ton/año, lo que representa el 49% del total de las emisiones, seguido de los residuos con una emisión del 29%, posteriormente las fuentes estacionarias con un 19% y por último AFOLU con un 3%.

CO₂e



ED = Emisiones Directas, EI = Emisiones Indirectas, ET = Emisiones Transfronterizas

Figura 34. Emisiones de CO₂e por categoría para el área de estudio Montería, Colombia durante 2012

En lo que respecta a las emisiones directas en el área de estudio; las fuentes móviles aportan la mayor cantidad de estas emisiones con 157,439 ton/año de CO₂e que representan el 52%, seguido de los residuos con 102,147 ton lo que equivale al 34% del total.

En cuanto a las emisiones indirectas; las fuentes estacionarias emiten 58,363 ton/año de CO₂e, es decir, el 72% del total de estas emisiones, seguido por los residuos con 22,586 ton/año lo que representa el 28% restante.

Por último de las emisiones transfronterizas emitidas en el área de estudio, las fuentes móviles generaron 53,321 ton/año de CO₂e, siendo la aviación la que mayor emisión presentó con 39,631 ton/año, lo que representa el 74% de estas emisiones.

Categoría	Subcategoría	Emisión	Municipio de Montería	Área de Estudio	Municipio de Montería	Área de Estudio
			CO ₂ e, toneladas		CO ₂ e, toneladas/habitante	
Fuentes estacionarias	Edificios habitacionales	ED	32,840	25,258	0.078	0.066
		EI	44,997	34,608	0.107	0.090
	Edificios comerciales / oficiales	ED	4	3	8.5E-06	7.1E-06
		EI	25,841	19,874	0.061	0.052
	Uso de energía en la industrial	ED	5	4	1.2E-05	1.0E-05
		EI	5,125	3,942	0.012	0.010
Fuentes móviles	Transporte on-road	ED	171,130	157,439	0.405	0.409
		EI				
		ET		13,690		0.036
	Aviación	ED				
		EI				
		ET	39,631	39,631	0.094	0.103
Residuos	Disposición de residuos	ED	65,057	65,057	0.154	0.169
		EI	22,393	22,393	0.053	0.058
	Incineración de residuos	ED	463	463	0.001	0.001
		EI	193	193	4.6E-04	5.0E-04
	Tratamiento de aguas residuales	ED	36,627	36,627	0.087	0.095
		EI				
AFOLU	Cambio de uso de suelo	ED	55	55	1.3E-04	1.4E-04
	Agricultura	ED	1,685	51	0.004	0.000
	Ganadería	ED	497,422	14,923	1.178	0.039
Totales		ED	805,287	299,879	1.907	0.779
		EI	98,549	81,011	0.233	0.210
		ET	39,631	53,322	0.094	0.138
		Total	943,467	434,211	2.235	1.128

ED = Emisión Directa, EI = Emisión Indirecta, ET = Emisión Transfronteriza

Tabla 12. Emisiones Per Cápita para el municipio de Montería y área de Estudio (cabecera municipal y área circundante) para 2012

1.15 Emisiones de gases efecto invernadero per cápita y por unidad del PIB para el municipio de Montería y el área de estudio (Cabecera municipal y área circundante) Montería, Colombia

La unidades per-cápita y por unidad del PIB de las emisiones nos proporcionan un indicador, estos dos los indicadores son parte del ESCI (emergentes y la Iniciativa de Ciudades Sostenibles) y corresponden a las emisiones de gases de efecto invernadero producidos por el área de estudio, en términos de emisiones per cápita y las emisiones relacionadas con el PIB.

La Tabla 12 muestra las emisiones de CO₂e per cápita para el municipio de Montería y el área de estudio (cabecera municipal y área circundante) basado en la población de las proyecciones de crecimiento poblacional del DANE

para el 2012 (DANE, 2013), en donde para el municipio de Montería reportan 422,175 habitantes y para la cabecera municipal 385,013.

La Tabla 13 muestra las emisiones por unidad del PIB, el cual está basado en el PIB del departamento de Córdoba del DANE (DANE, 2013), a precios constantes por departamentos Base 2005 en miles de millones de pesos.

Categoría	Subcategoría	Emisión	Municipio de Montería	Área de Estudio	Municipio de Montería	Área de Estudio
			CO ₂ e, toneladas		CO ₂ e, toneladas/Miles de millones de pesos	
Fuentes estacionarias	Edificios habitacionales	ED	32,840	25,258	3.82	2.94
		EI	44,997	34,608	5.23	4.03
	Edificios comerciales / oficiales	ED	4	3	0.00	0.00
		EI	25,841	19,874	3.01	2.31
	Uso de energía en la industrial	ED	5	4	0.00	0.00
		EI	5,125	3,942	0.60	0.46
Fuentes móviles	Transporte on-road	ED	171,130	157,439	19.91	18.32
		EI				
		ET		13,690		1.59
	Aviación	ED				
		EI				
		ET	39,631	39,631	4.61	4.61
Residuos	Disposición de residuos	ED	65,057	65,057	7.57	7.57
		EI	22,393	22,393	2.61	2.61
	Incineración de residuos	ED	463	463	0.05	0.05
		EI	193	193	0.02	0.02
	Tratamiento de aguas residuales	ED	36,627	36,627	4.26	4.26
		EI				
AFOLU	Cambio de uso de suelo	ED	55	55	0.01	0.01
	Agricultura	ED	1,685	51	0.20	0.01
	Ganadería	ED	497,422	14,923	57.87	1.74
Totales		ED	805,287	299,879	93.68	34.89
		EI	98,549	81,011	11.46	9.42
		ET	39,631	53,322	4.61	6.20
		Total	943,467	434,211	109.76	50.51

ED = Emisión Directa, EI = Emisión Indirecta, ET = Emisión Transfronteriza

Tabla 13. Emisiones por unidad del PIB para el municipio de Montería y área de Estudio (cabecera municipal y área circundante) para 2012.

1.16 Comparación de las emisiones per cápita del municipio de Montería 2012 con Bogotá 2008, Colombia.

Con el fin de efectuar un análisis del presente inventario se realizó una comparación de las emisiones con respecto a otras áreas de estudio, en este caso es la región de Bogotá- Cundinamarca, Colombia, esta comparación se realiza considerando las emisiones per cápita ya que la población es distinta, así como el tamaño, lo que pretende este análisis es observar las proporciones y los sectores con mayor influencia en la emisión de contaminantes GEI. La Tabla 14 muestra las emisiones totales y per-cápita, la población del municipio de Montería en 2012 es de 422,175 habitantes y para Bogotá 7,155,052 habitantes según las Proyecciones del DANE. Las zonas comparadas incluyen para Montería todo el municipio, mientras que para Bogotá incluye el Departamento de Cundinamarca y su capital.

En la Tabla 14 se puede apreciar que para el sector de fuentes estacionarias el índice que corresponde a las emisiones per cápita son similares para edificios comerciales e institucionales al igual que para edificios habitacionales, siendo el índice para Montería más alto con 0.18 toneladas CO₂e/habitante, no así en el uso de energía en la industria que va de 0.41 toneladas CO₂e/habitante para Bogotá a 0.01 toneladas CO₂e/habitante para Montería, esto posiblemente debido a la cantidad de industria en cada región, con lo cual las emisiones por habitantes para Bogotá son más altas al haber mayor uso de la energía para este subsector.

Para el sector transporte observamos diferencias importantes en los dos subsectores, Transporte on-road y aviación; para el transporte on-road la región de Bogotá tiene el índice más alto con 0.67 toneladas CO₂e/habitante, en contraste con 0.41 toneladas CO₂e/habitante en el municipio de Montería, esto hace referencia al índice de motorización, tipo de transporte público y distancias recorridas de un lugar a otro, con lo cual la región de Bogotá tiene un índice de motorización mayor con 163 vehículos/1000 habitantes en contraste con los 138 vehículos/1000 habitantes para Montería.

Categoría	Subcategoría	Bogotá - Cundinamarca	Municipio de Montería	Bogotá - Cundinamarca	Municipio de Montería
		CO ₂ e, toneladas		CO ₂ e, toneladas/habitante	
Fuentes estacionarias	Edificios habitacionales	712,000	77,837	0.10	0.18
	Edificios comerciales / oficiales	397,000	25,844	0.06	0.06
	Uso de energía en la industrial	2,952,000	5,130	0.41	0.01
Fuentes móviles	Transporte on-road	4,805,000	171,130	0.67	0.41
	Aviación	230,000	39,631	0.03	0.09
Residuos	Disposición de residuos	2,934,000	88,106	0.41	0.21
	Tratamiento de aguas residuales	170,000	36,627	0.02	0.09
AFOLU	Cambio de uso de suelo, agricultura y Ganadería	38,000	499,162	0.01	1.18
Totales		12,238,000	943,467	1.71	2.23

Fuentes: Bogotá 2012. Inventario de Emisiones de Gases efecto invernadero para la región Bogotá -Cundinamarca.

Tabla 14. Comparación de emisiones per cápita de Bogotá - Cundinamarca (2008) y Municipio de Montería (2012), Colombia

Para la parte de aviación para el municipio de Montería se reporta un índice mayor con 0.09 toneladas CO₂e/habitante en comparación de Bogotá, lo cual resulta extraño considerando la cantidad de operaciones que existe en el aeropuerto internacional de Bogotá, sin embargo este índice refleja las operaciones (salidas y llegadas), por habitante con lo cual da como resultado que existan más emisiones en lugares con menor población y fuerte actividad aérea.

Para el sector de residuos se muestra un índice de 0.41 toneladas CO₂e/habitante que es mayor al de Montería, esto es razonable ya que la disposición y cantidad recolectada por habitantes siempre resulta mayor en ciudades con mayor urbanismo y tamaño.

Para el AFOLU el resultado Montería tiene un índice de 1.18 toneladas CO₂e/habitante en contraste con el 0.01 para Bogotá, esto es normal si tenemos en cuenta que el municipio de Montería está dedicado a la ganadería y uso de la tierra en más del 90% de sus hectáreas.



2. Calidad de aire

2.1 Introducción

La buena o mala calidad del aire de una región está relacionada con diversos y complejos factores, como el tipo de relieve (factor físico), las reacciones químicas de los contaminantes en la atmósfera y su dispersión (factores químicos y meteorológicos), los usos y costumbres de la población (factores sociales), las actividades económicas y el uso y aprovechamiento de la tecnología (factores económicos y tecnológicos).

De forma general, la calidad del aire en las ciudades es atribuida esencialmente a las emisiones contaminantes generadas por el uso de automóviles, por la producción industrial, comercial y por los servicios.

El monitoreo atmosférico es uno de los primeros pasos dentro de la gestión de calidad del aire, sin embargo pocas ciudades de América Latina cuentan con redes de monitoreo de mediano plazo, debido a los altos costos de su instalación, operación y mantenimiento. En Colombia, con el fin de identificar situaciones especiales de contaminación atmosférica por actividades específicas, así como de analizar la tendencia del comportamiento de los contaminantes criterio, como responsables de las mayores afecciones a la salud y hacer seguimiento al estado de la calidad del aire, los Sistemas de Vigilancia de la Calidad del Aire (SVCA) implementados en todo el país se encargan de monitorear a partir de estaciones de tipo manual, automático, semiautomático y mixto los diferentes contaminantes atmosféricos además de variables meteorológicas, permitiendo así observar

la influencia de estas últimas en la dispersión de los contaminantes (IDEAM, 2012).

2.2 Objetivos

Verificar la información disponible en materia de calidad del aire en la ciudad de Montería, Córdoba, Colombia con el fin de proporcionar información a los tomadores de decisiones respecto al estado actual de la ciudad en este aspecto.

2.2.1 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Identificar y obtener la información disponible de calidad del aire de la ciudad (mediciones de contaminantes criterio, meteorología, normas o estándares de calidad del aire vigentes), así como información disponible de salud pública (estadísticas epidemiológicas).
- En base a la información obtenida realizar un análisis de tendencias de la calidad del aire y comparar con estándares; para con ello establecer el estado actual de Montería en cuanto a calidad del aire (se requiere al menos un año de mediciones en distintos sitios de la ciudad).
- Realizar un análisis de correlación entre las concentraciones de contaminantes criterio y los problemas presentes de salud, (se requiere de por lo menos 3 años de información).

2.3 Monitoreo de la calidad de aire en Montería

Las autoridades ambientales tienen la obligación de medir y evaluar los niveles de contaminantes criterio en la atmósfera. Estas mediciones se llevan a cabo a través de redes de monitoreo de la calidad del aire. La información generada por dichas redes proporciona, en conjunto con los inventarios de emisiones, la base para la toma de decisiones y el desarrollo de estrategias para abatir la contaminación, por lo que la medición de los contaminantes atmosféricos es clave en la gestión de la calidad del aire.

La Resolución 650 marzo 29 de 2010 y 2154 noviembre 2 de 2010 del Ministerio del Medio Ambiente Vivienda y Desarrollo Territorial. Se refiere a la adopción a nivel nacional del Protocolo para el Monitoreo y Seguimiento de la Calidad del Aire el cual establece directrices,

metodologías y procedimientos para llevar a cabo las actividades de monitoreo y seguimiento de la calidad del aire. Este protocolo está compuesto por los manuales de Diseño de Sistemas de Vigilancia de la Calidad del Aire y el de Operación de Sistemas de Vigilancia de la Calidad del Aire.

La Corporación Autónoma Regional de los Valles del Sinú y del San Jorge (CVS) inicio a operar el Sistema de Vigilancia de la Calidad de Aire en la ciudad de Montería (SVCA) en 2009, con el muestreo manual de partículas menores a 10 μm (PM10), en cuatro estaciones fijas en diferentes sectores del casco urbano de la ciudad (Tabla 15)

Donde la ubicación de las estaciones del sistema de vigilancia de la calidad de aire en la ciudad de Montería se presenta en la Figura 35.

Sector	Estación	Dirección	Ubicación	Características
Norte	UPB	Km 8 vía Cerete, Barrio Mocarí	Sede principal de la universidad Pontificia Bolivariana.	Zona institucional con alto flujo vehicular, aledaña a zona residencial cercana a vías sin pavimentar y a zona industrial de acopio
Centro	CVS	Calle 29 N°2-43 Ed Morindó	Sede principal de la CVS en Montería	Zona comercial e institucional de alto flujo vehicular. Aledaña a vías pavimentadas y próxima a un cruce de semáforo
Occidente	UNISINU	Calle 38 Carrera 1; B/Juan XXIII margen izquierda río Sinú	Sede principal de la universidad del Sinú, Calle 38 Cra 1, Barrio Juan XXIII, margen izquierda del río Sinú	Zona institucional y residencial de alta densidad poblacional y alto flujo vehicular cercana a vías sin pavimentar
Oriente	TT	Calle 41 N° 20-11	Sede de la terminal de transportes intermunicipal e interdepartamental	Zona mixta (residencial, institucional y comercial). Cercana a una vía principal de alto flujo vehicular

Tabla 15. Ubicación del SVCA de la ciudad de Montería (Fuente: CVS – UPB, 2013)



Figura 35. Mapa de ubicación del SVCA de la ciudad de Montería

Para el presente estudio la CVS facilitó información de los muestreos manuales de PM10 de los cuatro sitios con que cuenta el SVCA para los años 2012 y 2013, para el análisis aquí presentado se buscaron también otras fuentes de información para complementar los datos a través de la página web de CVS, la página del SISAIRE, así como del documento de Ruíz R. P., 2013. El SVCA de la ciudad de Montería ha operado de manera intermitente, obteniendo información en los siguientes períodos (Tabla 16).

Período de operación	CVS	UNISINU	TT	UPB
Oct – Dic 2009	X	X		X
Ene – Sep 2010	X	X		X
Dic 2011 – Mar 2012	X	X	X	X
Jun 2012 – Ene 2013	X	X	X	X
Jul – Nov 2013	X	X	X	X

Tabla 16. Períodos de muestreo manual de PM10 por el SVCA en Montería

2.3.1 COMPARACIÓN CON LA NORMATIVIDAD

La Organización Mundial de la Salud (OMS) ha publicado guías sobre la calidad del aire y varios países de América Latina han establecido sus propias normas. Para Colombia en los últimos años ha habido modificaciones a estas normas, a través de las Resoluciones 601 abril 4 de 2006 y 610 marzo 24 de 2010 del Ministerio del Medio Ambiente Vivienda y Desarrollo Territorial. Por la cual se establece la Norma de Calidad del Aire o Nivel de Inmisión, para

todo el territorio nacional en condiciones de referencia, en su Capítulo II, Artículo 4°, señala los niveles máximos permisibles para contaminantes criterio, para el total del territorio nacional y son los que se muestran en la Tabla 17 para cada uno de los contaminantes.

Además en Colombia se cuenta con el Índice de Calidad del Aire (ICA), el cual permite comparar los niveles de contaminación de calidad del aire, de las estaciones de un SVCA; siendo un indicador de la calidad del aire diaria. El ICA corresponde a una escala numérica entre 0

Contaminante	Unidad	Colombia, 2010	Guías de la OMS	Tiempo de exposición
PST	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	100	*	Anual
		300	*	24 horas
PM ₁₀	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	50	20	Anual
		100	50	24 horas
SO ₂	ppm ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	0.031 (80)	50	Anual
		0.096 (250)	125	24 horas
		0.287 (750)	---	3 horas
NO ₂	ppm ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	0.053 (100)	40	Anual
		0.08 (150)	---	24 horas
		0.106 (200)	200	1 hora
O ₃	ppm ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	0.041 (80)	120	8 horas
		0.061 (120)	---	1 hora
CO	ppm (mg/m^3)	8.8 (10)	10	8 horas
		35 (40)	30	1 hora

*No se ha establecido ningún valor de referencia para PST y PM10 porque no existe un umbral evidente en cuanto a sus efectos en la salud.

** MAVDT-CDMB-CORANTIOQUIA-CAM-CAS-CORPOGUAJIRA-AMVA-CC-IDEAM, 2005.

Nota: mg/m³ o $\mu\text{g}/\text{m}^3$: a las condiciones de 298,15°K y 101,325 KPa. (25°C y 760 mm Hg).

Tabla 17. Normas nacionales de calidad del aire de Colombia y guías de la OMS, valores límite en ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) y tiempos promedio de exposición

ICA	Color	Clasificación	O ₃ 8h (ppb)	O ₃ 1h (ppb)	PM ₁₀ 24 h ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	PM _{2.5} 24 h ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	CO 8 h ppm	SO ₂ 24h ppb	NO ₂ 1h ppb
0-50	Verde	Buena	0-59	-	0-54	0-15.4	0-4.4	0-35	0-53 [2]
51-100	Amarillo	Moderada	60-75	-	55-154	15.5-40.4	4.5-9.4	35-144	54-100 [2]
101-150	Naranja	Dañina a la salud para grupos sensibles	76-95	125-164	155-254	40.5-65.4	9.5-12.4	145-224	101-360 [2]
151-200	Rojo	Dañina a la salud	96-115	165-204	255-354	65.5-150.4	12.5-15.4	225-304	361-640
201-300	Púrpura	Muy dañina a la salud	116-374	205-404	355-424	150.5-250.4	15.5-30.4	305-604	650-1240
301-500	Marrón	Peligrosa	[1]	405-604	425-604	250.5-500.4	30.5-50.4	605-1004	1250-2040

[1] Valores de concentraciones de 8 horas de ozono no definen valores más altos de ICA (>301). Los valores de ICA de 301 o mayores serán calculados con concentraciones de 1 hora de ozono.

[2] Valores tomados del 40 CFR - Code of Federal Regulations - Title 40: Protection of Environment parte 58, Apéndice G. (Uniform Air Quality Index (AQI) and Daily Reporting)

Tabla 18. Puntos de corte para el ICA

y 500, a la cual se le asigna un color y a su vez tiene una relación con los efectos a la salud. El ICA considera cinco contaminantes principales: Ozono, material particulado, dióxido de azufre, dióxido de nitrógeno y monóxido de carbono; Tabla 18.

En la Tabla 19 se presenta la estadística básica de los datos obtenidos de 2009-2013 en el SVCA de la ciudad de Montería de las concentraciones de PM_{10} para cada una de las cuatro estaciones.

Con los datos reportados por el SVCA de la ciudad de Montería, se identifica que el índice de calidad del aire (ICA) para partículas PM_{10} fue de bueno a moderado entre

2009 y 2013. Como se observa en la tabla anterior solo una vez durante 2010, se rebasó el límite máximo diario permisible de la resolución 610 para Colombia de $100 \mu g/m^3$ de 24 horas en las estaciones UPB y UNISINU. Para el límite máximo recomendado por la OMS de $50 \mu g/m^3$ en 24 horas, durante todo el período de muestreo se presentaron valores por arriba de esté, siendo la estación CVS la que más veces rebasó dicha recomendación. También podemos observar que los años cuando mayor número de muestras se obtuvieron fueron 2010 y 2012. A partir del análisis anterior se determinó que el centro de la ciudad es la zona más crítica, probablemente por el alto flujo vehicular que hay en ella.

Año	Parámetro	UPB	UNISINU	TT	CVS
2009	Mínimo	14.97	0.31		29.44
	Máximo	61.13	54.18		81.88
	Desv. Est.	13.42	12.53		13.13
	Promedio anual	35.39	29.46		54.23
	Mediana	34.11	28.70		56.03
	# Mediciones	27	28	0	27
	# Veces R. 610	0	0	0	0
	# Veces OMS	6	2	0	18
2010	Mínimo	4.23	6.15		19.36
	Máximo	109.96	102.06		179.18
	Desv. Est.	21.34	22.83		26.98
	Promedio anual	36.63	36.62		54.55
	Mediana	30.38	28.56		48.89
	# Mediciones	82	80	0	78
	# Veces R. 610	1	1	0	0
	# Veces OMS	22	23	0	37

Tabla 19. Estadística básica del muestreo de PM_{10} por estación y año del SVCA, Montería

Año	Parámetro	UPB	UNISINU	TT	CVS
2011	Mínimo	44.90		58.53	54.55
	Máximo	57.50		58.53	67.83
	Desv. Est.	5.69			7.59
	Promedio anual	51.32		58.53	63.32
	Mediana	51.43		58.53	67.58
	# Mediciones	4	0	1	3
	# Veces R. 610	0	0	0	0
	# Veces OMS	2	0	1	3
2012	Mínimo	6.58	10.69	23.93	20.12
	Máximo	91.53	80.55	78.38	77.52
	Desv. Est.	16.42	14.36	11.89	10.74
	Promedio anual	30.37	31.91	47.00	48.06
	Mediana	25.18	28.09	46.29	49.57
	# Mediciones	75	68	76	73
	# Veces R. 610	0	0	0	0
	# Veces OMS	11	7	25	30
2013	Mínimo	11.32	11.32	25.81	27.19
	Máximo	51.38	47.57	65.95	78.58
	Desv. Est.	10.06	10.07	8.61	10.48
	Promedio anual	27.05	25.32	48.05	46.26
	Mediana	24.77	23.71	48.99	47.65
	# Mediciones	46	47	43	49
	# Veces R. 610	0	0	0	0
	# Veces OMS	1	0	19	18

(continuación Tabla 19. Estadística básica del muestreo de PM₁₀ por estación y año del SVCA, Montería

En las siguientes gráficas (Figuras 36-39) se muestran los resultados del muestreo de PM_{10} para los distintos años de muestreo en el SVCA de la ciudad de Montería.

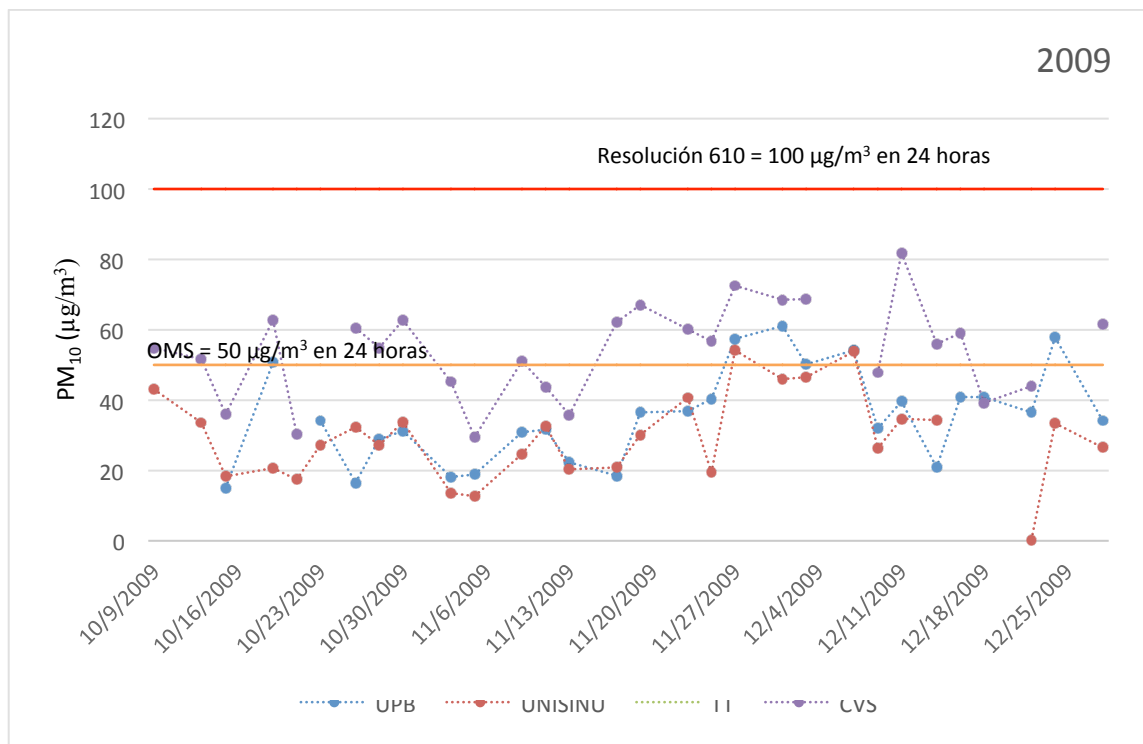


Figura 36. Concentraciones diarias de PM_{10} en la ciudad de Montería durante 2009

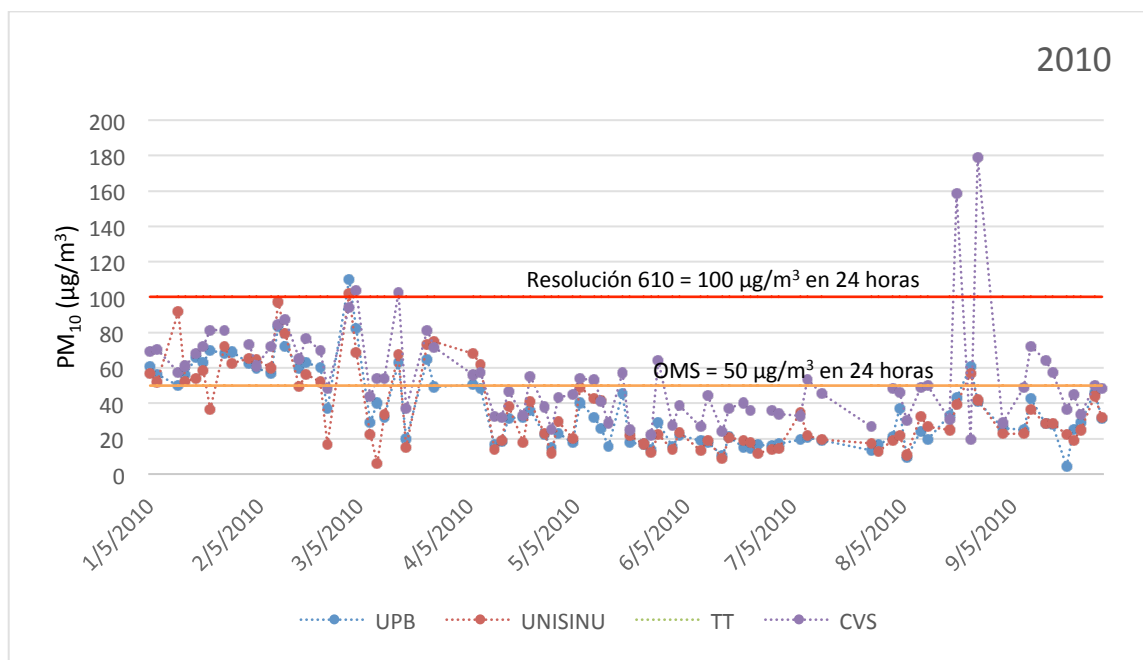


Figura 37. Concentraciones diarias de PM_{10} en la ciudad de Montería durante 2010

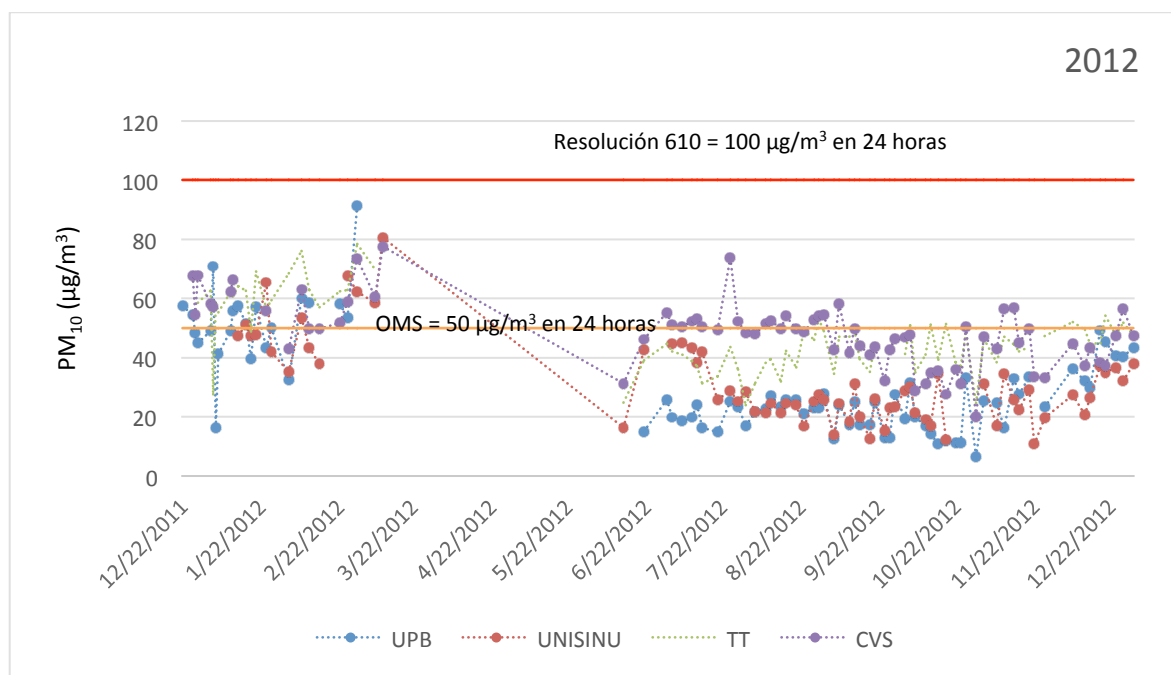


Figura 38. Concentraciones diarias de PM_{10} en la ciudad de Montería durante 2012

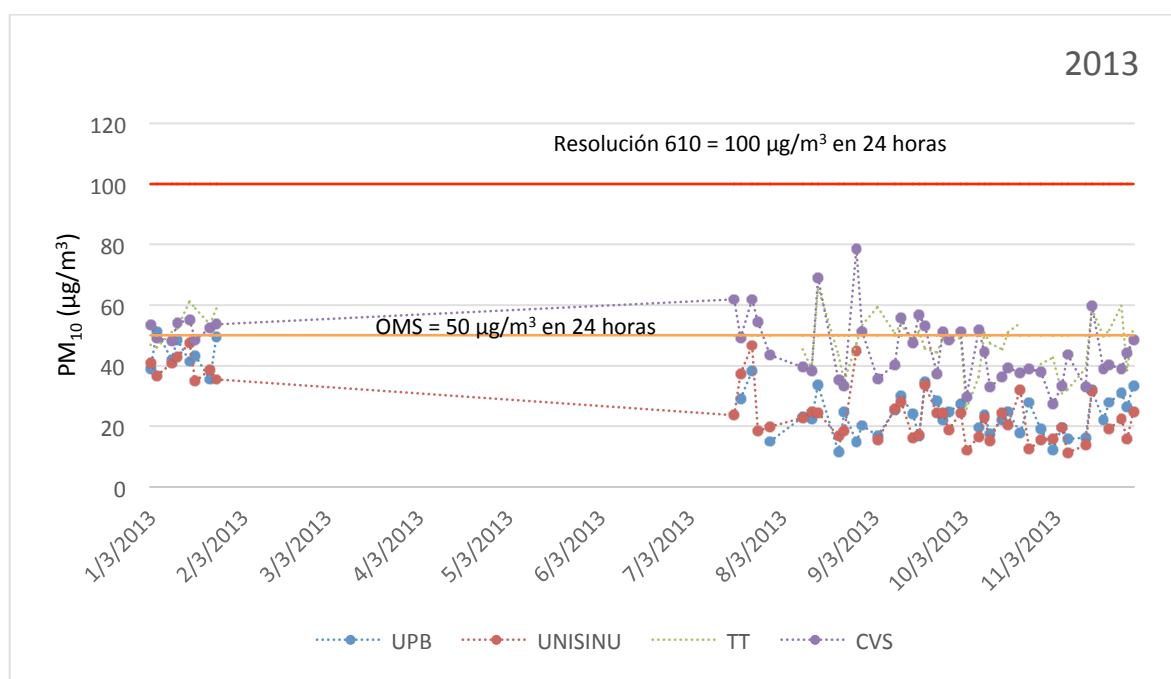


Figura 39. Concentraciones diarias de PM_{10} en la ciudad de Montería durante 2013

En las gráficas anteriores se aprecia que la estación CVS, es la que presentan las mayores concentraciones de PM_{10} durante los periodos de muestreo. De igual forma los primeros meses del año son los de más altas concentraciones de PM_{10} ; desafortunadamente hay faltantes de información importantes durante los meses de marzo – junio de cada año, lo que no permite tener

un análisis estacional de la calidad del aire para este contaminante.

Es importante resaltar también que la calidad del aire aparte de estar dada por las concentraciones de contaminantes presentes en la atmósfera, está directamente influenciada por los parámetros meteorológicos presentes en la zona

Precipitación pluvial acumulado mensual

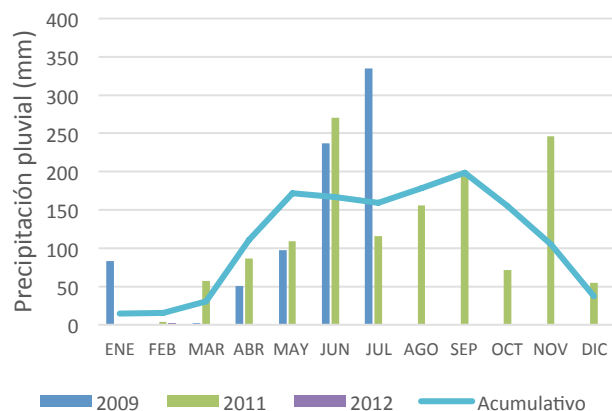
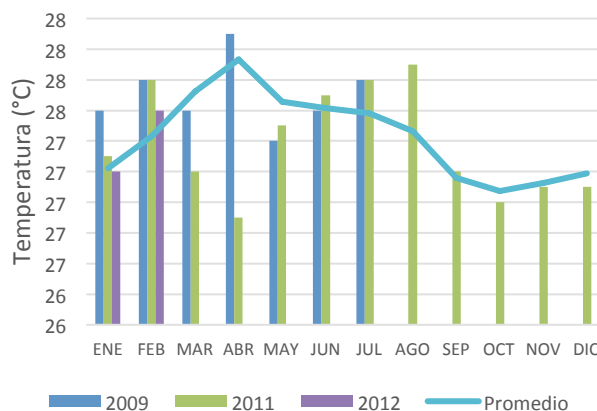


Figura 40. Precipitación pluvial y temperatura promedio mensual en Montería.

Temperatura promedio mensual



de estudio por lo que es indispensable su monitoreo; los parámetros meteorológicos básicos de interés en materia de calidad del aire son: temperatura, humedad relativa, velocidad del viento, dirección del viento, radiación solar, y precipitación pluvial. Para el desarrollo de este estudio solo se proporcionó información de la temperatura promedio mensual y de la precipitación pluvial acumulada mensual en Montería, en la Figura 40 se presentan la información existente de los años 2009-2012 de los parámetros meteorológicos monitoreados.

Se revisó la información meteorológica para realizar algún tipo de correlación con los muestreos de partículas realizados en la ciudad de Montería en el periodo de 2009-2013, sin embargo no se obtuvo correlación alguna por la falta de información durante el muestreo tanto de partículas como de parámetros meteorológicos; en la Figura 41 se presentan las concentraciones mensuales de partículas PM_{10} y la precipitación pluvial acumulado mensual histórico de la ciudad de Montería, donde se ve que durante el periodo de lluvias la concentración de PM_{10} disminuye.

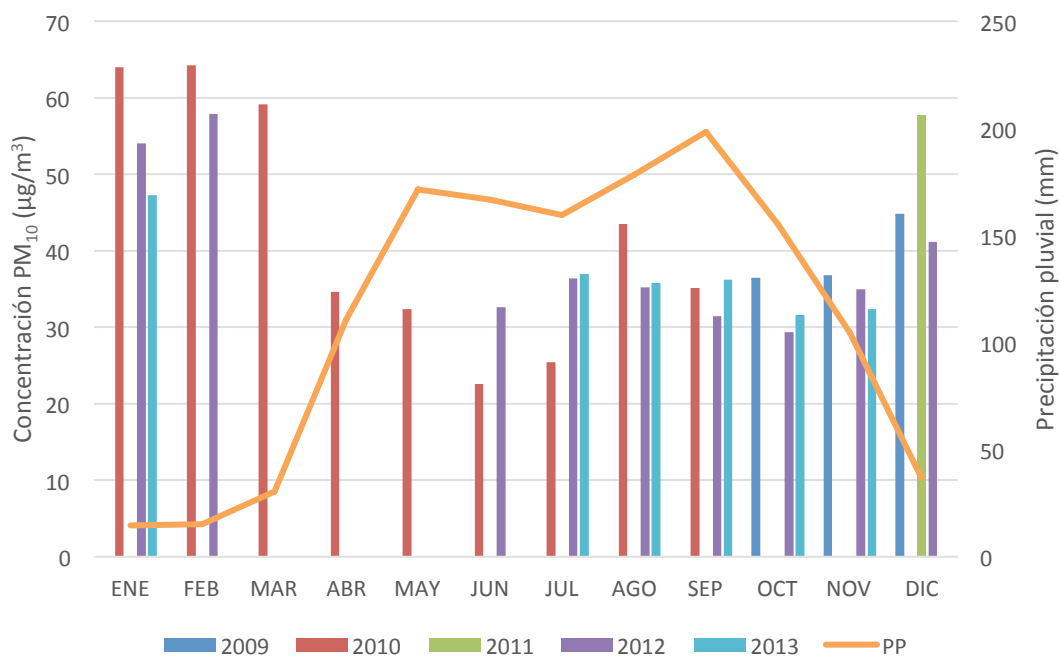


Figura 41. Concentración promedio mensual de PM_{10} y la precipitación pluvial mensual acumulada en Montería.

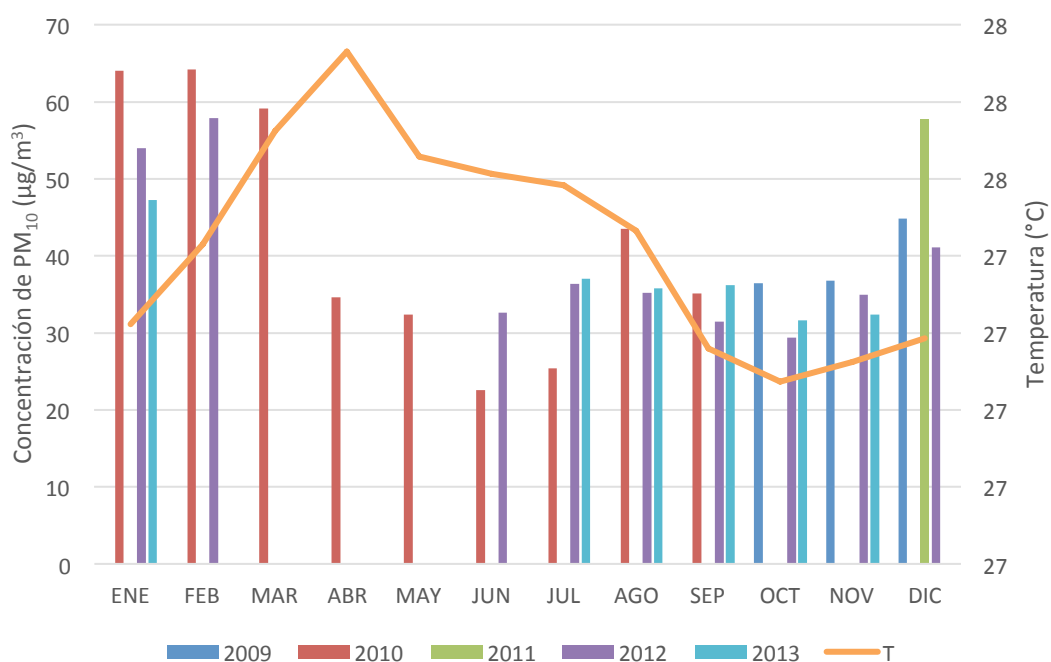


Figura 42. Concentración promedio mensual de PM_{10} y la temperatura promedio mensual en Montería.

En la Figura 42 se presentan las concentraciones mensuales de partículas PM_{10} y la temperatura promedio mensual histórica de la ciudad de Montería.

Por otro lado Morales N. y Nobles M., 2013; menciona que la ciudad de Montería presenta una atmósfera estable, con predominancia de los vientos del SW, W y NW; además de que los vientos en general son ligeros, con velocidades menores 2 m/s la mayor parte del tiempo, lo que implica una limitante en la dispersión de contaminantes atmosféricos.

2.3.2 EFECTOS EN SALUD POR CONTAMINACIÓN DEL AIRE

La contaminación atmosférica constituye un riesgo medioambiental para la salud y se estima que causa alrededor de dos millones de muertes prematuras al año en todo el mundo. Cuanto menor sea la contaminación atmosférica de una ciudad, mejor será la salud respiratoria (a corto y largo plazo) y cardiovascular de su población.

Se calcula que la contaminación atmosférica urbana causa en todo el mundo 1,3 millones de muertes al año, que afectan de forma desproporcionada a quienes viven en países de ingresos medios. La exposición a los contaminantes atmosféricos está en gran medida fuera del control personal y requiere medidas de las autoridades públicas a nivel nacional, regional e internacional (OMS, 2011).

A continuación se presenta una breve descripción de los posibles efectos en la salud humana de los contaminantes criterio (OMS, 2011):

- **Partículas suspendidas:** afectan a más personas que cualquier otro contaminante. La exposición crónica a las partículas aumenta el riesgo de enfermedades cardiovasculares y respiratorias, así como de cáncer de pulmón.

- **Ozono (O_3):** ocasiona problemas respiratorios, provoca asma, reduce la función pulmonar y origina enfermedades pulmonares.
- **Monóxido de carbono (CO):** se combina con la hemoglobina en el torrente sanguíneo para reducir el flujo de oxígeno en los órganos y tejidos del cuerpo. El CO puede afectar las funciones mentales y el estado de alerta, aun en exposición a bajas concentraciones.
- **Bióxido de azufre (SO_2):** puede afectar al sistema respiratorio y las funciones pulmonares, y causa irritación ocular. La inflamación del sistema respiratorio provoca tos, secreción mucosa y agravamiento del asma y la bronquitis crónica; asimismo, aumenta la propensión de las personas a contraer infecciones del sistema respiratorio.
- **Bióxido de nitrógeno (NO_2):** los síntomas de bronquitis en niños asmáticos aumentan en relación con la exposición prolongada a este contaminante, y la disminución del desarrollo de la función pulmonar también se asocia con las concentraciones de NO_2 registradas.

Morales N. y Nobles M., 2013; menciona la identificación de información sobre eventos epidemiológicos relacionados con la calidad del aire en la ciudad de Montería, como lo es morbilidad por infección respiratoria aguda o grave (IRA-IRAG), que durante los últimos años ha presentado aumento en los casos registrados; sin embargo no existen estudios epidemiológicos a la fecha que permitan relacionar la ocurrencia de eventos en salud con la calidad de aire. Por otro lado a nivel nacional (IDEAM, 2012) también se hace referencia de que la ciudad de Montería es la 15va ciudad más poblada de Colombia, con más de 100,000 habitantes, lo que la hace susceptible a presentar problemas de calidad del aire y conlleva a que la población presente problemas de salud relacionados con esta problemática.

La Secretaría de Salud del Municipio de Montería proporcionó información de eventos por períodos

Períodos epidemiológicos														
Evento	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	Total
2011														
IRAG inusitada	2	0	0	1	0	2	1	2	1	0	0	0	0	9
Mortalidad por IRA	0	0	0	1	0	0	0	0	2	0	0	0	0	3
2012														
IRAG inusitada	3	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	1	0	7
Mortalidad por IRA	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
2013														
IRAG inusitada	0	0	0	1	0	0	2	0	0	0	1	1	0	5
Mortalidad por IRA	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	3

Tabla 20. Eventos epidemiológicos en el municipio de Montería

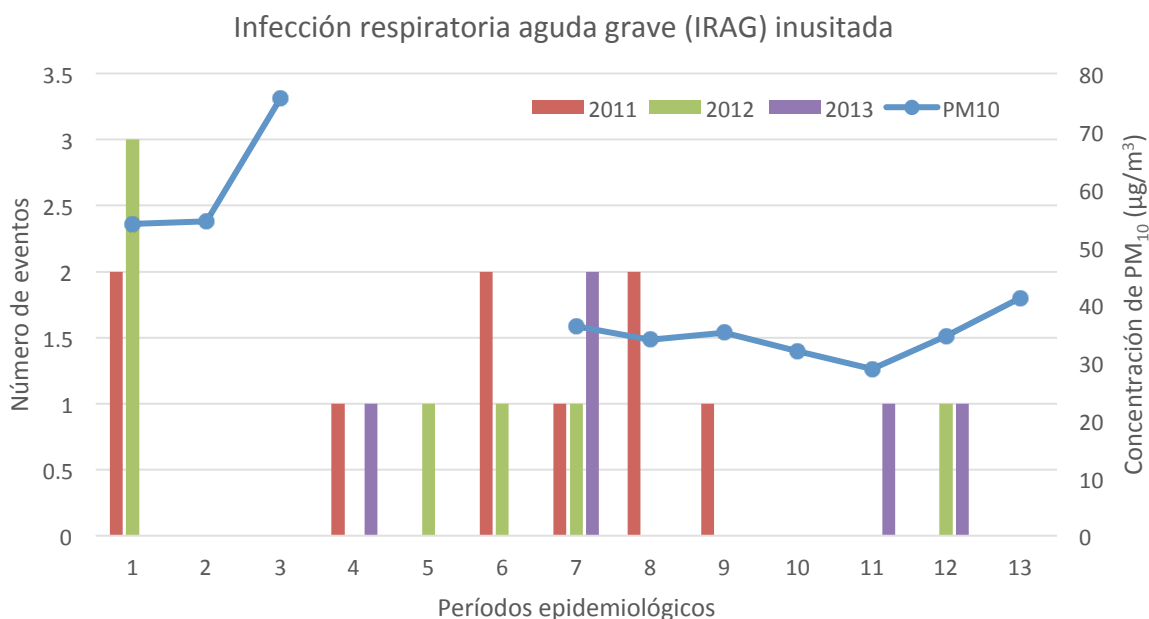


Figura 43. Eventos de IRAG y concentraciones de PM₁₀ durante 2012 en Montería

epidemiológicos para Montería de mortalidad por infecciones respiratorias agudas (IRA) y de infección respiratoria aguda grave (IRAG) de los años 2011 al 2013 (Ver Tabla 20); donde se observa que los eventos de IRAG han disminuido durante los últimos años, mientras que los eventos de Mortalidad por IRA no tienen una tendencia específica.

Se revisó la información de salud proporcionada con la de los muestreos de partículas PM₁₀, para establecer alguna posible correlación entre ambos datos, sin embargo no se pudo establecer correlación alguna por los huecos de información en el muestreo de partículas durante el mismo período (Figura 43).

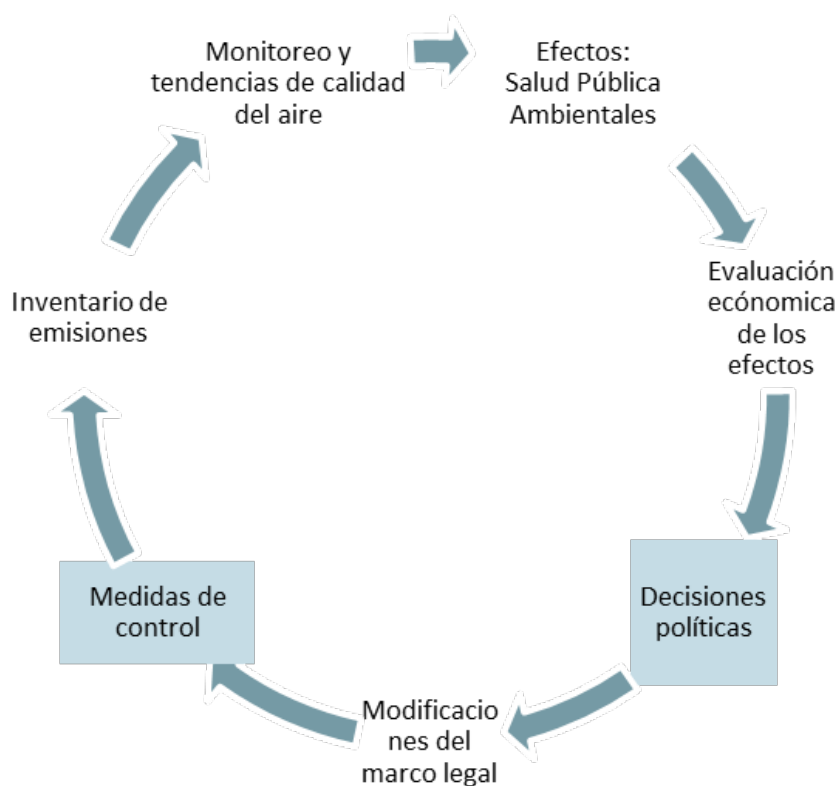


Figura 44. Ciclo de Gestión de la Calidad del Aire

2.4 Evaluación integral de la calidad del aire

Además de la información generada por el monitoreo atmosférico existen otros instrumentos técnicos como los inventarios de emisiones de contaminantes criterio, los estudios epidemiológicos, de evaluación económica, etc., que son la base para la toma de decisiones y el desarrollo de estrategias para abatir la contaminación, (Figura 44). La gestión ambiental conforma un ciclo en el que cada uno de sus instrumentos se interrelacionan y retroalimentan unos a otros.

Los instrumentos básicos dentro de la gestión son el inventario de emisiones y el monitoreo atmosférico, en el caso de la Ciudad de Montería, debido a que no se pudo recolectar información de la meteorología presente en la ciudad y de datos epidemiológicos, para poder realizar el análisis propuesto de correlación de estos parámetros con contaminantes criterio se procedió a realizar una estimación de las emisiones de los contaminantes criterio presentes en la ciudad de Montería.

2.5 Inventario de emisiones de contaminantes criterio

Un inventario de contaminantes criterio evalúa dentro de un periodo de tiempo determinado y en una zona de estudio delimitada las emisiones de CO, SOx, PM (PM₁₀, PM_{2.5}) y NOx provenientes de las fuentes móviles (carreteras y no carreteras), fuentes fijas (industriales), fuentes de área (servicios, habitacionales, agropecuarias y difusas) y fuentes naturales (erosión, geogénicas, biogénicas). Hay diferentes niveles de detalle y desagregación de la información, requiriéndose datos demográficos, económicos, de ventas, información vial, estadísticas de transporte y detalles de la producción industrial, entre otra.

Para el caso de la ciudad de Montería, se hizo uso de la información recopilada para el inventario de GEI, sin embargo debido a que la información no es específica para el inventario de contaminantes criterio únicamente fue posible estimar las emisiones de transporte on-road, aviación, quema de residuos agrícolas, incineración de residuos hospitalarios y uso doméstico, industrial y comercial de gas natural; utilizando factores de emisión del AP-42 de la Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos (EPA, por sus siglas en inglés), del ISSRC-

Latín América y de IPCC, 2000; para el año base 2012. Así como se tomó de referencia para fuentes fijas (industria) lo reportado por Morales, N. y Nobles M., 2013, con año base 2005.

De acuerdo a personal de CVS existe un inventario de emisiones de contaminantes criterio para algunas fuentes de emisión realizado previamente en la ciudad, sin embargo este no fue proporcionado como referencia. Cabe mencionar que a nivel nacional Colombia cuenta con un Protocolo Nacional de Inventarios de Emisiones el cual es una guía para el desarrollo de inventarios de emisiones, siguiendo lineamientos únicos; sin embargo no se utilizó dicha metodología por la limitante de información.

Considerando que no se tuvieron en cuenta todas las fuentes de emisión de contaminantes criterio presentes en la ciudad, los resultados son únicamente indicativos de la importancia relativa de las fuentes estudiadas, para tener una evaluación completa es necesario considerar la mayor cantidad de fuentes posibles, obtener información para su cálculo y con un mayor nivel de desagregación. Además los factores de emisión utilizados en esta estimación en muchos de los casos son genéricos y no específicos por la falta de información. Con todo lo anterior, son una herramienta para generar un primer enfoque que pueda ser utilizado por gestores de la calidad del aire para estimar las emisiones provenientes de diversos tipos de fuentes, siendo este enfoque directo logrando así entregar una aproximación de emisiones de primer orden. Sin embargo, el usuario de esta información debe entender que existe la posibilidad de errores significativos en algunos casos y que por la falta de algunas fuentes de emisiones presentes que no se evaluaron las emisiones pueden estar subestimadas y brindar lineamientos incompletos para la toma de decisión.

En la Tabla 21 se presentan los resultados de las emisiones estimadas en esta aproximación, se estimaron 134,714 toneladas de monóxido de carbono, 4,115 toneladas de óxidos de nitrógeno, 54 toneladas de dióxido de azufre, 1,108 toneladas de partículas y 25,301 toneladas de hidrocarburos.

Dentro de las fuentes evaluadas se observa (Figura 45) que las fuentes móviles carreteras, es decir los vehículos que circulan por la red vial de la ciudad, como son autobuses y transporte público, vehículos comerciales, vehículos particulares y motocicletas, principalmente por el consumo de gasolina y diesel en este sector, son los responsables de las mayores emisiones de los contaminantes criterio.

Las fuentes móviles on-road consideran diferentes modos de transporte en el municipio, del cual según la información de la Secretaría de Transporte los autos particulares a gasolina y las motocicletas reflejan la mayor cantidad de vehículos. Con respecto a su actividad y cómo interactúan entre ellos, las motocicletas son el principal problema. Según el diagnóstico para transporte público STEP, la restructuración del transporte público se hace necesaria para mejorar este modo de transporte y cambiar el uso de las moto-taxis por el transporte público.

Además las emisiones de quema de residuos agrícolas y las generadas por la industria (Procesamiento y almacenamiento de grano de maíz y arroz) son las que contribuyen con emisiones de contaminantes criterio en la ciudad.

En otros estudios realizados en la ciudad se reporta que las partículas son el principal contaminante en la ciudad (CVS – UPB, 2013; Morales N. y Nobles M., 2013; Ruíz R. P., 2013) por lo que actualmente es el único contaminante que se mide en el SVCA de la ciudad de Montería.

Categoría	CO		NO _x		SO ₂		PM		HC	
	ton/año	%	ton/año	%	ton/año	%	ton/año	%	ton/año	%
Consumo de gas natural	10	0.0	24	0.6	2.E-01	0.3	2	0.2	1	0.0
Industria	185	0.1	12	0.3	40	74.9	301	27.2	127	0.5
Incineración de residuos	1	0.0	2	0.0	1	1.7	2	0.2	NE	0.0
Quema de residuos agrícolas	634	0.5	NE	0.0	NE	0.0	73	6.6	61	0.2
Aviación	226	0.2	94	2.3	12	23.1	NE	0.0	21	0.1
Transporte on-road	133,656	99.2	3,983	96.8	NE	0.0	730	65.9	25,090	99.2
Total	134,712		4,115		54		1,108		25,301	

NE = No estimado por falta de factor de emisión.

Tabla 21. Resultados de emisiones de contaminantes criterio en Montería

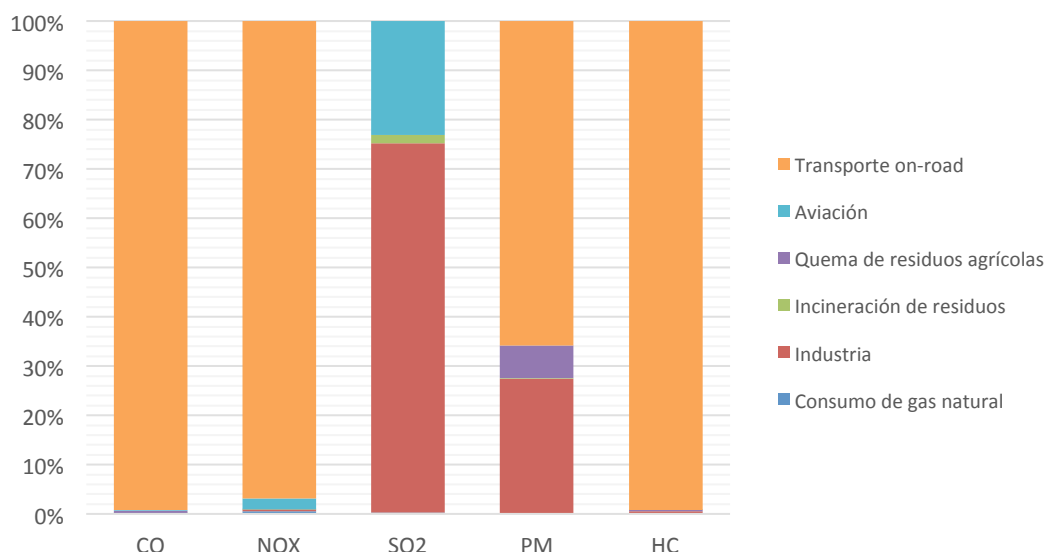


Figura 45. Contribución porcentual de las fuentes evaluadas por contaminante para Montería, Colombia

Los resultados nos indican que además de que el CO es posiblemente uno de los contaminantes más importantes, como en la mayor parte de las ciudades del mundo debido específicamente a las fuentes móviles; también se observa la presencia de NOx y COV, lo cual es consistente con el uso de combustibles y que se consideran precursores de ozono, por lo cual con condiciones de estabilidad atmosférica es posible que se presenten concentraciones importantes de Ozono y posiblemente la formación de aerosoles atmosféricos, principalmente de fracción respirable y con contenido de nitratos, por lo que además en temporada de lluvia podría favorecer la presencia de lluvia ácida.

Si bien este análisis debido a su muy grueso detalle no permite predecir las concentraciones diarias ni el nivel de exposición personal, si nos permite establecer que es necesario realizar un diagnóstico de la calidad del aire, principalmente a través del fortalecimiento de dos vertientes:

1. Las capacidades técnicas de monitoreo atmosférico automático tanto de contaminantes criterio y de parámetros meteorológicos; esto quiere decir que es necesario complementar el SVCA incluyendo equipos de monitoreo atmosférico automático de contaminantes criterio como son CO, NO₂, O₃, SO₂, PM₁₀ y PM_{2.5}; así como el muestreo de parámetros meteorológicos como son temperatura, humedad relativa, velocidad del viento, dirección del viento, radiación solar, y precipitación pluvial; para con ello generar información de manera continua de las condiciones de la calidad del aire en Montería herramienta clave en la gestión de calidad del aire.

2. La elaboración de un inventario de contaminantes completo para Montería y con un mayor nivel de desagregación; dicho inventario debe de incluir:
 - Contaminantes: CO, NOx, SOx, PM₁₀, PM_{2.5} y COV.
 - Fuentes de emisión: fuentes fijas (industrias), fuentes de área (agropecuarias, almacenamiento y distribución de combustibles, fuentes industriales ligeras y comerciales, consumo de combustibles en fuentes estacionarias, residuos, consumo de solventes, misceláneas), fuentes naturales (biogénicas, erosivas) y fuentes móviles (carreteras y no-carreteras).
 - Frecuencia de actualización: que sea compatible con los lineamientos a nivel nacional establecidos en el Protocolo Nacional de Inventarios de Emisiones de Colombia, y esta dependerá del propósito del inventario y del SVCA asociado al mismo.
 - Resolución: lo ideal es que se a nivel de punto de generación y basándose en los lineamientos establecidos en el Protocolo Nacional de Inventarios de Emisiones.



3. Línea base, escenarios y medidas de mitigación

3.1 Introducción

En los próximos años la temperatura promedio mundial presentará una tendencia al alza asociada a la concentración de gases de efecto invernadero de acuerdo a la estimación de IPCC, en ese sentido el papel de las acciones de mitigación es fundamental para llevar a cabo las metas de control y disminución de las concentraciones globales de GEI, a través de estrategias que permitan reducir las emisiones de GEI e incrementar los sumideros de carbono.

Una de las estrategias es la elaboración y definición de escenarios de GEI regionales, que establecen la relación entre los generadores de información y los encargados de proponer estrategias de adaptación, lo que permite plantear de manera conjunta planes y estrategias de mitigación.

Como parte del esfuerzo e iniciativa la financiera de desarrollo Findeter, escogió el municipio de Montería, Córdoba, Colombia para desarrollar estudios que permitan caracterizar la situación de la ciudad y municipio con respecto a temas como sostenibilidad ambiental, urbana y económica, con la finalidad de identificar áreas críticas para el desarrollo de la ciudad a mediano y largo plazo con lo cual el tema de cambio climático es uno de los temas principales. Como herramienta para conocer el estado que guarda la ciudad en materia de emisiones se tienen el Inventario de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero que se desarrolla mediante la metodología denominada Global Protocol for Community-Scale GHG Emissions (GPC), basada en la metodología de IPCC 2006.

Otro aspecto que se considero fue el desarrollo del Plan Maestro de Cambio Climático para el municipio de Montería en 2011, el cual está basado en el inventario realizado con año base 2009, el plan contempla 15 retos y 26 acciones, con lo cual se pretende actualizar y fortalecer dichas acciones o sumar consideraciones observadas por la actualización que no fueron contempladas anteriormente.

El inventario de emisiones de gases de efecto invernadero del municipio de Montería, Córdoba, Colombia y área de estudio se realizó para el año base 2012; donde se evaluaron las emisiones directas generadas dentro de la ciudad y las emisiones indirectas asociadas a actividades que se desarrollan fuera de la ciudad, para las categorías de Fuentes estacionarias, Fuentes móviles, Residuos y AFOLU.

Dentro de este trabajo se determina la línea base del Inventario de Emisiones de GEI hacia 2020 y 2030, se involucró los resultados de huella urbana realizados en la ciudad a 2030, aunado a esto se desarrolla y establece el escenario considerando seis medidas de mitigación y su proyección a 2020 y 2030.

En Colombia se llevó a cabo la Estrategia Colombiana de Desarrollo Bajo carbono (ECDBC), la cual es un programa de planeación y desarrollo a corto, mediano y largo plazo realizado por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible de Colombia (MADS), mediante la Dirección de Cambio Climático, con el apoyo del Departamento Nacional de Planeación (DNP), y los Ministerios Sectoriales de Colombia.

Esta estrategia busca desligar el aumento de las emisiones de gases efecto invernadero (GEI) del crecimiento económico nacional. Realizando un diseño e implementación de planes, proyectos y políticas que tiendan a la mitigación de GEI y así fortalezcan el crecimiento social y económico del país. Los sectores que participan en el ECDBC son Industria, Energía, Minería, Transporte, Vivienda, Residuos y Agricultura. Dentro de esta estrategia se desarrolló los Planes de Acción Sectorial de Mitigación (PASM).

La Estrategia Colombiana de Desarrollo Bajo en Carbono, junto con el Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático, la Estrategia Nacional REDD+ y la Estrategia para la Protección Financiera ante Desastres, conforman la Política Nacional de cambio climático.

3.2 Objetivos

- Establecer en base al Inventario de Emisiones de GEI con año base 2012, para el municipio de Montería y el área de estudio definida, los escenarios de la línea base hacia 2020 y 2030.
- Establecer escenarios del Inventario de Emisiones de GEI de desarrollo humano, tendencial y sostenible para 2030 para los casos del municipio y el área de estudio definida para Montería Colombia.
- Evaluación escenarios de mitigación con la introducción de seis medidas de mitigación, en los escenarios bases de huella urbano inteligente.
- Análisis de costos y beneficios netos de las medidas de mitigación.

3.3 Alcances

Se determinará el escenario de línea base y el escenario (con medidas de mitigación), considerando por su parte el crecimiento poblacional y el Producto Interno Bruto (PIB) hacia 2020 y 2030, mediante la obtención de la tasa anual de crecimiento de ambos parámetros.

Determinar los escenarios de línea base a 2030 considerando la huella urbana tendencial e inteligente, así como la introducción de seis medidas de mitigación para el municipio de Montería Córdoba, Colombia.

3.4 Metodología

Los escenarios permiten organizar la información y determinar las diferentes posibilidades, es una herramienta a largo plazo que identifica las diferentes probabilidades de ocurrencia de hechos futuros. Cada escenario contiene características económicas, sociales y ambientales particulares, lo cual contiene información que describe un futuro determinado, y por lo tanto contiene información implícita o explícita acerca del equilibrio, proceso y la sostenibilidad.

El escenario de la línea base:

El escenario de la línea base de emisión parte del inventario de emisiones de GEI en el año base del mismo y proyecta las emisiones futuras, representan el escenario razonable en el que se evalúan las emisiones a futuro sin la aplicación de medidas o intervenciones estratégicas de mitigación. Para su evaluación se consideran Hipótesis exógenas, las cuales se refieren al crecimiento poblacional y de los hogares, el crecimiento del producto interno bruto (PIB) y la estructura (comportamiento) del PIB, estas variables dependen de las tendencias históricas.

Cada categoría o sector de emisión (energía, y desechos) tiene una metodología específica de cálculo de emisiones a futuro que, al igual que los inventarios de emisiones, será tan compleja como desagregada y específica sea la información disponible.

Escenarios de mitigación:

Los escenarios de mitigación se construyen a partir del escenario o línea base, pero considerando acciones de reducción de emisiones de GEI como por ejemplo reestructuración de un modo de transporte, manejo estructurado de los residuos municipales, etc. Para cada acción de mitigación se evalúa la reducción de emisiones frente al escenario base. La cuantificación de la reducción de emisiones de los escenarios de mitigación, así como sus costos, se hace explícita en una comparación frente al escenario base o tendencial.

Análisis Costo-Efectividad:

En el presente trabajo se realiza una comparación de los costos de las diferentes medidas para reducir las emisiones de GEI, evaluando los costos o beneficios netos de cada una. El valor presente del costo o beneficio neto de reducir o evitar una tonelada de CO₂e de emisiones es el costo-efectividad de la reducción de emisiones de GEI.

3.41 METODOLOGÍA PARA LA CONSTRUCCIÓN DE ESCENARIOS POR CATEGORÍA

Energía

El uso del consumo de energía para el año de estudio, es la base para el cálculo de los escenarios a futuro de emisiones de GEI, los sectores de este rubro comprenden el uso final de la energía y son: residencial, comercial, público, agropecuario, industrial y transporte.

En cada sector de uso final de la energía se utilizan diferentes energéticos, tanto combustibles fósiles como fuentes renovables de energía, y electricidad. Dentro de los combustibles fósiles se encuentran el gas natural, el carbón y el coque de carbón, los derivados del petróleo: coque de petróleo, combustóleo, diésel, gasolina, kerosenos (incluye combustible para avión) y gas licuado de petróleo (GLP).

Para la elaboración de escenarios de emisión se necesitan indicadores de actividad, estructura e intensidad que nos permitan evaluar los cambios; para lo cual se pueden definir dependiendo de la disponibilidad de la información que se tenga. Para la construcción del escenario base se consideran las variables independientes o exógenas del modelo, las cuales son: el crecimiento del PIB, la estructura del PIB, o el crecimiento poblacional y manteniendo constante la intensidad energética o el consumo unitario de la energía. La intensidad energética para cada sector es el consumo del energético dividido entre el PIB del mismo sector en el mismo año.

El uso de PIB para desarrollar escenarios a futuro, debe contemplar los últimos 10 años considerando la tendencia de la variable, ya que es necesario estimar el crecimiento anual del PIB y su estructura, esta variable debe estar en precios constantes para evitar los cambios por la inflación. Para utilizar o construir el crecimiento poblacional se debe obtener la tasa de crecimiento tendencial de los últimos 10 años.

El crecimiento del PIB es exponencial y la tasa promedio de crecimiento anual (TPA) se calcula por la siguiente ecuación:

$$TPA = \left[(PIB_f / PIB_i)^{(1/(f-i))} \right]$$

Ec. 3.

Donde:

f es el año final

i es el año inicial

PIB es el Producto Interno Bruto del país, estado o sector
Esta misma ecuación se utiliza para obtener las tasas de crecimiento promedio anual de la población y del número

de hogares, de esta forma el crecimiento a futuro se construye con base a la tendencia de diez años. Para los escenarios de mitigación se puede cambiar la actividad energética cambiando; la cantidad utilizada, el cambio de energético por uno más eficiente o menos contaminante.

Desechos

El parámetro importante en referencia a la disposición en tierra de los residuos sólidos es la masa por tipo de residuo. El dato de actividad para la incineración y quema a cielo abierto es la cantidad de residuos sólidos municipales en peso humedad incinerada o quemada por tipo.

Si se tiene tratamiento y eliminación de aguas residuales es necesario conocer la materia orgánica en las aguas residuales, su demanda bioquímica de oxígeno, el tipo de sistema por sector y la cantidad de materia orgánica degradable en aguas residuales de tipo doméstico e industrial.

La población es la variable que permite calcular las emisiones asociadas a la disposición final de residuos en el futuro, dado que la generación per cápita y la composición de los residuos se mantiene constante para todos los casos.

Agricultura, silvicultura y cambio de uso de suelo

Para este sector, el cálculo de los escenarios de la línea base y de mitigación a diferencia de los sectores energético e industrial, se pueden plantear escenarios mediante objetivos política pública en materia forestal agrícola, el cambio de este sector en el futuro tanto para la línea base como para los escenarios de mitigación parten en el crecimiento del PIB de este sector.

3.42 METODOLOGÍA PARA EL CÁLCULO DEL COSTO DE MITIGACIÓN

Para evaluar los costos que produce el incorporar una medida de mitigación, es necesario conocer los costos de inversión, operación y mantenimiento de una tecnología convencional (utilizada en la línea base), y los costos de inversión, operación y mitigación por la tecnología nueva o de mitigación de GEI; así como la vida útil de cada tecnología asociada, esto considerando el valor del dinero en el tiempo (anualidad).

Los costos asociados por alguna medida de mitigación de CO₂e reducido, son la diferencia entre los costos de operación mantenimiento e inversión con y sin medida, dividido entre las emisiones evitadas por el cambio.

Ec. 4.

$$CCEi = [A_{mi} - A_{lb}] / [CO_{2lb} - CO_{2mi}]$$

Dónde:

[Ami - Alb] es la diferencia en “costo anual” del costo de la tecnología de mitigación (inversión, operación y mantenimiento) y el costo de la tecnología convencional de inversión, operación y mantenimiento (línea base).

[CO_{2lb} - CO_{2mi}] es la diferencia entre las emisiones anuales de la tecnología convencional (línea base) y la de mitigación.

Los costos anuales es considerando como un estándar para poder comparar los flujos en diferentes instantes de tiempo, por lo cual la anualidad implica el cálculo de flujos de efectivo iguales en cada año, según la siguiente ecuación:

Ec. 5.

$$Ai = \left(I * \frac{d}{(1 - (1 + d)^{-n})} \right) + CO$$

Dónde:

Ai es el costo anualizado

I es el costo o inversión inicial

n es la vida útil de la tecnología en años

d es la tasa de descuento

CO son los costos de operación.

Los resultados de CCEi se muestran gráficamente para cada escenario, esta grafica debe contener las emisiones de CO₂e evitados y los costos incrementales al agregar las opciones de mitigación una por una. De esta forma se pueden observar del menor al mayor costo y las emisiones evitadas (Krause, 1996).

Para cada medida de mitigación durante el período comprendido por el estudio, se suman las reducciones anuales de las emisiones de carbono, tanto que el flujo de los costos netos anuales se actualizó con una tasa del 6.37% anual (Universidad de Antioquia, 2008) para determinar el valor presente del costo neto en el año 2030.

3.43 DESARROLLO DE LOS ESCENARIOS DE LA LÍNEA BASE CONSIDERANDO LOS ESCENARIOS DE DESARROLLO DE LA HUELLA URBANA

El crecimiento urbano es uno de los aspectos más importantes a considerar cuando se habla del aumento en las emisiones de GEI para todos los sectores ya que para la proyección de las mismas a futuro se requiere conocer no solo de la tasa de crecimiento de la población, sino también de las proporciones y niveles en donde se da este crecimiento, con lo cual podemos observar los distintos factores que afectan a cada nivel de desarrollo.

Al prever cómo y en donde crece, considerando la tendencia actual podemos suponer y planear escenarios

en donde las ciudades puedan ser más eficientes, esto es, donde sea más fácil el obtener servicios de agua y saneamientos que por lo general se obtiene cuando las personas viven más concentradas en un espacio. Esto implicaría que se facilite una accesibilidad mayor a la salud, educación, cultura, etcétera.

El estudio de Huella urbana para el área de estudio determinada para el municipio de Montería, Córdoba, Colombia, considera dos escenarios de crecimiento urbano, uno donde se sigue la tendencia actual (tendencial) y otro donde no hay nuevos asentamientos (sostenible o inteligente).

Los resultados de huella urbana presentan o consideran cambios en diferentes áreas, teniendo en cuenta cada sector del inventario de emisiones y su impacto por este desarrollo se consideraron dos variables para ambos escenarios (tendencia y sostenible):

- Densidad de población
- Aumento de los kilómetros de vialidad

La siguiente ecuación considera la tasa de crecimiento anual de GEI en el sector afectado para el periodo de tiempo analizado.

$$TC \text{ para Montería, colombia} = \left(\frac{DM_{año1}}{DM_{año2}} \right) / (año2 - año1)$$

Dónde:

TC: es la tasa de crecimiento anual de GEI para la ciudad de Montería

DM: es la densidad (hectáreas utilizadas) para la ciudad de Montería.

Año 1: es el año en el que se determina el DM

Año 2: es el año proyectado donde se determina el DM

Los sectores donde se aplica estas tasas son:

- Densidad (hectáreas utilizadas en cada escenario): Sectores de energía, Edificios habitacional y Usos Industrial de la Energía.
- Kilómetros de vías: Transporte on-road.

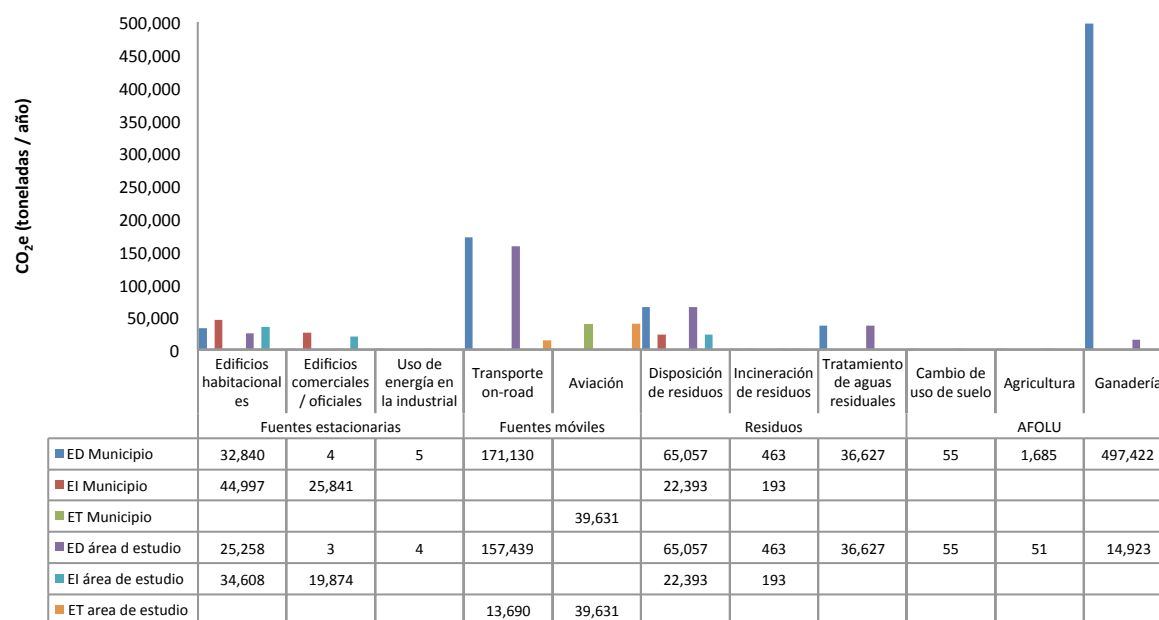
Para el subsector de Cambio de uso de suelo se toma en cuenta los resultados de las hectáreas que cambiarían para los diferentes usos, lo cual impacta a la emisión de GEI, por lo que los cambios obtenidos tanto para el escenario tendencial (línea base), como para el sostenible se calcularán de la misma forma que para el año base, mediante la utilización del programa IPCC 2006, en el cual es necesario colocar las hectáreas que cambian por tipo.

3.5 Resultados

3.51 ESCENARIO DE LA LÍNEA BASE.

Se evaluó el escenario de la línea base de las emisiones de GEI, partiendo del Inventario de Emisiones de GEI con año base 2012 tanto para la el municipio de Montería como del área de estudio (la cual comprende cabecera municipal y área circundante en Montería).

En la Figura 46, se muestra que las diferencias entre el inventario del municipio de Montería y el área de estudio definido; son en primer lugar las emisiones directas



ED, Emisiones Directas, EI Emisiones Indirectas y ET, Emisiones Transfronterizas

Figura 46. Inventario de emisiones de GEI para el Municipio de Montería y área de estudio, Córdoba, Colombia, año base 2012 (ton/año de CO₂e)

de la Agricultura de 497,422 e a 1,685 ton/año de CO₂e respectivamente, en segundo lugar están las emisiones estacionarias que reducen la emisión directa e indirecta del municipio al área de estudio de 32,849 a 25,265 Ton/año de CO₂e de emisiones directas y de 70,838 a 54,483 ton/año de CO₂e para el área de estudio.

Por último para el transporte on-road, en el municipio del Montería no se cuenta con emisiones transfronterizas y para el área de estudio se tienen definidas estas emisiones con 13,690 ton/año de CO₂e.

Los sectores y subsectores con mayor generación de emisiones de CO₂e varían dependiendo de la región (municipio o área de estudio).

Para el municipio de Montería el sector con mayores emisiones generadas es el AFOLU con un 53% del total de las emisiones de CO₂e, dentro del cual la ganadería aporta el 99.6% del total de todo el sector. Otros sectores importante son el transporte, donde el subsector on-road tiene el 21,25% del total de las emisiones y los residuos que conforman el 10% del total de las emisiones, dentro del cual el subsector de disposición de residuos aporta el 67% del total del sector.

Para el área de estudio el sector más importante en la generación de CO₂e totales es el transporte con 48.98%, en el cual el subsector on-road contribuye con 81.20% del total de este sector, el siguiente sector en importancia es el de residuos con un total del 28.99% del total generado de CO₂e, del cual el subsector de disposición de residuos aporta el 70% del total del sector.

Partiendo de los resultados obtenidos en este inventario se procedió a obtener las emisiones hacia los años 2020 y 2030.

Energía

En 2010 la generación de energía eléctrica en Colombia fue de 56,887.6 GWh, 1,6% por encima de la registrada en 2009 (55,965.6 GWh). Esta evolución positiva se debió principalmente al incremento en la demanda.

Durante 2010, la composición hidráulica – térmica de la generación estuvo impactada por la finalización de los fenómenos climáticos.

El impacto combinado de los fenómenos climáticos de El Niño en el primer semestre y La Niña en el segundo sobre los aportes hídricos al Sistema Interconectado Nacional, SIN, llevó a finalizar un año en condiciones hídricas promedias, con aportes totales anuales de 52,302.1 GWh equivalentes al 106.9% del promedio histórico. De tal forma que la generación térmica participó en la generación del SIN hasta en un 53.3% (enero de 2010) en pleno desarrollo de El Niño, mientras en el segundo semestre la participación bajó a promedios del 17% de la generación total. Al comparar la generación de 2010 con el año 2009, se tiene que la generación térmica tuvo un incremento del 7.6% mientras que la generación hidráulica decreció en un 1.6%.

Para la proyección de fuentes estacionarias (edificios habitacionales, edificios comerciales y uso de energía en la industria) en el municipio de Montería se utilizó el PIB del sector electricidad, gas y agua del departamento de Córdoba, Colombia, toda vez que era necesario tener este parámetro por sector económico y para el municipio el PIB no se encuentra desagregada por sector. Se considera la actividad energética constante, pero considerando el comportamiento o estructura de su crecimiento, el PIB se encuentra a precios constantes de 2005, el TPA de PIB para este sector se muestra en la Tabla 22.

Aunado a la utilización de PIB, se consideró la proyección de otras variables exógenas que darán más certeza a la proyección de la línea base, la cuales son:

1. La proyección del número de vehículos se realizó por medio de un ajuste de mínimos cuadrados para proyectar linealmente las cifras hasta el año 2030, en cada una de las clasificaciones de vehículos que se tienen en el inventario basada en los datos de Secretaría de Tránsito y Transporte de Montería, febrero de 2012 y 2011.
2. La proyección para la aviación, se utilizó la proyección de operaciones de vuelo de la Aeronáutica Civil, Estadísticas Operacionales.

AFOLU

Para esta categoría se obtuvo el TPA del PIB de Agricultura, Ganadería, Caza, Silvicultura y Pesca, para el departamento de Córdoba, Colombia, con lo cual se proyectó esta categoría. La Tabla 23 muestra el TPA para este sector económico a precios de 2005.

En especial para el subsector de Cambio de uso de suelo fueron calculadas las emisiones a 2030 considerando el cambio de las hectáreas resultado del estudio de Huella Urbana para el escenario tendencial (línea base), los resultados de las hectáreas cambiadas para este escenario se muestran en la Tabla 24.

Año	TPA	Año	TPA
2012	0.0287	2022	0.0034
2013	0.0287	2023	0.0034
2014	0.0035	2024	0.0033
2015	0.0034	2025	0.0033
2016	0.0034	2026	0.0033
2017	0.0034	2027	0.0033
2018	0.0034	2028	0.0033
2019	0.0034	2029	0.0033
2020	0.0034	2030	0.0033
2021	0.0034		

Proyección del PIB de 2000 a 2012 el TPA se calcula año con año
Fuente: Dirección de Síntesis y cuentas Nacionales - DANE
PIB a precios constantes por departamentos Base 2005

Tabla 22. TPA del PIB de electricidad, gas y agua Departamento de Córdoba, Colombia, precios constantes 2005.

Año	TPA	Año	TPA
2012	0.0154	2022	0.0139
2013	0.0154	2023	0.0137
2014	0.0151	2024	0.0135
2015	0.0149	2025	0.0133
2016	0.0147	2026	0.0131
2017	0.0145	2027	0.0130
2018	0.0143	2028	0.0128
2019	0.0141	2029	0.0126
2020	0.0154	2030	0.0125
2021	0.0154		

Proyección del PIB de 2000 a 2012 el TPA se calcula año con año
Fuente: Dirección de Síntesis y cuentas Nacionales - DANE
PIB a precios constantes por departamentos Base 2005

Tabla 23. TPA de Agricultura, Ganadería, Caza, Silvicultura y Pesca, Departamento de Córdoba, Colombia, precios constantes 2005.

Hectáreas	
Consolidación/Renovación	77.49
Espacio Abierto	22.05
Suelo desnudo/sin veg	0.54
Boscoso	2.79
Matorral	5.31
Agricultura/Pasto	545.58
Total	653.76

Tabla 24. Hectáreas cambiadas por tipo de suelo para 2030, para el escenario tendencia de huella urbana

Año	TPA Municipio de Montería	TPA Cabecera municipal de Montería
2012	0.0150	0.0171
2013	0.0149	0.0168
2014	0.0146	0.0165
2015	0.0144	0.0162
2016	0.0142	0.0159
2017	0.0138	0.0154
2018	0.0134	0.0149
2019	0.0127	0.0142
2020	0.0120	0.0134
2020	0.0168	0.0158
2021	0.0129	0.0142
2022	0.0128	0.0140
2023	0.0126	0.0139
2024	0.0125	0.0137
2025	0.0123	0.0135
2026	0.0121	0.0133
2027	0.0120	0.0131
2028	0.0119	0.0130
2029	0.0117	0.0128
2030	0.0150	0.0171

Fuente DANE, Población del Municipio y cabecera municipal de Montería, Córdoba, Colombia (Proyección 1985 - 2020).

Tabla 26. TPA de la Población del municipio de Montería y cabecera municipal de Montería.

Residuos

Para obtener la proyección de este sector se utiliza el crecimiento poblacional y el método de descomposición de primer orden (FOD, del inglés, First Order Decay). En este método se formula la hipótesis de que el componente orgánico degradable de los desechos se descompone lentamente a lo largo de unas pocas décadas, durante las cuales se forman el CH_4 y el CO_2 . Si las condiciones permanecen constantes, el índice de producción del CH_4 depende únicamente de la cantidad de carbono restante en los desechos. De aquí resulta que las emisiones de CH_4 generadas por los desechos depositados en un vertedero son las más altas durante los primeros pocos años siguientes a la eliminación y que, luego, éstas decaen a medida que el carbono degradable de los desechos es consumido por las bacterias responsables de la descomposición; por lo que el modelo considera que el proceso global de descomposición de los residuos a CH_4 puede aproximarse a una cinética de primer orden. Los resultados se muestran en la Tabla 25.

Año	ton/año
2012	49,678
2020	113,207
2030	182,505

Tabla 25. Emisiones de CO_2e para la línea base producto de disposición de residuos sólidos

Para Incineración de residuos y tratamiento de aguas residuales, se utilizó el TPA de la población tanto para el municipio de Montería, como para la cabecera municipal, la Tabla 26 muestra los valores para ambas regiones.

En la Tabla 27 se presentan las tasas de crecimiento de las variables utilizadas en el escenario de la línea base para la Montería, las cuales se presentan para los períodos de 2012 y 2020 y desde 2020 hasta 2030.

Sector	Variables utilizadas en la proyección	Método utilizado	Crecimiento para 2012- 2020	Crecimiento para 2021 - 2030	Parámetro proyectado (dato de actividad)
Edificios habitacionales	Producto Interno Bruto de Energía, Gas y Agua	Tasa promedio de crecimiento anual (TPA)	ver tabla 22	ver tabla 22	Consumo de combustible GLP y Energía facturada / consumida en MWh en 2012
Edificios comerciales / oficiales	Producto Interno Bruto de Energía, Gas y Agua	Tasa promedio de crecimiento anual (TPA)	ver tabla 22	ver tabla 22	Consumo de combustible GLP y Energía facturada / consumida en MWh en 2012
Uso de energía en la industrial	Producto Interno Bruto de Energía, Gas y Agua	Tasa promedio de crecimiento anual (TPA)	ver tabla 22	ver tabla 22	Consumo de combustible GLP y Energía facturada / consumida en MWh en 2012
Transporte on road Motocicletas	Número de vehículos	Proyección de vehículos por categoría por ajuste de mínimos cuadrados	36%	13%	Número de vehículos
Transporte on road Automóvil	Número de vehículos	Proyección de vehículos por categoría por ajuste de mínimos cuadrados	44%	16%	Número de vehículos
Transporte on road campero	Número de vehículos	Proyección de vehículos por categoría por ajuste de mínimos cuadrados	36%	13%	Número de vehículos
Transporte on road camioneta	Número de vehículos	Proyección de vehículos por categoría por ajuste de mínimos cuadrados	52%	18%	Número de vehículos
Transporte on road camión	Número de vehículos	Proyección de vehículos por categoría por ajuste de mínimos cuadrados	47%	17%	Número de vehículos
Transporte on road Microbús	Número de vehículos	Proyección de vehículos por categoría por ajuste de mínimos cuadrados	23%	9%	Número de vehículos
Transporte on road Busetas	Número de vehículos	Proyección de vehículos por categoría por ajuste de mínimos cuadrados	21%	8%	Número de vehículos
Transporte on road Bus	Número de vehículos	Proyección de vehículos por categoría por ajuste de mínimos cuadrados	29%	11%	Número de vehículos
Transporte on road Motocarro	Número de vehículos	Proyección de vehículos por categoría por ajuste de mínimos cuadrados	93%	0%	Número de vehículos
Transporte on road	Número de vehículos	Proyección de vehículos por categoría por ajuste de mínimos cuadrados	58%	20%	Número de vehículos

Tabla 27. Tasas de crecimiento de las variables utilizadas para la construcción de escenario de la línea base de Montería Colombia 2012-2020 y 2021-2030

Sector	Variables utilizadas en la proyección	Método utilizado	Crecimiento para 2012- 2020	Crecimiento para 2021 - 2030	Parámetro proyectado (dato de actividad)
Volqueta		categoría por ajuste de mínimos cuadrados			
Transporte on road Cuatrimoto	Número de vehículos	Proyección de vehículos por categoría por ajuste de mínimos cuadrados	31%	12%	Número de vehículos
Transporte on road Mini Van	Número de vehículos	Proyección de vehículos por categoría por ajuste de mínimos cuadrados	0%	0%	Número de vehículos
Transporte on road Tracto camión	Número de vehículos	Proyección de vehículos por categoría por ajuste de mínimos cuadrados	46%	16%	Número de vehículos
Transporte on road Minibus	Número de vehículos	Proyección de vehículos por categoría por ajuste de mínimos cuadrados	0%	0%	Número de vehículos
Transporte on road Ambulancia	Número de vehículos	Proyección de vehículos por categoría por ajuste de mínimos cuadrados	64%	21%	Número de vehículos
Aviación	Operaciones totales	Ajuste por mínimos cuadrados lineal	33%	31%	Operaciones de aterrizaje y despegue
Disposición de residuos	Población	Tasa promedio de crecimiento anual (TPA)	Ver tabla 26	Ver tabla 26	Población del municipio y cabecera municipal de Montería
Incineración de residuos	Población	Tasa promedio de crecimiento anual (TPA)	Ver tabla 26	Ver tabla 26	Población del municipio y cabecera municipal de Montería
Tratamiento de aguas residuales	Población	Tasa promedio de crecimiento anual (TPA)	Ver tabla 26	Ver tabla 26	Población del municipio y cabecera municipal de Montería
AFOLU	Producto Interno Bruto de Agricultura, Ganadería, Caza, Silvicultura y Pesca	Tasa promedio de crecimiento anual (TPA)	Ver tabla 23	Ver tabla 23	Agricultura (hectáreas de cultivo de arroz, maíz y algodón), Ganadería (número de animales) y Cambio de uso de suelo (las hectáreas)

Datos proyectados; Fuente: CINPRO.

(continuación) Tabla 27. Tasas de crecimiento de las variables utilizadas para la construcción de escenario de la línea base de Montería Colombia 2012-2020 y 2021-2030

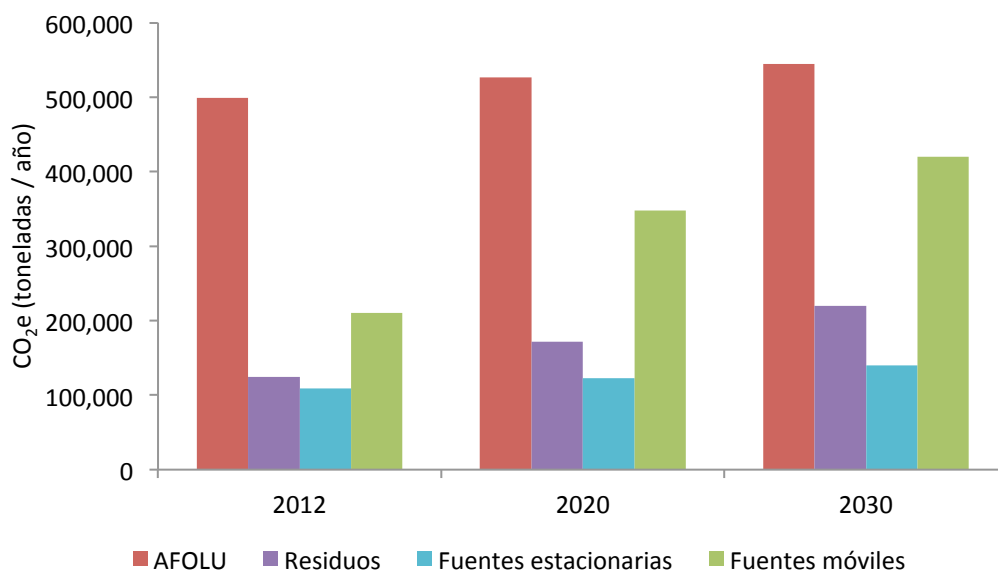


Figura 47. Escenario de la Línea base a 2030, emisiones en ton/año de CO₂e para el municipio de Montería, Córdoba, Colombia.

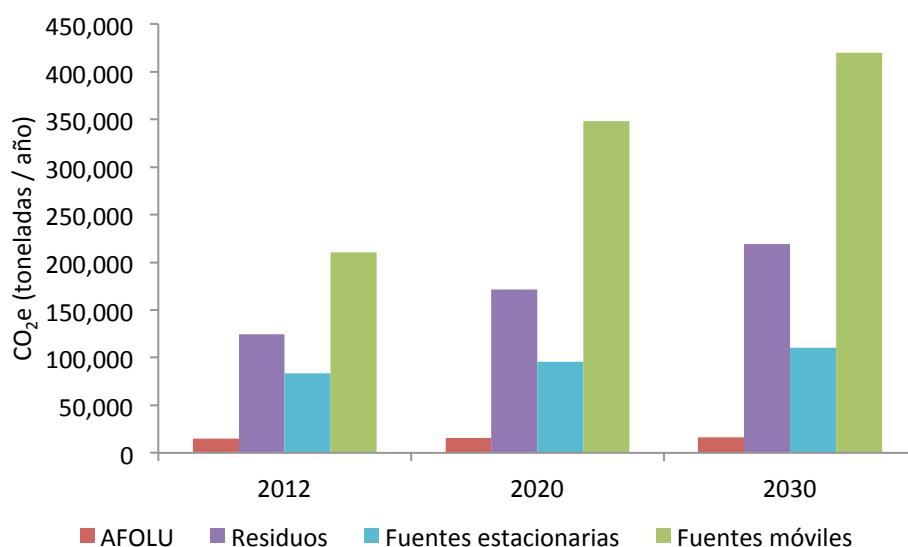


Figura 48. Escenario de la Línea base a 2030, emisiones en ton/año de CO₂e para el área de estudio (cabecera del municipio de Montería, Córdoba, Colombia y área circundante).

La Figura 47 presenta el escenario de la línea base por sector o categoría para el municipio de Montería, 2012 a 2030.

Como se muestra en la Figura 47 la categoría de AFOLU representa las mayores emisiones generadas, seguido de las fuentes móviles (transporte on-road) en el municipio de Montería, aunque el crecimiento no es el mismo el AFOLU pasa del 52.91% en 2012 a 41.12% del total de las emisiones de CO₂e y para las fuentes móviles del 22.34 al 32.73% del total. Esto debido a las consideraciones y parámetros utilizados en la proyección de cada categoría.

La Figura 48 muestra el escenario de la línea base del área de estudio (cabecera municipal de municipio de Montería

y área circundante) hacia 2020 y 2030 por categoría o sector.

A diferencia del inventario de emisiones considerando el municipio de Montería, para la región conocida como área de estudio las fuentes móviles es la categoría con mayor generación de toneladas al año de CO₂e totales, las cuales van de 48.54% a 54.83% en 2012 y 2030 respectivamente, seguido de la categoría de residuos con un aporte del 28.73% del total de las emisiones de toneladas anuales de CO₂e en 2012 a un 28.65% en 2030.

Los resultados por sector y tipo de emisión para el municipio de Montería y el área de estudio en el escenario de la línea base (2012, 2020 y 2030), se muestra en la Tabla 28.

Categoría	Subcategoría	Tipo de emisión	Municipio de Montería			Cabecera de Montería y área (área de estudio)		
			2012	2020	2030	2012	2020	2030
Fuentes estacionarias	Edificios habitacionales	ED	32,840	37,086	42,302	25,258	28,880	33,301
		EI	44,997	50,603	57,720	34,608	39,406	45,438
		Subtotal	77,837	87,689	100,022	59,866	68,286	78,738
	Edificios comerciales / oficiales	ED	4	4	5	3	3	4
		EI	25,841	29,111	33,205	19,874	22,670	26,140
		Subtotal	25,844	29,115	33,210	19,877	22,673	26,143
	Uso de energía en la industrial	ED	5	6	7	4	5	5
		EI	5,125	5,774	6,586	3,942	4,496	5,184
		Subtotal	5,130	5,779	6,592	3,946	4,501	5,189
Fuentes móviles	Transporte on-road	ED	171,130	286,378	338,983	157,439	263,467	311,864
		EI						
		ET				13,690	22,910	27,119
		Subtotal	171,130	286,378	338,983	171,130	286,378	338,983
	Aviación	ED						
		EI						
		ET	39,631	61,822	80,939	39,631	61,822	80,939
		Subtotal	39,631	61,822	80,939	39,631	61,822	80,939
Residuos	Disposición de residuos	ED	65,057	85,538	107,631	65,057	85,538	107,631
		EI	22,393	44,159	64,428	22,393	44,159	64,428
		Subtotal	87,450	129,697	172,059	87,450	129,697	172,059
	Incineración de residuos	ED	463	521	592	463	521	592
		EI	193	213	242	193	213	242
		Subtotal	656	733	834	656	733	834
	Tratamiento de aguas residuales	ED	36,627	40,920	46,527	36,627	40,920	46,527
		EI						
		Subtotal	36,627	40,920	46,527	36,627	40,920	46,527
AFOLU	Cambio de uso de suelo	ED	55	58	61	55	58	61
	Agricultura	ED	1,685	1,776	1,837	51	53	55
	Ganadería	ED	497,422	524,543	542,315	14,923	15,736	16,269
Totales		ED	805,287	976,830	1,080,257	299,879	435,181	516,308
		EI	98,549	129,859	162,180	81,011	110,944	141,431
		ET	39,631	61,822	80,939	53,322	84,732	108,057
Total			943,467	1,168,511	1,323,376	434,211	630,857	765,796

ED = Emisiones Directas, EI = Emisiones Indirectas, ET = Emisiones Transfronterizas

Tabla 28. Emisiones de GEI, por sector y tipo de emisión para el municipio de Montería y área de estudio

Como podemos observar en la tabla anterior, para el municipio dentro del AFOLU, subsector de ganadería tiene el mayor aporte de las emisiones y en las fuentes móviles el transporte on-road.

Para el área de estudio definida al igual que para el municipio de Montería el transporte on-road tiene las mayores emisiones en el sector de fuentes móviles, seguido de los residuos, en donde los residuos sólidos generan mayor cantidad de emisiones de CO₂e.

3.52 ESCENARIOS DE EMISIÓN 2030 DE LA LÍNEA BASE Y LOS ESCENARIOS DE EMISIÓN, CONSIDERANDO LOS ESCENARIOS DE DESARROLLO URBANO

Posterior a obtener el escenario de la línea base, se obtuvieron los escenarios tendencial y sostenible o inteligente que considera el desarrollo de la huella urbana, mediante la TC obtenida para cada parámetro estimado en el desarrollo de los escenarios la huella urbana para la ciudad de Montería y área circundante, el escenario tendencial fue considerando dentro de la línea base, ya que dentro del crecimiento de las viviendas y población fue considerado las características e información del estudio de huella urbana, así mismo el número de kilómetros para 2030.

Para obtener el escenario sostenible, se determinó mediante las tasas para cada parámetro desarrollados en

el estudio de huella urbana. Considerando esta proporción el TC para la densidad (hectáreas utilizadas) y para los kilómetros de la red vial para el escenario sostenible para 2030 se presente en la Tabla 29.

Los resultados de la tabla anterior muestran que para una TC negativa representa una disminución en las emisiones estos resultados fueron obtenidos según la ecuación de TC, considerando los resultados del estudio de huella urbana para el área de estudio (cabecera municipal de Montería y área circundante). El cambio en el parámetro de la densidad produce una disminución del 38% en las emisiones de GEI para el escenario sostenible. Para el parámetro de kilómetros viales las emisiones disminuye en 1.87% para el escenario sostenible.

De los resultados en el estudio de crecimiento urbano podemos observar que para el escenario inteligente, existe una mayor densidad poblacional para la ciudad de Montería, esto quiere decir que para la misma cantidad de habitantes proyectada en esta zona se tiene menos hectáreas y por lo tanto el área es más compacta, de la misma forma para la ciudad, hay mayor concentración de personas en un espacio más reducido.

El resultado en las emisiones varía dependiendo del sector y del tipo de emisión (indirecta o directa), ya que implica en donde se están requiriendo los servicios, por ejemplo en transporte on-road, al crecer los kilómetros de vía se presupone un incremento en los viajes y por ende en las emisiones de GEI.

Parámetro	Tasa de Crecimiento TC
Densidad (Hectáreas)	-0.38519
Kilómetros viales	-0.0187

Tabla 29. TC para densidad (Hectáreas) y kilómetros de vías para los escenarios de huella urbana sostenible para la cabecera municipal de Montería y área circundante.

	Hectáreas
Consolidación/Renovación	6.12
Espacio Abierto	45
Suelo desnudo/sin veg	0.63
Boscoso	1.71
Matorral	19.98
Agricultura/Pasto	1008.45
Matrorral-Humedal	0.27
Total	1082.16

Tabla 30. Hectáreas cambiadas por tipo de suelo para 2030, para el escenario Sostenible/Inteligente de huella urbana

Categoría	Subcategoría	Tipo de emisión	Escenario Tendencial		Escenario Sostenible/Inteligente	
			Municipio de Montería- Escenario Tendencial	Cabecera municipal de Montería y área circundante (área de estudio)- Escenario Tendencial	Municipio de Montería- Escenario Sostenible/Inteligente	Cabecera municipal de Montería y área circundante (área de estudio) - Escenario Sostenible/ Inteligente
Fuentes estacionarias	Edificios habitacionales	ED	42,302	33,301	26,008	20,474
		EI	57,720	45,438	35,487	27,935
		Subtotal	100,022	78,738	61,495	48,409
	Edificios comerciales / oficiales	ED	5	4	3	2
		EI	33,205	26,140	20,415	16,071
		Subtotal	33,210	26,143	20,418	16,073
	Uso de energía en la industrial	ED	7	5	4	3
		EI	6,586	5,184	4,049	3,187
		Subtotal	6,592	5,189	4,053	3,191
Fuentes móviles	Transporte on-road	ED	338,983	311,864	314,977	289,088
		EI				
		ET		27,119		25,138
		Subtotal	338,983	338,983	314,977	314,226
	Aviación	ED				
		EI				
		ET	80,939	80,939	80,939	80,939
		Subtotal	80,939	80,939	80,939	80,939
Residuos	Disposición de residuos	ED	107,631	107,631	107,631	107,631
		EI	64,428	64,428	64,428	64,428
		Subtotal	172,059	172,059	172,059	172,059
	Incineración de residuos	ED	592	592	592	592
		EI	242	242	242	242
		Subtotal	834	834	834	834
	Tratamiento de aguas residuales	ED	46,527	46,527	46,527	46,527
		EI				
		Subtotal	46,527	46,527	46,527	46,527
AFOLU	Cambio de uso de suelo	ED	61	61	59	59
	Agricultura	ED	1,837	55	1,837	55
	Ganadería	ED	542,315	16,269	542,315	16,269
Totales	ED		1,080,258	516,308	1,039,952	480,700
	EI		162,180	141,431	124,620	111,863
	ET		80,939	80,939	80,939	106,077
Total			1,323,377	738,678	1,245,511	698,640

ED = Emisiones Directas, EI = Emisiones Indirectas, ET = Emisiones Transfronterizas

Tabla 31. Emisiones de CO₂e en ton/año para el municipio de Montería y el área de estudio (cabecera municipal de Montería y área circundante), Colombia 2030 considerando los dos escenarios de crecimiento urbano en el escenario de la línea base.

Para cambio de uso de suelo, para el escenario Sostenible/Inteligente del desarrollo de Huella Urbana, se consideró el cambio obtenido en el estudio, que considera diferentes tipos de suelo, con lo cual se calcularon las emisiones nuevamente, los resultados de las hectáreas obtenidas se presentan en la Tabla 30.

La Tabla 31 muestra los resultados del Inventario de emisiones de GEI a 2030 en ton/año de CO₂e, considerando el escenario tendencial y el sostenible o inteligente. Dado que los escenarios de huella urbana están generados para la ciudad de Montería y área circundante se muestra este escenario, aunque afecta también el inventario de emisiones de GEI para el municipio de Montería.

Se pueden observar en la tabla anterior la reducción en 2030 del escenario tendencial al inteligente para el municipio de Montería es de 77,865 ton/año de CO₂e en 2030 y para el área de estudio de 65,155 ton/año de CO₂e. Este cambio en las toneladas reducidas se debe a que en

el área de estudio el transporte on-road es la categoría con mayor generación de CO₂e y se reduce un 1.87% en los viajes de transporte privado en la ciudad. La Figura 49 muestra estas diferencias de forma gráfica.

El observar cómo se comporta los diferentes sectores en el 2030 en el escenario sostenible, nos indicará en que sectores o fuentes emisoras se tendría que realizar o hacer una intervención o medida de mitigación de CO₂e, considerando que el escenario de la línea base y desarrollo urbano sostenible, considera planes y desarrollo a futuro de la ciudad y que por lo tanto considera ya cada plan estratégico.

Cabe destacar que para el escenario de la línea base de las dos regiones trabajadas se incluyó el programa de transporte público SETP, en el cual se considera una restructuración del transporte público, rutas y cantidad de buses, busetas y microbuses.

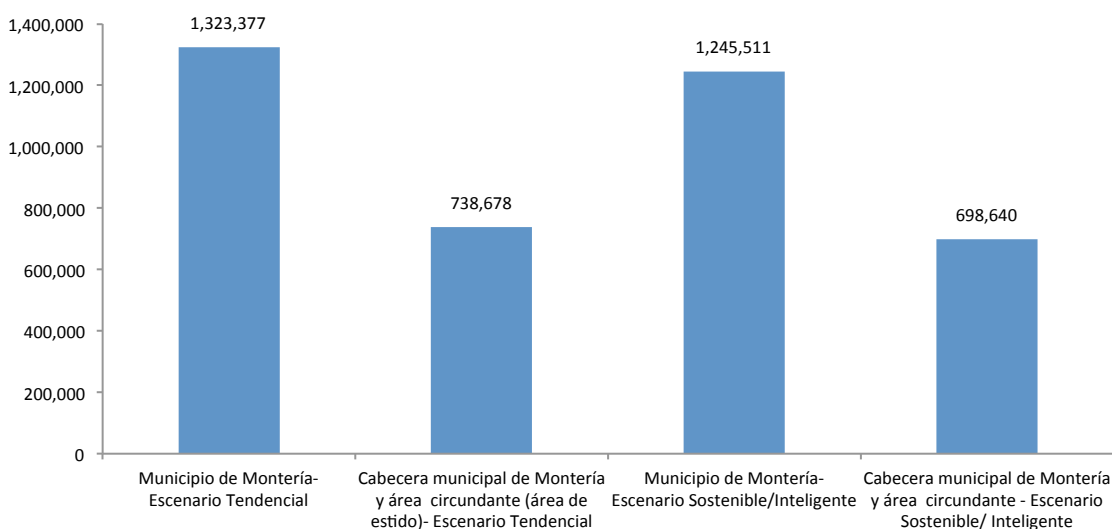


Figura 49. Emisiones de CO₂e para el escenario de la línea base, considerando los escenarios sostenible y tendencial de desarrollo de huella urbana para el municipio de Montería y área de estudio, Córdoba, Colombia 2030

Subcategoría	Tipo de emisión	Municipio de Montería	Cabecera municipal de Montería y área circundante
Transporte on-road	ED	24.20%	41.38%
	EI		3.60%
Disposición de residuos	ED	8.29%	15.41%
	EI	4.96%	9.22%
Ganadería	ED	41.76%	2.33%
Totales		79.21%	71.93%

ED = Emisiones Directas, EI = Emisiones Indirectas, ET = Emisiones Transfronterizas

Tabla 32. Porcentajes con respecto a las emisiones totales de CO₂e en ton/año para el municipio de Montería y el área de estudio (cabecera municipal de Montería y área circundante), Colombia 2030 considerando los dos escenarios de crecimiento urbano – Escenario Inteligente.

Como podemos observar en la Tabla 32, los subsectores de transporte on-road, la disposición de residuos y la ganadería contribuyen con el 79.21 y 71.93% del total de la emisión en 2030 de CO₂e, para el municipio de Montería la ganadería es el subsector más importante con un 41.76%, para el área de estudio solo aporta el 2.33%, para esta región el transporte on-road contribuye un 41.38% del total de las emisiones de CO₂e como emisión directa y 3.6% como emisión transfronteriza.

3.53 ESCENARIOS DE MITIGACIÓN

Se evaluaron seis medidas de mitigación, en los sectores donde se seleccionó cada medida se consideró:

1. Reducciones de CO₂e mayores de 1,000 ton/año.
2. El área o subsector que más emisiones de CO₂e tiene en todo el inventario.
3. Medidas que no estuvieran consideradas en la línea base.
4. Las medidas deberían ser factibles en el corto o mediano plazo.
5. Deben de estar suscritas a la Estrategia Nacional sobre Cambio Climático.

Además de estos puntos, algunas medidas fueron acordadas o planteadas con las instituciones que tienen a cargo parte del sector o el programa los acuerdos fueron:

- Montería ciudad Amable; la medida sugerida fue el cambio de los autobuses y busetas dedicados a diesel por vehículos a Gas Natural
- Bio-Residuos; medida sugerida sobre la disposición de residuos mediante la composta.

A fin de asegurar que se cumpliera con esto, fue necesario investigar la cantidad de información que podría ser una barrera, así como la parte regulatoria y política.

Por tal motivo los sectores que se eligieron para estas medidas son:

1. Desechos sólidos en la subcategoría de Disposición de residuos: dos medidas
2. Fuentes Móviles, en subcategoría de Transporte on-road: dos medidas
3. AFOLU, en la subcategoría de Ganadería: dos medidas

Las medidas consideradas en cada escenario de mitigación se presentan en la Tabla 33.

Sector afectado	Número de la Medida	Nombre de la Medida
Desechos - Disposición de residuos.	1	Reciclaje de papel y cartón en el relleno sanitario Loma Grande, la base de reducción de emisiones son las toneladas reducidas y aprovechadas de residuos municipales.
Desechos - Disposición de residuos.	2	Elaboración de composta a partir de los residuos orgánicos, la base de reducción de emisiones son las toneladas de residuos municipales orgánicos utilizados para la composta.
Fuentes Móviles. Transporte On road	3	Cambio de vehículos de diesel (50%) a GNC (introducción del 5% a partir del 2015 de los buses, busetas y microbuses dedicados al transporte público de diesel a GNC, la base de reducción de emisiones son los galones de GNC utilizado y mayor rendimiento de combustible.
Fuentes Móviles. Transporte On road	4	Transporte no motorizado, Ciclovías en el municipio de Montería, la base de reducción de emisiones es la reducción de viajes de transporte motorizado.
AFOLU – Ganadería	5	Fermentación entérica: Siembra de alfalfa en los potreros en los que pasta el ganado, la base de la reducción de emisiones son las hectáreas cosechadas y las toneladas consumidas y producidas para la alimentación de los animales.
AFOLU – Ganadería	6	Manejo de estiércol y otros residuos. Aprovechamiento energético del manejo de estiércol vacuno, la base de reducción de emisiones son las toneladas de estiércol tratado.

Tabla 33. Medidas consideradas en cada escenario de mitigación para el municipio de Montería, Córdoba Co.

La descripción, justificación y supuestos de cada medida son presentados en el Anexo 2, así como las fichas de cada medida (páginas 168 a 195).

Las medidas de mitigación iniciarían en el año 2015 y fueron evaluadas al igual que en los escenarios de la línea base para el municipio de Montería y para el área de estudio (cabecera municipal de Montería y área circundante), sobre el escenario de huella urbana inteligente a 2030. Cabe aclarar que para el área de estudio no se pudo aplicar la medida 5 y 6 de la categoría de AFOLU ya que para esta zona solo el 3% de la tierra está dedicada a este sector.

Los resultados obtenidos son presentados en la Tabla 34, para los tres escenarios involucrados para cada región, el escenario de la línea base, el escenario sostenible de

desarrollo de la huella urbana y el escenario de mitigación con las seis o cuatro medidas según sea el caso.

De estos resultados podemos obtener que haya una disminución de las toneladas al año totales de CO₂e producto de seguir un escenario sostenible en el desarrollo de la huella urbana y una reducción de estas emisiones al aplicar las medidas de mitigación.

Para el municipio de Montería estas reducciones son; 77,865 ton/año de CO₂e cuando se sigue un desarrollo de huella urbana sostenible y 118,223 ton/año al aplicar las seis medidas de mitigación sobre este escenario en 2030. Para el área de estudio las emisiones reducidas al aplicar un sostenible desarrollo de huella urbana son de 67,155 ton/año de CO₂e y 135,333 al aplicar las cuatro medidas

Categoría	Subcategoría	Tipo de emisión	Escenario de la línea base		Escenario Sostenible/Inteligente sin medidas		Escenario Sostenible/Inteligente con medidas	
			Municipio de Montería- Escenario Sostenible/Inteligente	Cabecera municipal de Montería y área circundante - Escenario Sostenible/Inteligente	Municipio de Montería- Escenario Sostenible/Inteligente	Cabecera municipal de Montería y área circundante - Escenario Sostenible/Inteligente	Municipio de Montería- Escenario Sostenible/Inteligente	Cabecera municipal de Montería y área circundante - Escenario Sostenible/Inteligente
Fuentes estacionarias	Edificios habitacionales	ED	42,302	33,301	26,008	20,474	26,008	12,587
		EI	57,720	45,438	35,487	27,935	35,487	17,175
		Subtotal	100,022	78,738	61,495	48,409	61,495	29,762
	Edificios comerciales / oficiales	ED	5	4	3	2	3	1
		EI	33,205	26,140	20,415	16,071	20,415	9,881
		Subtotal	33,210	26,143	20,418	16,073	20,418	9,882
	Uso de energía en la industrial	ED	7	5	4	3	4	2
		EI	6,586	5,184	4,049	3,187	4,049	1,960
		Subtotal	6,592	5,189	4,053	3,191	4,053	1,962
Fuentes móviles	Transporte on-road	ED	338,983	311,864	314,977	289,088	305,366	234,142
		EI						
		ET		27,119		25,138		25,198
		Subtotal	338,983	338,983	314,977	314,226	305,366	259,340
	Aviación	ED						
		EI						
		ET	80,939	80,939	80,939	80,939	80,939	80,939
		Subtotal	80,939	80,939	80,939	80,939	80,939	80,939
Residuos	Disposición de residuos	ED	107,631	107,631	107,631	107,631	89,392	89,392
		EI	64,428	64,428	64,428	64,428	28,286	28,286
		Subtotal	172,059	172,059	172,059	172,059	117,678	117,678
	Incineración de residuos	ED	592	592	592	592	592	592
		EI	242	242	242	242	242	242
		Subtotal	834	834	834	834	834	834
	Tratamiento de aguas residuales	ED	46,527	46,527	46,527	46,527	46,527	46,527
		EI						
		Subtotal	46,527	46,527	46,527	46,527	46,527	46,527
AFOLU	Cambio de uso de suelo	ED	61	61	59	59	59	59
	Agricultura	ED	1,837	55	1,837	55	1,837	55
	Ganadería	ED	542,315	16,269	542,315	16,269	488,084	16,269
	Totales	ED	1,080,258	516,308	1,039,952	480,700	957,870	399,627
		EI	162,180	141,431	124,620	111,863	88,479	57,543
		ET	80,939	108,057	80,939	106,077	80,939	106,137
		Total	1,323,377	765,796	1,245,511	698,640	1,127,288	563,307

ED = Emisiones Directas, EI = Emisiones Indirectas, ET = Emisiones Transfronterizas

Tabla 34. Resultados de emisiones en ton/año de CO₂e con y sin medidas a 2030, considerando seis medidas de mitigación en el escenario sostenible de desarrollo de la huella urbana para el municipio de Montería y cuatro medidas mitigación en el escenario sostenible de desarrollo de la huella urbana para el área de estudio

de mitigación en 2030. En la Figura 50 se puede observar gráficamente estas reducciones.

La Tabla 35 muestra las emisiones reducidas anuales para el año 2030 de CO₂e para cada medida propuesta, tanto para el municipio de Montería como para el área de estudio.

Como podemos observar en la tabla anterior, cada medida muestra una oportunidad de reducción de emisiones y es necesario realizar un análisis de costos para cada una de ellas.

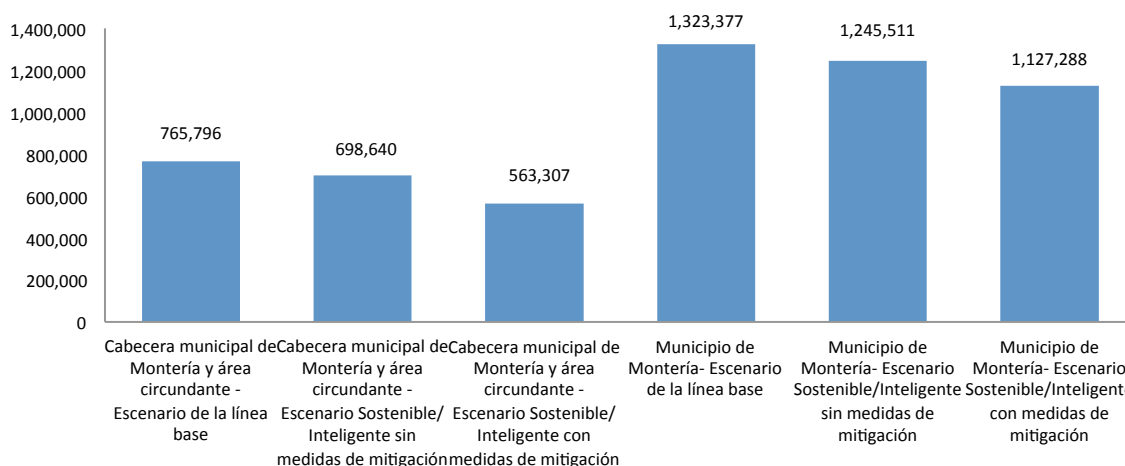


Figura 50. Emisiones de CO₂e para la Línea Base y los Escenarios de Mitigación sobre el escenario sostenible de la huella urbana con y sin medidas de mitigación para el municipio de Montería y área de estudio 2030

Sector afectado	ID	Medidas	2030	Medida aplicada según región de estudio	
				Municipio de Montería	Área de estudio (Cabecera municipal de Montería y área circundante)
Desechos - Disposición de residuos.	1	Reciclaje de papel y cartón en el relleno sanitario Loma Grande	18,239	X	X
Desechos - Disposición de residuos.	2	Elaboración de composta a partir de los residuos orgánicos	36,141	X	X
Fuentes Móviles. Transporte On road	3	Cambio de vehículos de diesel (50%) a GNC (introducción del 5% a partir del 2015 de los buses, busetas y microbuses dedicados al transporte público de diesel a GNC,	9,612	X	X
Fuentes Móviles. Transporte On road	4	Transporte no motorizado, Ciclovías en el municipio de Montería	46,025	X	X
AFOLU – Ganadería	5	Fermentación entérica: Siembra de alfalfa en los potreros en los que pasta el ganado,	54,232	X	
AFOLU – Ganadería	6	Manejo de estiércol y otros residuos. Aprovechamiento energético del manejo de estiércol vacuno	5,995	X	

Tabla 35. Emisiones en toneladas reducidas anuales de CO₂e, 2030 para cada medida en Montería, Córdoba, Colombia.

3.54 ANÁLISIS COSTO- EFECTIVIDAD POR MEDIDA

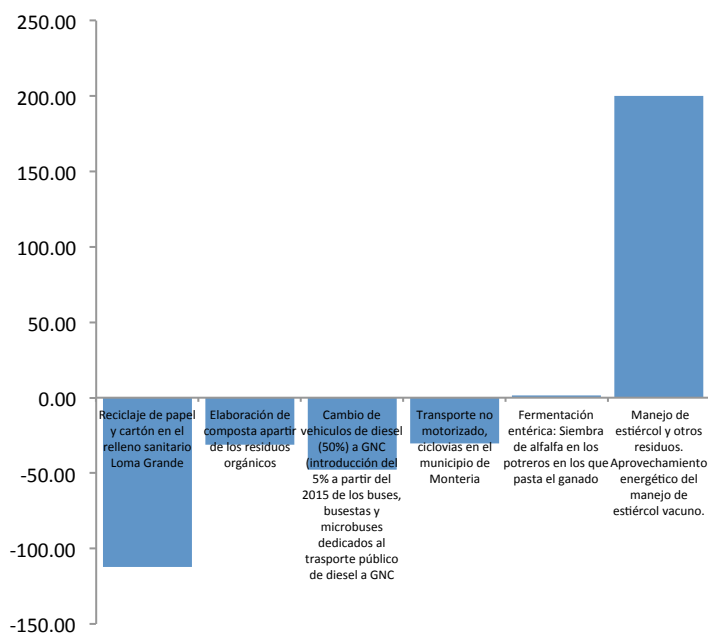
Además de la reducción de CO₂e de las medidas de mitigación para cada escenario, se obtuvieron los costos anualizados asociados para la implementación (inversión), mantenimiento y operación de la medida. Estos costos son anualizados a precios constantes al año 2012. Para la presente evaluación se utilizó una tasa de descuento de 6.37% (Universidad de Antioquia, 2008), considerando la referencia para proyectos ambientales en Colombia de la Universidad de Antioquia, 2008, todos los precios están dados en dólares a precios de 2012.

Los costos asociados con cada medida de inversión, mantenimiento y operación para la línea base y con la aplicación de cada medida se describen en el Anexo 2.

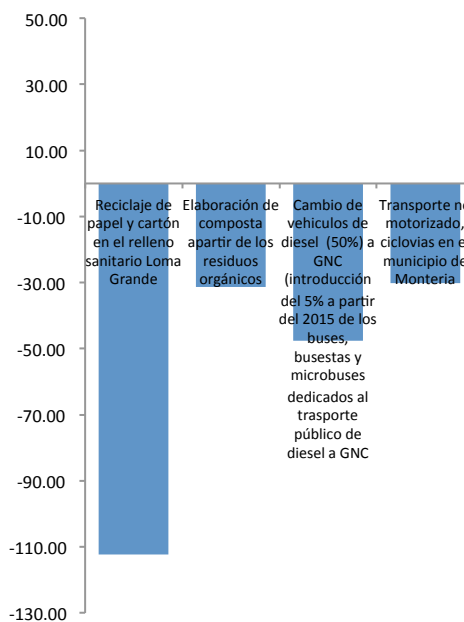
Se obtuvo el CCEi (beneficio neto) , para cada medida, así se muestra la gráfica de beneficios netos de mitigación de \$/ton CO₂e al implementar cada medida evaluada para cada escenario. En la Figura 51 se presenta los beneficios netos por medida para cada escenario y región evaluada.

Como se puede observar en la Figura 51, cada barra representa los beneficios netos asociados con la medida implementada, un beneficio neto positivo, indica que existe una recuperación lenta de la inversión de implementación o es necesario financiamiento ya que la inversión no se recuperará.

Un beneficio neto negativo revela que la inversión es viable económicamente, ya que se recuperará la inversión realizada a corto o mediano plazo, también implica que los



Municipio de Montería



Cabecera municipal de Montería y área circundante

Figura 51. Beneficios netos (CCEi) por medida, para el municipio de Montería y la cabecera municipal de Montería y área circundante. \$USD/ton de CO₂e

⁶ CCEi: Es la diferencia entre los costos asociados al inicio del estudio y los costes generados en una medida de mitigación , divididas por las emisiones evitadas por el cambio.

costos de operación y mantenimiento son menores con la nueva tecnología que sin ella.

De esta forma la medida para desechos (Reciclaje de papel y cartón en el relleno sanitario Loma Grande) es la más rentable financieramente con un beneficio neto de -112.27 \$USD/ton CO₂e, seguido de la medida para transporte on road (Cambio de vehículos de diesel (50%) a GNC de los buses, busetas y microbuses dedicados al transporte público de diesel a GNC) con -47.56 \$USD/ton CO₂e para ambas regiones.

Con este análisis podemos hacer comparaciones entre ellas en términos de emisiones reducidas y su beneficio neto (CCEi) en la Tabla 36 se presenta un comparativo del beneficio neto, las emisiones evitadas y algunos ejemplos de CCEi de otras ciudades con medidas evitadas.

La matriz de la Tabla 37 muestra las variables a considerar para decidir el orden de implementación de las medidas presentadas, con lo cual debe tomarse en cuenta:

1. Las emisiones evitadas o reducidas al implementar la medida
2. El costo de inversión que implica
3. El costo- efectividad (recuperación de la inversión para reducir las toneladas de CO₂e)
4. La experiencia en otras ciudades con respecto a la implementación y funcionalidad de medidas parecidas.
5. Los planes a mediano y largo plazo de la ciudad en el tiempo de trabajo y la Estrategia Nacional de Cambio Climático del Ministerio de Ambiente de Colombia.

Considerando estos puntos las diferentes posibilidades de implementación, se muestran en la Tabla 37.

Medida	Descripción de la medida	Emisiones evitadas promedio anual (ton de CO ₂ e/año)	Beneficio netos (CCEi) \$USD/ton CO ₂ e	Ciudades donde se han evaluado medidas similares
Desechos - Disposición de residuos.	Reciclaje de papel y cartón en el relleno sanitario Loma Grande	18,239	-112.27	
Desechos - Disposición de residuos.	Elaboración de composta a partir de los residuos orgánicos	36,141	-31.31	
Fuentes Móviles. Transporte On road	Cambio de vehículos de diesel (50%) a GNC (introducción del 5% a partir del 2015 de los buses, busetas y microbuses dedicados al transporte público de diesel a GNC (SETP))	9,612	-47.56	-59 \$/ton CO ₂ e Estudio: Co-Beneficios de la Mitigación de GEI, Chile 2011
Fuentes Móviles. Transporte On road	Transporte no motorizado, Ciclo vías en el municipio de Montería	46,025	-30.19	México: Estudio sobre la disminución de emisiones de carbono, 2009. Con un -50.2 \$/ton CO ₂ e
AFOLU – Ganadería	Fermentación entérica: Siembra de alfalfa en los potreros en los que pasta el ganado,	54,232	1.33	
AFOLU – Ganadería	Manejo de estiércol y otros residuos. Aprovechamiento energético del manejo de estiércol vacuno	5,995	200.00	

Tabla 36. Comparativo de los beneficios netos y las emisiones evitadas de ton/año de CO₂e para Montería.

Opciones de implementación	Etapas a seguir de la implementación Municipio de Montería	Etapas a seguir de la implementación Cabecera municipal de Montería y área circundante
Considerando costo-única efectividad	<ol style="list-style-type: none"> Implementación en el primer año (2015) de la medida con mayor rentabilidad, medida 1 (Reciclaje de papel y cartón en el relleno sanitario Loma Grande, Tabla 36) Posterior a la recuperación de la inversión del paso 1, se implemente la medida 3 (Cambio de vehículos de diesel a GNC Grande, Tabla 36) Se implementa la medida 2 (Elaboración de composta a partir de los residuos orgánicos, Tabla 36). 	<ol style="list-style-type: none"> Implementación en el primer año (2015) de la medida con mayor rentabilidad, medida 1 (Reciclaje de papel y cartón en el relleno sanitario Loma Grande, Tabla 36) Posterior a la recuperación de la inversión del paso 1, se implemente la medida 3 (Cambio de vehículos de diesel a GNC Grande, Tabla 36) Se implementa la medida 2 (Elaboración de composta a partir de los residuos orgánicos, Tabla 36).
Considerando costo-efectividad y la visión de la ciudad a mediano y largo plazo y la experiencia en otras ciudades.	<ol style="list-style-type: none"> iniciar el primer año (2015) con la implementación de la medida 3 (Cambio de vehículos de diesel a GNC de los buses, busetas y microbuses (SETP) a GNC, Tabla 36), considerando que existe un plan de acción (por etapas) del programa SETP de transporte público. Por las necesidades del municipio y su visión hacia el futuro (municipio competitivo económicamente en el sector Ganadero), se justifica la implementación de la medida 5 (Fermentación entérica: Siembra de alfalfa en los potreros en los que pasta el ganado, Tabla 36) y aunque existe un beneficio neto positivo, que implica no recuperar la inversión o que sea muy lenta, la experiencia en otras ciudades como en la Argentina también muestran nulo beneficio económico aunque en reducción de emisiones y ordenamiento del sector ganadero alta. Posterior a la implementación de la medida 5, se considera la medida 6. Esta medida es importante para el municipio de Montería ya que está enfocado al sector no solo porque es el que contribuye mayormente a las ton/año de CO₂ e sino también es el sector con mayor influencia económica; se recomienda encontrar financiamiento de esta medida ya que la inversión no se recupera a largo plazo aunque si existen beneficios económicos indirectos por la generación 	<ol style="list-style-type: none"> iniciar el primer año con la implementación de la medida 3 (Cambio de vehículos de diesel a GNC de los buses, busetas y microbuses (SETP) a GNC, Tabla 36), considerando que existe un plan de acción (por etapas) del programa SETP de transporte público. Para el área urbana su visión hacia el futuro el transporte on-road es de vital importancia, con lo cual se considera la implementación de la medida 4 (Transporte no motorizado, Ciclo vías en el municipio de Montería, Tabla 36), con la cual se reducirán viajes en modos de transporte motorizado. Teniendo en cuenta nuevamente el área urbana el manejo de residuos forman parte de la visión hacia el futuro de crecimiento con lo cual la medida 1 (Reciclaje de papel y cartón en el relleno sanitario Loma Grande, Tabla 36) y 2 (Elaboración de composta a partir de los residuos orgánicos, Tabla 36) se puede implementar en forma conjunta, ya que la recuperación de la inversión es en corto plazo (medidas con beneficios netos negativos y con beneficios indirectos), estas medidas son muy factibles y se han puesto en marcha con gran éxito en ciudades de México y Argentina.
Considerando costo-efectividad, la visión de la ciudad a mediano y largo plazo, la experiencia en otras ciudades con medidas semejantes y el Plan de Maestro de Cambio	<ol style="list-style-type: none"> Inicio de la medida 3 en el 2015. La medida 3 (Cambio de diesel a GNC de los buses, busetas y microbuses (SETP) a GNC, Tabla 36) es una medida que aporta, sostiene y proyecta la medida considerada en el reto1, acción 1 de mitigación del plan Maestro de Cambio climático para la ciudad de Montería. Posterior al paso 1 la medida 4 (Transporte no motorizado, Ciclovías en el municipio de Montería, Tabla 36) ya que es una medida con 	<ol style="list-style-type: none"> Inicio de la medida 3 en el 2015. La medida 3 (Cambio de vehículos de diesel a GNC de los buses, busetas y microbuses (SETP) a GNC, Tabla 36) es una medida que aporta, sostiene y proyecta la medida considerada en el reto1, acción 1 de mitigación del plan Maestro de Cambio climático para la ciudad de Montería. Posterior al paso 1 la medida 4 (Transporte no motorizado, Ciclovías en el municipio de Montería, Tabla 36) es una medida

Tabla 37. Opciones y orden de implementación de las medidas considerando diferentes aspectos para la el municipio de montería y cabecera municipal de montería y área circundante.

climático para el municipio de Montería	<p>importante reducción de emisiones y una recuperación de la inversión realizada, así como estar plateada en el Plan Maestro de cambio Climático del municipio de Montería, reto1- acción 2 (sensibilidad y mitigación).</p> <p>3. Para el municipio de Montería es de suma importancia el sector Ganadero con lo cual la medida 6 (Manejo de estiércol y otros residuos. Aprovechamiento energético del manejo de estiércol vacuno, Tabla 36), se implementa posteriormente al paso 3 ya que está considerada como manejo del estiércol (considera el aprovechamiento del mismo) como reto 7, acción 2.</p>	<p>con importante reducción de emisiones y una recuperación de la inversión realizada, así como estar plateada en el Plan Maestro de cambio Climático de la ciudad, reto 1- acción 2 (sensibilidad y mitigación).</p> <p>3. Como parte importante de la ciudad de Montería la constituye el manejo de residuos con lo cual la medida 1 (Reciclaje de papel y cartón en el relleno sanitario Loma Grande, Tabla 36), no solo es la que mayor beneficios representa, sino también está suscrita en el Plan Maestro de Cambio climático de Montería en el reto 3 - acción 2, donde la separación y reciclaje de los residuos municipales forman parte del reto descrito.</p>
<p>Considerando costo-efectividad, la visión de la ciudad a mediano y largo plazo, la experiencia en otras ciudades con medidas semejantes y La Estrategia Colombiana de Desarrollo Bajo Carbono.</p>	<p>4. Inicio de la medida 3 en el 2015. La medida 3 (Cambio de vehículos de diesel a GNC de los buses, busetas y microbuses (SETP) a GNC, Tabla 36) es una medida considerada en la estrategia Colombiana, además que existe ya el Plan de SETP para transporte público, que considera el crecimiento hacia el futuro y tomando en cuenta que existe beneficios netos negativos, en materia de reducción de emisiones es una medida que reduce importantes toneladas de CO₂e/año siendo el segundo sector en importancia para el municipio.</p> <p>5. Partiendo de la estrategia Colombiana y los PAS el sector Ganadero representa un sector en construcción de los PAS, pero para esta región representa el sector que influye fuertemente a la economía y a la generación de emisiones contaminantes de GEI. La visión del municipio por lo cual marca la pauta en selección sobre la implementación de las medidas con lo cual al igual que punto anterior se considera la implementación inicial de la medida 5 (Fermentación entérica: Siembra de alfalfa en los potreros en los que pasta el ganado, Tabla 36) seguida de la implementación de la medida 6 (Manejo de estiércol y otros residuos. Aprovechamiento energético del manejo de estiércol vacuno, Tabla 36).</p> <p>Aunque cabe aclarar que es necesaria la búsqueda de financiamientos y apoyos, tanto nacionales como internacionales, en los mercados de vetas de bonos de carbono con lo cual se recomienda las NAMAS.</p>	<p>1. Partiendo de la estrategia Colombiana y los PAS el sector de residuos tiene puntuaciones altas de priorización, en particular la medida 1 (Reciclaje de papel y cartón en el relleno sanitario Loma Grande, Tabla 36), tienen ranking con puntuaciones de acciones, políticas y programas, de 5 a 20 según la perspectiva, además que para la ciudad es importante el aprovechamiento de sus residuos y tiene un beneficio neto negativo, con lo cual la medida 1 (Reciclaje de papel y cartón en el relleno sanitario Loma Grande, Tabla 36) se implementaría en el primer año (2015).</p> <p>2. Considerando los PAS la medida 2 (Elaboración de composta a partir de los residuos orgánicos, Tabla 36) también tiene un ranking importante en acciones, políticas y programas y para la ciudad es importante el manejo de sus residuos hacia el futuro, se platea como segundo paso en la implementación de las medidas.</p> <p>3. De la misma forma la medida 3 (Cambio de vehículos de diesel a GNC de los buses, busetas y microbuses (SETP) a GNC, Tabla 36) es una medida considerada en la estrategia Colombiana, además que existe ya el Plan de SETP para transporte público, que considera el crecimiento hacia el futuro y tomando en cuenta que existe beneficios netos negativos, esta medida se puede implementar seguida de la medida 2 (Elaboración de composta a partir de los residuos orgánicos, Tabla 36).</p>

(continuación) Tabla 37. Opciones y orden de implementación de las medidas considerando diferentes aspectos para la el miunicipio de montería y cabecera municipal de montería y área circundante.

3.55 CO-BENEFICIOS

Para el análisis de Co-Beneficios es necesario contar con la evaluación de contaminantes criterio (CO, NOx, COV, PM₁₀ y PM_{2.5}, SO₂, etc.) en el área de estudio, histórica y actual, así como estudios epidemiológicos.

Los beneficios económicos indirectos de la implementación derivado de las medidas de mitigación implementadas, generan beneficios sociales como salud pública.

Para el caso del municipio de Montería no fue posible realizar este tipo de análisis por la falta de información; sin embargo se realizó una evaluación tomando como base un estudio llevado a cabo en la Ciudad de México denominado “Co-beneficios de los controles sobre la contaminación del aire local y global de la Ciudad de México” (INE, 2003) y se consideraron los resultados de co-beneficios obtenidos en términos de salud pública.

Este estudio considera cinco medidas de mitigación (3 de transporte, 1 residencial y 1 en la industria), el total de las emisiones de gases efecto invernadero reducidas es de 2%

(aproximadamente 300,00 toneladas de CO₂e al año) en los periodos 2003–2010 y 2003–2020.

Como co-beneficios sociales se obtuvo: salvar 100 vidas, 700 casos de bronquitis crónica y más de 500,000 casos de días de actividad restringida menor cada año.

El beneficio económico en salud pública es del orden de US\$ 200 millones por año. Los beneficios locales y globales monetizados resultaron de US\$150 millones y US\$10 millones por año respectivamente. Los costos totales anualizados fueron de aproximadamente US\$120 millones y los ahorros por combustible mayores a US\$70 millones. De las medidas consideradas, las de transporte son las más promisorias para la reducción simultánea de contaminantes locales y globales en la Zona Metropolitana del Valle de México (Figura 52).

Del estudio anterior se tomó como base los resultados de las emisiones reducidas de CO₂e y los beneficios económicos en términos de salud pública, mismos que se muestran en la Tabla 38.

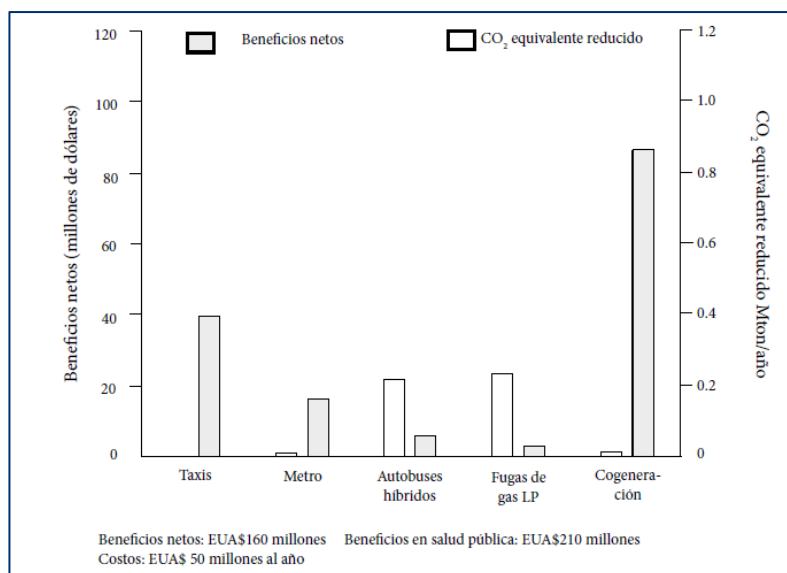


Figura 52. Instrumentación de cinco medidas de control, en la ciudad de México

Reducción de CO ₂ e en Ton/año	Co-beneficios de salud pública en millones de USD/año
1,500,000	1,000

Tabla 38. Co-beneficios en términos de salud de reducir emisiones de CO₂e.

Con la implementación de las medidas de mitigación aquí propuestas se estima una reducción de 120,279 Ton/año de CO₂e promedio para el municipio de Montería, si consideramos un comportamiento similar de reducción de emisiones criterio, así como condiciones de la población (servicios, medicamentos, camas, condiciones laborales etc.), podemos hacer una relación directa con los beneficios económicos así se espera un Co- beneficio de 80.19 millones de USD/año, en el área de salud pública; para la región de la cabecera municipal de Montería y área circundante se tienen 127,255 Ton/año de CO₂e promedio, por lo que se espera un Co- beneficio de 84.83 millones de USD/año, este beneficio se representará en rubros como son:

1. Reducción de camas de hospitales
2. Menos medicamento por enfermedad
3. Reducción de días sin faltar al trabajo por enfermedad
4. Reducción de consultas medicas

Es importante mencionar que para desarrollar estrategias de co-beneficios en todo el municipio, se considera esencial una colaboración y comunicación amplia entre los actores clave de cambio climático y contaminación del aire a escala local; estos deben incluir al gobierno.

Existen otros beneficios económicos generados por la implementación de las medidas de mitigación hacia la reducción de CO₂e, la Tabla 39 muestra el tipo de beneficios por medida, los cuáles son obtenidos mediante la diferencia entre los costos de operación y mantenimiento con y sin medida evaluados en el presente trabajo.

En suma los beneficios económicos por la implementación de cinco medidas en el municipio son de 13.29 millones de dólares al año.

Medida	Tipos de beneficios	Beneficios económicos en millones de USD/año
Reciclaje de papel y cartón en el relleno sanitario Loma Grande	Menor cantidad de residuos, ampliación de la vida útil del relleno sanitario, derrama económica por adquisición de materiales.	2.18
Elaboración de composta a partir de los residuos orgánicos	Menor volumen de generación de emisiones y aumento en la vida útil del relleno y abono generado por la composta producida y utilizada.	2.05
Cambio de vehículos de diesel a GNC de los buses, busetas y microbuses (SETP) a GNC (50%)	Uso de GNC en lugar de diesel El precio en 2012 es de 4.16 USD/gal de diesel, mientras para GNC es de 0.81 USD/gal	0.54
Transporte no motorizado, Ciclo vías en el municipio de Montería	Reducción de viajes en otros modos de transporte (auto particular, taxis, camionetas) y por ende reducción de galones utilizados para el transporte	1.78
Manejo de estiércol y otros residuos. Aprovechamiento energético del manejo de estiércol vacuno.	Generación de electricidad para alumbrado público y residencial en zonas rurales 545,286 KWh de electricidad	6.78

Tabla 39. Beneficios económicos por la implementación de las medidas de mitigación.

3.6 Planteamiento del Sistema de Medición, Reporte y Verificación (MRV)

Con miras a la adquisición de financiamiento para la aplicación de medidas de mitigación se requiere el establecimiento de un sistema de Medición, Reporte y Verificación (MRV), el cual garantizará el cumplimiento de los objetivos de mitigación a través de actividades de seguimiento y control, a continuación se describen las características generales que debe considerar el sistema.

Medición:

La medición es el primer elemento de la valoración de la eficiencia, al implementarse cualquier medida de mitigación. Permite la recolección de datos necesarios para llevar a cabo el reporte y, finalmente, la verificación. Depende enteramente de los objetivos finales que se llevarán a cabo como parte del programa de mitigación. Dentro de este rubro se consideran el desarrollo de actividades para cuantificar las reducciones de GEI, para ello se requiere el desarrollo de infraestructura legal y técnica para la adquisición de datos y validación de los supuestos utilizados en la cuantificación. Entre las actividades que se desarrollan son:

- Establecer un grupo interdisciplinario con funciones específicas para la elaboración de los instrumentos de medición.
- Implementar una metodología estandarizada de elaboración del inventario de emisiones.
- Identificar las fuentes y sumideros de carbono, prioritarios en la región.
- Establecer los mecanismos legales de reporte/adquisición de información de fuentes específicas, principalmente industriales y de servicios. Así como procedimientos estadísticos de adquisición de la información como censos o levantamientos periódicos, tanto para cuantificaciones directas (mediciones en fuente) como para indirectas (cuantificación vía factores de emisión).
- Establecer la periodicidad con la que se llevarán a cabo la actualización de las estimaciones de emisiones.
- Cuantificar las emisiones de GEI así como el escenario base.
- Cuantificar las reducciones de emisiones y la diferencia entre las emisiones y/o reducciones de GEI relativas al escenario base.
- Evaluar la calidad de los datos, se requiere de una evaluación de incertidumbre.

Reporte:

El reporte se orienta a los sectores específicos bajo observación y particularmente en instalaciones individuales como lo podrían ser rellenos sanitarios, plantas

de tratamiento de aguas, plantas de generación eléctrica, etc.; en los cuales se pretenden aplicar las medidas de mitigación exclusivamente. De acuerdo con la USAID, (USAID, 2013) el reporte generalmente se divide en:

- Reporte directo de emisiones, se refiere a la medición in situ de las emisiones, este tipo de reporte generalmente se obtiene de fuentes industriales y se utilizan previa validación como los datos más confiables. Sin embargo implica la necesidad de contar con expertos de monitoreo y medición en fuente.
- Reporte indirecto de emisiones, se refiere específicamente a la cuantificación de emisiones por métodos indirectos, tales como factores de emisión o modelos numéricos.

A nivel país las comunicaciones nacionales son el mecanismo de reporte aceptado por la Convención de las Partes, en tanto que a nivel regional o para proyectos locales o específicos no existen formatos preestablecidos; se encuentran disponibles algunos dependiendo del organismo de financiamiento al cual se pretenda acceder:

- MDL- Mecanismos de desarrollo limpio
- VCS- Verified Carbon Standard – VCS, por sus siglas en inglés
- CAR Climate Action Reserve – CAR, por sus siglas en inglés
- NAMAS, Acciones Nacionales Apropriadas de Mitigación, para países en desarrollo

Verificación:

Se consideran dos etapas, la Validación, la cual es proceso sistemático, imparcial y documentado para la evaluación de un proyecto propuesto de GEI utilizando criterios apropiados y la Verificación que es la revisión periódica, imparcial y documentada preferentemente externa al proyecto, de las emisiones, remociones, reducciones de las emisiones o remociones de GEI reportadas.

Finalmente un aspecto de gran importancia es el establecimiento de los responsables, legalmente acreditados para el desarrollo de cada una de estas tres partes del sistema MRV, con la finalidad de garantizar el cumplimiento y la calidad de los mismos.

3.6.1 ESTABLECIMIENTO DE UN SISTEMA MRV PARA EL MUNICIPIO DE MONTERÍA, CÓRDOBA, COLOMBIA

La administración del municipio de Montería está incorporando dentro de su infraestructura los conceptos de emisiones de GEI, su evaluación y mitigación, en ese sentido es recomendable la conformación de un sistema

MRV, sin embargo durante la elaboración del presente proyecto se identificaron actividades que podrían encaminarse a la conformación del mismo:

- Como parte de los objetivos de este trabajo se impartió en la ciudad de Montería un taller de capacitación sobre la metodología de elaboración de inventario de emisiones de GEI, como resultado de ese taller resultó un grupo multidisciplinario de profesionales tanto del área académica como funcionarios públicos y miembros de organizaciones y empresas de servicios del municipio; como UPB-Montería, Universidad Cooperativa, Secretaría de Salud, UMATA, ICA, Bioresiduos, CVS, Proactiva, Servigenerales, GANACOR, FEDEGAN, Cámara de Comercio, entre otros.
- Dicho grupo identificará dependiendo de la formación académica, el área de adscripción y la experiencia de cada uno de los miembros las áreas del inventario a las cuales deberían ser asignados para los procedimientos de actualización. Principalmente de los sectores energía, residuos, AFOLU y estadísticas.
- Se han identificado las principales fuentes de emisión tanto dentro de la cabecera municipal de Montería, como del municipio, dentro de este proyecto.
- La metodología GPC Basic + ha sido evaluada como una opción aplicable a la zona de estudio, sin embargo cabe mencionar que es necesario realizar procedimientos para la comparabilidad y compatibilidad de los resultados obtenidos en este trabajo y las comunicaciones nacionales.
- Un aspecto fundamental que se identifica como parte de experiencia impartiendo estos talleres en otras ciudades de Latinoamérica, es la necesidad del establecimiento de un marco legal que ejerza la obligatoriedad para la evaluación de las emisiones de GEI por parte de la administración local así como los mecanismos para la adquisición de la información y la periodicidad de la misma. Al respecto de la periodicidad se recomienda que sea equiparable a la elaboración de las comunicaciones nacionales.

3.6.2 PASOS A SEGUIR PARA EL ESTABLECIMIENTO DEL SISTEMA MRV

Además de las actividades realizadas previamente se han identificado los siguientes pasos que faltan para la conformación del sistema:

- Identificar los organismos o áreas responsables del sistema, así como establecer el marco regulatorio que acredite sus funciones y responsabilidades. Asimismo establecer mecanismos que garanticen la continuidad de los programas más allá de periodos administrativos. Además de la actualización del

inventario de emisiones. Como responsable principal para el desarrollo de estas actividades se propone sea la Secretaría de Planeación del Municipio de Montería.

- Asignar los revisores externos, preferentemente se sugiere expertos reconocidos del sector académico o público a nivel nación; Universidades e Institutos de Investigación.
- Priorizar las medidas de mitigación posibles en base al impacto y el costo-efectividad de la aplicación acordes a los planes de desarrollo local, regional y nacionales; tanto las sugeridas en este trabajo, como las que se han desarrollado previamente, como es el caso del sistema SETP para transporte público que propone el Departamento Nacional de Planeación. Dentro de esta priorización considerar los retos y acciones planteadas en el Plan Maestro de Cambio Climático para el municipio de Montería y la actualización del inventario de GEI aquí planteado, las medidas planteadas tienen vinculación con los sectores identificados en dicho Plan y suman el esfuerzo en algunas de ellas a las planteadas anteriormente, en algunos caso se consideran las medidas sugeridas en el Plan Maestro de Cambio Climático.
- Coordinar acciones de inclusión de los diversos sectores de la sociedad a fin de que se involucren en la aplicación de la intervención para disminuir las emisiones de GEI, principalmente de los sectores que tienen mayor impacto, en el caso muy específico del municipio de Montería el más importantes es la ganadería, en cual está representado por FEDEGAN Y GANACOR, otros sectores importantes es el transporte on-road y los residuos, representados en el caso de transporte por Ciudad amable y Secretaría de Tránsito y Transporte de Montería y para residuos SERVIGENERALES.
- Identificar opciones de financiamiento tanto locales como externas, con lo cual se podrán identificar los procedimientos de reporte y evaluación específicos requeridos por los donantes o inversores.
- Configurar un programa de fortalecimiento de capacidades para el personal encargado de elaborar el inventario de emisiones y la proyección de emisiones, debido a que el personal asignado es experto en rubros muy específicos como por ejemplo la generación de residuos sólidos urbanos, sin embargo la experiencia en la estimación de emisiones es limitada, por lo que se recomienda fortalecer las capacidades técnicas en ese rubro.
- Establecer por escrito un protocolo para el establecimiento del sistema MRV.
- Se proponen algunos mecanismos de medición en la Tabla 40.

Desarrollar un marco institucional robusto que abarque tanto las entidades institucionales relevantes como el personal, sistemas y procesos que se necesiten, es esencial

Medida	Descripción de la medida	Elemento de medición anual/ periódica
Desechos - Disposición de residuos.	Reciclaje de papel y cartón en el relleno sanitario Loma Grande	Cantidad de papel y cartón que se reciclo a través de reportes de operación
Desechos - Disposición de residuos.	Elaboración de composta a partir de los residuos orgánicos	Determinar la cantidad en peso de residuos orgánicos, en la planta de composteo.
Fuentes Móviles. Transporte On road	Cambio de vehículos de diesel a GNC de los buses, busetas y microbuses (SETP) a GNC (50%)	Volúmenes de diesel y GNC vendidos en el municipio
Fuentes Móviles. Transporte On road	Transporte no motorizado, Ciclovías en el municipio de Montería	Encuestas de origen - destino y números de viaje para los diferentes modos de transporte, así como aforos vehiculares.
AFOLU – Ganadería	Fermentación entérica: Siembra de alfalfa en los potreros en los que pasta el ganado	Hectáreas sembradas de alfalfa y utilizadas como pastura para el ganado
AFOLU – Ganadería	Manejo de estiércol y otros residuos. Aprovechamiento energético del manejo de estiércol vacuno.	Cantidad de metano producido y recuperado para su aprovechamiento

Tabla 40. Mecanismos de medición para las medidas de mitigación

para un efectivo sistema MRV. El arreglo institucional es un elemento clave para el buen funcionamiento del sistema.

Entidades o instituciones responsables para el sistema MRV.

1. Organismo de coordinación/ Institución responsable; para coordinar el sistema MRV y dirigir las actividades de otros actores en esta área. Se sugiere que sea la Secretaría de Planeación del Municipio de Montería.
2. Organismo interministerial/ Comité Director; este organismo promueve la coordinación entre las principales partes interesadas y también asegura los insumos a otros procesos y planes municipales.
3. Coordinador(es) técnico(s); puede ser un equipo o una persona individual, frecuentemente está dentro de la institución responsable (Secretaría de Planeación) y es responsable de los resultados técnicos del sistema MRV. También se pueden designar coordinadores técnicos para cada uno de los grupos de trabajo sectoriales.
4. Grupos de Trabajo Sectoriales (Estacionarias, móviles, residuos, IPPU y AFOLU); constan de una combinación de institutos gubernamentales, organizaciones de investigación y otros organismos del sector público y privado; para que ejecuten actividades MRV dentro de un sector específico.

i.Estacionarias: Secretaría de Infraestructura, Interconexión Eléctrica S.A. E.S.P.

ii.Móviles: Secretaría de Tránsito y Transporte, Secretaría de Infraestructura, Oficina de Participación Comunitaria, Montería Amable S.A.S.

iii.Residuos: Secretaría de Infraestructura, UMATA, Servigenerales S.A. E.S.P., Proactiva Aguas de Montería S.A. E.S.P.

iv.IPPU: Secretaría de Planeación, CVS, DANE.

v.AFOLU: Secretaría de Planeación, UMATA, GANACOR, CVS, Universidad de Córdoba.

5. Institución de Verificación: la verificación puede realizarse por instituciones públicas o por terceros independientes; en este caso se sugiere que sea la Universidad Pontificia Bolivariana de Montería quien la realice.
6. Arreglos institucionales para el manejo de datos: se sugiere que toda la información se recopile y analice de manera centralizada dentro de la Secretaría de Planeación.
7. Órgano de cumplimiento: este puede estar a cargo de una entidad gubernamental o de terceros; y este órgano ve aspectos metodológicos, control y seguimiento de calidad, y documentación y análisis de incertidumbre.

En la Figura 53 se presenta la organización propuesta de estructura institucional para el buen funcionamiento del sistema MRV.

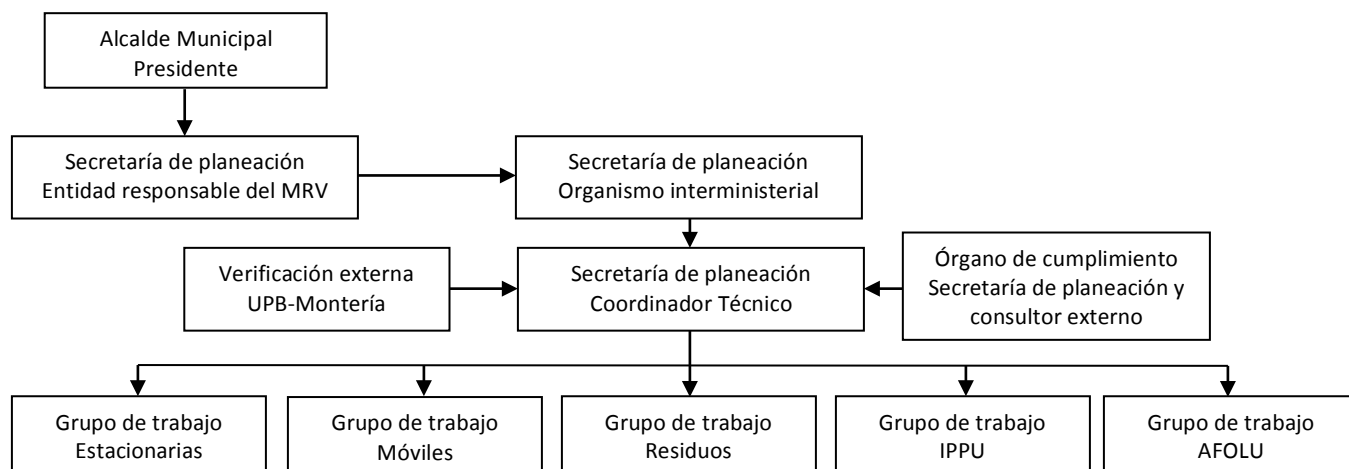


Figura 53. Organización propuesta de estructura institucional para el funcionamiento del sistema MRV

3.7 CONCLUSIONES GENERALES

INVENTARIO DE EMISIONES DE GEI

1. En el municipio de Montería se emitieron durante el año 2012 un total de 943,467 toneladas de CO₂e; contribuyendo con emisiones directas (scope 1) en un 85.4% del total, emisiones indirectas (scope 2) de 10.4% y emisiones transfronterizas (scope 3) con 4.2%.
2. La categoría que contribuye con las mayores emisiones de CO₂e en el municipio son las de AFOLU con un 53% (donde la subcategoría de ganadería es la más importante) y las fuentes móviles con el 22% (en particular el transporte on-road).
3. Para el área de estudio (zona urbana de Montería) las emisiones de CO₂e ascendieron a 434,211 toneladas para 2012. Donde las emisiones directas contribuyeron con el 69%, las emisiones indirectas con el 19% y las emisiones transfronterizas con el 12%.
4. En el área de estudio las fuentes móviles son las que contribuyeron con la mayor cantidad de emisiones con un 48.5% (por el transporte on-road), seguido de la categoría de residuos (principalmente la disposición de residuos) con un 28.7%, las fuentes estacionarias con el 19.3% y la categoría AFOLU solo contribuye con el 3.5%.
5. Las subcategorías de transporte on-road y disposición de residuos son las que contribuyen mayormente en las emisiones directas generadas en el área de estudio con el 52 y 22 %, respectivamente. Mientras que el uso de energía eléctrica en los edificios habitacionales son las que generan la mayor cantidad de emisiones indirectas (43%) y la aviación de emisiones transfronterizas (74%).
6. Se recomienda la generación de información de forma regular para que el gobierno de Montería puede actualizar el inventario de emisiones de GEI a intervalos fijos. Y con ello generar las directrices a seguir sobre las principales categorías generadoras de emisiones de GEI.
7. Un inventario de emisiones de esta naturaleza, requiere de información actualizada e histórica; los puntos que se deben tomar en cuenta para la actualización son: (1) la información con mayor detalle con el que se cuente, se recomienda ver las condiciones de la metodología a aplicar, es este caso GPC tiene tres tipos de desagregación; (2) para llenar los huecos de información se recomienda realizar

censos o encuestas de las subcategorías que no pudieron ser estimadas por la falta de información, esto podría realizarse como proyectos de cooperación específica entre diversas instituciones o como parte de los censos y conteos que realiza el DANE; (3) acuerdos interinstitucionales con las instituciones que generan la información que permitan una mayor fluidez de la misma, manteniendo una interacción e intercambio de manera periódica, así como colaborar para incrementar el nivel de detalle y desagregación de la información; y (4) generar estructuras de bases de datos que permitan tener control de los datos históricos y actuales, para hacer la comparación y su desarrollo.

CALIDAD DEL AIRE

1. Las concentraciones de partículas PM₁₀ en la ciudad de Montería cumplen con la normatividad ambiental de Colombia (100 µg/m³ promedio de 24 horas); sin embargo respecto a la recomendación de la OMS (50 µg/m³ promedio de 24 horas), se tiene un porcentaje de excedencia en la estación UPB de 18%, UNISINU de 14%, TT de 38% y para CVS de 46%; esta última se localiza en la zona centro de la ciudad.
2. El ICA para el municipio de Montería, se mantuvo durante el periodo 2009-2013 en un rango de bueno a moderado. Este es un indicador para alertar a la población por problemas de calidad del aire de forma inmediata, sin embargo por la falta de monitoreo automático de los contaminantes criterio, este solo sirve como un indicador de cómo se comportaron en este caso las concentraciones de PM₁₀ de manera histórica.
3. Si bien el actual SVCA cumple con una recomendación realizada previamente, y con los lineamientos que en ese momento se plantearon; es de suma importancia que los datos del muestreo cuenten con una continuidad a largo plazo; así como es necesario validar el diseño de dicho sistema a través de la actualización del inventario de emisiones de contaminantes criterio (CO, NO₂, O₃, SO₂, PM₁₀ y PM_{2.5}) para todas las fuentes de emisión (fijas, móviles, área y naturales); y con campañas de monitoreo de contaminantes criterio y parámetros meteorológicos de forma automática en diferentes períodos del año (lluvias y secas) y sitios de la ciudad.
4. No se pudo establecer la relación entre las concentraciones de partículas PM₁₀ y la meteorología presente en la ciudad de Montería, debido a la falta de información, aun cuando por información directa del gobierno de la ciudad se sabe que esta información existe solo se contó con temperatura y precipitación pluvial promedio mensual.

5. De igual forma, no se pudo establecer la relación entre las concentraciones de partículas PM_{10} y salud por la falta de información, por lo que es necesario que la ciudad cuente con estudios epidemiológicos o con información de estadísticas de salud para poder establecer los efectos en la salud atribuidos a la exposición de corto y largo plazo a la contaminación del aire, esto es:
 - a) Para efectos atribuidos a la exposición de corto plazo en Montería: mortalidad diaria, ingresos hospitalarios por enfermedades respiratorias y cardiovasculares, consultas de urgencias por enfermedades respiratorias y cardiovasculares, consultas en atención primaria por enfermedades respiratorias y cardiovasculares, uso de prescripciones respiratorias y cardiovasculares, días de actividad restringida, ausentismo laboral, ausentismo escolar, síntomas agudos (sibilancias, tos, expectoraciones, infecciones respiratorias) y cambios fisiológicos (función pulmonar).
 - b) Para efectos atribuidos a la exposición a largo plazo en Montería: mortalidad por enfermedades respiratorias y cardiovasculares, incidencias y prevalencias de enfermedades respiratorias crónicas (asma, EPOC, cambios patológicos crónicos), cambios crónicos en funciones fisiológicas, enfermedad cardiovascular crónica, cáncer pulmonar, restricciones en el crecimiento intrauterino (bajo peso en partos de término, retardos del crecimiento intrauterino, baja talla para la edad gestacional).
6. Derivado de la estimación de emisiones de contaminantes criterio destaca que el transporte on-road, específicamente los autos particulares a gasolina, es la fuente de emisión más importante para la ciudad de Montería, por lo que las estrategias de control de emisiones deben estar asociadas a esta fuente, con lo cual se consideró una medida específica (medida 4 transporte no motorizado), en dicha medida se plantea la disminución del 6% de los viajes de transporte motorizado (en autos particulares, taxis y motocicletas) y aumentar estos viajes a transporte no motorizado (bicicletas).
7. Montería es una ciudad intermedia que presenta problemáticas como el aumento del parque automotor, concentraciones de PM_{10} superiores a lo recomendado por la OMS, aumento de casos de infección respiratoria aguda (IRA) (Morales N. y Nobles M., 2013) y la falta de un trabajo intersectorial y de un plan de gestión de calidad de aire para la ciudad; por lo que es prioritario involucrar a los encargados en este rubro para el desarrollo de dicho plan, el cual debe ser un instrumento de gestión de la calidad del aire, que vincule las emisiones

generadas a la atmósfera con los impactos en salud humana y ecosistemas; involucrando en su desarrollo a los sectores de gobierno, académico, privado y ciudadanía; obteniendo así una herramienta con medidas puntuales de mitigación y control de las emisiones de contaminantes. Y debe contemplar:

- a) La realización de un diagnóstico que incluya: la zona de estudio, la calidad del aire, el inventario de emisiones, los efectos en salud y medio ambiente y el marco jurídico y capacidades institucionales.
- b) La implementación del plan a través de: establecer metas y estrategias para el plan; realizar una proyección de emisiones de los contaminantes atmosféricos y hacer un análisis costo-efectividad de las medidas.
- c) Realizar un seguimiento del plan a través de: acciones y estrategias de seguimiento y evaluación; así como buscar fuentes de financiamiento para el desarrollo del plan.

LÍNEA BASE, ESCENARIOS Y MEDIDAS DE MITIGACIÓN

1. Si no se toma en cuenta ninguna acción (escenario de línea base tendencial), se tendría un aumento de 379,909 ton/año y 319,156 ton/año de CO_2e para el municipio de Montería y para el área de estudio, respectivamente en el periodo 2012 - 2030.
2. La aplicación de un escenario sostenible de desarrollo de huella urbana mostró una reducción en las emisiones para el municipio de Montería de 77,865 ton/año de CO_2e en 2030 y para el área de estudio de 65,174 ton/año de CO_2e .
3. Las medidas con las mayores reducciones de emisiones proyectadas se ubicaron en el sector de residuos sólidos con 36,141 toneladas CO_2e /año, y el sector del transporte on-road, con 35,832 toneladas CO_2e /año.
4. La matriz desarrollada para la elección de seis medidas de mitigación en Montería, Colombia, considera en primer lugar la medida dirigida a transporte público STEP cuando se toman en cuenta aspectos de visión y planes de acción posterior a esto se plantea las medidas dedicadas a la agricultura, si se considera solo el análisis costo-efectividad la medida inicial es la dirigida al sector de residuos; si se considera el municipio completo, si se hace la elección del área de estudio definida, las medidas de residuos representan una opción factible de implementar en todos los aspectos.
5. Se estimaron unos co-beneficios indirectos de 13.29 millones USD/año como resultado de la aplicación de las medidas de mitigación establecidas. Esto también se debe considerar en el análisis de la relación costo-beneficio de las medidas de mitigación propuestas.

Bibliografía

- ANDI, 2012. Reciclaje de papel y cartón en Colombia. Presentación de la Asociación Nacional de Empresarios de Colombia, 22 de agosto de 2012.
- Banco Mundial, 2009. Todd M. Johnson. México: Estudio sobre la disminución de emisiones de carbono. México. ESMAP, MAYOL.
- Camila, S. Ma., 2001. Proyecto para el montaje de la empresa de reciclaje de papel "Ciclapapel Ltda". Universidad de la Sabana, Facultad de ciencias económicas y administrativas. Chía, Colombia 2001.
- Claude Davis & Associates, Greenhouse Gas Mitigation Assessment For Dominica, Final Repot, October 2010
- Comisión Nacional del Medio Ambiente de Chile, 2010. Análisis de opciones futuras de mitigación de gases de efecto invernadero para Chile en el sector energía. Noviembre 2010.
- Corporación Andina de Fomento - Banco de Desarrollo de América Latina, 2011. Desarrollo urbano y movilidad en América Latina. Norma Color Panamá. Página de internet:
http://omu.caf.com/media/30839/desarrollourbano_y_movilidad_americalatina.pdf
- CVS – UPB, 2013. Informe consolidado convenio 07/2012: Calidad del Aire Montería-Córdoba.
- DANE, 2013. Proyecciones de población municipales por área. Disponible en:
http://www.dane.gov.co/files/investigaciones/poblacion/proyepobla06_20/ProyecionMunicipios2005_2020.xls
- DNP, 2011. Formulación del Plan del Movilidad del Municipio de Montería, Departamento Nacional de Planeación (DNP), Bogotá D.C. Colombia: Septiembre 2011.
- DNP, 2012. Levantamiento de una línea de base de transporte público SETP de la ciudad, que sea útil para su posterior evaluación”; Departamento Nacional de Planeación (DNP); Septiembre 2012.

Eva Röben DED/ Ilustre Municipalidad de Loja. 2002. Manual de Compostaje para Municipios; Loja Ecuador 2002.

ICLEI. (Version 0.9 – 20 March 2012). GLOBAL PROTOCOL FOR COMMUNITY-SCALE GHG EMISSIONS (GPC). Prepared by: C40 Cities Climate Leadership Group and ICLEI Local Governments for Sustainability In collaboration with: World Bank, UNEP, UN-HABITAT, World Resources Institute.

IDEAM, 2012. Estado de la Calidad del Aire en Colombia 2007-2010. Bogotá, D.C., Colombia. Diciembre 2012.

INE - UNAM, 2012. Guía de metodologías y medidas de mitigación de emisiones de gases de efecto invernadero para la elaboración de Programas Estatales de Acción ante el Cambio Climático.

INE, 2003. Co-control of Urban Air Pollutants and Greenhouse Gases in Mexico City. Completed with support from the Integrated Environmental Strategies Program of the US National Renewable Energy Laboratory and the US Environmental Protection Agency. pp 171.

INE-SEMARNAT, 2007. Co-beneficios de los controles sobre la contaminación del aire local y global de la Ciudad de México. Patricia Osnaya Ruiz. pp 16.

IPCC. (2006). IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories, Prepared by the National Greenhouse Gas Inventories Programme, Eggleston H.S., Buendia L., Miwa K., Ngara T. and Tanabe K. (eds). Published: IGES, Japan.

IPCC, 2006d Directrices del IPCC de 2006 para los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero. Volumen 4. Agricultura, silvicultura y otros usos de la tierra.

IPCC, 2006e. Directrices del IPCC de 2006e para los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero. Volumen 5. Desechos.

IPCC, 2006b. Directrices del IPCC de 2006 para los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero. Volumen 2. Energía.

IPCC, 2006. Orientación del IPCC sobre las buenas prácticas y la gestión de la incertidumbre en los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero. Disponible en: http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/gp/spanish/gpgaum_es.html.

Instituto de Ingeniería Sanitaria – UBA. 2009. Estudio de Calidad de los RSU de la Provincia de BA.

JC Bui bot Ingenieros, 2005. Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos Municipio de Montería. Medellín, Colombia. Mayo de 2005.

Informe final, opciones, Secretaría de Desarrollo Sustentable y Política Ambiental, Ministerio de Desarrollo Social y Medio Ambiente. Argentina 2010.

Krause F. 1996. The costs of mitigating carbon emissions: A review of methods and findings from European studies. Energy Policy 24, 10-11: 899-915.

MADS-PNUD, 2013. Estrategia Colombiana de Desarrollo Bajo en Carbono (ECDBC). Colombia.

Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, 2008. Manual de fundamentos y planeación de inventarios de emisiones. Consultor K2 Ingeniería Ltda. Bogotá, 2008.

Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, 2010. Protocolo para el monitoreo y seguimiento de la calidad del aire. Bogotá, Octubre 2010.

Morales N. y Nobles M., 2013. Lineamientos para la formulación del plan de gestión de la calidad del aire en la ciudad de Montería. Tesis de grado de la Facultad de Estudios Ambientales y Rurales, Pontificia Universidad Javeriana. Bogotá, Agosto de 2013.

<http://www.bioenergeticos.gob.mx/index.php/analisis-de-factibilidad.html> de Mitigación

Ministerio de Salud, AIRE. Programa de calidad de aire y salud. Prevención de riesgos por exposición a contaminación atmosférica. Resolución 638/2001:
<http://www.estrucplan.com.ar/Legislacion/Nacion/Resoluciones/Ministerio%20de%20Salud/Res00638-01.asp>

OMM-PNUMA, 1996. Tecnologías, políticas y medidas para mitigar el cambio climático. Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio climático.

OMS, 2005. Guías de calidad del aire de la OMS relativas al material particulado, el ozono, el dióxido de nitrógeno y el dióxido de azufre. Actualización mundial 2005.

OMS, 2011. Calidad del aire y salud. Nota descriptiva N°313. Septiembre de 2011.

Páginas Web:

<http://www.monteria-cordoba.gov.co/Contenido/Alcaldia/mapas.php>

<http://www.cvs.gov.co/>

<http://www.sisaire.gov.co>

<http://www.epa.gov/ttnchie1/ap42/>

www.aqbook.org/read/?page=82&language=Spanish

Ruíz R. P., 2013. Análisis de la calidad del aire de la ciudad de Montería considerando los datos reportados por el SVCA en relación con las concentraciones de PM10. Tesis de grado, Universidad Pontificia Bolivariana.

Serie de tiempo histórica de PETROLEO - PRECIOS - Precios Históricos de los Combustibles Bogotá (DEF) relacionada con PRECIOS DE LA GASOLINA CORRIENTE MOTOR (PESOS CORRIENTES POR GALON) contiene información desde 01/01/1999 hasta 01/10/2012:

http://www.upme.gov.co/generadorconsultas/Consulta_Series.aspx?idModulo=3&tipoSerie=68&grupo=270&fechainicial=01/01/1999&fechafinal=01/10/2012

Serie de tiempo histórica de Precios de Gas Natural Vehicular - Principales Ciudades contiene información desde 01/01/2004 hasta 01/10/2012:

http://www.upme.gov.co/generadorconsultas/Consulta_Series.aspx?idModulo=3&tipoSerie=204&fechainicial=01/01/2004&fechafinal=01/10/2012

United States Environmental Protection Agency. 2007. Relleno Sanitario Doña Juana Bogotá, Colombia; junio 2007

Uribe L. J.P., Venegas B. A., Cardona G. FA.; 2004. Plan de negocios para la creación de una planta de procesamiento de residuos sólidos urbanos para la producción de compost: viabilidad para tres ubicaciones en la ciudad de Bogotá y sus alrededores. Pontificia Universidad Javeriana. Bogotá D.C. Mayo de 2004.

Universidad de Antioquia, Correa Fernando. 2008. Tasa de descuento ambiental Gamma: una aplicación para Colombia; Lect. Econ., 69 (julio-diciembre), pp. 141-162.

Universidad de los Andes, 2011. Del gas natural vehicular en Colombia: caso de estudio para el sector de transporte público. Bogotá, Colombia 2011

Universidad Nacional de Colombia, 2010. Desarrollo del diseño conceptual y valoración de las inversiones del sistema estratégico de transporte público para el municipio de Montería. Bogotá 2010.

Anexo 1

Metodología y cálculo de emisiones por categoría

Estimación de Emisiones Fuentes Estacionarias

CATEGORIA	Fuentes estacionarias																				
DESCRIPCIÓN DE LA FUENTE	<p>Emisiones directas: Consumo de combustibles en edificaciones, se consideran todos los posibles usos de combustibles como cocción de alimentos, calentar agua, calefacción etc. Consumo de combustibles para generación de energía eléctrica en instalaciones para suministro. Plantas de generación públicas o privadas, para venta a otros usuarios</p> <p>Emisiones indirectas: Consumo de energía eléctrica proveniente de una red de suministro externa, incluye consumo dentro de la edificación.</p> <p>Consumo de combustibles no fósiles como biomasa, biodiesel, etanol, biogás, residuos de madera, etc.</p>																				
SUBCATEGORIAS EVALUADAS	<p>Combustión habitacional</p> <ul style="list-style-type: none">❖ Emisiones directas Consumo de combustibles❖ Emisiones indirectas Uso de energía eléctrica																				
	<p>Combustión institucional/ comercial</p> <ul style="list-style-type: none">❖ Emisiones directas Consumo de combustibles❖ Emisiones indirectas Uso de energía eléctrica																				
	<p>Combustión Industrial</p> <ul style="list-style-type: none">❖ Emisiones directas Consumo de combustibles❖ Emisiones indirectas Uso de energía eléctrica																				
<p>No se estimaron las categorías de emisiones fugitivas pues no se identificaron posibles fuentes que pudieran haber presentado liberaciones accidentales de GEI; ni y generación eléctrica pues no existen instalaciones que consuman combustibles para esta actividad.</p> <p>La ciudad no cuenta con información disponible sobre el sector informal de la economía, su clasificación por giro ni los hábitos de consumo o sus ventas anuales. Por lo cual no se tienen parámetros para suponer cual sería el aporte del mismo.</p> <p>La estimación para estas fuentes se realizó a nivel municipal, considerando el 100% de la población</p>																					
<p>INFORMACIÓN UTILIZADA</p> <p>Fuente: Sistema Único de Información de Servicios Públicos de Colombia</p> <table><tr><td>KJ/año</td><td>Gas Natural</td><td>Electricidad</td></tr><tr><td>Habitacional</td><td>5.85E+11</td><td>2.45E+08</td></tr><tr><td>Industrial</td><td>2.48E+03</td><td>2.80E+07</td></tr><tr><td>Comercial</td><td>1.47E+03</td><td>9.59E+07</td></tr><tr><td>Oficial</td><td>0.00E+00</td><td>1.37E+07</td></tr></table>							KJ/año	Gas Natural	Electricidad	Habitacional	5.85E+11	2.45E+08	Industrial	2.48E+03	2.80E+07	Comercial	1.47E+03	9.59E+07	Oficial	0.00E+00	1.37E+07
KJ/año	Gas Natural	Electricidad																			
Habitacional	5.85E+11	2.45E+08																			
Industrial	2.48E+03	2.80E+07																			
Comercial	1.47E+03	9.59E+07																			
Oficial	0.00E+00	1.37E+07																			
Estratificación habitacional	Estrato 1	Estrato 2	Estrato 3	Estrato 4	Estrato 5	Estrato 6															
Municipio Montería Consumo Kwh	1.29E+08	5.80E+07	2.87E+07	1.29E+07	8.90E+06	8.23E+06															
SUPUESTOS REALIZADOS	<p>El factor de emisión de intensidad de carbón para generación eléctrica del año 2012 para Colombia fue proporcionado por el Sistema Interconectado Nacional SIN, UPME,2014</p>																				

FACTORES DE EMISION

Fuentes de emisión de GEI		TIPO DE FACTOR DE EMISION		TIPO DE COMBUSTIBLE		GASES kg/kJ	
Fuentes estacionarias	LOCAL	IPCC	NOMBRE	UNIDADES	CO ₂	CH ₄	N ₂ O
Edificios Habitacionales							
Emisiones directas		X	Gas Natural	kJ	5.61E+04	5.00E+00	1.00E-01
Emisiones indirectas	X		Electricidad	tonCO ₂ /MWh	0,1506		
Edificios comerciales/ oficiales							
Emisiones directas		X	Gas natural	kJ	5.61E+04	5.00E+00	1.00E-01
Emisiones indirectas	X		Electricidad	tonCO ₂ /MWh	0,1506		
Uso industrial de la energía							
Emisiones directas		X	Gas natural	kJ	5.61E+04	5.00E+00	1.00E-01
Emisiones indirectas	X		Electricidad	tonCO ₂ /MWh	0,1506		

RESULTADOS

Fuentes de emisión de GEI	GASES			
	CO ₂	CH ₄	N ₂ O	CO ₂ e
Fuentes estacionarias	ton/año			
Edificios Habitacionales				
Emisiones directas	32,840	3	0	32,920
Emisiones indirectas	36,965	0	0	36,965
Edificios comerciales/ oficiales				
Emisiones directas	4	0	0	4
Emisiones indirectas	16,512	0	0	16,512
Uso industrial de la energía				
Emisiones directas	5	0	0	5
Emisiones indirectas	4,218	0	0	4,218

Estimación de emisiones fuentes móviles- NO CARRETERAS

CATEGORÍA	MOVILES- NO CARRETERAS
DESCRIPCIÓN DE LA FUENTE	Son todos los vehículos motorizados que circulan dentro del área de estudio, así como aquellos que inician o terminan su viaje dentro de la zona. Se evalúan las emisiones directas por consumo de combustibles y las emisiones indirectas por consumo de energía eléctrica, combustibles biogénicos y por emisiones transfronterizas entre ciudades y países.
SUBCATEGORÍAS EVALUADAS	<p>Aviación</p> <ul style="list-style-type: none"> ❖ Emisiones indirectas Consumo de combustibles: Operaciones aéreas de aterrizaje, carreteo y despegue. Se consideran los viajes interciudades únicamente. <p>Maquinaria agrícola</p>
No se estimaron las categorías de Embarcaciones, pues la información recabada indica que por las características del río solo es transitable a embarcaciones de pequeño calado y que es utilizado únicamente por embarcaciones tradicionales que no utilizan combustible. Las estimaciones de esta fuente se realizaron considerando la totalidad del municipio de Montería.	
SUPUESTOS REALIZADOS	Se utilizó un modelo promedio de avión Fokker 100 para la selección de los FE por LTO de IPCC

FACTORES DE EMISIÓN en Kg/LTO

CUADRO 3.6.9 (CONTINUACIÓN) FACTORES DE EMISIÓN DE LTO PARA AERONAVES TÍPICAS									
	AERONAVE	Factores de emisión de LTO (kg/LTO) ⁽¹²⁾							CONSUMO DE COMBUSTIBLE DE LTO (KG/LTO)
		CO ₂ ⁽¹¹⁾	CH ₄ ⁽⁷⁾	N ₂ O ⁽⁹⁾	NO _x	CO	COVDM ⁽⁸⁾	SO ₂ ⁽¹⁰⁾	
Aviones de reacción regionales	MD-11	7290	0,24	0,2	35,65	20,59	2,13	2,31	2310
	MD-80	3180	0,19	0,1	11,97	6,46	1,69	1,01	1010
	MD-90	2760	0,01	0,1	10,76	5,53	0,06	0,87	870
	TU-134	2930	1,80	0,1	8,68	27,98	16,19	0,93	930
	TU-154-M	5960	1,32	0,2	12,00	82,88	11,85	1,89	1890
	TU-154-B	7030	11,90	0,2	14,33	143,05	107,13	2,22	2230
	RJ-RJ85	1910	0,13	0,1	4,34	11,21	1,21	0,60	600
	BAE 146	1800	0,14	0,1	4,07	11,18	1,27	0,57	570
	CRJ-100ER	1060	0,06	0,03	2,27	6,70	0,56	0,33	330
	ERJ-145	990	0,06	0,03	2,69	6,18	0,50	0,31	310
	Fokker 100/70/28	2390	0,14	0,1	5,75	13,84	1,29	0,76	760
	BAC111	2520	0,15	0,1	7,40	13,07	1,36	0,80	800
	Dornier 328 Jet	870	0,06	0,03	2,99	5,35	0,52	0,27	280
	Gulfstream IV	2160	0,14	0,1	5,63	8,88	1,23	0,68	680
	Gulfstream V	1890	0,03	0,1	5,58	8,42	0,28	0,60	600
	Yak-42M	2880	0,25	0,1	10,66	10,22	2,27	0,91	910

INFORMACION UTILIZADA

Aeropuerto	Operaciones de vuelo
Aeropuerto Los Garzones Montería	16,350

Fuente <http://www.airplan.aero/content/itinerarios-por-aerolinea-1>

Itinerarios por aerolínea



NOMBRE AEROLÍNEA	TELÉFONOS	TIPO DE AERONAVE	DESTINOS
Easy Fly	7956757 3203470455	Jetstream 41 (No. Pasajeros 30)	Montería - Medellín Medellín - Montería
Copa Airlines	3209090 01800112600 3209191	Embraer 190 (No. Pasajeros 106) Boeing 737 (No. Pasajeros 124)	Montería - Bogotá Bogotá - Montería
Avianca	018000953434 7860100 7860320	Fokker 100 (No. Pasajeros 97)	Montería - Bogotá Bogotá - Montería
Aires	018000949490 2940300 7823019 3157271578	Dash Q 200 (No. Pasajeros 37) Boeing 737 - 700 (No. Pasajeros 148)	Montería - Medellín Medellín - Montería Montería - Bogotá Bogotá - Montería
Ada	7910112 7910763 3136860912	Jetstream JS 32 (No. Pasajeros 19)	Montería - Cartagena Cartagena - Montería Montería - Medellín Medellín - Montería Montería - Barranquilla Barranquilla - Montería

Oficinas Corporativas Aeropuerto Internacional José María Córdova, Rionegro, Ant.: (574) 444 28 18

Fuente

<http://www.aerocivil.gov.co/AAeronautica/Estadisticas/TAereo/EOperacionales/Paginas/EOperacionales.aspx>

CIUDAD	AEROPUERTO	Enero - Diciembre 2012		
		Comerciales	No Comerciales	Total
Montería	Aeropuerto- Los Garzones	13,416	2,934	16,350

RESULTADOS

	Emisiones en ton/año		
	CO ₂	CH ₄	N ₂ O
Aeropuerto Los Garzones Montería	39,077	2	2

Estimación de emisiones fuentes móviles- Transporte on-road

CATEGORÍA	MOVILES- Transporte on-road
DESCRIPCIÓN DE LA FUENTE	Son todos los vehículos motorizados que circulan dentro del área de estudio, así como aquellos que inician o terminan su viaje dentro de la zona. Se evalúan las emisiones directas por consumo de combustibles y las emisiones indirectas por consumo de energía eléctrica, combustibles biogénicos y por emisiones transfronterizas entre ciudades y países.
SUBCATEGORÍAS EVALUADAS	<p>Transporte- on-road</p> <ul style="list-style-type: none"> ❖ Emisiones directas Son producidas a partir del consumo de combustible que producen los vehículos al circular por las calles y avenidas del área de estudio, dentro de los límites geopolíticos de la ciudad. ❖ Emisiones indirectas Consumo de Energía dentro de los límites geopolíticos de la ciudad. ❖ Emisiones indirectas / transfronterizas Son producidas a partir del consumo de combustible o energía que producen los vehículos al circular por las calles y avenidas fuera de los límites geopolíticos de la ciudad y transfronterizos.
SUPUESTOS REALIZADOS	<ol style="list-style-type: none"> 1. Si se considera la ciudad de Montería como área de estudio el 8% de los viajes totales del municipio, corresponden a viajes de entrada o salida de la ciudad (trasfronterizas), SI SE CONSIDERA EL MUNICIPIO COMPLETO NO SE CALCULARON EMISIONES TRASFRONTERIZAS Y LAS EMISIONES TOTALES SON DIRECTAS 2. Se considera que el 75% de los viajes en motocicletas tienen un uso particular el 25% los ocupan como moto-taxis. <p>Fuente: Formulación del Plan del Movilidad del Municipio de Montería, análisis de aforos vehiculares por modo de transporte y análisis de viaje por tipo y número. Desarrollo del diseño conceptual y valoración de las inversiones del sistema estratégico de transporte público para el municipio de Montería</p>
Factores de emisión: Directrices de IPCC 2006 para los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero, Volumen II. Energía. Combustión Móvil. Tablas 3.2.1 y 3.2.1	

CUADRO 3.2.2
FACTORES DE EMISIÓN POR DEFECTO DE N₂O Y CH₄ DEL TRANSPORTE TERRESTRE Y RANGOS DE INCERTIDUMBRE ^(a)

Tipo de combustible / Categoría representativa de vehículo	CH ₄ (kg/TJ)			N ₂ O (kg/TJ)		
	Por defecto	Inferior	Superior	Por defecto	Inferior	Superior
Gasolina para motores – sin controlar ^(b)	33	9,6	110	3,2	0,96	11
Gasolina para motores – catalizador de oxidación ^(c)	25	7,5	86	8,0	2,6	24
Gasolina para motores – vehículo para servicio ligero con poco kilometraje, modelo 1995 o más nuevo ^(d)	3,8	1,1	13	5,7	1,9	17
Gas / Diesel Oil ^(e)	3,9	1,6	9,5	3,9	1,3	12
Gas natural ^(f)	92	50	1 540	3	1	77
Gas licuado de petróleo ^(g)	62	na	na	0.2	na	na
Etanol, camiones Estados Unidos ^(h)	260	77	880	41	13	123
Etanol, automóviles, Brasil ⁽ⁱ⁾	18	13	84	na	na	na

Fuentes: USEPA (2004b), AEMA (2005a), TNO (2003) y Borsari (2005) CETESB (2004 & 2005) con las hipótesis que se presentan a continuación Se derivaron los rangos de incertidumbre de los datos incluidos en Lipman y Delucchi (2002), con excepción del etanol en los automóviles.

CUADRO 3.2.1
FACTORES DE EMISIÓN DE CO₂ POR DEFECTO DEL TRANSPORTE TERRESTRE Y RANGOS DE INCERTIDUMBRE ^a

Tipo de combustible	Por defecto (kg/TJ)	Inferior	Superior
Gasolina para motores	69 300	67 500	73 000
Gas/Diesel Oil	74 100	72 600	74 800
Gases licuados de petróleo	63 100	61 600	65 600
Queroseno	71 900	70 800	73 700
Lubricantes ^b	73 300	71 900	75 200
Gas natural comprimido	56 100	54 300	58 300
Gas natural licuado	56 100	54 300	58 300

Fuente: Cuadro 1.4 del capítulo Introducción del Volumen Energía.

Notas:

^a Los valores representan el 100 por ciento de oxidación del contenido de carbono del combustible.

^b Véase el Recuadro 3.2.4 Lubricantes en la combustión móvil para obtener una orientación acerca de los usos de los lubricantes.

INFORMACION UTILIZADA

Rendimiento de combustible (km/gal)y poder calorífico (kg/Tj)

Tipo de vehículo	Rendimiento	Poder Calorífico gasolina	Poder Calorífico ACPM	Poder Calorífico Gas
AUTOMOVIL	38.5	0.00012431	0.00001581	1.0508E-07
TAXI	38.5	0.00012431	0.00001581	1.0508E-07
BUS	9.2	0.00012431	0.00001581	1.0508E-07
BUS ARTICULADO	4.79	0.00012431	0.00001581	1.0508E-07
BUSETA	11.5	0.00012431	0.00001581	1.0508E-07
CAMION	20	0.00012431	0.00001581	1.0508E-07
CAMIONETA	22	0.00012431	0.00001581	1.0508E-07
CAMPERO	22	0.00012431	0.00001581	1.0508E-07
CUATRIMOTO	243.77	0.00012431	0.00001581	1.0508E-07
MICROBUS	14.6	0.00012431	0.00001581	1.0508E-07
MOTOCARRO	243.77	0.00012431	0.00001581	1.0508E-07
MOTOCICLETA	243.77	0.00012431	0.00001581	1.0508E-07
MOTOCICLO	243.77	0.00012431	0.00001581	1.0508E-07
TRACTO/CAMION	3.82914	0.00012431	0.00001581	1.0508E-07
VOLQUETA	20	0.00012431	0.00001581	1.0508E-07

Fuente: Poder Calorífico: Balance Energético Nacional Ministerio de Minas y Energía, Unidad de Planeación Minero Energía, Republica de Colombia

Rendimiento Vehicular: Estudios para la Obtención del Rendimiento de Combustibles

Número de vehículos por tipo y uso 2012, Montería

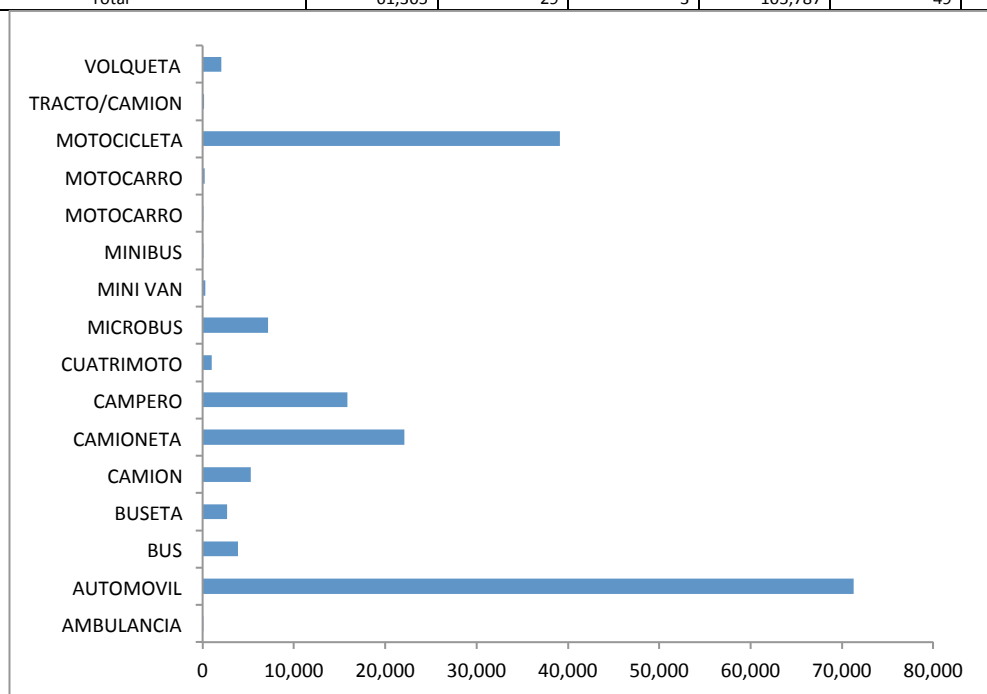
CLASE	COMBUSTIBLE	Particular	Público
AMBULANCIA	GASOLINA	4	0
AUTOMOVIL	ACPM	2	1
AUTOMOVIL	GAS	4	1
AUTOMOVIL	GASHOL	1	0
AUTOMOVIL	GASOLINA	8,946	2,619
BUS	ACPM	14	46
BUS	GASOLINA	26	80
BUSETA	ACPM	47	178
BUSETA	GASOLINA	10	36
CAMION	ACPM	178	105
CAMION	GASOLINA	179	105
CAMIONETA	ACPM	748	46
CAMIONETA	GAS	5	0
CAMIONETA	GASOLINA	3,363	204
CAMPERO	ACPM	282	12
CAMPERO	GASOLINA	2,690	117
CUATRIMOTO	GASOLINA	7	30
MICROBUS	ACPM	33	90
MICROBUS	GAS	1	1
MICROBUS	GASOLINA	54	147
MINI VAN	GASOLINA	2	7
MINIBUS	GASOLINA	2	0
MOTOCARRO	ACPM	2	3
MOTOCARRO	GASOLINA	51	79
MOTOCICLETA	GASOLINA	37,727	0
TRACTO/CAMION	ACPM	6	0
TRACTO/CAMION	GASOLINA	5	0
TRACTOMULA	GASOLINA	1	0
VOLQUETA	ACPM	15	67
VOLQUETA	GASOLINA	10	47
		54,415	4,021

Fuente: Secretaría de Tránsito y Transporte de Montería, febrero de 2012

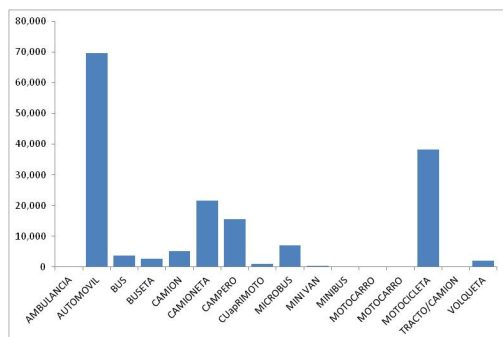
RESULTADOS

CLASE	COMBUSTIBLE	Transporte Particular			Transporte Público		
		Emisiones en Ton/año			emisiones en Ton/año		
		CO2	CH4	N2O	CO2	CH4	N2O
AMBULANCIA	GASOLINA	10	0	0	0	0	0
AUTOMOVIL	ACPM	1	0	0	2	0	0
AUTOMOVIL	GAS	0	0	0	0	0	0
AUTOMOVIL	GASHOL	2	0	0	0	0	0

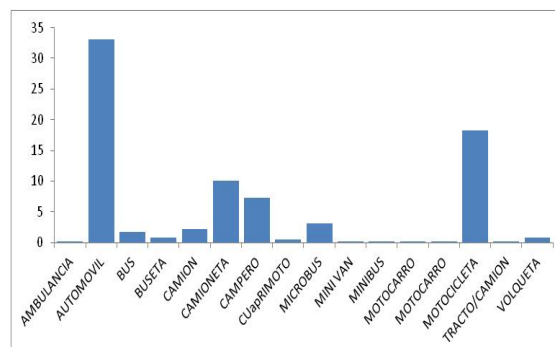
AUTOMOVIL	GASOLINA	21,919	10	1	47,691	23	2
BUS	ACPM	11	0	0	261	0	0
BUS	GASOLINA	146	0	0	3,338	2	0
BUSETA	ACPM	36	0	0	1,010	0	0
BUSETA	GASOLINA	56	0	0	1,502	1	0
CAMION	ACPM	114	0	0	501	0	0
CAMION	GASOLINA	844	0	0	3,681	2	0
CAMIONETA	ACPM	436	0	0	199	0	0
CAMIONETA	GAS	0	0	0	0	0	0
CAMIONETA	GASOLINA	14,420	7	1	6,501	3	0
CAMPERO	ACPM	164	0	0	52	0	0
CAMPERO	GASOLINA	11,534	5	1	3,728	2	0
CUATRIMOTO	GASOLINA	30	0	0	956	0	0
MICROBUS	ACPM	25	0	0	511	0	0
MICROBUS	GAS	0	0	0	0	0	0
MICROBUS	GASOLINA	303	0	0	6,134	3	0
MINI VAN	GASOLINA	11	0	0	292	0	0
MINIBUS	GASOLINA	11	0	0	0	0	0
MOTOCARRO	ACPM	2	0	0	20	0	0
MOTOCARRO	GASOLINA	20	0	0	227	0	0
MOTOCICLETA	GASOLINA	10,984	5	1	27,212	13	1
TRACTO/CAMION	ACPM	20	0	0	0	0	0
TRACTO/CAMION	GASOLINA	123	0	0	0	0	0
TRACTOMULA	GASOLINA	25	0	0	0	0	0
VOLQUETA	ACPM	10	0	0	319	0	0
VOLQUETA	GASOLINA	47	0	0	1,648	1	0
Total		61,305	29	3	105,787	49	5



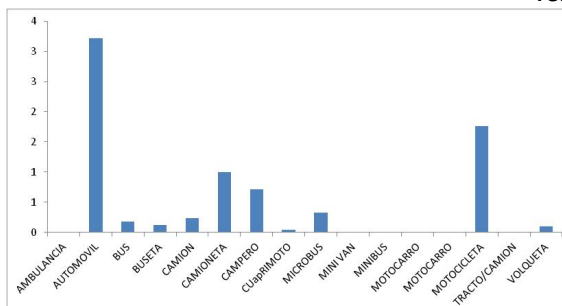
Emisión de Ton / año de CO₂ e por categoría vehicular



Emisión de CO₂ e en Ton/año por categoría vehicular



Emisión de CH₄ e en Ton/año por categoría vehicular



Emisión de N₂O e en Ton/año por categoría vehicular

ESTIMACIÓN DE EMISIONES RESIDUOS

CATEGORÍA	RESIDUOS																								
DESCRIPCIÓN DE LA FUENTE	<p>Emisiones de GEI asociadas con la disposición de residuos sólidos municipales, industriales, hospitalarios, y el tratamiento de aguas residuales.</p> <p>La categoría de residuos contempla cuatro subcategorías:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Disposición de residuos sólidos 2. Tratamiento biológico de los residuos sólidos 3. Incineración e incineración abierta de residuos 4. Tratamiento y eliminación de aguas residuales <p>En el municipio de Montería se llevan a cabo 3 de ellas.</p>																								
SUBCATEGORÍA EVALUADA	<p>Disposición de residuos sólidos</p> <ul style="list-style-type: none"> ❖ Emisiones directas: Opción 1. Método de degradación de primer orden. Emisiones directas las del año base & emisiones indirectas las de años previos. Emisiones provenientes de rellenos sanitarios dentro de los límites geopolíticos de la ciudad. Se debe excluir la cantidad de residuos provenientes de otras regiones fuera del área de estudio (emisiones indirectas). ❖ Emisiones indirectas: Cuando se depositan los residuos en rellenos sanitarios fuera del área de estudio, o residuos generados fuera del área de estudio dentro del área. 																								
<p>INFORMACIÓN UTILIZADA</p> <p>Sitio de disposición de residuos: Relleno Sanitario Loma Grande</p> <p>El relleno sanitario inicio operaciones en 2006</p> <p>Anteriormente los residuos se depositaban en un tiradero (botadero) a cielo abierto que operó de 1982 a 2005, actualmente está recuperado.</p> <p>De acuerdo a la información proporcionada por SERVIGENERALES S.A. E.S.P. Montería la cobertura del servicio de recolección y transporte de residuos sólidos es del 100% en la cabecera municipal.</p> <p>Uso del modelo IPCC_Waste_Model</p> <p>Cálculo de emisiones de metano (CH₄)</p> <p>Generación de residuos per cápita</p> <p>Composición de los residuos</p>																									
<p>SUPUESTOS REALIZADOS</p> <p>La tasa de generación per cápita utilizada fue:</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Año</th><th>PPC (Kg/hab/día)</th></tr> </thead> <tbody> <tr> <td>< 2000</td><td>0.7</td></tr> <tr> <td>2001</td><td>0.71</td></tr> <tr> <td>2002</td><td>0.72</td></tr> <tr> <td>2003</td><td>0.73</td></tr> <tr> <td>2004</td><td>0.75</td></tr> <tr> <td>2005</td><td>0.77</td></tr> <tr> <td>2006, 2007</td><td>0.64</td></tr> <tr> <td>2008</td><td>0.65</td></tr> <tr> <td>2009</td><td>0.64</td></tr> <tr> <td>2010, 2011</td><td>0.71</td></tr> <tr> <td>>2012</td><td>0.81</td></tr> </tbody> </table> <p>Fuente: JC Bui bot Ingenieros, 2005</p>		Año	PPC (Kg/hab/día)	< 2000	0.7	2001	0.71	2002	0.72	2003	0.73	2004	0.75	2005	0.77	2006, 2007	0.64	2008	0.65	2009	0.64	2010, 2011	0.71	>2012	0.81
Año	PPC (Kg/hab/día)																								
< 2000	0.7																								
2001	0.71																								
2002	0.72																								
2003	0.73																								
2004	0.75																								
2005	0.77																								
2006, 2007	0.64																								
2008	0.65																								
2009	0.64																								
2010, 2011	0.71																								
>2012	0.81																								

La composición de los residuos utilizada fue:

Materiales	Botadero (%) [*]	Relleno Sanitario (%) ^{**}
Materia orgánica	53.21	54.52
Papel y cartón	17.76	20.69
Textil	3	5.63
Pañales	5.34	3.34
Otros materiales inertes	20.69	15.82

Fuente: * JC Bui bot Ingenieros, 2005

** SERVIGENERALES S.A. E.S.P. Montería.

Colombia ubicada en Suramérica, con un clima seco tropical (Dry tropical).

Carbono orgánico degradable DOC: Valor por defecto de 0.16; se seleccionó la opción de "Bulk waste data only" (sólo datos de residuos a granel).

Carbono orgánico degradable que se descompone DOCf: 0.530

Tasa constante de generación de Metano (k): 0.065

Tiempo de Retardo (Delay Time): 6 meses

Fracción de Metano en el gas de vertedero generado (F): 50%

Fracción de Oxidación (OX): Se toma el valor de 0 teniendo en cuenta las características del Relleno Sanitario.

Factor de Corrección del Metano (FCM): Para el relleno sanitario se utilizó el valor por defecto de 1 considerando que este es de tipo "Gestionado – anaeróbico". Para el botadero a cielo abierto se consideró el valor por defecto de 0.8 ya que este es "No gestionado – profundo (> 5 m de residuos)".

Se utilizó la población del municipio y de la cabecera municipal de Montería proporcionada por el DANE, se asumió que la producción per cápita de residuos ha sido y seguirá siendo constante durante los siguientes años.

Durante 2010 y 2011 se realizó en el relleno un proyecto MDL de recuperación de biogás y su combustión, existen planes de reactivarlo.

No existe en el municipio tratamiento biológico de materia orgánica, ni reciclaje.


Factores de emisión	Se utilizó el modelo IPCC_Waste_Model, que utiliza la ecuación de degradación lineal de la materia orgánica.		
Resultados	Las emisiones de metano (CH ₄) en toneladas por la disposición de residuos sólidos municipales durante 2012 fueron:		
	Emisiones	Botadero	Relleno sanitario
	Directas	1,798.66	1,299.26
	Indirectas		1,066.35
			4,164.28

SUBCATEGORÍA EVALUADA	INCINERACIÓN DE RESIDUOS <ul style="list-style-type: none">❖ <u>Emisiones directas</u> por incineración y quemas a cielo abierto en instalaciones o sitios localizados dentro de los límites geopolíticos de la ciudad.❖ <u>Emisiones Indirectas</u> de incineración y quemas a cielo abierto de residuos generados por la ciudad en instalaciones o sitios localizados fuera del área de estudio.			
INFORMACIÓN UTILIZADA <p>Información proporcionada por la Empresa Bioresiduos para el año de actividad 2012:</p> <p>Residuos biológico infecciosos incinerados: 931,791 kg/año</p> <p>Residuos biológico infecciosos recibidos: 1,152,544 kg/año</p> <p>Residuos biológico infecciosos incinerados de Montería: 657,448 kg/año equivale al 71%</p> <p>La empresa recolecta en Montería el 95% de los residuos biológico infecciosos generados.</p> <p>Entre 1.5-1.8 ton/día de Montería</p> <p>En 2012 recibió 3.2 ton/día e incineraban 2.6 ton/día</p> <p>Utilizan gas natural y queman en lotes de 100 kg/hr en un horno y en el otro 50kg/hr.</p> <p>Combustión/ postcombustión/ enfriamiento/ lavado de gases aire + agua/ cámara de retención.</p> <p>30% del agua se recupera, la otra se evapora, usan agua de pozo.</p> <p>80% del material que incineran es seco.</p> <p>Las cenizas van a celdas de seguridad.</p>				
SUPUESTOS REALIZADOS <p>Contenido de masa seca en los residuos: 0.8%</p> <p>Fracción de carbono en la materia seca: 0.6%</p> <p>Fracción del carbono fósil en el carbono total: 0.4%</p> <p>Factor de oxidación es 1</p>				
Factores de emisión	Emisiones de CO ₂ 0.704 Gg de CO ₂ / Gg de residuos hospitalarios incinerados. Emisiones de CH ₄ 6 kg CH ₄ /Gg de residuo incinerado Emisiones de N ₂ O 0.1 kg N ₂ O/Gg de residuo incinerado			
Resultados	Las emisiones por incineración de residuos hospitalarios son generadas de manera directa e indirecta, durante 2012 las emisiones por esta fuente fueron:			
	Emisiones	CO ₂ (ton)	CH ₄ (ton)	N ₂ O (ton)
	Directas	462.84	3.94E-03	6.57E-05
	Indirectas	193.14	1.65E-03	2.74E-05

SUBCATEGORÍA EVALUADA	TRATAMIENTO Y ELIMINACIÓN DE AGUAS RESIDUALES ❖ Emisiones directas: por el tratamiento de agua y las descargas dentro de los límites de la ciudad, quitar las emisiones de agua tratada proveniente de otras áreas.																								
INFORMACIÓN UTILIZADA Emisiones de Metano (CH ₄) procedentes del tratamiento de aguas residuales y emisiones de Óxido Nitroso (N ₂ O) procedentes de las aguas servidas. Información proporcionada por: Proactiva Aguas de Montería SA ESP Correspondiente al año 2012 Aguas residuales generadas en la cabecera municipal de Montería: 11,636,056 m ³ /año Características del agua residual: 73.02 mg/L DBO ₅ promedio No se trata agua de otras comunidades. El 57 % de la población de la cabecera municipal cuenta con servicio de drenaje. Se cuenta con 2 lagunas de oxidación. Población en la cabecera en 2012: 324,720 hab.																									
SUPUESTOS REALIZADOS Emisiones de Metano (CH ₄) <ul style="list-style-type: none">- Componente Orgánico Degradable per cápita: 40 gr/persona/día.37- Factor de Corrección para DBO industrial adicional eliminado en el Sistema de Alcantarillado: valor por defecto de 1.25.- Capacidad máxima de producción de CH₄ (Bo): 0,6 Kg de CH₄/Kg de DBO.- Tipos de Tratamiento o Vías de Descarga en Montería: Laguna anaeróbica poco profunda, Sistema séptico, Letrina, Cloaca en movimiento (abierta o cerrada) y Eliminación en río. Emisiones de óxido nitroso (N ₂ O) <ul style="list-style-type: none">- Consumo de proteína per cápita: 65 gr/persona/día.- Fracción de Nitrógeno en las Proteínas: valor por defecto de 0.16 Kg de N/Kg de Proteína.- Factor de las proteínas no consumidas añadidas a las aguas residuales: valor por defecto de 1.1 para países en desarrollo.- Factor de las proteínas industriales y comerciales co-eliminadas en los sistemas de alcantarillado: valor por defecto de 1.25.- Nitrógeno separado con el lodo residual: valor por defecto de 0.45																									
Factores de emisión	Emisiones de Metano (CH ₄) Se definieron los factores de emisión teniendo en cuenta la capacidad máxima de producción de Metano (CH ₄) y los Factores de Corrección para el Metano (FCM),por tipo de sistema: FE = Bo * FCM <table><tr><td>Tipo de sistema</td><td>B₀ (Kg CH₄/Kg DBO)</td><td>FCM</td><td>FE (Kg CH₄/Kg DBO)</td></tr><tr><td>Laguna anaeróbica poco profunda</td><td>0.6</td><td>0.2</td><td>0.12</td></tr><tr><td>Sistema séptico</td><td>0.6</td><td>0.5</td><td>0.30</td></tr><tr><td>Letrina</td><td>0.6</td><td>0.7</td><td>0.42</td></tr><tr><td>Cloaca en movimiento (abierta o cerrada)</td><td>0.6</td><td>0.0</td><td>0.0</td></tr><tr><td>Eliminación en río</td><td>0.6</td><td>0.1</td><td>0.06</td></tr></table>	Tipo de sistema	B ₀ (Kg CH ₄ /Kg DBO)	FCM	FE (Kg CH ₄ /Kg DBO)	Laguna anaeróbica poco profunda	0.6	0.2	0.12	Sistema séptico	0.6	0.5	0.30	Letrina	0.6	0.7	0.42	Cloaca en movimiento (abierta o cerrada)	0.6	0.0	0.0	Eliminación en río	0.6	0.1	0.06
Tipo de sistema	B ₀ (Kg CH ₄ /Kg DBO)	FCM	FE (Kg CH ₄ /Kg DBO)																						
Laguna anaeróbica poco profunda	0.6	0.2	0.12																						
Sistema séptico	0.6	0.5	0.30																						
Letrina	0.6	0.7	0.42																						
Cloaca en movimiento (abierta o cerrada)	0.6	0.0	0.0																						
Eliminación en río	0.6	0.1	0.06																						

	Emisiones de óxido nitroso (N ₂ O) Factor de Emisión: 0.005 Kg N ₂ O-N/Kg N.																		
Resultados	<p>Las emisiones totales de Metano (CH₄) por el tratamiento de aguas residuales domésticas y comerciales en el Municipio de Montería para el año 2012 fueron de 1,488.55 toneladas; todas ellas son emisiones directas ya que en el municipio solo se tratan aguas residuales del mismo.</p> <p>Las emisiones totales de Metano (CH₄) por tipos de tratamiento o vías de descarga son:</p> <table><tr><th>Tipo de sistema</th><th>Emisiones de CH₄ (ton)</th><th>%</th></tr><tr><td>Laguna anaeróbica poco profunda</td><td>147.94</td><td>9.94</td></tr><tr><td>Sistema séptico</td><td>92.46</td><td>6.21</td></tr><tr><td>Letrina</td><td>1,165.01</td><td>78.26</td></tr><tr><td>Cloaca en movimiento (abierto o cerrada)</td><td>83.22</td><td>5.59</td></tr><tr><td>Eliminación en río</td><td>0.00</td><td>0.00</td></tr></table> <p>Las emisiones totales de Óxido Nitroso (N₂O) provenientes de las aguas residuales en el Municipio de Montería para el año 2012 fueron de 17.31 toneladas de N₂O, emisiones directas.</p>	Tipo de sistema	Emisiones de CH ₄ (ton)	%	Laguna anaeróbica poco profunda	147.94	9.94	Sistema séptico	92.46	6.21	Letrina	1,165.01	78.26	Cloaca en movimiento (abierto o cerrada)	83.22	5.59	Eliminación en río	0.00	0.00
Tipo de sistema	Emisiones de CH ₄ (ton)	%																	
Laguna anaeróbica poco profunda	147.94	9.94																	
Sistema séptico	92.46	6.21																	
Letrina	1,165.01	78.26																	
Cloaca en movimiento (abierto o cerrada)	83.22	5.59																	
Eliminación en río	0.00	0.00																	

ESTIMACIÓN DE EMISIONES AFOLU

CATEGORÍA	AFOLU
DESCRIPCIÓN DE LA FUENTE	Emisiones provenientes de actividades agrícolas y ganaderas Emisiones asociadas al cambio de uso de suelo y vegetación
SUBCATEGORÍAS EVALUADAS	<p>Ganadería</p> <ul style="list-style-type: none"> ❖ Fermentación entérica ❖ Manejo de estiércol <p>Agricultura</p> <ul style="list-style-type: none"> ❖ Cultivo de arroz ❖ Quema de residuos agrícolas <p>Cambio de uso de suelo</p> <ul style="list-style-type: none"> ❖ Pastizales transformados a Asentamientos urbanos ❖ Humedales transformados en Asentamientos urbanos ❖ Humedales transformados a Áreas agrícolas
Consideraciones técnicas	<p>Únicamente se estimaron las emisiones por la cría de ganado vacuno Para el caso de emisiones por ganadería y agricultura se consideró la totalidad del municipio de Montería, en tanto que el cambio de uso de suelo se estimó únicamente para el área de estudio definido por Geoadaptive, Findeter y las autoridades municipales.</p>  <p>Se utilizó para el cálculo el programa de estimación de inventario de emisiones de GEI desarrollado por IPCC. Todos los factores de emisión utilizados en esta categoría fueron por defecto para el nivel Tier 1.</p>

INFORMACIÓN UTILIZADA. Las tablas que se presentan a continuación son extraídas de las hojas de cálculo del programa

Ganadería

Fuente: Datos proporcionados por la alcaldía, provenientes de GANACOR. Únicamente se evaluaron las emisiones por fermentación entérica de ganado vacuno así como el manejo del estiércol proveniente de los mismos.

En el caso del manejo de estiércol se consideró que no se hace un manejo especial, el estiércol se deja depositado en praderas y potreros

Inventory Year: 2012

Categories	Activity Data
	Number of Animals
3.A.1 - Enteric Fermentation	389970
3.A.1.a - Cattle	389970
3.A.1.a.i - Dairy Cows	85793
3.A.1.a.ii - Other Cattle	304177
3.A.1.b - Buffalo	
3.A.1.c - Sheep	
3.A.1.d - Goats	
3.A.1.e - Camels	
3.A.1.f - Horses	
3.A.1.g - Mules and Asses	
3.A.1.h - Swine	
3.A.1.j - Other (please specify)	
3.A.2 - Manure Management (1)	389970
3.A.2.a - Cattle	389970
3.A.2.a.i - Dairy cows	85793
3.A.2.a.ii - Other cattle	304177

Agricultura

Fuente: EVALUACIONES AGROPECUARIAS UMATA 2013, proporcionados por la Alcaldía de Montería

Cultivo de arroz

Inventory Year: 2012

Categories	Activity Data
	Area (ha)
3.C.7 - Rice cultivations	1000
3.C.8 - Other (please specify)	

Se consideraron dos tipos de cultivo de arroz, de temporal o secano en el cual el suelo está inundado solo por efecto de la lluvia y de riego en donde se mantiene la inundación de manera artificial.

Quema de residuos agrícolas

Se utilizó la información de superficie agrícola para tres cultivos, que la alcaldía de Montería reportó con prácticas de quema de residuos agrícolas, maíz, algodón y arroz, se estimó la cantidad de residuos agrícolas por hectárea utilizando el rendimiento promedio por tipo de cultivo y el porcentaje de biomasa quemada:

CULTIVOS	QUEMA DE RESIDUOS (%)BIOMASA
ARROZ	48
MAIZ	32
ALGODON	42

Inventory Year: 2012

Categories	Activity Data		
	Description (2)	Unit (ha or kg dm)	Value
3.C - Aggregate sources and non-CO2 emissions sources on land			
3.C.1 - Emissions from biomass burning			
3.C.1.b - Biomass burning in croplands			
Area burned			
Biomass Burning in Cropland Remaining Cropland			
Controlled Burning	Area burned	ha	9051
Wildfires			
Biomass burning in Forest Land Converted to Cropland			
Controlled Burning	Area burned	ha	0
Wildfires			
Biomass Burning in Non Forest Land Converted to Cropland			
Controlled Burning	Area burned	ha	1160

Cambio de uso de suelo

La información utilizada fue proporcionada por Geoadaptive basada en el estudio de huella urbana, correspondientes a los años 1985 y 2012. Los cambios de uso de suelo observados fueron de humedales a áreas agrícolas, así como humedales y pastizales a asentamientos urbanos.

			Areas in Hectares		
	Color	Class Names	1985	2012	1985-2012
1		High Intensity Development	219	328	109
2		Medium Intensity Development	356	772	415
3		Low Intensity Development	1,114	1,491	377
4		Open Spaces/Grassland	352	313	-39
5		Open Water	756	694	-62
6		Bareland	39	33	-6
7		Forested Land	2,201	2,200	-2
8		Scrub/Shrub	2,614	2,633	19
9		Forested Wetland	432	319	-113
10		Emergent Wetland	474	329	-146
11		Agriculture/Pasture	43,644	44,805	1,160
12		Scrub/Shrub Wetland	2,895	1,181	-1,714
Total Project Area =			55,097	55,097	

Inventory Year: 2012

Categories	Activity Data		Net carbon stock change								
	Total Area (ha)	Thereof: Area of organic soils (ha)	Biomass				Dead organic matter			Soils	
			Increase (Gg C)	Decrease (Gg C)	Carbon emitted as CH ₄ and CO from fires (1) (Gg C)	Net carbon stock change (Gg C)	Carbon stock change (Gg C)	Carbon emitted as CH ₄ and CO from fires (1) (Gg C)	Net carbon stock change (Gg C)	Net carbon stock change in mineral soils (2) (Gg C)	Carbon loss from drained organic soils (Gg C)
3.B - Land	47359	0	0.0195	0.027	0	-0.0075	0	0	0	0	0
3.B.1 - Forest land	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3.B.1.a - Forest land Remaining Forest land	0	0	0	0		0			0		0
3.B.1.b - Land Converted to Forest land	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3.B.1.b.i - Cropland converted to Forest Land	0	0	0	0		0	0		0	0	0
3.B.1.b.ii - Grassland converted to Forest Land	0	0	0	0		0	0		0	0	0
3.B.1.b.iii - Wetlands converted to Forest Land	0	0	0	0		0	0		0	0	0
3.B.1.b.iv - Settlements converted to Forest Land	0	0	0	0		0	0		0	0	0
3.B.1.b.v - Other Land converted to Forest Land	0	0	0	0		0	0		0	0	0
3.B.2 - Cropland	44770	0	0.0054	0.027	0	-0.0216	0	0	0	0	0
3.B.2.a - Cropland Remaining Cropland	43610	0	0.0054	0.027		-0.0216			0	0	0
3.B.2.b - Land Converted to Cropland	1160	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3.B.2.b.i - Forest Land converted to Cropland	0	0	0	0		0	0		0	0	0
3.B.2.b.ii - Grassland converted to Cropland	0	0	0	0		0	0		0	0	0
3.B.2.b.iii - Wetlands converted to Cropland	1160	0	0	0		0	0		0	0	0
3.B.2.b.iv - Settlements converted to Cropland	0	0	0	0		0	0		0	0	0
3.B.2.b.v - Other Land converted to Cropland	0	0	0	0		0	0		0	0	0
3.B.3 - Grassland	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

(2012 - continuación)

3.B.3.a - Grassland Remaining Grassland	0	0				0			0	0	0
3.B.3.b - Land Converted to Grassland	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3.B.3.b.i - Forest Land converted to Grassland	0	0	0	0		0	0		0	0	0
3.B.3.b.ii - Cropland converted to Grassland	0	0	0	0		0	0		0	0	0
3.B.3.b.iii - Wetlands converted to Grassland	0	0	0	0		0	0		0	0	0
3.B.3.b.iv - Settlements converted to Grassland	0	0	0	0		0	0		0	0	0
3.B.3.b.v - Other Land converted to Grassland	0	0	0	0		0	0		0	0	0
3.B.4 - Wetlands (3)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3.B.5 - Settlements	2589	0	0.0141	0	0	0.0141	0	0	0	0	0
3.B.5.a - Settlements Remaining Settlements	1689	0				0			0		0
3.B.5.b - Land Converted to Settlements	900	0	0.0141	0	0	0.0141	0	0	0	0	0
3.B.5.b.i - Forest Land converted to Settlements	0	0	0	0		0	0		0	0	0
3.B.5.b.ii - Cropland converted to Settlements	0	0	0	0		0	0		0	0	0
3.B.5.b.iii - Grassland converted to Settlements	39	0	0	0		0	0		0	0	0
3.B.5.b.iv - Wetlands converted to Settlements	812	0	0	0		0	0		0	0	0
3.B.5.b.v - Other Land converted to Settlements	49	0	0.0141	0		0.0141	0		0	0	0
3.B.6 - Other Land	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3.B.6.a - Other land Remaining Other land	0	0									
3.B.6.b - Land Converted to Other land	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3.B.6.b.i - Forest Land converted to Other Land	0	0	0	0		0			0	0	0
3.B.6.b.ii - Cropland converted to Other Land	0	0	0	0		0			0	0	0

(2012 - continuación)

Categories	Activity Data		Net carbon stock change								
	Total Area (ha)	Thereof: Area of organic soils (ha)	Biomass				Dead organic matter			Soils	
			Increases (Gg C)	Decreases (Gg C)	Carbon emitted as CH ₄ and CO from fires (1) (Gg C)	Net carbon stock change (Gg C)	Carbon stock change (Gg C)	Carbon emitted as CH ₄ and CO from fires (1) (Gg C)	Net carbon stock change (Gg C)	Net carbon stock change in mineral soils (2) (Gg C)	Carbon loss from drained organic soils (Gg C)
3.B.6.b.iii - Grassland converted to Other Land	0	0	0	0		0			0	0	0
3.B.6.b.iv - Wetlands converted to Other Land	0	0	0	0		0			0	0	0
3.B.6.b.v - Settlements converted to Other Land	0	0	0	0		0			0	0	0

La información sobre las características de la vegetación y contenido de biomasa aérea y de carbono fue obtenido del Protocolo para la estimación nacional y subnacional de biomasa- carbono en Colombia, descargado del sitio web del IDEAM.

Tabla 1. Contenido de biomasa aérea y carbono (t ha⁻¹) en diferentes coberturas presentes en Colombia. Donde BA es la biomasa aérea en toneladas por hectárea (t ha⁻¹), C es el carbono almacenado en toneladas por hectárea (t ha⁻¹) y DE es la desviación estándar

Cobertura		BA	± DE		C	± DE
Bosque Natural*	Bosque húmedo Montano	145,5	23,3		72,7	11,7
	Bosque húmedo Montano bajo	295,1	49,0		147,5	24,5
	Bosque húmedo Premontano	114,1	37,6		57,0	18,8
	Bosque húmedo Tropical	264,1	15,2		132,1	7,6
	Bosque muy húmedo Montano	125,5	11,2		62,7	5,6
	Bosque muy húmedo Montano bajo	260,1	10,1		130,0	5,0
	Bosque muy húmedo Premontano	182,9	24,9		91,5	12,4
	Bosque muy húmedo Tropical	165,0	16,8		82,5	8,4
	Bosque muy seco Tropical	98,2	22,5		49,1	11,3
	Bosque pluvial Montano	106,4	3,8		53,2	1,9
	Bosque pluvial Montano bajo	105,3	4,8		52,6	2,4
	Bosque pluvial Premontano	213,5	24,4		106,8	12,2
	Bosque pluvial Tropical	172,2	20,2		86,1	10,1
	Bosque seco Montano bajo	216,0	64,9		108,0	32,5
	Bosque seco Premontano	140,7	67,8		70,3	33,9
Bosque seco Tropical	96,2	15,5		48,1	7,8	
Tierras forestales**	Arbustales	47,5	24,7		23,8	12,4
	Plantación forestal	179,8	91,0		89,9	45,5
	Vegetación secundaria	39,2	8,3		19,6	4,2
Tierras agrícolas**	Áreas agrícolas heterogéneas	11,5	-		5,8	-
	Cultivos permanentes	57,8	47,5		28,9	23,8
	Cultivos transitorios	8,4	2,2		4,2	1,1
Praderas**	Herbales	28,2	35,7		14,1	17,9
	Pastos	12,7	15,5		6,4	7,8
Humedales**	Superficies de agua	0,0	-		0,0	-
	Vegetación acuática	0,0	-		0,0	-
Asentamientos**	Áreas urbanizadas	0,0	-		0,0	-
Otras tierras**	Otras áreas sin vegetación	0,0	-		0,0	-
	Zonas quemadas	0,0	-		0,0	-

* Contenidos de carbono estimados por el proyecto.

** Contenidos de carbono tomados de otros estudios (Fisher *et al.* 1994, Noordwijk *et al.* 2002, Quiñonez 2002, IPCC 2003, IPCC – AFOLU 2006, Leblanch *et al.* 2002, Rincón & Ligarreto 2007, Arce *et al.* 2008, Anaya *et al.* 2009, Phillips *et al.*, IDEAM 2011).

RESULTADOS

Inventory Year: 2012

Categories	(Gg)					
	Net CO2 emissions / removals	Emissions				
		CH4	N2O	NOx	CO	NMVOCs
3 - Agriculture, Forestry, and Other Land Use	0.0275	23.76503194	0	0	0	0
3.A - Livestock	0	23.686771	0	0	0	0
3.A.1 - Enteric Fermentation	0	23.211008	0	0	0	0
3.A.1.a - Cattle	0	23.211008	0	0	0	0
3.A.1.a.i - Dairy Cows		6.177096		0	0	0
3.A.1.a.ii - Other Cattle		17.033912		0	0	0
3.A.2 - Manure Management (1)	0	0.475763	0	0	0	0
3.A.2.a - Cattle	0	0.475763	0	0	0	0
3.A.2.a.i - Dairy cows		0.171586	0	0	0	0
3.A.2.a.ii - Other cattle		0.304177	0	0	0	0
3.B - Land	0.0275	0	0	0	0	0
3.B.1 - Forest land	0	0	0	0	0	0
3.B.2 - Cropland	0.0792	0	0	0	0	0
3.B.2.a - Cropland Remaining Cropland	0.0792			0	0	0
3.B.5 - Settlements	-0.0517	0	0	0	0	0
3.B.5.a - Settlements Remaining Settlements	0			0	0	0
3.B.5.b - Land Converted to Settlements	-0.0517	0	0	0	0	0
3.B.5.b.v - Other Land converted to Settlements	-0.0517			0	0	0
3.C - Aggregate sources and non-CO2 emissions sources on land (2)	0	0.07826094	0	0	0	0
3.C.1 - Emissions from biomass burning	0	0.02093094	0	0	0	0
3.C.1.b - Biomass burning in croplands		0.02093094	0	0	0	0
3.C.7 - Rice cultivations		0.05733		0	0	0

Anexo 2

Descripción, supuestos y costos de cada medida de mitigación

RESIDOS SÓLIDOS

La ciudad de Montería cuenta con un relleno sanitario denominado Loma Grande, el cual recibe los residuos sólidos del municipio, así como residuos de otros 23 municipios, dependiendo de la demanda.

Actualmente en la ciudad de Montería no se realiza ninguna actividad de tratamiento o manejo de los residuos, ni en el sitio de origen ni en el sitio de disposición final de los residuos.

SERVIGENERALES S.A. E.S.P. Montería realizó un proyecto MDL para la quema del biogás en el relleno sanitario, el cual operó durante 2010 y 2011, sin embargo a partir de que se reciben más residuos que los programados originalmente, este proyecto dejó de funcionar porque el diseño original ya no era factible; aunque se pretende reactivar en un futuro este tipo de proyectos, para ello habrá que hacer un rediseño del sistema y evaluar su factibilidad.

Medidas de mitigación propuestas para Montería, Colombia

a. Reciclaje de papel y cartón

Esta medida consiste en el reciclaje de papel y cartón post-consumo que se genera y que llega al relleno sanitario Loma Grande, de acuerdo a la caracterización de los residuos que actualmente llegan al relleno, un 11.38% equivale a papel y un 9.31% a cartón; materiales que son aptos para el reciclaje. De acuerdo a lo reportado a nivel nacional en Colombia el 47% del consumo de papel y cartón se recicla (ANDI, 2012); mientras que en Estados Unidos se recoge aproximadamente el 60% y en España el 70%; se propone en esta medida que el 60% del papel y cartón que se genera en Montería sea procesado para reciclaje; y si estos materiales ya no son dispuestos en el relleno las emisiones de metano disminuirían; de acuerdo a la cantidad de residuos que se depositan en el relleno se podría procesar para su reciclaje 59 toneladas diarias de papel y cartón.

Para el desarrollo de la medida, es importante que el papel y cartón que se pretende reciclar no entre en contacto con otro tipo de materiales ya que se contamina, impidiendo con ello su utilización en la producción de pulpa.

Por otra parte el responsable de la implementación de la medida puede ser: (1) La empresa SERVIGENERALES S.A. E.S.P. Montería aprovechando su sistema de recolección y estableciendo mecanismos con las empresas para recolectar el papel y cartón directamente y ser llevado procesado para su reciclaje; o (2) La alcaldía municipal de Montería deberá llevar a cabo esta actividad iniciando con campañas de difusión e incentivos que permitan incrementar la recolección de papel residual en los hogares, las empresas y el gobierno.

Una vez que se defina este proceso, el reciclaje del papel y cartón consta de los siguientes pasos:

- Recolección y transporte
- Recepción, inspección y pesaje del papel y cartón recibido
- Separación clasificando en: Cartón, periódico y papel
- Embalaje y almacenamiento

Posteriormente este producto se venderá a las plantas de papel y celulosa para su uso en la fabricación de papel.

Los responsables para la implementación de esta medida serían la empresa Servigenerales S.A. E.S.P., la Secretaría de Infraestructura de Montería, y la Unidad Municipal de Asistencia Técnica Agropecuaria (UMATA).

b. Elaboración de composta a partir de los residuos orgánicos

El proceso de composta descompone los residuos orgánicos de forma aerobia en CO₂, agua y abono. Se propone que el 70% de la materia orgánica que actualmente se deposita en el relleno sanitario Loma Grande se separe y procese para realizar composta y con ello las emisiones de metano a la atmósfera en el relleno sanitario disminuirían, este porcentaje es considerado por los kilogramos que diariamente se depositan en el relleno, por la capacidad de composteo considerado en los costos y el beneficio ambiental, lo cual debe encontrarse en equilibrio.

Las emisiones generadas por la descomposición de materia en el botadero de Montería que fue clausurado en 2005 no se verán afectadas por la implementación de esta medida; los residuos sólidos urbanos que se disponen en el relleno sanitario Loma Grande son los que se verían afectados por esta medida, y la mitigación de emisiones de metano en el mismo sería significativa a largo plazo.

Los responsables para la implementación de esta medida serían la empresa Servigenerales S.A. E.S.P., la Secretaría de Infraestructura de Montería, y la Unidad Municipal de Asistencia Técnica Agropecuaria (UMATA).

TRANSPORTE ON-ROAD

El transporte en la ciudad de Montería es de suma importancia, existen diferentes estudios que se han realizado con respecto a este subsector, uno es el Plan de Movilidad de Montería (2012) que contempla un reflejo de las actividades de todos los modos de transporte en distintos escenarios, con lo cual se tiene una visión de planes, acciones y medidas a seguir en Montería; en este sentido se realizó el plan de SETP, el cual se refiere a una estructuración del transporte público en la ciudad, dando un escenario a futuro hacia el 2030. Dentro del Plan de Movilidad y considerando la reestructuración y preferencia de los viajes realizados, se sugiere la implementación de ciclo rutas, lo cual da como resultado la segunda medida de implementación.

Medidas de mitigación propuestas para Montería, Colombia:

a. Cambio de vehículos de diesel a GNC de los buses, busetas y microbuses (SETP)

El Diseño Conceptual plantea la reestructuración del sistema de rutas del Transporte Público Colectivo (TPC) para el SETP. Se determinan las variables básicas por zona operacional y a partir de allí se configura un conjunto de veinte rutas, conformado por doce rutas expresas y nueve alimentadoras, con un parque automotor en la hora pico de un día promedio de 237 vehículos y 71 para las horas valle para 2012, basado en el diseño de rutas sobre la demanda potencial del sistema. A manera de ejemplo a continuación se muestra una de las rutas propuestas.

Dentro del SETP se utiliza un horizonte de análisis de 20 años desde el momento en el que las obras de infraestructura comiencen. Luego se identifican los costos, cuyos flujos generados son descontados a una tasa del 12% anual. A continuación se muestran algunos de los costos asociados.

Los costos que se contemplan en el SETP se muestran en la siguiente tabla

Costos públicos:
• Infraestructura (construcción o rehabilitación)
• Estudios y preparación del proyecto
• Adquisición de propiedades
• Implementación del centro de control
• Costos de la autoridad pública
Costos privados
• Compra de buses
• Operación de la flota
• Costos de capital del sistema de recaudo
• Operación del sistema de recaudo
Por otro lado, se identifican los beneficios socio-económicos del proyecto tanto para los usuarios del sistema como para los no usuarios.

- | |
|--|
| • Ahorro en tiempos de viaje (tanto en el sistema de tránsito masivo como en los vehículos particulares) |
| • Ahorro en costos de operación de los buses sustituidos |
| • Ahorros generalizados de costos debidos a los cambios modales |
| • Ahorro en costos por accidentalidad |
| • Ahorro por la reducción en la contaminación del aire. |

Por otro lado, la operación proyectada del sistema para atender la demanda estimada en el Plan de Movilidad y en el Diseño conceptual del SETP, tiene previsto un esquema de 12 rutas expresas y 9 alimentadoras que operarán con tres tipologías de vehículos con capacidades de 52, 42 y 19 pasajeros. En cuanto a las fechas de inicio de operación de las rutas sobre los corredores, primero se deben terminar las obras en ejecución y posteriormente se espera que la primera ruta empiece a operar en febrero de 2013.

Para esta medida se considera la sustitución del 50% de los autobuses del sistema SETP dedicados a diesel por GNC, con lo cual se reducirán importantes toneladas de GEI en Montería. Esta medida inicia en 2015 y se contempla una penetración del 5% anual, con lo cual se cambian entre 25 y 30 autobuses al año en un periodo de 10 años.

El responsable para la implementación de esta medida sería Montería Amable S.A.S.

b. Ciclo vía o ciclo rutas (transporte no motorizado)

Dentro de la formulación del Plan Maestro de Movilidad realizado en 2012, se propone un desarrollo de la movilidad: segura, equitativa, integrada, eficiente, accesible y ambientalmente sostenible; con lo cual se propone el uso de modos de transporte no motorizado en forma masiva, en tal caso se encuentra la bicicleta como alternativa en el municipio de Montería.

A pesar que existe una condición climática extrema (temperaturas y humedad altas), el plan contempla que las condiciones topográficas y de tamaño propician el uso y la explotación de la bicicleta como un medio o modo principal de transporte cotidiano, con lo cual se reducirían los viajes en modos motorizados como las motos y el auto particular.

Dentro del Plan de Movilidad se plantea la integración de este modo de transporte y el sistema de transporte público, mediante puntos de intercambio de fácil acceso, de tal forma que existan viajes que involucren ambos modos.

La tabla muestra los kilómetros que se plantean para 2018, 2024 y 2030 en la red de ciclo rutas del Plan Maestro de Movilidad de Montería.

Infraestructura Para Ciclo-rutas según horizonte (Km)

Tipo de Ciclo ruta / Horizonte	2018	2024	2030	Total
Ciclo ruta-Arterial	52,74	12,08	16,57	81,39
Ciclo ruta-Local	32,92	18,71		51,62
Ciclo ruta-Peatonal	12,49			12,49
Ciclo ruta-Principal	21,68	18,09	3,16	42,93
Total	119,83	48,87	19,73	188,43

Para esta medida se propone la implementación y adecuación de ciclo vías (ciclo rutas), la medida considera la construcción de la red de ciclo rutas, estacionamientos, paradas de intercambio y la adquisición de 200 bicicletas para renta.

La medida propuesta considera la reducción del 6% de los viajes realizados en transportes motorizados (autos particulares, taxis y motos).

Los responsables para la implementación de esta medida serían Secretaría de Infraestructura y Secretaría de Tránsito y Transporte.

AFOLU

Montería es conocido por su industria ganadera, la cual asciende a 304,177 cabezas de ganado bovino en pie tan solo en el año 2012, las cuales generan una emisión de 23.68 Gg de CH₄ al año tanto por fermentación entérica (23.2 Gg) como por manejo de estiércol (0.47 Gg). Esta fuente representa en total el 62% de las emisiones directas dentro del municipio.

De acuerdo con la FAO (FAO, 2013) pese a que existen numerosos estudios sobre la aplicación de medidas de mitigación en diferentes regiones del mundo, debido a que la generación de emisiones es multifactorial, el control de las emisiones no necesariamente tiene una respuesta lineal a la aplicación de la medida de control, adicionalmente se ha observado que la aplicación de medidas simultáneas en ocasiones presenta interacciones que disminuyen la efectividad de las medidas. Se han estudiado tres líneas de aplicación de medidas orientadas al control de la generación de CH₄ como parte del proceso metabólico en los rumiantes:

1. Aditivos para piensos y estrategias de alimentación⁷, enfocado específicamente para disminuir la fermentación entérica, tienen como objetivo incrementar la digestibilidad del alimento, mediante la incorporación de aditivos químicos tales como cloroformo, bromoclorometano o modificaciones a la dieta que promueven una digestión más rápida tales como incorporación lignina presentes en plantas forrajeras tales como la alfalfa, rye grass, etc. En el caso de los aditivos químicos si bien han demostrado efectividad en estudios in vivo, con altas tasas de reducción en la generación de emisiones. Sin embargo también se han presentado casos de toxicidad tanto para los mismos animales como al consumidor de productos cárnicos o lácteos, disminución en la productividad, etc. por lo que en diversos países principalmente de la Unión Europea está prohibida su utilización.

Las tablas siguientes tomadas del reporte de la FAO (FAO, 2013) presentan un análisis rápido de la efectividad y beneficios de cada tipo de medida para esta línea de acción. En ella se observa que mejorar la calidad del tipo de alimento es una de las opciones más viables, con una reducción promedio del 10 al 30% de las emisiones y la cual es recomendada por su seguridad al ambiente, a los animales y por su efectividad probada a corto y largo plazo.

⁷ Los aditivos para piensos son parte integral de la cría y la producción moderna de animales para la producción de alimentos y tienen como principal objetivo mejorar los parámetros productivos y la calidad del producto final, así como velar por el bienestar animal y el medio ambiente. Pienso es el alimento seco que se distribuye al ganado a horas y en cantidades determinadas.

Category ¹	Potential CH ₄ mitigating effect ²	Long-term effect established	Effective ³	Environmentally safe or safe to the animal ⁴	Recommended ⁵	Applicability to region ⁶
Inhibitors						
BCM/BES ⁷	High	?	Yes	No ⁸	No	N/A
Chloroform	High	No?	Yes	No	No	N/A
Cyclodextrin	Low	No	Yes	No	No	N/A
Electron receptors						
FMA ⁹	No effect to High	?	?	Yes	No?	N/A
Nitroethane	Low	No	Yes?	No	No	N/A
Nitrate	High	No?	Yes	?	Yes? ¹⁰	All
Ionophores¹¹	Low ¹²	No?	Yes? ¹³	Yes?	Yes?	NA, SA, AF, AS
Plant bioactive compounds¹⁴						
Tannins ¹⁴ (condensed)	Low	No?	Yes	Yes	Yes?	All
Saponins	Low?	No	?	Yes	No?	N/A
Essential oils	Low?	No	?	Yes	No	N/A
Exogenous enzymes	No effect to Low	No	No?	Yes?	No?	N/A
Defaunation	Low	No	?	Yes	No	N/A
Manipulation of rumen archaea and bacteria	Low	No	?	Yes?	Yes? ¹⁵	NA, EU, OC
Dietary lipids	Medium	No?	Yes	Yes	Yes? ¹⁶	All
Concentrate inclusion¹⁷	Low to Medium	Yes	Yes	Yes	Yes? ¹⁸	All
Improving forage quality and management	Low to Medium	Yes	Yes	Yes	Yes	All
Grazing management	Low	Yes	Yes?	Yes	Yes? ¹⁹	All
Feed processing	Low	Yes	Yes ²⁰	Yes ²⁰	Yes ²⁰	All
Mixed rations and feeding frequency	?	?	?	Yes	?	All
Processing of low-quality feeds						
Reducing herd size	High	Yes	Yes	Yes	Yes	All, but mostly AF, AS, SA
Macro-supplementation (when deficient)	Medium	Yes	Yes	Yes	Yes	All, but mostly AF, AS, SA
Micro-supplementation (when deficient)	N/A	No	Yes?	Yes	Yes	
Micro-supplementation (when deficient)	N/A	No	Yes?	Yes	Yes	

Category ¹	Potential CH ₄ mitigating effect ²	Long-term effect established	Effective ³	Environmentally safe or safe to the animal ⁴	Recommended ⁵	Applicability to region ⁶
Alkaline treatment	Low	Yes	Yes	?	?	AF, AS, SA
Biological treatment	?	Yes	No	Yes	No	
Breeding for straw quality	Low	Yes	Yes	Yes	Yes	AF, AS, SA
Precision feeding and feed analyses	Low to Medium	Yes	Yes?	Yes	Yes ²²	All

¹ ? indicates uncertainty due to limited research or lack of data, inconsistent/variable results, or lack/sufficient data on persistency of the effect.
² N/A: not applicable.
³ Mitigation strategies in this table are applicable to all ruminants.
⁴ High = ≥ 30 percent mitigating effect; Medium = 10 to 30 percent mitigating effect; Low = ≤ 10 percent mitigating effect. Mitigating effects refer to percent change over a "standard practice", i.e. study control that was used for comparison and are based on combination of study data and judgement by the authors of this document.
⁵ Effectiveness is determined on the basis of: GHG mitigation potential, effect on feed intake (no negative effect is beneficial), and/or effect on animal productivity (no negative effect or improvement is beneficial).
⁶ Based on EPA data, MSDS, or expert opinion.
⁷ Based on available research or lack of sufficient research.
⁸ Regions: All = all regions; EU = Europe, AS = Asia, AF = Africa, NA = North America; SA = South America; OC = Oceania.
⁹ Bromochloromethane and 2-bromo-ethane sulfonate.
¹⁰ Class I ozone-depleting substance (<http://www.epa.gov/ozone/science/ods/classone.html>).
¹¹ Fumaric and malic acids.
¹² Practicality of use is unknown. Caution must be exercised when feeding nitrate. Animal should be properly adapted and re-adapted, if nitrate supplementation is discontinued for a period of time. Access to molasses blocks with nitrate should be limited so that nitrate intake does not poison the animal. Unwise to use when diets have high N concentrations.
¹³ Most data are for monensin. Monensin does not appear to have a consistent direct effect on enteric CH₄ production in dairy or beef cattle. Meta-analyses have shown improvement in feed efficiency in beef cattle (Goodrich *et al.*, 1984) and dairy cows (Duffield *et al.*, 2008) that may reduce enteric CH₄ emissions per unit of product (meat or milk). On this basis, the overall conclusion is that ionophores likely have a CH₄ mitigating effect in ruminants of up to 5 percent.
¹⁴ Through improvement in feed efficiency, especially when diets contain concentrates; no effect when pasture is fed as a sole diet.
¹⁵ See text for extensive discussion on these supplements. Tannins appear more effective than saponins. Results with tea saponins are encouraging but must be confirmed and data for persistence of the effect are lacking.
¹⁶ Detrimental effects when dietary CP is marginal or inadequate or when condensed tannins are astringent and in high concentrations, but with adequate dietary CP some condensed tannins can have wide ranging benefits.
¹⁷ Promising, but the technology is not yet developed or commercially available.
¹⁸ Lipids are generally effective in reducing enteric CH₄ production. They are recommended, when their use is economically feasible (high-oil by-products of the biofuel industries, for example). Their potential negative effect on feed intake, fibre digestibility, rumen function, milk fat content and overall animal productivity must be considered. Maximum recommended inclusion rate in ruminant diets is 6 to 7 percent (total fat) of dietary DM. With the lack of incentive mechanisms to reduce enteric CH₄ emissions, the economic feasibility of supplementing diets with edible lipids is questionable.
¹⁹ Higher rates of concentrate inclusion may decrease intake, but production is usually increased. Negative effects on fibre degradability and milk composition (in dairy cows) must be avoided.
²⁰ Although recommended (direct reduction in enteric CH₄ emission or indirect, through increased animal production), the applicability of this mitigation practice will heavily depend on feed availability. See text for further discussion.
²¹ Not very consistent results, but recommended on the base that improving pasture quality should reduce CH₄ emissions per unit of feed intake and animal product.
²² Conditionally effective (if fibre degradability is not decreased), safe to the environment (energy input may counteract GHG mitigating effect; has to be determined using LCA), and recommended (if economically feasible and does not jeopardize fibre digestibility).
²³ Insufficient data.
²⁴ Even if direct CH₄ mitigation effect is uncertain, precision/balanced feeding and accurate feed analyses will likely enhance animal productivity and feed efficiency and improve farm profitability (thus have an indirect mitigating effect on enteric and manure CH₄ and N₂O emissions).

2. Estrategias de manejo de estiércol; se refiere a la colecta y almacenamiento de los desechos de animales tales como el estiércol y la orina en edificaciones y su posterior uso para aplicaciones agrícolas etc. Las medidas de mitigación propuestas para esta línea de acción están orientadas a buenas prácticas en el manejo y el aprovechamiento del estiércol y el metano generado por los procesos biológicos de degradación de la materia orgánica.

TABLE A2

Manure handling strategies offering non-CO₂ greenhouse gas mitigation opportunities

Category	Species ¹	Potential CH ₄ mitigating effect ²	Potential N ₂ O mitigating effect ²	Potential NH ₃ mitigating effect ²	Effective ³	Recommended ⁴	Applicability to region ⁵
Dietary manipulation and nutrient balance							
Reduced dietary protein	AS	? ⁶	Medium	High	Yes (N ₂ O, NH ₃)	Yes (N ₂ O, NH ₃)	All
High fibre diets	SW	Low	High	?	Yes (N ₂ O)	Yes (N ₂ O)	All
Grazing management							
Grazing intensity ⁷	AR	?	High ^{7,7}	? ⁷	Yes (N ₂ O)	Yes (N ₂ O)	All
Housing							
Biofiltration	AS	Low ⁷	?	High	Yes (NH ₃ , CH ₄) ⁷	Yes (NH ₃ , CH ₄) ⁷	All
Manure system ⁸	DC, BC, SW	High	?	High	Yes (CH ₄ , NH ₃)	Yes (CH ₄ , NH ₃)	All
Manure treatment							
Anaerobic digestion	DC, BC, SW	High	High ⁹	Increase ^{7,10}	Yes (CH ₄ , N ₂ O)	Yes (CH ₄ , N ₂ O)	All
Solids separation	DC, BC	High	Low ^{7,9}	? ¹¹	Yes (CH ₄)	Yes (CH ₄)	NA,SA,EU, OC
Aeration	DC, BC	High	Increase ^{7,12}	? ¹²	Yes (CH ₄)	Yes (CH ₄)	NA,SA,EU
Manure acidification	DC, BC, SW	High	? ¹³	High ¹³	Yes (CH ₄ , NH ₃)	Yes (CH ₄ , NH ₃)	NA,EU,OC
Manure storage							
Decreased storage time	DC, BC, SW	High ¹⁴	High ¹⁴	High ¹⁴	Yes (all)	Yes (all)	All
Storage cover with straw	DC, BC, SW	High	Increase ^{7,15}	High	Yes (CH ₄ , NH ₃)	Yes (CH ₄)	NA,EU
Natural or induced crust	DC, BC	High	Increase ^{7,15}	High	Yes (CH ₄ , NH ₃)	Yes (CH ₄)	NA,EU
Aeration during liquid manure storage	DC, BC, SW	Medium to High	Increase ^{7,12}	? ¹²	Yes (CH ₄)	Yes (CH ₄)	NA,EU
Composting	DC, BC, SW	High	? ¹²	Increase ¹²	Yes (CH ₄)	Yes (CH ₄)	All
Litter stacking	PO	Medium	N/A	?	Yes (CH ₄)	Yes (CH ₄)	All
Storage temperature	DC, BC	High	?	High	Yes (CH ₄ , NH ₃)	Yes (CH ₄ , NH ₃)	N/A ¹⁶
Manure application							
Manure injection vs surface application	DC, BC, SW	No effect to increase ⁷	No effect to increase ¹⁸	High	Yes (NH ₃)	Yes (NH ₃)	NA,EU,OC
Timing of application	AS	Low	High ¹⁹	High	Yes (N ₂ O, NH ₃)	Yes (N ₂ O, NH ₃)	All
Soil cover, cover cropping	AS	?	No effect to High ²⁰	Increase ^{7,21}	Yes (N ₂ O)	Yes (N ₂ O)	All
Soil nutrient balance	AS	N/A	High	High	Yes (N ₂ O, NH ₃)	Yes (N ₂ O, NH ₃)	All
Nitrification inhibitor²²							
Applied to manure or after urine deposition in pastures	DC, BC, SH	N/A	High	N/A	Yes (N ₂ O)	Yes (N ₂ O)?	All ²³

TABLE A2

Manure handling strategies offering non-CO₂ greenhouse gas mitigation opportunities (Cont.)

Category	Species ¹	Potential CH ₄ mitigating effect ²	Potential N ₂ O mitigating effect ²	Potential NH ₃ mitigating effect ²	Effective ³	Recommended ⁴	Applicability to region ⁵
Urease inhibitor²⁴							
Applied with or before urine	DC,BC, SH	N/A	Medium?	High	Yes (N ₂ O, NH ₃) ²⁴	Yes (N ₂ O, NH ₃)?	NA,EU,OC
Soil management							
Soil condition, texture, water filled pore space, drainage	AR	?	Decrease or Increase ²⁵	?	Yes (N ₂ O)?	Yes (N ₂ O)?	All

? indicates uncertainty due to limited research or lack of data, inconsistent/variable results, or lack/insufficient data on persistency of the effect.

N/A: not applicable.

¹ DC = dairy cattle; BC = beef cattle (cattle include Bos taurus and Bos indicus); SH = sheep; GO = goats; AR = all ruminants; SW = swine; PO = poultry; AS = all species.

² High = ≥ 30 percent mitigating effect; Medium = 10 to 30 percent mitigating effect; Low = ≤ 10 percent mitigating effect. Mitigating effects refer to percent change over a "standard practice", i.e. study control that was used for comparison and are based on combination of study data and judgement by the authors of this document.

³ Effectiveness is determined on the basis of: GHG or NH₃ mitigation potential (in some cases, effects on feed intake and/or animal productivity were also considered).

⁴ Based on available research or lack of sufficient research.

⁵ Regions: All = all regions; EU = Europe; AS = Asia; AF = Africa; NA = North America; SA = South America; OC = Oceania.

⁶ Insufficient research. Modelling suggests that enteric CH₄ may increase. If rumen function is impaired, manure CH₄ emissions may increase.

⁷ Reduced grazing intensity can reduce up to 50 percent N₂O emissions by lowering urinary N input to the soil, but can also increase N₂O emissions by increasing residual OM during soil freeze thaw cycles. Ammonia emissions may increase, magnitude is unclear. Effectiveness varies with region. Grazing management can be practised in Western countries, Oceania, Europe and parts of central and South America and Asia, but not in some parts of the latter continents and Africa due to various constraints.

⁸ Generally, a manure system that reduces the time between faeces and urine excretion and removing manure from the animal house will reduce NH₃ and CH₄ emissions from the building (data on N₂O are not conclusive and there is little N₂O emission from buildings and manure storage). For example, storing manure in the building greatly increases NH₃ and CH₄ emissions from the animal house. Type of manure system also has an effect of GHG emissions. For example, daily flushing of manure from a dairy barn will reduce NH₃ and CH₄ emissions compared with scraping. This mitigation practice reduces emissions from the building only; depending on type of storage, emissions can be greater from manure that is removed daily vs manure that resides in the animal building for longer periods of time.

⁹ Anaerobic digestion and solids separation reduce the source of degradable C in the manure applied to the soil and as a consequence reduce the potential for nitrification and N₂O emissions.

¹⁰ Ammonia emissions will increase as more organic N is decomposed to NH₃-N; magnitude is unclear.

¹¹ Reducing the solids content of manure facilitates infiltration and prevents NH₃ losses from land application.

¹² (see also Aeration during liquid manure storage and Composting) In some cases, aeration of manure may stimulate the transformation of NH₃-N into NO₃-N which increases the potential for N₂O emissions and reduces the potential for NH₃ volatilization. In most cases, composting increases NH₃ losses.

¹³ Manure acidification decreases the fraction of volatile NH₃-N in manure, but may increase N₂O emissions after land application.

¹⁴ Increasing the time manure is stored increases potential emissions by increasing the concentration of NH₃ and CH₄ through degradation of nutrients in manure and the time manure emissions occur, creating a compound effect varying widely in magnitude. This strategy is listed with High mitigation potential because not storing manure would be a total avoidance of storage GHG.

¹⁵ Covering the manure with permeable porous covers promotes nitrification and N₂O emissions.

¹⁶ Although effective, impractical to control.

¹⁷ Covering the manure storage with impermeable covers prevents NH₃ volatilization during storage and increases the content of NH₃ in the manure, which generally results in greater of NH₃ emissions after land application.

(Cont.)

(Cont.)

¹⁸ Injecting manure increases the soil organic C and N pools, inducing reduction conditions and promoting N₂O emissions; the magnitude of increase depends on soil moisture, texture, temperature and many other factors.

¹⁹ Timing land application of manure to temperature and soil moisture conditions that are not conducive to nitrification and N₂O emissions can have a large but variable impact on emissions.

²⁰ Cover crops can increase plant N uptake and decrease accumulation of nitrate, and thus reduce N₂O production through denitrification, but the results on overall GHG emissions have not been consistent. Interactions with other soil conservation practices are significant (tillage system, for example) and must be considered when the goal of cover cropping is reducing whole-farm GHG emissions.

²¹ Soil vegetation cover intercepts land applied manure, reducing infiltration and contact with soil, which results in greater NH₃ volatilization losses whose magnitude depends on the application method and manure characteristics.

²² Nitrification inhibitors have reduced N₂O emissions and N leaching in intensive dairy and sheep production systems of Australia and New Zealand.

²³ Cost will limit applicability in developing countries.

²⁴ Urease inhibitors work well before urea-N in the urine is transformed to NH₃-N in manure; therefore the opportunity for application may be limited to intensive feedlot production or waste handling systems, in which faeces and urine are separated.

²⁵ Soil moisture content affects the nitrification and denitrification potential, resulting in large variation in N₂O emissions.

3. Estrategias de manejo reproductivo, esta última línea de trabajo se refiere a la selección y mejoramiento genético de las variedades de ganado que se cría. Las interacciones con otras líneas de acción son evidentes, pues si bien pueden seleccionarse variedades que experimentalmente demuestren una menor producción de metano en relación al aprovechamiento de sus derivados (carne, leche, etc.) su desarrollo esta intrínsecamente ligado con aspectos alimenticios y climáticos; por lo que su efectividad es limitada.

TABLE A3

Animal management strategies offering non-CO₂ greenhouse gas mitigation opportunities

Category	Species ¹	Effect on productivity	Potential CH ₄ mitigating effect ²	Potential N ₂ O mitigating effect ²	Effective ³	Recommended ⁴	Applicability to region ⁵
Increased productivity	AS	Increase	High ⁶	High ⁶	Yes	Yes	All
Recombinant bovine somatotropin	DC	Increase	Low	?	Yes?	Yes? ⁸	NA,SA,AS,AF
Genetic selection (Residual Feed Intake) ⁷	BC,DC,SW?	None	Low?	?	Yes	Yes? ⁹	NA,EU,SA,OC
Animal health	AS	Increase	Low?	Low?	Yes	Yes	All
Reduced animal mortality	AS	Increase	Low?	Low?	Yes	Yes	All
Reduced age at harvest and reduced days on feed	AS ¹⁰	None	Medium	Medium	Yes	Yes	All

? indicates uncertainty due to limited research, variable results, or lack/insufficient data on persistency of the effect.

¹ DC = dairy cattle; BC = beef cattle (cattle include *Bos taurus* and *Bos indicus*); SW = swine; AS = all species.

² High = ≥ 30 percent mitigating effect; Medium = 10 to 30 percent mitigating effect; Low = ≤ 10 percent mitigating effect. Mitigating effects refer to percent change over a "standard practice", i.e. study control that was used for comparison and are based on combination of study data and judgement by the authors of this document.

³ Determined on the basis of: GHG mitigation potential and/or effect on productivity (no negative effect or improvement is beneficial).

⁴ Based on available research or lack of sufficient research.

⁵ Regions: All = all regions; EU = Europe; AS = Asia; AF = Africa; NA = North America; SA = South America; OC = Oceania.

⁶ Increased productivity will have a powerful mitigating effect on GHG emissions, but the size of the effect will depend on a variety of factors (baseline productivity, type of animal, type of production, feed quality and availability, genetic makeup of the herd, etc.).

⁷ RFI x nutrition interaction apparent with CH₄ reductions occurring in high quality diets or pastures.

⁸ Depends on national regulations.

⁹ Uncertain results and requires significant investment; probably impractical for many developing countries.

¹⁰ Meat animals only.

Medidas de mitigación propuestas para Montería, Colombia

a. Fermentación entérica: Siembra de alfalfa en los potreros en los que pasta el ganado.

Actualmente en el municipio de Montería se desarrolla la cría de ganado mediante el sistema de potreros, generándose por fermentación entérica un total de 23.2 Gg, siguiendo las recomendaciones de la FAO una medida que podría disminuir anualmente entre un 10 y un 30% de emisiones por esta fuente es la mejora en la calidad de la alimentación.

Descripción de la medida: Incorporar en la dieta de los animales el consumo de alfalfa como mejorador de la digestión; mediante la siembra de alfalfa de secano para pastoreo rotativo. Dicha siembra se considera como adicional a los pastos que actualmente se utilizan no como reemplazo de ellos.

Los pastos restantes se recomiendan utilizar la guinea cv tanzania (*Panicum maximun*) ya que tiene una alta capacidad de almacenar C, lo que la hace atractiva en los sistemas de producción pecuaria, pudiendo disminuir el potencial de calentamiento global entre un 19 y un 67 (CORPOICA, Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria, 2011). Los costos asociados para el cambio no están disponibles, el estudio antes mencionado para Colombia no presenta esta información, se considera realizar un estudio de mercado y de diagnóstico económico para este cambio.

Fermentación entérica		
Población de ganado en pie al 2012	304,177	Individuos
Emisión anual	23.2	Gg CH ₄
Estimación de reducción anual por la introducción de la medida (Según FAO)	10 al 30	%
Estimación límite bajo	2.32	Gg CH ₄
Estimación límite alto	6.96	Gg CH ₄

La alfalfa de secano es una especie forrajera de temporal, con variedades tanto rastreras como erectas con buena tolerancia a la sequía y al pastoreo. Con una buena planeación del pastoreo rotativo, basado en las etapas de crecimiento de la planta el aprovechamiento de la misma en regiones ecuatoriales puede ser de entre 4 y 10 años. El aprovechamiento se realiza durante la época de crecimiento que son los meses de abril a noviembre con un estimado de rendimiento anual de 6 ton de materia seca por hectárea. Se propone hacer uso de variedades secas con lo cual no se requiere la implementación de infraestructura de riego, únicamente una inversión en la separación de potreros para pastoreo rotativo o alternado: así como la realización de la siembra con lo cual los costes de inversión inicial son comparativamente menores. Y su mantenimiento una vez establecido el alfar es mínimo.

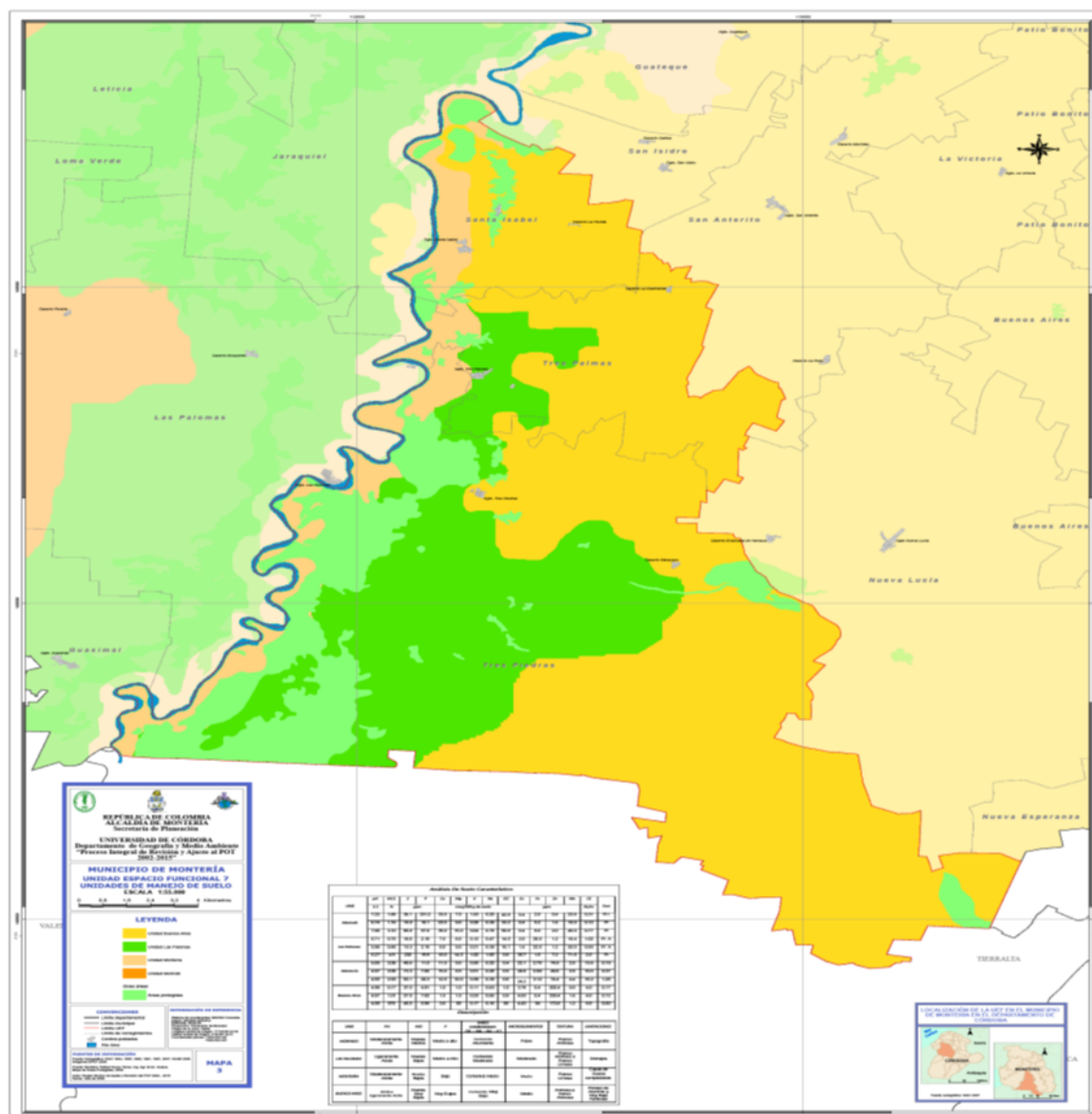
Justificación: Considerando que actualmente en mayor o menor medida más del 60% del territorio del municipio de Montería está destinado al pastoreo extensivo para la cría de ganado Bovino y que con excepción del área urbana en la superficie restante se realiza algún tipo de explotación moderada; utilizando pastos o hierba forrajera ya sea natural o inducida. Esta medida está enfocada a reorientar este pastoreo extensivo en pastoreo rotativo y mejora de la alimentación del ganado a fin de disminuir las emisiones de CH₄ en al menos 10% al año.

Superficie total del municipio	320,459	ha
Superficie al 2012 con aprovechamiento ganadero extensivo	256,367.2	ha
La relación promedio cabezas/ha		1.6
Para poder disminuir al menos un 10% de las emisiones anuales y considerando una eficiencia máxima del 30%, se requeriría realizar una intervención en al menos:		

De acuerdo con el mapa de cultivos potenciales la zona del municipio con suelos aptos para pastizales y por tanto para la siembra de alfalfa se encuentra dentro de las unidades de manejo de suelo Montería, Buenos Aires.

Reducción objetivo	1	Gg CH ₄ al año
Tasa de emisión por cabeza de ganado vacuno promedio	0.00008	Gg por animal
Número de animales que se deberían someter a la medida para disminuir el Gg de la emisión	13,111	animales
Aplicando la tasa de eficiencia máxima que es del 30% el número real de animales que se deberían someter a la medida sería	43,704	animales por cada Gg
Si deseamos disminuir el 10 % de las emisiones anuales según el año base 2012	2.3	Gg de CH ₄
Se deberían intervenir un total	101,392	animales
Si la relación de animales por Ha es de 1.6, el área de pastoreo a intervenir	63,370	Ha

Los terrenos con mayor aptitud para la aplicación de la medida están, según el reporte de caracterización de los corregimientos a nivel de unidades de espacio funcional (UEF) (Godoy L, 2009) se encuentran localizados de en las Unidades de Manejo del Suelo Montería, Las Palomas y Buenos Aires, dentro de la UEF número 7.



El municipio de Montería es la zona con mayor producción ganadera, de acuerdo al citado informe en 2009 era el principal productor con 71.822 cabezas en pie y presenta alto potencial para el desarrollo de pastos mejorados, pese a que el suelo presenta un bajo contenido de materia orgánica y de fósforo, es una región con una abundante red hídrica y su topografía es una planicie.

Asumiendo que la proporción de cabezas de ganado es similar en 2012, se debería aplicar la medida a todas las áreas de pastoreo de esta región.

Los responsables para la implementación de esta medida serían la Alcaldía de Montería, GANACOR y la Corporación Autónoma Regional de los Valles del Sinú y del San Jorge (CVS).

b. Manejo de estiércol y otros residuos. Aprovechamiento energético del manejo de estiércol vacuno.

En el Municipio de Montería se tiene una población en el año 2012 de 304,177 cabezas de ganado vacuno en pie, se estima que la masa promedio de los animales es de:

Tipo de ganado	Cabezas	Peso promedio	Estiércol generado kg/100 kg masa animal vivo al día	Estiércol total generado
Lechero	85,793	400	9.4	3,225,817
Carne	218,384	469	4.6	4,711,416
Doble propósito	85,793	305	7	1,831,681
			Ton/día	9,769
			Ton/año	3,565,654

Según datos de generación de estiércol y biogás por tipo de ganado (Carrillo, 2003) de los resultados de numerosos estudios en campos se estima que la generación de biogás está relacionada con el contenido de sólidos volátiles en el estiércol, basándonos en datos del mismo autor (Carrillo, 2003) se estimó el potencial de generación de biogás en el municipio

Tipo de ganado	Cantidad de Sólidos volátiles	Cantidad de biogás estimado al día
Lechero	0.72	2,322,588
Carne	0.65	3,062,421
Doble propósito	0.685	1,254,701
	Ton/día	6639.7
	Ton/año	2,423,494
Tasa de conversión de Sólidos volátiles en biogás es 0.3	m³/año	727,048

Este valor es el máximo generado sin considerar la eficiencia en la recolección y en la producción de Biogás en el biodigestor; además del estiércol vacuno es posible añadir otro tipo de residuos con capacidad de generación de biogás tales como estiércol de otros tipos de ganado, heces humanas, residuos agrícolas, residuos de sacrificio de ganado, residuos orgánicos domésticos, etc., con lo que el potencial de generación de biogás en el municipio es mayor a la estimada.

La medida de mitigación propuesta “Disminuir anualmente la emisión de CH₄ por el manejo de estiércol mediante el uso de biodigestores para el aprovechamiento del biogás para generación de energía eléctrica en áreas habitacionales rurales”

Potencial de aprovechamiento energético

1 m ³ de biogás	5500 Kcal	6.395 kwh
Potencial de aprovechamiento energético generado al año	3,998,765,313 Kcal	4,649,727 kwh

Se propone generar electricidad para alumbrado público y residencial en zonas rurales

Suponiendo una recolección de estiércol del 60% en todo el municipio 2,139,392 ton/año de estiércol

Sólidos volátiles generados	1,454,096 ton/año de SV
Biogás generado	436,229 m3/año
Potencial de energía eléctrica generable	1.25 kwh electricidad/ m3 de biogás
Energía generable	545,286 Kwh electricidad

Se realizó una búsqueda de los costos aproximados para el diseño e instalación desde cero hasta la generación eléctrica, utilizando datos para México en 2008, se tenía un costo de 191,667 US para un sistema con capacidad para tratar el estiércol producido por 1000 cabezas de ganado (SAGARPA, FIRCO, 2008)

Costos de un biodigestor para 5,000 cerdos ó 1,000 vacas

1.- Ingeniería y diseño	\$1.850 millones
2.- Laguna secundaria	\$0.130 millones
3.- Mantenimiento y Operación	\$0.070 millones
4.- Motogenerador (60 Kw.)	\$0.250 millones + (instalación)
TOTAL	\$2.300 Millones

De acuerdo con un análisis de factibilidad para la generación eléctrica en granjas bovinas, dentro de proyectos de mitigación así como de desarrollo de bajo carbono se tienen los siguientes valores de referencia:

No. de vacas	Toneladas equivalentes de CO2 al año	Kilowatts hora al año	Valor de la electricidad generada	Valor Presente Neto	Valor de los Certificados de Emisiones Excedentes (CER) al año
200	1,778	176,714	\$ 134,126	- 414,066.53	\$ 266,836
300	2,668	265,071	\$ 201,189	550,781.02	\$ 400,255
400	3,557	353,429	\$ 268,252	1,516,176.91	\$ 533,673
500	4,447	441,786	\$ 335,315	2,482,020.85	\$ 667,092
1000	8,894	883,572	\$ 670,631	7,314,651.25	\$1,334,184
1500	13,341	1,325,357	\$ 1,005,946	12,150,169.97	\$2,001,277
2000	17,789	1,767,143	\$ 1,341,262	16,987,537.52	\$2,668,369

Tomado de <http://www.bioenergeticos.gob.mx/index.php/analisis-de-factibilidad.html>
Asumiendo una tasa de cambio de 12 pesos por dólar americano (US) el costo de la electricidad equivalente es de 55,885 US al año por lo que es factible la recuperación de la inversión en un mediano plazo (5 años aproximadamente) en granjas con más de 1000 cabezas de ganado, la inversión total es de 44,846,550 considerando un biogestor por finca, en donde cada biogestor tiene la capacidad de 1000 cabezas y se trata el 60% del total de las cabezas de ganado.

Los responsables para la implementación de esta medida serían la Alcaldía de Montería, GANACOR y la Corporación Autónoma Regional de los Valles del Sinú y del San Jorge (CVS).

FICHAS GENERALES POR MEDIDA

Nombre de la medida	Reciclaje de papel y cartón en la ciudad de Montería				
Sector	Residuos				
Subsector	Disposición de residuos sólidos				
Categoría	Reducción de residuos sólidos				
Proceso o actividad	Utilización de papel y cartón para su reciclaje.				
Descripción	El proceso de reciclaje de papel y cartón (post-consumo) lleva a generar papel reciclado. Se considera que si el 60% del papel y el cartón que actualmente se depositan en el relleno sanitario Loma Grande se separa y procesa para realizar su reciclaje y no se dispone en el relleno sanitario las emisiones de metano a la atmósfera disminuirían. Esto implica la recolección y transporte del residuo, la separación, trituración y empacado.				
Penetración	Inicio de la medida es en año 2015				
Responsable de su implementación y seguimiento	Servigenerales S.A. E.S.P. Secretaría de Infraestructura de Montería (UMATA)				
Potencial de mitigación (tCO ₂ /año)	Emisiones evitadas promedio al año de ton CO ₂ e, 18,239				
Información de Costos	Costos asociados con la medida en dólares a precios de 2005				
		Costos de inversión	Vida útil de la tecnología en años	Tasa de descuento	Costos de operación y mantenimiento
	Línea base			6.37%	2,900,954
	Escenario	73,840	20	6%	153,348
Beneficios netos y Co-Beneficios indirectos	Beneficio netos (CCEi) \$USD/ton CO ₂ e		Beneficios económicos en millones de USD/año		
	-150.28		2.75		
Datos y supuestos considerados	Costos en pesos colombianos				

- **Inversiones.** Teniendo en cuenta las necesidades del proceso técnico y la descripción que se realizó del mismo, y de acuerdo con los requerimientos que este proceso necesita hacer las siguientes inversiones.

Cuadro 15. Inversión en maquinaria y equipo

EQUIPO	CANTIDAD	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL
PC	1	\$ 800.000	\$ 800.000
PESA	2	\$ 30.000	\$ 60.000
CANECAS	20	\$ 20.000	\$ 400.000
TOTAL	23	\$ 850.000	\$ 1.260.000

Fuente: cálculos realizados por el autor

6.1.2. Cálculo de ventas proyectadas: En esta aparte se presentan las variables de precios del mercado y cantidades para poder calcular las ventas proyectadas mensuales.

Cuadro 16. Precio de compra del mercado por kilo.

Material	Precio del mercado
Vidrio	\$ 30
Plástico	\$ 350
Papel	\$ 400
Cartón	\$ 200
Envase plástico	\$ 350
Pasta	\$ 400
Aluminio	\$ 1200
Chatarra	\$350

Fuente: El autor. A partir de cotizaciones realizadas en empresas dedicadas al negocio del reciclaje.

La siguiente es la proyección de cantidades que se pueden recolectar en el negocio.

Cuadro 17. Proyección de cantidades en kilos para el primer año

	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE	TOTAL AÑO 1 Q	TOTAL VTAS X PRODUCTO
vidrio	0	162	162	126	162	90	126	162	162	126	162	0	1440	\$ 43.200
plástico	0	324	324	252	324	180	252	324	324	252	324	0	2880	\$ 1.008.000
papel	0	554	555	436	555	314	434	554	554	434	554	0	4943	\$ 1.977.200
carton	0	235	237	186	237	133	184	235	235	184	235	0	2101	\$ 420.200
envase plástico	0	277	279	217	277	157	217	277	277	217	277	0	2472	\$ 865.200
pasta	0	235	237	186	237	133	184	235	235	184	235	0	2101	\$ 840.400
aluminio	0	217	217	168	217	121	217	217	169	217	197	0	1977	\$ 2.372.400
chatarra	0	239	239	186	237	129	237	237	237	183	237	0	2160	\$ 756.000
														\$ 8.282.600

Fuente: El autor.

6.1.3. Gastos operacionales

Tabla 1. Gastos operacionales

Tipo de gasto	Mensual	Total anual
Papelería	\$100.000	\$ 1.000.000
Capacitación	\$ 50.000	\$ 500.000
Mano de obra especializada	\$ 61.673	\$ 616.730
Mantenimiento general	\$ 50000	\$ 500.000
TOTAL	\$ 261.673	\$ 2.616.730

Fuente: El autor. A partir de proyecciones realizadas en los programas y proyectos que integran el plan de negocios.

Parra Mayano Guillermo, 2012

Referencias bibliográficas

1. ANDI, 2012. Reciclaje de papel y cartón en Colombia. Presentación de la Asociación Nacional de Empresarios de Colombia, 22 de agosto de 2012.
2. Camila, S. Ma., 2001. Proyecto para el montaje de la empresa de reciclaje de papel "Ciclapapel Ltda". Universidad de la Sabana, Facultad de ciencias económicas y administrativas. Chía, Colombia 2001.
3. OMM-PNUMA, 1996. Tecnologías, políticas y medidas para mitigar el cambio climático. Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio climático.
4. Parra Mayano Guillermo, 2012. Estudio para crear una empresa de reciclaje en la industria educativa rural Vanguardia. Universidad EAN, Bogotá. Colombia

Nombre de la medida	Elaboración de composta a partir de los residuos orgánicos															
Sector	Residuos															
Subsector	Disposición de residuos sólidos															
Categoría	Reducción de residuos sólidos															
Proceso o actividad	Utilización de la materia orgánica para composta															
Descripción	A partir de la separación de la materia orgánica de los residuos sólidos urbanos, se propone realizar composta que pueda ser usada como tierra para maceta, o en los jardines.															
Penetración	Inicio de la medida es en año 2015															
Responsable de su implementación y seguimiento	Servigenerales S.A. E.S.P. Secretaría de Infraestructura de Montería (UMATA															
Potencial de mitigación (tCO ₂ /año)	Emisiones evitadas promedio al año de ton CO ₂ e, 36,141.															
Información de Costos	Costos asociados con la medida en dólares a precios de 2008															
		Costos de inversión	Vida útil de la tecnología en años	Tasa de descuento	Costos de operación y mantenimiento											
	Línea base	0	1	6.37%	2,900,954											
	Escenario	10,207,625	20	6%	852,567											
Beneficios netos y Co-Beneficios indirectos	Beneficio netos (CCEi) \$USD/ton CO ₂ e		Beneficios económicos en millones de USD/año													
	-31.31		2.86													
Datos y supuestos considerados	Costos en pesos mexicanos															
	Cuadro 14. Presupuesto de inversión del proyecto															
	<table><tr><th colspan="2">Concepto</th><th>Monto</th></tr><tr><td>A</td><td>Activos Fijos</td><td>\$176,856.65</td></tr><tr><td>B</td><td>Activos Diferidos</td><td>\$14,931.89.</td></tr><tr><td>C</td><td>Total</td><td>\$191,788.54</td></tr></table>					Concepto		Monto	A	Activos Fijos	\$176,856.65	B	Activos Diferidos	\$14,931.89.	C	Total
Concepto		Monto														
A	Activos Fijos	\$176,856.65														
B	Activos Diferidos	\$14,931.89.														
C	Total	\$191,788.54														
	Cuadro 15. Valor de depreciación anual – Valor de salvamento															
	Activo Fijo	Valor Inicial	Periodo de Vida (Años)	Depreciación Anual	Valor de Salvamento											
				Valor	%											
	Camas de concreto	\$118,074.98	20	\$5,903.75	5	0										
	Maquinaria	\$46,898.00	10	\$4,689.80	10	\$9,379.60										
	Herramienta Agrícola	\$5,850.61	3	\$1,950.00	33	\$1,170.12										
	Equipos de seguridad	\$3,163.06	2	\$1,581.53	50	\$632.61										
	Equipo de Laboratorio	\$2,870.00	5	\$574.00	20	\$574.00										

Cuadro 17. Costos fijos y variables

COSTOS FIJOS	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
Obra Civil	2	\$59,037.49	\$118,074.98
Maquinaria	1	\$46,898.00	\$46,898.00
Carretillas	2	\$520.87	\$1,041.74
Pala Redonda	3	\$86.09	\$258.27
Pala de Aluminio	4	\$364.35	\$1,457.40
Pala Cuadrada	4	\$152.17	\$608.68
Rastrillos	3	\$225.22	\$675.66
Azadones	1	\$173.04	\$173.04
Bieldos	2	\$268.70	\$537.40
Escobas Metálicas	2	\$94.78	\$189.56
Cascos	4	\$62.00	\$248.00
Goggles	4	\$100.00	\$400.00
Guantes	5	\$20.26	\$101.30
Mandiles	4	\$62.00	\$248.00
Botas	6	\$133.62	\$801.72
Manguera	1	\$150.00	\$150.00
Mascarillas	2	\$28.02	\$56.04
Respiradores	4	\$180.00	\$720.00
Orejas	4	\$122.00	\$488.00
Machetes	5	\$55.00	\$275.00
Regadera	1	\$126.09	\$126.09
Tapones	4	\$25.00	\$100.00
Termómetros	2	\$1,435.00	\$2,870.00
Zapapicos	1	\$199.13	\$199.13
Cubetas	3	\$35.78	\$107.34
Garrafón	3	\$51.30	\$153.90
Servicios (Agua)	12	\$160.00	\$1,920.00
TOTAL			\$178,776.65

Costos en dólares

Capacidad	96.55 ton/año	191 ton/día
Costos de inversión	14,137	10,207,625
Costos de operación y mantenimiento	1,181	852,567

Capacidad

96.55 ton/año	toneladas de residuos procesados generan 28 ton de composta/año
---------------	---

1. Composta

Cuadro 18. Producción estimada de composta

RENDIMIENTO X CAMA EN 1 CICLO(KG)	CICLOS X AÑO	# DE CAMAS	TOTAL DE PRODUCCIÓN ANUAL (KG)
3,500	2	4	28,000

Cuadro 19. Producción estimada de lixiviado

RIEGOS EN 1 CICLO X CAMA	RIEGO TOTAL EN EL CICLO (AGUA POTABLE)	ESCURRIMIENTO LIXIVIADO EN EL CICLO
6	1,500 Lts.	900 Lts.

Escamilla Gracia, 2010.

Referencias bibliográficas

1. Eva Röben DED/ Ilustre Municipalidad de Loja. 2002. Manual de Compostaje Para Municipios; Loja Ecuador 2002.
2. Escamilla Gracia, 2010, Estudio de factibilidad para la elaboración de composta en la delegación Milpa Alta, Instituto Politécnico Nacional, México.
3. OMM-PNUMA, 1996. Tecnologías, políticas y medidas para mitigar el cambio climático. Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio climático.
4. United States Environmental Protection Agency. 2007. Relleno Sanitario Doña Juana Bogotá, Colombia; junio 2007
5. Universidad de Antioquia, Facultad de Ingeniería, Jaramillo Jorge. Gestión integral de residuos sólidos municipales- GIRSM
6. Uribe L. J.P., Venegas B. A., Cardona G. FA.; 2004. Plan de negocios para la creación de una planta de procesamiento de residuos sólidos urbanos para la producción de compost: viabilidad para tres ubicaciones en la ciudad de Bogotá y sus alrededores. Pontificia Universidad Javeriana. Bogotá D.C. Mayo de 2004.

Nombre de la medida	Cambio de vehículos de diesel (50) a GNC de los buses, busetas y microbuses (SETP)					
Sector	Fuentes Móviles					
Subsector	Transporte on-road					
Categoría	Autobuses					
Proceso o actividad	Cambio de diesel a GNC					
Descripción	El cambio del 50% buses, busetas y microbuses dedicados al transporte público (SETP) de diesel a GNC					
Penetración	Inicio a partir del 2015 el 5% del 50% del total de los buses, busetas y microbuses del sistema SETP esto considera entre 25 y 30 vehículos al año.					
Responsable de su implementación y seguimiento	Montería Amable S.A.S.					
Potencial de mitigación (tCO ₂ /año)	Emisiones evitadas promedio al año de ton CO ₂ e de 9,612.					
Información de Costos	Costos asociados con la medida en dólares a precios de 2008					
		Costos de inversión	Vida útil de la tecnología en años	Tasa de descuento	Costos de operación y mantenimiento	
	Línea base		12	6.37%	2,900,954	
	Escenario	690,600	12	6%	62,354	
Beneficios netos y Co-Beneficios indirectos	Beneficio netos (CCEi) \$USD/ton CO ₂ e		Beneficios económicos en millones de USD/año			
	-47.57		0.54			
Datos y supuestos considerados	PRECIOS DEL ACPM (PESOS CORRIENTES POR GALON)					
	\$/gal					
	1999-Enero	2012-Agosto	2012-Septiembre	2012-Octubre	2012-Noviembre	
	M.PRECIO MAXIMO DE VENTA AL PUBLICO	7.641,53	7.741,53	7.813,49	7925.02	
	Precios de Gas Natural Vehicular - Principales Ciudades					
	2012					
		Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre
		\$/gal	\$/gal	\$/gal	\$/gal	\$/gal
BARRANQUILLA						
Máximo	1.54	1.67	1.599	1.699	1.699	
Mínimo	1.54	1.55	1.4	1.39	1.622	
Promedio	1.54	1.598,73	1.590,7	1.686,12	1.696,27	

	<u>BOGOTÁ, D.C.</u>						
	Máximo	1.489	1.479	1.499	1.489	1.499	
	Mínimo	1.189	1.19	1.189	1.185	1.199	
	Promedio	1.311,81	1.277,5	1.363,72	1.320,78	1.314,22	
	<u>BUCARAMANGA</u>						
	Máximo	1.45	1.63	1.63	1.63	1.63	
	Mínimo	1.448	1.498	1.499	1.499	1.499	
	Promedio	1.449,6	1.583,5	1.598,81	1.600,23	1.604,77	
	<u>CALI</u>						
	Máximo	1.615	1.75	1.499	1.387	1.479	
	Mínimo	1.579	1.499	1.189	1.269	1.209	
	Promedio	1.612,23	1.621,75	1.366,19	1.349,4	1.321	
	<u>CARTAGENA</u>						
	Máximo	1.57	1.67	1.355	1.67	1.4	
	Mínimo	1.56	1.269	1.189	1.269	1.209	
	Promedio	1.568,18	1.361,27	1.302,8	1.361,27	1.334,21	
	Costo del autobús estándar a GNC		\$24,000/bus				
	Eficiencia		2.3 km/l				
	vida útil		12 años				
Referencias bibliográficas	1. Serie de tiempo histórica de PETROLEO - PRECIOS - Precios Históricos de los Combustibles Bogotá (DEF) relacionada con PRECIOS DE LA GASOLINA CORRIENTE MOTOR (PESOS CORRIENTES POR GALON) contiene información desde 01/01/1999 hasta 01/10/2012 http://www.upme.gov.co/generadorconsultas/Consulta_Series.aspx?idModulo=3&tipoSerie=68&grupo=270&fechainicial=01/01/1999&fechafinal=01/10/2012						
	2. serie de tiempo histórica de Precios de Gas Natural Vehicular - Principales Ciudades contiene información desde 01/01/2004 hasta 01/10/2012 http://www.upme.gov.co/generadorconsultas/Consulta_Series.aspx?idModulo=3&tipoSerie=204&fechainicial=01/01/2004&fechafinal=01/10/2012						
	3. Claude Davis & Associates, Greenhouse Gas Mitigation Assessment For Dominica, Final Report, October 2010						
	4. Banco mundial. México: estudio sobre la disminución de emisiones de carbono (MEDEC). 2010						

Nombre de la medida	Transporte no motorizado (ciclovías o ciclo rutas)									
Sector	Fuentes Móviles									
Subsector	Transporte on road									
Categoría	Transporte no motorizado									
Proceso o actividad	6% de los viajes realizados en transporte motorizado (auto particular, taxis y motocicletas), se realizan en transporte no motorizado (bicicletas) sobre ciclo rutas o ciclo rutas.									
Descripción	Se implementara la construcción de ciclo vías o ciclo rutas en todo el municipio de montería, así como puntos de conexión con el sistema STEP									
Penetración	Inicio a partir del 2015									
Responsable de su implementación y seguimiento	Secretaría de Infraestructura Secretaría de Tránsito y Transporte									
Potencial de mitigación (tCO ₂ /año)	Emisiones evitadas promedio al año de ton CO ₂ e de 46,025.									
Información de Costos	Costos asociados con la medida en dólares a precios de 2008									
		Costos de inversión	Vida útil de la tecnología en años	Tasa de descuento	Costos de operación y mantenimiento					
	Línea base	2,035,457	0	1	6%					
	Escenario	5,947,442	60	6%	257,413					
Beneficios netos y Co- Beneficios indirectos	Beneficio netos (CCEi) \$USD/ton CO ₂ e		Beneficios económicos en millones de USD/año							
	-30.19		1.78							
Datos y supuestos considerados	PRECIOS DE LA GASOLINA CORRIENTE MOTOR (PESOS CORRIENTES POR GALON)									
	\$/gal									
	1999-Enero	2012- Marzo	2012- Abril	2012- Mayo	2012- Junio	2012- Julio	2012- Agosto	2012- Septiembre	2012-Octubre	2012- Noviembre
	M.PRECIO MAXIMO DE VENTA AL PUBLICO	7.643,57	7.743,58	7.872,3	7.834,8	7.679,57	7.540,19	7.539,5	7.666,11	7.742,01
	N.SOBRETASA	1.168,12	1.168,12	1.168,12	1.168,12	1.168,12	1.168,12	1.168,12	1.168,12	1.168,12
O.PRECIO MAXIMO DE VENTA AL PÚBLICO INCLUIDA LA SOBRETASA.	8.811,69	8.911,7	9.040,41	9.002,92	8.847,69	8.708,31	8.707,61	8.834,23	8.910,13	
Referencias bibliográficas	1. La serie de tiempo histórica de PETROLEO - PRECIOS - Precios Históricos de los Combustibles Bogotá (DEF) relacionada con PRECIOS DE LA GASOLINA CORRIENTE MOTOR (PESOS CORRIENTES POR GALON) contiene información desde 01/01/1999 hasta 01/10/2012 http://www.upme.gov.co/generadorconsultas/Consulta_Series.aspx?idModulo=3&tipoSerie=68&grupo=270&fechainicial=01/01/1999&fechafinal=01/10/2012									
	2. Claude Davis & Associates, Greenhouse Gas Mitigation Assessment For Dominica, Final Report,									

	October 2010
	3. Banco mundial, México: estudio sobre la disminución de emisiones de carbono (MEDEC), 2010

Nombre de la medida	Fermentación entérica: Siembra de alfalfa en los potreros en los que pasta el ganado																											
Sector	AFOLU																											
Subsector	Ganadería																											
Categoría	Ganado vacuno																											
Proceso o actividad	Cambio de alimentación																											
Descripción	Incorporar en la dieta de los animales el consumo de alfalfa como mejorador de la digestión; mediante la siembra de alfalfa de secano para pastoreo rotativo. Dicha siembra se considera como adicional a los pastos que actualmente se utilizan no como reemplazo de ellos.																											
Penetración	Inicio a partir del 2015, se desea intervenir 101,392 animales																											
Responsable de su implementación y seguimiento	Alcaldía de Montería GANACOR Corporación Autónoma Regional de los Valles del Sinú y del San Jorge (CVS)																											
Potencial de mitigación (tCO ₂ /año)	Emisiones evitadas promedio al año de ton CO ₂ e de 54,232.																											
Información de Costos	Costos asociados con la medida en dólares a precios de 2008 <table><tr><td></td><td>Costos de inversión</td><td>Vida útil de la tecnología en años</td><td>Tasa de descuento</td><td>Costos de operación y mantenimiento</td></tr><tr><td>Línea base</td><td></td><td></td><td>6.37%</td><td></td></tr><tr><td>Escenario</td><td>199,880</td><td>7</td><td>6.37%</td><td>35,786</td></tr></table>					Costos de inversión	Vida útil de la tecnología en años	Tasa de descuento	Costos de operación y mantenimiento	Línea base			6.37%		Escenario	199,880	7	6.37%	35,786									
	Costos de inversión	Vida útil de la tecnología en años	Tasa de descuento	Costos de operación y mantenimiento																								
Línea base			6.37%																									
Escenario	199,880	7	6.37%	35,786																								
Beneficios netos y Co- Beneficios indirectos		Beneficio netos (CCEi) \$USD/ton CO ₂ e	Beneficios económicos en millones de USD/año																									
		1.33																										
Datos y supuestos considerados	De acuerdo con la universidad de La Frontera en Chile, los costos se dividen en iniciales y de mantenimiento. ⁸ Costos iniciales o de establecimiento de la pradera (Valor Dólar Americano: US\$ 1 = \$ 510 pesos chilenos) <table><tr><td>Ítem</td><td>\$/U</td><td>U/ha</td><td>Total \$</td></tr><tr><td>Labores</td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>Jympa (Subsolador)</td><td>15</td><td>1</td><td>15</td></tr><tr><td>Smaragd (Incorporador de rastrojo)</td><td>9</td><td>1</td><td>9</td></tr><tr><td>Rastra</td><td>8</td><td>2</td><td>16</td></tr><tr><td>Vibrocultivador</td><td>5</td><td>1</td><td>5</td></tr></table>				Ítem	\$/U	U/ha	Total \$	Labores				Jympa (Subsolador)	15	1	15	Smaragd (Incorporador de rastrojo)	9	1	9	Rastra	8	2	16	Vibrocultivador	5	1	5
Ítem	\$/U	U/ha	Total \$																									
Labores																												
Jympa (Subsolador)	15	1	15																									
Smaragd (Incorporador de rastrojo)	9	1	9																									
Rastra	8	2	16																									
Vibrocultivador	5	1	5																									

⁸ Los datos económicos fueron tomados del portal de la universidad de La frontera en Chile <http://praderasypasturas.com/new/index.php/costos-de-produccion>

Rodón	4	2	8
Siembra	25	1	25
Fertilización	3.5	5	17.5
Fumigación	3.5	4	14
Fertilizante			
Dolomita 15	58	3	174
Superfosfato triple	320	500	160
Sulpomag	280	400	112
Boronatrocaltita	280	30	8.4
BoronMax	3.3	4	13.2
Multichem	2.2	2	4.4
Análisis de suelos	22	0,10	2.2
Semilla			
Alfalfa*	6.2	25	155
Agroquímicos			
Pivot	36	1,000	36
Venceweed	18	1,00	18
Heat	27	0,03	810
Panzer Gold	2.6	4,00	10.4
LI 700	4	0,10	400
Total (\$)			804.31

(*) Incluye Inoculante y Fungicida

Resumen para el año de establecimiento más IVA

Ítem	\$/Ha	US\$/Ha
Insumos	694.81	1.36
Labores	109.5	0.21
Total	804.31	1.58

A partir del segundo año y durante el tiempo de vida promedio que oscila entre 4 y 10 años.

Costo de Mantención Anual

Ítem	\$/U	U/Ha	Total \$
Labores			
Fertilización	3.5	5	17.5
Fumigación	3.5	4	14
Fertilizante			
Sulpomag	280	600	168
BoronMax	3.3	4	13.2
Multichem	2.2	2	4.4
Dolomita	58	300	17.4
Agroquímicos			
Paraquat	9.8	2,00	19.6
Karate o Zero	16	0,15	2.4
Total (\$)			256.5

Resumen anual por mantenimiento por Ha más IVA

Ítem	\$/Ha	US\$/Ha
------	-------	---------

	Insumos	256.5	0.50
	Labores	31.5	0.06
	Total	288	0.56
	Realizando la proyección al 2030 bajo los supuestos realizados partiendo de un año de establecimiento del 2015 y hasta el 2030, si suponemos una vida promedio de la pradera de alfalfa seco de 7 años se realizarían dos inversiones iniciales y 13 inversiones de mantenimiento		
	Del 2015 al 2030 la inversión desglosada sería		
			costo/Ha anual
	años de establecimiento	2	1.58
	años de manutención	13	0.56
			665,091
	Costo por Gg mitigado en el periodo total	19,112	US
Referencias bibliográficas	Emisiones totales mitigadas	34.8	Gg CH4
		730.8	Gg CO2e
	1. Los datos económicos fueron tomados del portal de la universidad de La frontera en Chile http://praderasypasturas.com/new/index.php/costos-de-produccion		
	2. http://www.bioenergeticos.gob.mx/index.php/analisis-de-factibilidad.html .		

Nombre de la medida	Manejo de estiércol y otros residuos. Aprovechamiento energético del manejo de estiércol vacuno.																		
Sector	AFOLU																		
Subsector	Ganadería																		
Categoría	Ganado vacuno																		
Proceso o actividad	Manejo del estiércol																		
Descripción	La medida de mitigación propuesta “Disminuir anualmente la emisión de CH ₄ por el manejo de estiércol mediante el uso de biodigestores para el aprovechamiento del biogás para generación de energía eléctrica en áreas habitacionales rurales, un biogestor por fina con 1000 cabezas. La medida esta plateada para fincas medias a grandes, con financiamiento público y privado.																		
Penetración	Inicio a partir del 2015																		
Responsable de su implementación y seguimiento	Alcaldía de Montería GANACOR Corporación Autónoma Regional de los Valles del Sinú y del San Jorge (CVS)																		
Potencial de mitigación (tCO ₂ /año)	Emisiones evitadas promedio al año de ton CO ₂ e de 5,995.																		
Información de Costos	Costos asociados con la medida en dólares a precios de 2008 <table><tr><td></td><td>Costos de inversión</td><td>Vida útil de la tecnología en años</td><td>Tasa de descuento</td><td>Costos de operación y mantenimiento</td></tr><tr><td>Línea base</td><td></td><td>15</td><td>6.37%</td><td>8,142,260</td></tr><tr><td>Escenario</td><td>43,481,655</td><td>15</td><td>6.37%</td><td>1,364,895</td></tr></table>					Costos de inversión	Vida útil de la tecnología en años	Tasa de descuento	Costos de operación y mantenimiento	Línea base		15	6.37%	8,142,260	Escenario	43,481,655	15	6.37%	1,364,895
	Costos de inversión	Vida útil de la tecnología en años	Tasa de descuento	Costos de operación y mantenimiento															
Línea base		15	6.37%	8,142,260															
Escenario	43,481,655	15	6.37%	1,364,895															
Beneficios netos y Co- Beneficios indirectos		Beneficio netos (CCEi) \$USD/ton CO ₂ e	Beneficios económicos en millones de USD/año																
		200	0.41																
Datos y supuestos considerados	Se realizó una búsqueda de los costos aproximados para el diseño e instalación desde cero hasta la generación eléctrica, utilizando datos para México en 2008, se tenía un costo de 191,667 US par un sistema con capacidad para tratar el estiércol producido por 1000 cabezas de ganado (SAGARPA, FIRCO, 2008) <div><p>Costos de un biodigestor para 5,000 cerdos ó 1,000 vacas</p><table><tr><td>1.- Ingeniería y diseño</td><td>\$1.850 millones</td></tr><tr><td>2.- Laguna secundaria</td><td>\$0.130 millones</td></tr><tr><td>3.- Mantenimiento y Operación</td><td>\$0.070 millones</td></tr><tr><td>4.- Motogenerador (60 Kw.)</td><td>\$0.250 millones + (instalación)</td></tr><tr><td>TOTAL</td><td>\$2.300 Millones</td></tr></table></div>				1.- Ingeniería y diseño	\$1.850 millones	2.- Laguna secundaria	\$0.130 millones	3.- Mantenimiento y Operación	\$0.070 millones	4.- Motogenerador (60 Kw.)	\$0.250 millones + (instalación)	TOTAL	\$2.300 Millones					
1.- Ingeniería y diseño	\$1.850 millones																		
2.- Laguna secundaria	\$0.130 millones																		
3.- Mantenimiento y Operación	\$0.070 millones																		
4.- Motogenerador (60 Kw.)	\$0.250 millones + (instalación)																		
TOTAL	\$2.300 Millones																		

	De acuerdo con un análisis de factibilidad para la generación eléctrica en granjas bovinas, dentro de proyectos de mitigación así como de desarrollo de bajo carbono se tienen los siguientes valores de referencia:																																																			
	<table border="1"> <thead> <tr> <th>No. de vacas</th><th>Toneladas equivalentes de CO2 al año</th><th>Kilowatts hora al año</th><th>Valor de la electricidad generada</th><th>Valor Presente Neto</th><th>Valor de los Certificados de Emisiones Excedentes (CER) al año</th></tr> </thead> <tbody> <tr> <td>200</td><td>1,778</td><td>176,714</td><td>\$ 134,126</td><td>- 414,066.53</td><td>\$ 266,836</td></tr> <tr> <td>300</td><td>2,668</td><td>265,071</td><td>\$ 201,189</td><td>550,781.02</td><td>\$ 400,255</td></tr> <tr> <td>400</td><td>3,557</td><td>353,429</td><td>\$ 268,252</td><td>1,516,176.91</td><td>\$ 533,673</td></tr> <tr> <td>500</td><td>4,447</td><td>441,786</td><td>\$ 335,315</td><td>2,482,020.85</td><td>\$ 667,092</td></tr> <tr> <td>1000</td><td>8,894</td><td>883,572</td><td>\$ 670,631</td><td>7,314,651.25</td><td>\$1,334,184</td></tr> <tr> <td>1500</td><td>13,341</td><td>1,325,357</td><td>\$ 1,005,946</td><td>12,150,169.97</td><td>\$2,001,277</td></tr> <tr> <td>2000</td><td>17,789</td><td>1,767,143</td><td>\$ 1,341,262</td><td>16,987,537.52</td><td>\$2,668,369</td></tr> </tbody> </table>					No. de vacas	Toneladas equivalentes de CO2 al año	Kilowatts hora al año	Valor de la electricidad generada	Valor Presente Neto	Valor de los Certificados de Emisiones Excedentes (CER) al año	200	1,778	176,714	\$ 134,126	- 414,066.53	\$ 266,836	300	2,668	265,071	\$ 201,189	550,781.02	\$ 400,255	400	3,557	353,429	\$ 268,252	1,516,176.91	\$ 533,673	500	4,447	441,786	\$ 335,315	2,482,020.85	\$ 667,092	1000	8,894	883,572	\$ 670,631	7,314,651.25	\$1,334,184	1500	13,341	1,325,357	\$ 1,005,946	12,150,169.97	\$2,001,277	2000	17,789	1,767,143	\$ 1,341,262	16,987,537.52
No. de vacas	Toneladas equivalentes de CO2 al año	Kilowatts hora al año	Valor de la electricidad generada	Valor Presente Neto	Valor de los Certificados de Emisiones Excedentes (CER) al año																																															
200	1,778	176,714	\$ 134,126	- 414,066.53	\$ 266,836																																															
300	2,668	265,071	\$ 201,189	550,781.02	\$ 400,255																																															
400	3,557	353,429	\$ 268,252	1,516,176.91	\$ 533,673																																															
500	4,447	441,786	\$ 335,315	2,482,020.85	\$ 667,092																																															
1000	8,894	883,572	\$ 670,631	7,314,651.25	\$1,334,184																																															
1500	13,341	1,325,357	\$ 1,005,946	12,150,169.97	\$2,001,277																																															
2000	17,789	1,767,143	\$ 1,341,262	16,987,537.52	\$2,668,369																																															
Tomado de http://www.bioenergeticos.gob.mx/index.php/analisis-de-factibilidad.html																																																				
545,286 Kwh electricidad																																																				
Referencias bibliográficas	<ol style="list-style-type: none"> 1. Los datos económicos fueron tomados del portal de la universidad de La frontera en Chile http://praderasypasturas.com/new/index.php/costos-de-produccion 2. http://www.bioenergeticos.gob.mx/index.php/analisis-de-factibilidad.html de Mitigación 3. Informe final, opciones, Secretaría de Desarrollo Sustentable y Política Ambiental, Ministerio de Desarrollo Social y Medio Ambiente. Argentina 2010 																																																			



Estudios de Desarrollo Urbano y Vulnerabilidad Ambiental

Módulo 3 | Inventario de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero

Montería | Córdoba, Colombia

Plataforma de Ciudades Sostenibles y Competitivas

2014 GeoAdaptive, LLC

