



Hoja de Ruta para la Mitigación de Metano en Costa Rica



LaRutadelClima



Escrito por: Escrito por: Irene Rodríguez Arce, Lucía Rodríguez Delgado, Andrés Romero Méndez, Yoselyn Seas Jiménez, Jessica Roccard, Susana Solorzano Jiménez, Luis F. Victor Gallardo, Ignacio Alfaro Corrales, Adriana Vázquez Rodríguez Jairo Quirós-Tortós. 2023

Escrito por Climate Lead Group,
cédula jurídica 3-101-843792.
Póngase en contacto a través de:
Dirección: Goicoechea, San José, Costa Rica
Teléfono o WhatsApp: +(506) 8581-1786
Correo electrónico: admin@clg-cr.com
Página web: <https://climateleadgroup.com/>

Tabla de Contenido

Acrónimos	5
Resumen.....	6
Abstract.....	7
1. Introducción	8
1.1. Coalición del Aire y Clima y la República de Costa Rica	8
1.2. Emisiones de metano en Costa Rica	10
1.3. Estructura del reporte	12
2. Ruta de implementación de las estrategias de mitigación de metano.....	13
2.1. Metodología para la elaboración de la ruta de implementación	13
2.2. Estrategias de mitigación de Metano	14
3. Estrategia de mitigación del sector de agricultura y ganadería.....	15
3.1. Ruta de implementación.....	16
4. Estrategia de mitigación del sector de residuos	18
4.1. Ruta de implementación.....	18
5. Conclusión	21
6. Referencias.....	22
7. Anexos.....	23
Anexo 1. Línea base del INGEI del sector de agricultura y ganadería y su tendencia de cambio para el 2050.	23
Anexo 1. Línea base del INGEI del sector de residuos y su tendencia de cambio para el 2050.	23

Tabla de Figuras

Figura 1. Emisiones porcentuales de metano del sector de agricultura y ganadería.	12
Figura 2. Emisiones porcentuales de metano del sector de residuos.	12
Figura 3. Diagrama de relaciones entre insumos y componentes de la ruta de implementación para la estrategia de mitigación de metano de los sectores abordados.....	14

Tabla de Cuadros

Cuadro 1. Emisiones de metano en Costa Rica y planes relacionados con su mitigación.	10
Cuadro 2. Estrategias de mitigación del Metano y sus objetivos por sectores.....	15
Cuadro 3. Estrategia de mitigación del sector de agricultura y ganadería para el año 2050.	15
Cuadro 4. Ruta de implementación de la estrategia de mitigación del sector de agricultura y ganadería.....	17

Cuadro 5. Estrategia de mitigación del sector de residuos para el año 2050. 18
Cuadro 6. Ruta de implementación de la estrategia de mitigación del sector de residuos. 19

Acrónimos

AIE	Agencia Internacional de Energía
ASADA	Asociaciones Administradoras de Sistemas de Acueductos y Alcantarillados Comunales
AyA	Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados
ARESEP	Autoridad Reguladora de los Servicios Públicos
BAU	Escenario tendencial, del inglés <i>business-as-usual</i>
BID	Banco Interamericano de Desarrollo
ENEC	Estrategia Nacional de Economía Circular
CAPEX	Costos de capital
CCVC	Contaminante Climático de Vida Corta
CNE	Comisión Nacional de Energía
CO ₂	Dióxido de carbono
CO _{2e}	Dióxido de carbono equivalente
DAMI	Desempeño, acciones, modelos e incertidumbres
Gg	Giga gramos
INGEI	Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero
INTA	Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria
ICE	Instituto Costarricense de Electricidad
kt	Kilotoneladas
MAG	Ministerio de Agricultura y Ganadería
MINAE	Ministerio de Ambiente y Energía

Resumen

La mitigación de los Contaminantes Climáticos de Vida Corta (CCVCs), que incluyen el metano, el carbono negro, y los hidrofluorocarbonos, tienen un gran potencial para limitar la contaminación del aire y para cumplir hitos de reducción de emisiones en el año 2030.

Costa Rica es uno de los países con instrumentos de política casi suficientes para alinearse al Acuerdo de París (Climate Action Tracker, 2023) y lograr reducir sus emisiones de gases de efecto invernadero (GEI). Bajo este contexto, una hoja de ruta para los CCVC debe incorporar las iniciativas, metas y acciones de los instrumentos de política pública de los que dispone el país, tanto a nivel nacional como sectorial.

Este reporte corresponde al quinto producto del proyecto que tiene como objetivo de construir una hoja de ruta de mitigación de los CCVC, centrada en el metano, con un enfoque de compatibilidad con el desarrollo. Este reporte destaca los resultados de las rutas de implementación de las estrategias de mitigación sectoriales, una iniciativa destinada a identificar y ejecutar estrategias eficaces para reducir las emisiones de metano. Además, se analiza cómo estas acciones de mitigación pueden contribuir al desarrollo humano y al dinamismo económico de Costa Rica.

Este reporte demuestra que la efectividad de la estrategia de mitigación de Costa Rica depende de su enfoque en subsectores específicos que son los mayores contribuyentes a las emisiones de metano. La planificación detallada y el enfoque en áreas de alto impacto son esenciales para lograr una reducción significativa de las emisiones de metano a nivel nacional. Este enfoque permite no solo un impacto ambiental positivo sino también orienta hacia un desarrollo sostenible y responsable, alineándose con los objetivos globales de mitigación del cambio climático.

La ruta de implementación, que integra el monitoreo, reporte y verificación (MRV), es esencial para establecer un marco estructurado y basado en evidencia. Su finalidad es planificar y ejecutar acciones de mitigación de manera eficiente, adaptándose a las necesidades y objetivos específicos del país. Uno de los principales logros de esta ruta es la identificación de sectores clave en la generación de emisiones de metano, como la agricultura y ganadería, y el sector de residuos. En el primero, se destacan la fermentación entérica y la gestión de estiércol, mientras que, en el segundo, la disposición de residuos sólidos, el tratamiento biológico de residuos sólidos y el tratamiento y eliminación de aguas residuales.

Abstract

The mitigation of Short-Lived Climate Pollutants (SLCPs), which include methane, black carbon, and hydrofluorocarbons, has great potential to limit air pollution and to meet emission reduction milestones by 2030.

Costa Rica is one of the countries with almost sufficient policy instruments to align with the Paris Agreement (Climate Action Tracker, 2023) and to achieve a reduction in its greenhouse gas (GHG) emissions. In this context, a roadmap for SLCPs should incorporate the initiatives, goals, and actions of the public policy instruments available to the country, both at the national and sectoral levels.

This report corresponds to the fifth product of the project aimed at building a mitigation roadmap for SLCPs, focused on methane, with a development-compatible approach. This report highlights the results of the implementation paths of the sectoral mitigation strategies, an initiative aimed at identifying and executing effective strategies to reduce methane emissions. Moreover, it analyzes how these mitigation actions can contribute to human development and the economic dynamism of Costa Rica.

This report demonstrates that the effectiveness of Costa Rica's mitigation strategy depends on its focus on specific subsectors that are the major contributors to methane emissions. Detailed planning and focus on high-impact areas are essential to achieve a significant reduction in national methane emissions. This approach allows not only for a positive environmental impact but also guides towards sustainable and responsible development, aligning with global climate change mitigation goals.

The implementation path, which integrates monitoring, reporting, and verification (MRV), is essential for establishing a structured and evidence-based framework. Its purpose is to plan and execute mitigation actions efficiently, adapting to the country's specific needs and objectives. One of the main achievements of this path is the identification of key sectors in methane emission generation, such as agriculture and livestock, and the waste sector. In the former, enteric fermentation and manure management are highlighted, while in the latter, solid waste disposal, biological treatment of solid waste and wastewater treatment and disposal are emphasized.

1. Introducción

1.1. Coalición del Aire y Clima y la República de Costa Rica

Los contaminantes climáticos de vida corta (CCVC) son agentes atmosféricos que contribuyen al cambio climático y degradan la calidad del aire, afectando a la vida y a los derechos humanos, especialmente a las poblaciones más vulnerables. Estos contaminantes afectan la calidad del aire, lo que conlleva un mayor riesgo de enfermedades respiratorias y cardíacas, y aumenta el efecto invernadero. La importancia de emprender acciones de mitigación de los CCVCs también radica en el hecho de que pronto representarán la mitad de los gases de efecto invernadero (GEI) emitidos por las actividades antropogénicas además de contribuir muertes prematuras y enfermedades respiratorias, así como poner en riesgo la seguridad alimentaria debido a su impacto en el rendimiento de la producción agrícola (CCAC, 2019).

Entre los CCVCs, el metano tiene una vida útil estimada de 12 años en la atmósfera. Existen seis fuentes principales de metano atmosférico: la emisión por descomposición anaeróbica en (1) humedales naturales; (2) arrozales; (3) la emisión de los sistemas de producción ganadera (incluyendo la fermentación entérica y los residuos animales); (4) la quema de biomasa (incluyendo los incendios forestales, la combustión de carbón y la quema de leña); (5) la descomposición anaeróbica de los residuos orgánicos en los vertederos; y (6) la emisión de metano fósil durante la exploración y el transporte de combustibles fósiles (Heilig, 1994). Los sistemas de aguas residuales domésticas e industriales también pueden ser grandes fuentes de emisiones de metano en muchos países, dependiendo del sistema de gestión de las aguas residuales. Sus emisiones contribuyen de manera significativa al cambio climático debido a su abundancia y alto impacto (CCAC, 2019).

En este contexto, con la creación de la Coalición para el Aire y el Clima Limpios en febrero de 2012, se han intensificado los esfuerzos internacionales para reducir las emisiones de metano mediante estrategias como la sensibilización sobre sus efectos, el desarrollo de conocimientos científicos y el fortalecimiento y desarrollo de medidas nacionales y regionales para hacerles frente. La Coalición presta apoyo a los países parte, para crear políticas y prácticas que permitan reducir sustancialmente las emisiones de CCVC, incluyendo el metano, trabajando en cooperación con los principales emisores de este contaminante y otros interesados de todo el mundo, para alentar, posibilitar y catalizar la adopción de medidas para reducir las emisiones (CCAC, 2019).

La CCAC propone el apoyo a las medidas nacionales de los países que brinden la oportunidad de actuar de manera rápida a la reducción de emisiones de metano, lo cual tiene un efecto directo en limitar el calentamiento atmosférico en un 1.5 °C (CCAC, 2019). Además, reducir sus emisiones en un 45% puede prevenir 255,000 muertes prematuras por enfermedades cardiorrespiratorias, y 775,000 consultas médicas relacionadas al asma (CCAC, 2019). La mitigación de esos contaminantes repercute directa o indirectamente en los 17 Objetivos de Desarrollo Sostenible, desde la reducción de las muertes prematuras hasta la prevención de la pérdida de 52 millones de toneladas de cuatro cultivos básicos, la regulación del ciclo hidrológico

y la mejora de la disponibilidad de agua, y también ayuda a garantizar el acceso universal a una energía asequible, fiable y moderna, entre muchos otros (CCAC, 2019).

En el año 2021, durante la COP26, se invitó a los países a participar en el Compromiso Mundial sobre el Metano. Reducir las emisiones de metano, principalmente procedentes de la energía, la agricultura y los residuos puede aportar beneficios a corto plazo y se considera la estrategia más eficaz para mantener y limitar el calentamiento a 1,5°C, al tiempo que se obtienen co-beneficios como la mejora de la salud pública y la productividad agrícola por la contribución de dichos contaminantes a la contaminación del aire y la degradación de los suelos (U.S Department of State, 2022).

Con la adhesión al Compromiso Mundial sobre el Metano, los países se comprometen a emprender acciones voluntarias para contribuir a un esfuerzo colectivo de reducción de las emisiones mundiales de metano de al menos un 30% respecto a los niveles de 2020 para 2030, lo que podría eliminar más de 0,2°C de calentamiento para el 2050. Esto se traduce en un esfuerzo a nivel global, por medio de la intervención a nivel nacional (CCAC, 2019). Gracias a los esfuerzos de los países y diferentes socios, entre los avances registrados al año 2022, el 95% de las NDC incluyen ahora el metano o lo incluirán en su próxima revisión. Además, más de 70 países que respaldan el Compromiso Mundial sobre el Metano (GMP, por sus siglas en inglés) incluyen medidas específicas de reducción del metano en sus NDC.

La Coalición Clima y Aire Limpio (CCAC), como uno de los socios principales del GMP y de la reducción de los contaminantes de vida corta (dentro de los que se encuentra el metano), ha puesto en marcha un Programa de Acción de la Hoja de Ruta del Metano, destinando recursos para la planificación nacional necesarias para incluir este gas en las políticas nacionales, identificar las necesidades de mitigación específicas de cada sector a nivel nacional, y el fortalecimiento institucional para la mitigación de los contaminantes climáticos de vida corta (U.S Department of State, 2022; CCAC, 2019).

Por otra parte, la CCAC, a través del Programa de la Hoja de Ruta de Metano, ha hecho el llamado a los países con el objetivo de dar soporte en el desarrollo e implementación de las acciones del plan, de modo que los países puedan incluir la contribución de las emisiones de metano dentro de sus inventarios y la vez, desarrollar marcos de acción para la mitigación.

Por su lado, Costa Rica se unió a la Coalición en 2017 respaldando la Estrategia 2030 de la CCAC y comprometiéndose a reducir los contaminantes climáticos de vida corta (CCVC). Esto con la promoción de tecnologías y normas alternativas a los HFC, la reducción del carbono negro de los vehículos y motores diésel pesados, y la mitigación de los contaminantes climáticos de vida corta procedentes del sector de los residuos sólidos. El país se ha comprometido a compartir su experiencia en la lucha contra la contaminación del aire y el cambio climático, además de colaborar con los miembros de la Coalición en la mitigación de los CCVC (CCAC, 2019) en esta importante alianza.

En Costa Rica se han puesto en práctica medidas como la mejora de las normas nacionales de calidad del aire, el uso de tecnologías eficientes, la promoción de alternativas a los HFC y la reducción de emisiones de los motores y diésel, siendo el sector del transporte el principal foco nacional de emisión de carbono negro.

Desde 2011, Costa Rica se comprometió a una transformación a largo plazo hacia la neutralidad climática mostrando sus compromisos para mitigar los contaminantes climáticos de vida corta durante décadas, más recientemente, en el Plan Nacional de Descarbonización. El Plan Nacional de Descarbonización 2018-2050 es una hoja de ruta multisectorial sobre cómo alcanzar el objetivo de Costa Rica de cero emisiones netas a mediados de siglo. El plan incluye objetivos a corto, mediano y largo plazo. Busca un modelo de transporte más limpio y sostenible, apostando por transporte público y utilizando combustibles renovables; así mismo, se propone electrificar el sector energético, y la transición a operaciones de bajas emisiones en los sectores de los residuos y la agricultura.

El presente proyecto, titulado “Desarrollo de la hoja de ruta nacional de metano y hoja de ruta de CCVC centrada en el carbono negro en Costa Rica”, constituye un proyecto del país en alianza con la CCAC, y se centra en los CCVC, particularmente en el metano como objeto de estudio en específico. Este producto corresponde al entregable “2.4.1 Elaboración de un borrador de hoja de ruta para el metano, utilizando el análisis de SLCP previamente desarrollado”, y se acompaña del reporte *Análisis Técnico de la Mitigación de Contaminantes Climáticos de Vida Corta en Costa Rica: Insumos para elaboración de la hoja de ruta de contaminantes climáticos de vida corta en Costa Rica*.

1.2. Emisiones de metano en Costa Rica

En el 2017, Costa Rica registró un total de 14,477.6 Gg de dióxido de carbono equivalente. Del total de emisiones, el 29 % corresponde a metano (CH₄). Los sectores que mayormente contribuyen a la generación de metano son el sector de agricultura y ganadería (con 50.4%) y el sector de residuos (con 47.6%), mientras que el sector de energía tiene una pequeña contribución (Gobierno de Costa Rica, 2021a). El **Cuadro 1** muestra los datos de las emisiones de metano por sector según el INGEI 2021, con datos que corresponden al 2017 (Gobierno de Costa Rica, 2021b).

Cuadro 1. Emisiones de metano en Costa Rica y planes relacionados con su mitigación.

Sector	Emisión CH ₄ (Gg)	Políticas asociadas
Energía	3.841	Contribución Nacionalmente Determinada
<i>Actividades de quema de combustible</i>	3.841	Plan Nacional de Descarbonización 2018-2050
Industrias de energía	0.044	Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático 2022-2026
Industrias manufactureras y de construcción	0.5848	Plan de Expansión de la Generación 2022-2040
Transporte	1.5824	

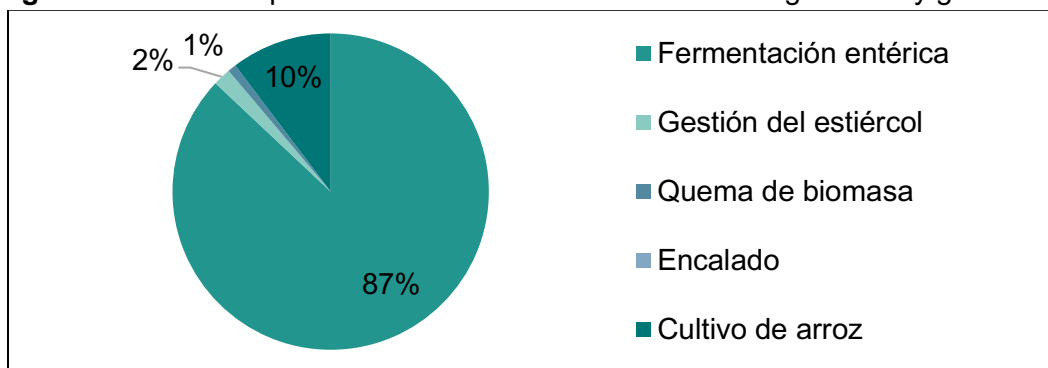
Automóviles	1.105	Plan Nacional de Energía 2015-2030
Camiones para servicio ligero	0.232	Plan Nacional de Transporte 2011-2035
Camiones para servicio pesado y autobuses	0.078	Plan Nacional de Transporte Eléctrico 2018-2030
Motocicletas	0.124	Plan Logística de Cargas 2014-2034
Otros	0.043	Estrategia Nacional de Hidrógeno Verde de Costa Rica
Otros sectores	1.6295	Plan Nacional de Desarrollo en Inversión Pública 2023-2026 Estrategia Nacional de Redes Eléctricas Inteligentes
Agricultura	101.04	Contribución Nacionalmente Determinada
Fermentación entérica	87.92	Plan Nacional de Descarbonización 2018-2050
Gestión del estiércol	1.841	NAMA Ganadería Costa Rica
Quema de biomasa	0.872	NAMA Arroz Costa Rica
Cultivo de arroz	10.41	Estrategia Nacional de Ganadería Baja en Carbono 2015-2034 Plan de Intervenciones Estratégicas 2019-2022 Plan Nacional de Agricultura Familiar en Costa Rica 2020-2030
Residuos	95.46	Contribución Nacionalmente Determinada
Disposición de residuos sólidos	57.37	Plan Nacional de Descarbonización 2018-2050
Tratamiento biológico de residuos sólidos	0.01532	NAMA Residuos
Incineración y quema abierta de residuos	0.95	Plan Nacional de Gestión Integral de Residuos 2016-2021
Tratamiento y eliminación de aguas residuales	37.12	Estrategia Nacional de Separación, Recuperación y Valorización de Residuos 2016-2021
Total	204.5	Plan Nacional de Residuos Marinos 2021-2030 Estrategia Nacional de Economía Circular Plan Nacional de Desarrollo e Inversión Pública 2023-2026 Plan Nacional de Compostaje 2020-2050

Notas: IE = incluido en otra parte; NA = no aplica; NE = no estimado; NO = no ocurre.

Fuente: Elaboración propia a partir de datos del Informe del Inventario Nacional 1990-2017 (2021b).

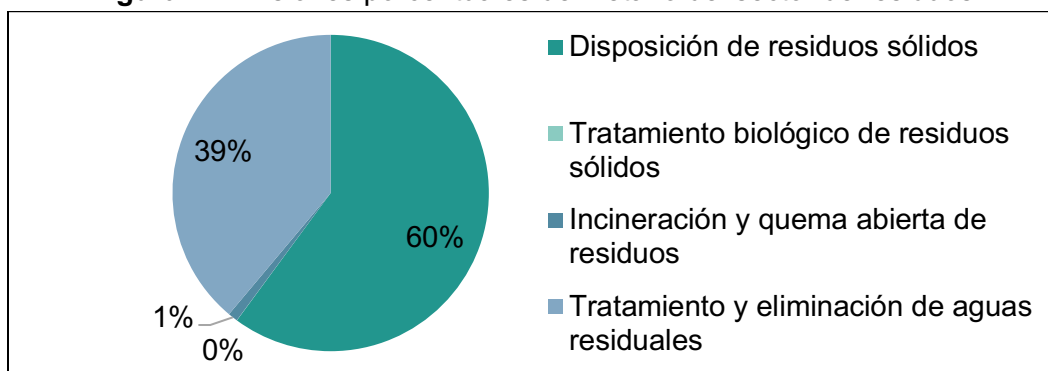
La **Figura 1** y **Figura 2** presentan las emisiones porcentuales de metano de los sectores de agricultura y ganadería, y residuos.

Figura 1. Emisiones porcentuales de metano del sector de agricultura y ganadería.



Fuente: Elaboración propia a partir del **Cuadro 1**.

Figura 2. Emisiones porcentuales de metano del sector de residuos.



Fuente: Elaboración propia a partir del **Cuadro 1**.

Esta información muestra que ciertos subsectores tienen una contribución significativa a las emisiones de metano en los sectores analizados. En el ámbito de agricultura y ganadería, la fermentación entérica y el cultivo de arroz son las principales fuentes de emisiones. En el sector de Residuos, tanto la disposición de residuos sólidos como el tratamiento de aguas residuales son responsables de la totalidad de emisiones de metano. Esta identificación de subsectores clave facilita el análisis detallado de las estrategias de mitigación más efectivas, permitiendo desarrollar la ruta de implementación en base a las necesidades específicas de cada sector.

1.3. Estructura del reporte

La Sección 1 introduce el presente reporte. La Sección 2 establece las estrategias de mitigación de metano y los insumos utilizados para el desarrollo de la Ruta de Implementación de las estrategias de mitigación para el MRV de las acciones. Las secciones 3 y 4 presentan la estrategia de mitigación y ruta de implementación específica para los sectores agricultura y ganadería y residuos, respectivamente.

2. Ruta de implementación de las estrategias de mitigación de metano

2.1. Metodología para la elaboración de la ruta de implementación

La metodología para elaborar la ruta de implementación tiene como pasos la identificación y priorización de acciones mediante el análisis de las condiciones habilitantes, lo cual complementa el análisis de políticas públicas que permite comprender el contexto político y socioeconómico nacional para la posible implementación de dichas acciones. De manera que se plantean acciones alineadas con las metas nacionales y con los mecanismos existentes para el seguimiento y monitoreo de los factores de emisión que pretende mitigar cada acción.

Las acciones consideradas fueron filtradas por medio del análisis de política pública, en el cual se analizan en contraste con las metas más importantes de los instrumentos de política pública, en relación con sus factores de emisión y contribución en la mitigación de los CCVCs. Adicionalmente, se utilizó un segundo filtro basado en la utilidad del modelo, priorizando acciones concretas cuantificables.

Posteriormente, se realizó una validación participativa con actores clave para evaluar la viabilidad política, social, sostenibilidad y costo de las acciones. Se empleó una metodología de análisis cuantitativo descriptivo para evaluar las respuestas y efectuar un tercer filtrado de las acciones donde se categorizaron y ponderaron las respuestas en términos de viabilidad y costo, para seleccionar las acciones con las dos idoneidades más altas para las rutas de implementación de las estrategias de mitigación de metano para su Monitoreo, Reporte y Verificación (MRV). El detalle metodológico de este proceso para la elaboración de las rutas de implementación de las estrategias de mitigación sectoriales se puede consultar el informe parcial *Análisis Técnico de la Mitigación de Contaminantes Climáticos de Vida Corta en Costa Rica: Insumos para elaboración de la hoja de ruta de contaminantes climáticos de vida corta en Costa Rica*, que acompaña este reporte.

Una vez que se tienen las acciones para las rutas de implementación de los sectores emisores de metano, se realizó la definición de las estrategias de mitigación y de los diferentes componentes necesarios para las rutas de implementación. Para esto se instrumentalizaron insumos como las acciones, los supuestos, las cadenas de valor, el análisis de políticas públicas, las modelaciones de los escenarios, entre otros.

La **Figura 3** muestra de manera general cómo se operativizaron dichos insumos para generar los componentes de las rutas de implementación. De esta se resalta que, mediante el análisis de las políticas públicas se identificaron a los responsables de realizar el seguimiento de las acciones y los plazos respectivos. Además, los resultados de la modelación y la identificación de subsectores del INGEI permitieron establecer objetivos concretos de la ruta de implementación. Asimismo, que para las acciones de las estrategias

Cuadro 2. Estrategias de mitigación del Metano y sus objetivos por sectores.

Sector	Estrategia de mitigación	Objetivo(s)
Sector de agricultura y ganadería	Mejoras en el manejo de las quemas, la gestión de residuos y el manejo de ganado en actividades agropecuarias.	Contribuir a la reducción de emisiones de metano en el sector agropecuario.
Sector de residuos	Mejoras en la gestión de residuos y el manejo de ganado en actividades agropecuarias.	Reducir las emisiones nacionales de metano por residuos.

Fuente: Elaboración propia.

3. Estrategia de mitigación del sector de agricultura y ganadería

La presente estrategia se compone de acciones para abordar las emisiones generadas por actividades de fermentación entérica y gestión de estiércol que representan el 89 % de las emisiones de metano del sector en la línea base del 2017 (**Figura 1**). No obstante, estas actividades representan el 99 % de las emisiones del sector de agricultura y ganadería conforme al análisis tendencial al 2050 realizado en las modelaciones (**Anexo 1**).

Por lo tanto, la estrategia de mitigación está centrada en la reducción de emisiones generadas por fermentación entérica y gestión del estiércol, lo que representa los procesos de mayor importancia para la mitigación. Esto se justifica, en primer lugar, en la cantidad de emisiones provenientes de estos procesos, los cuales representan el 87% y 2% respectivamente. Por otra parte, también se justifica en la ambición y aspiración política ligadas a la reducción de emisiones, la cual ha tenido mayor fuerza en promover y legitimar modelos de ganadería baja en carbono, a través de las estrategias NAMA, lo que permitiría transicionar hacia modelos competitivos y bajos en emisiones.

El **Cuadro 3** presenta la estrategia de mitigación del sector de agricultura y ganadería para el 2050, donde se detallan los subsectores abordados, así como las emisiones del año inicial del sector desglosadas conforme a los subsectores propuestos y la meta de mitigación que se puede alcanzar con acciones que aborden los subsectores definidos.

Cuadro 3. Estrategia de mitigación del sector de agricultura y ganadería para el año 2050.

Sector	agricultura y ganadería
--------	-------------------------

Subsector	Fermentación entérica y gestión de estiércol.
Objetivo general	Contribuir a la reducción de emisiones de metano en el sector agropecuario.
Línea base 2017	101.043 Gg totales CH4 con 87 % de las emisiones provenientes de actividades de fermentación entérica y 2% de gestión de estiércol.
Meta al año 2050	Reducir un 17 % de las emisiones del sector respecto a la tendencia de línea base proyectada para el 2050.
Estrategia de mitigación	Mejoras en la gestión de residuos y el manejo de ganado en actividades agropecuarias.

Fuente: Elaboración propia.

3.1. Ruta de implementación

La presente sección corresponde a la ruta de implementación de la estrategia de mitigación de metano del sector de agricultura y ganadería.

Por medio del análisis de las acciones de mitigación relacionadas a la estrategia se determinó que la gestión de residuos y las mejoras en el manejo de ganado conforman los ejes sobre los cuales se sintetizó el objetivo específico de la estrategia, debido a su relación directa con la mitigación de gases correspondientes a la fermentación entérica y del estiércol. De esta manera, la generación de biomasa con estiércol, el cambio en la alimentación del ganado y el manejo de aguas residuales y excretas son las acciones de mitigación propuestas para responder a la meta de reducción de emisiones de metano.

El **Cuadro 4** presenta la ruta de implementación de la estrategia de mitigación del sector, donde se detalla el objetivo específico que se puede alcanzar con las acciones propuestas y respectivos indicadores para su monitoreo, reporte y verificación, de manera que se pueda medir el cumplimiento de los objetivos y la meta de mitigación al 2050.

Cuadro 4. Ruta de implementación de la estrategia de mitigación del sector de agricultura y ganadería.

Estrategia de mitigación	Mejoras la gestión de residuos y el manejo de ganado en actividades agropecuarias.		Año de seguimiento
Objetivo específico	Incrementar la recuperación de metano en vertederos, el compostaje como tratamiento biológico y fortalecer las capacidades en actores clave de la gestión de residuos en materia de buenas prácticas y economía circular.		2030, 2040, 2050
Seguimiento y Evaluación			
Elemento	Descripción	Responsable	Año de seguimiento
Acciones	Promover a la generación de biomasa a partir de estiércol para reducir el 9% de las emisiones de metano por gestión de estiércol en 2030 y del 17% en 2050.	MAG, INTA.	2030, 2040, 2050
	Promover protocolos de buenas prácticas en la alimentación del ganado y el manejo de aguas residuales y excretas para disminuir un 9% de las emisiones de metano por fermentación entérica en 2030 y un 17% en 2050.		
Indicadores	<ul style="list-style-type: none"> ○ Número de iniciativas de generación de biomasa a partir de estiércol. ○ Número de protocolos/guías de buenas prácticas de alimentación del ganado y/o manejo de aguas residuales y excretas. ○ Número de proyectos piloto de buenas prácticas de alimentación ganadera y/o manejo de excretas y aguas residuales ganaderas. ○ % de emisiones de metano del sector agrícola reducidas. ○ % de emisiones de metano del sector ganadero reducidas. ○ % de emisiones por quemas de residuos agrícolas disminuidos. 		

Fuente: Elaboración propia.

4. Estrategia de mitigación del sector de residuos

La estrategia de mitigación del sector de residuos se compone de medidas en actividades que representan el 99 % de las emisiones de metano del sector de residuos. El **Cuadro 5** presenta la estrategia de mitigación del sector de residuos para el 2050.

Las emisiones de metano del sector de residuos son las consecuencias de procesos ligados al tratamientos y eliminación de residuos sólidos y de aguas residuales. Por lo tanto, las acciones del sector responden cambios en la planificación que permitan mejoras en la gestión de los residuos sólidos, así como también mejoras en las formas de tratamiento de las aguas residuales.

Asociadas a estas acciones, los instrumentos de política pública proponen la implementación de procesos como el compostaje, la recuperación del metano y la modernización de la tecnología para la gestión de los residuos, como respuesta para disminuir las emisiones de metano del subsector de residuos sólidos (MINAE, 2020).

Cuadro 5. Estrategia de mitigación del sector de residuos para el año 2050.

Sector	Residuos
Subsector	Disposición de residuos sólidos, tratamiento biológico de residuos sólidos, y tratamiento y eliminación de aguas residuales.
Objetivo general	Reducir las emisiones nacionales de metano por residuos.
Emisiones al año inicial 2017	95.46 Gg, de las cuales 60% proviene de la disposición de residuos sólidos, 39% del tratamiento y eliminación de aguas residuales y 0.02% del tratamiento biológico de residuos sólidos.
Meta al año 2050	Reducción del 41 % de las emisiones de metano generadas por el sector de residuos respecto a la tendencia de línea base proyectada para el 2050.
Estrategia de mitigación	Mejoras en la gestión integral de residuos mediante el fortalecimiento de capacidades en actores clave, la recuperación de metano, compostaje.

Fuente: Elaboración propia.

4.1. Ruta de implementación

Se propone el tratamiento de residuos biodegradables y de residuos asociados a relleno sanitario como las actividades de síntesis para la ruta de implementación de la estrategia de mitigación del sector de residuos. Esto se justifica tanto por la magnitud de reducción de emisiones, como la viabilidad de implementación de las acciones que se determinó durante el proceso participativo. De este modo, la estrategia de mitigación se define en mejoras en la gestión integral de residuos mediante el fortalecimiento de capacidades en actores clave, la recuperación de metano y compostaje, mientras las acciones relacionadas con la recuperación de metano de los vertederos, el tratamiento de residuos biológicos, la

implementación del compostaje y el fortalecimiento de buenas prácticas en la gestión de residuos, constituyen las acciones prioritarias para cumplir la ruta de implementación relacionada a los objetivos expuestos anteriormente.

En cuanto los años de seguimiento de las acciones de la ruta de implementación, se resalta que se establecen más años de seguimiento que las que se alinean a las políticas públicas en las que se circunscriben, de manera que sean monitoreadas durante el periodo propuesto en la ruta de implementación con horizonte al 2050. Asimismo, se recomienda que para el inventario nacional de emisiones de gases de efecto invernadero, pueda considerarse una subcategoría de compostaje de residuos agrícolas dentro del sector agrícola, de manera que se puedan establecer acciones futuras que permitan disminuir quemadas de estos residuos, así como su disposición ilegal o en rellenos sanitarios.

El **Cuadro 6** presenta la ruta de implementación de la estrategia de mitigación del sector, donde se detalla el objetivo específico que se puede alcanzar con las acciones propuestas y respectivos indicadores para su monitoreo, reporte y verificación, de manera que se pueda medir el cumplimiento de los objetivos y la meta de mitigación al 2050.

Cuadro 6. Ruta de implementación de la estrategia de mitigación del sector de residuos.

Estrategia de mitigación	Mejoras en la gestión integral de residuos mediante el fortalecimiento de capacidades en actores clave, la recuperación de metano, compostaje.		Año de seguimiento
Objetivo específico	Incrementar la recuperación de metano en vertederos, el compostaje como tratamiento biológico y fortalecer las capacidades en actores clave de la gestión de residuos en materia de buenas prácticas y economía circular.		2030, 2040, 2050.
Seguimiento y Evaluación			
Elemento	Descripción	Responsable	Año de seguimiento
Acciones	Promover la implementación de compostaje a gran escala y a nivel doméstico para reducir los residuos biodegradables destinados a rellenos sanitarios en un 50 % para el 2050.	MINAE. Consejo Nacional Ambiental. Municipalidades.	
	Aportar en la reducción del 22% de las emisiones de metano generadas en los rellenos sanitarios en 2030 y del 72 % en 2050 mediante:		2030, 2040, 2050.
	Promover la recuperación de metano de los vertederos.	MINAE. Municipalidades.	
	Mejorar las capacidades de las entidades en la gestión de residuos en materia de recuperación, recolección, separación, reciclaje y disposición final de residuos.		

	Desarrollar un modelo de revalorización de aguas que promuevan el tratamiento de aguas residuales ordinarias e industriales.	Municipalidades. ASADAS. AyA.	
	Elaborar de guías de buenas prácticas para la gestión integral de residuos, tecnologías limpias, estrategias de circularidad y responsabilidad extendida al productor que involucren desde el productor hasta el consumidor final.	Cámara de Industrias, Comercio. Ministerio de Economía. MINAE. MIDEPLAN. Academia.	2025, 2030, 2035.
Indicadores	<ul style="list-style-type: none"> ○ Número de programas de capacitación y seguimiento de compostaje a gran escala y nivel doméstico. ○ Porcentaje de recuperación de metano de vertederos. ○ Número de capacitaciones con entidades de gestión de residuos en materia de buenas prácticas para la recuperación, recolección, separación, reciclaje y disposición final. ○ % de aumento en el conocimiento de actores clave capacitados en materia de buenas prácticas para la recuperación, recolección, separación, reciclaje y disposición final. ○ Número de iniciativas¹ desarrolladas de revalorización de aguas residuales. ○ Porcentaje de aguas residuales ordinarias e industriales revalorizadas respecto a la línea base. ○ Número de guías de buenas prácticas para la gestión integral de residuos, tecnologías limpias, estrategias de circularidad y responsabilidad extendida al productor que involucren desde el productor hasta el consumidor final. 		

Notas: ¹ Pueden ser programas, proyectos, planes, actividades u otras iniciativas para impulsar la revalorización de aguas residuales.

Fuente: Elaboración propia.

Se destaca que los años de seguimiento de la estrategia de mitigación de metano del sector de residuos son más amplios que los años de seguimiento de las acciones priorizadas que se respaldan en la Estrategia Nacional de Economía Circular (ENEC) (MINAE, 2023), debido a que la ENEC plantea plazos de implementación más cortos al horizonte de 2050. Ante esta situación, la ruta de implementación consideró plazos posteriores para poder el monitoreo de avances y resultados de esta acción en específico, en atención a la meta y los objetivos considerados.

5. Conclusión

La efectividad de la estrategia de mitigación de metano de Costa Rica está ligada a subsectores específicos abordados en las rutas de implementación, los cuales son los principales contribuyentes a las emisiones de metano. Una planificación detallada y enfocada en estos subsectores es esencial para reducir significativamente las emisiones nacionales de metano, alineándose con los objetivos globales de mitigación del cambio climático y la meta propuesta al 2050, así como proponiendo e implementando estrategias más efectivas.

La ruta de implementación de las estrategias presenta las acciones, indicadores, responsables y plazos de seguimiento para el monitoreo, reporte y verificación (MRV), como un punto vital para establecer un marco estructurado basado en evidencia y medible para desarrollar las acciones de mitigación propuestas. Este enfoque es fundamental para planificar y ejecutar acciones de mitigación de manera eficiente, adaptándose a las necesidades y objetivos únicos de Costa Rica.

Próximamente, la hoja de ruta desarrollada en este reporte será socializada con el fin de obtener retroalimentación por parte de actores nacionales y sectoriales acerca de las rutas de implementación. La retroalimentación sugerirá ajustes para que el producto final pueda ser utilizado en alguno de los procesos clave de la acción climática de Costa Rica.

6. Referencias

- CCAC. (2019). The contribution of short-lived climate pollutants to the Sustainable Development Goals. Recuperado de <https://ccacoalition.org/en/content/contribution-short-lived-climatepollutants-sustainable-development-goals>
- Climate Action Tracker. (2023). Countries. Recuperado de <https://climateactiontracker.org/countries/>
- Gobierno de Costa Rica. (2021a). Estrategia Nacional de Redes Eléctricas Inteligentes 2021-2031 (ENREI). Recuperado de <https://minae.go.cr/organizacion/vicegestionestrategica/SEPLASA/Documentos/ENREI-FINAL.pdf>
- Gobierno de Costa Rica. (2021b). Inventario Nacional de gases de efecto invernadero y absorción de carbono 1990-2017. Primera Edición. Recuperado de <https://cambioclimatico.go.cr/wp-content/uploads/2022/06/InventarioGEI2017.pdf>
- Heilig, G. K. (Noviembre 1994, Volume 16, Issue 2). The greenhouse gas methane (CH₄): Fuentes and sinks, the impact of population growth, possible interventions. *Population and Environment*, 109–137 .
- Ministerio de Ambiente y Energía (MINAE) (2020). Primer Plan Nacional de Compostaje 2020-2050, MINAE. Recuperado de <https://cambioclimatico.go.cr/wp-content/uploads/2021/05/Plan-Nacional-de-Compostaje-2020-2050.pdf>
- Ministerio de Ambiente y Energía (MINAE) (2023). Estrategia Nacional de Economía Circular. Ministerio de Ambiente y Energía, MINAE. San José, Costa Rica. 191 p
- U.S. Department Of State. (2022). Global Methane Pledge: From Moment to Momentum. Office of the Spokesperson. Recuperado de <https://www.state.gov/global-methane-pledge-from-moment-to-momentum/>

7. Anexos

Anexo 1. Línea base del INGEI del sector de agricultura y ganadería y su tendencia de cambio para el 2050.

Anexo 1. Línea base del INGEI del sector de agricultura y ganadería y su tendencia de cambio para el 2050.

Línea base			Tendencial al 2050		
Subsectores INGEI	Gg ¹	%	Modelo asociado	Gg	%
Fermentación entérica	87.92	87%	Fermentación entérica	185.0	97%
Gestión del estiércol	1.841	2%	Gestión de estiércol	3.5	2%
Quema de biomasa	0.872	1%	Quemas de residuos agrícolas y sabanas	1.6	1%
Cultivo de arroz	10.41	10%	Emisiones de cultivo de arroz por irrigación	0.9	0.47%
			Emisiones de cultivo de arroz por seco	0	0.00%
Total	101.043	100%	Total	191.0	100%

Nota: ¹ Corresponde a Gigagramos.

Anexo 1. Línea base del INGEI del sector de residuos y su tendencia de cambio para el 2050.

Anexo 2. Línea base del INGEI del sector de residuos y su tendencia de cambio para el 2050.

Línea base			Tendencial a 2050		
Subsectores INGEI	Gg	%	Modelo asociado	Gg	%
Disposición de residuos sólidos	57.37	60%	Relleno sanitario	57.7	60%
			Residuos no gestionados	1.519	2%
			Tratamiento de aguas industriales	2.956	3%
Tratamiento biológico de residuos sólidos	0.015	0.02%	Compostaje	0.2	0.20%
Incineración y quema abierta de residuos	0.95	1%	Incineración de residuos	0.3	0.36%
Tratamiento y eliminación de aguas residuales	37.12	39%	Tratamiento aguas residuales	33	34%
Total	95.45532	100%	Total	95.8	100%



LaRutadelClima

