



# Manual de Procedimientos para el Inventario de Gases de Efecto Invernadero

Programa País Carbono Neutralidad 2.0, categoría Comunidades  
Cantón de Santa Ana

Versión 1.0  
Julio del 2023





# Manual de Procedimientos para el Inventario de Gases de Efecto Invernadero

Programa País Carbono Neutralidad 2.0, categoría Comunidades  
Cantón de Santa Ana

Versión 1.0  
Santa Ana, 2023

## Nombre de la consultoría:

Asistencia técnica a personal de la Municipalidad de Santa Ana en la elaboración de sus inventarios de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) y planes de acción climática.

## Publicado por:

BIOMATEC

Contacto: [info@biomatec.net](mailto:info@biomatec.net)

## Autor/es:

Gustavo Soto Calderón

Juliana Benavides Rodríguez

Marco Chaves Flores

Nitzy Badilla Brenes

## Por encargo de:



## Contacto:

[ejimenez@santaana.go.cr](mailto:ejimenez@santaana.go.cr)

## Supervisión:

Emilia Jimenez Jimenez

Rosa María Muñoz Giro

# CONTENIDOS

CONTENIDOS.....	3	2.9.3	Detalle de cálculo de emisiones y remociones de GEI por sector .....	40	
1	Introducción:.....	6	2.9.4	Análisis de resultados.....	42
1.1	PROPÓSITO DEL DOCUMENTO.....	6	2.10	EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DE LOS DATOS.....	43
1.2	ÁMBITO DEL DOCUMENTO .....	7	2.11	ESTABLECIMIENTO DE LAS ACCIONES DE MITIGACIÓN DE EMISIONES.....	48
1.3	DOCUMENTOS RELACIONADOS .....	8	2.12	IMPLEMENTACIÓN DE LAS ACCIONES DE MITIGACIÓN .....	49
1.4	SIGLAS Y ACRÓNIMOS .....	9	2.13	COMPENSACIÓN DE LAS EMISIONES DE GEI .....	51
1.5	GLOSARIO .....	10	2.14	ELABORACIÓN DEL REPORTE DEL INVENTARIO DE GEI CANTONAL.....	51
1.6	PERSONAL IMPLICADO .....	11	2.15	VERIFICACIÓN DEL INVENTARIO DE GEI CANTONAL 52	52
2	Descripción de los pasos .....	12	2.16	APLICACIÓN AL RECONOCIMIENTO DEL PPCNC.....	52
2.1	COMPROMISO MUNICIPAL.....	12	3	Resumen de Cambios.....	54
2.2	CREACIÓN DE LA COMISIÓN INTERSECTORIAL DE CAMBIO CLIMÁTICO.....	12	4	Aprobación y vigencia .....	54
2.3	SELECCIÓN DEL LÍMITE DEL INVENTARIO.....	14	5	ANEXOS .....	55
2.4	SELECCIÓN DE LAS FUENTES, LOS SECTORES Y SU ALCANCE A REPORTAR .....	14	5.1	Anexo 1. Directorio completo de contactos realizados durante el proceso de PPCNC 2.0 .....	55
2.4.1	Sector y Subsectores Seleccionados.....	15	5.1.1	Contactos internos de importancia.....	55
2.4.2	Alcance .....	19	5.1.2	Contactos del Sector Energía.....	55
2.4.3	¿Cómo identificar las emisiones por sector, subsector y alcance?.....	19	5.1.3	Contactos del Sector Transporte .....	55
2.4.4	EXCLUSIÓN DE UNA FUENTE DE REPORTE OBLIGATORIO .....	23	5.1.4	Contactos del Sector Residuos .....	56
2.5	ELECCIÓN DEL AÑO BASE .....	27	5.1.5	Contactos del Sector Agropecuario .....	56
2.6	DEFINIR AÑO DEL REPORTE.....	27	5.1.6	Otros contactos de interés .....	56
2.7	DISEÑO DE LA METODOLOGÍA PARA LA RECOPIACIÓN DE LA INFORMACIÓN POR SECTORES.....	28	5.2	Anexo 2. Carta de Compromiso y oficialización de la Comisión Intersectorial de Cambio Climático .....	58
2.8	RECOPIACIÓN DE LA INFORMACIÓN DE LAS EMISIONES POR SECTORES Y FUENTES.....	28	5.3	Anexo 3. Ejemplo de machote de carta para la solicitud de datos.....	60
2.9	CÁLCULO DE LAS EMISIONES CANTONALES.....	35	5.4	Anexo 4. Ejemplo de encuestas aplicadas.....	61
2.9.1	Ajuste de los datos recopilados a las unidades de los factores de emisión.....	38	5.5	Anexo 5. Sistematización de encuestas.....	71
2.9.2	Ajuste de datos representativos obtenidos a través de encuestas.....	39	5.6	Anexo 6. Cálculos de cambio de uso del suelo.....	75

5.6.1	Caracterización de la superficie del Cantón.....	75	v.	Control de documentos .....	88
5.6.2	Emisiones y remociones basadas en cambios de uso de suelo.....	76	5.9	Anexo 10. Cálculo de factores de emisión para cultivos	
5.7	Anexo 7. Uso de la hoja de cálculo.....	80		89	
5.8	Anexo 9. Preparación Para La Verificación Del Inventario	88	5.10	Anexo 10. Cálculo de emisiones biogénicas .....	93
	Gestión de la información .....	88	5.11	Anexo 11. Cálculo de emisiones por quema de residuos a cielo abierto .....	94
i.	Respaldo de la información.....	88	5.12	Anexo 12. Cálculo de emisiones por residuos sólidos enterrados o dispuestos en lotes.....	95
ii.	Reporte, revisiones y correcciones .....	88	5.13	Anexo 13. Cálculo de emisiones por uso de Refrigerantes.....	97
iii.	Capacitación.....	88			
iv.	Auditorías internas.....	88			



## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2.1. Distribución de emisiones de GEI 2021 por sector para el Cantón de Santa Ana .....	42
Figura 5.1 Ejemplo de la matriz de emisiones y remociones por cambio de uso de suelo.....	78
Figura 5.2. Clasificación de zonas de vida de Holdrige.....	79
Figura 5.3. Introducción del inventario en la hoja de cálculo.....	80
Figura 5.4. Límite del inventario y mapa cantonal.....	81
Figura 5.5. Información del inventario.....	81
Figura 5.6. Fuentes de información.....	82
Figura 5.7. Factores de emisión y potenciales de calentamiento global.....	82
Figura 5.8. Distribución de las pestañas, alcance, sector y descripción.....	82
Figura 5.9. Distribución de las pestañas, claves de notación y datos de la actividad.....	83
Figura 5.10. Distribución, Factores de emisión .....	83
Figura 5.11. Cálculo de las emisiones .....	84
Figura 5.12. Calificación de los datos.....	85
Figura 5.13. Ejemplo de cuadro para el cálculo de emisiones, descripción de sectores y subsectores y calificación de datos .....	85
Figura 5.14. Pasos para completar las hojas de cálculo.....	86
Figura 5.15. Pestaña de Emisiones Netas .....	86
Figura 5.16. Ejemplo de pestaña de Anexos o datos recopilados .....	87
Figura 5.17. Ejemplo de costos de producción para el frijol.....	92
Figura 5.18. Valor calórico del biogás según reporta el IPCC.....	93
Figura 5.19. Factores de emisión para combustibles biomásico	94
Figura 5.20. Composición de residuos sólidos en Latinoamérica	95
Figura 5.21. Materia seca disponible, fracción de carbono en la materia seca y fracción de carbono fósil en los residuos.....	95
Figura 5.22. Fracción de carbono degradable que se	

descompone .....	96
Figura 5.23. Factor de corrección de metano.....	96
Figura 5.24. Tipo de refrigerante y tipo de equipos utilizados en actividades comerciales en Desamparados 2022.....	97

## ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1.1. Responsables municipales de liderar la implementación del PPCNC.....	11
Cuadro 2.1. Comisión Intersectorial de Cambio Climático.....	13
Cuadro 2.2. Matriz de identificación de sectores y subsectores dentro del Cantón, Alcance 1.....	21
Cuadro 2.3. Criterios de notación para información no reportada .....	23
Cuadro 2.4. Fuentes de emisión incluidas en el inventario cantonal de GEI para Energía estacionaria.....	24
Cuadro 2.5. Contactos de importancia para la recopilación de datos .....	30
Cuadro 2.6. Poblaciones originales, muestras calculadas y cantidad de encuestas aplicadas para el inventario cantonal GEI 2021 .....	32
Cuadro 2.7. Detalle para la recopilación de información en el Cantón de Santa Ana según el inventario 2021 .....	34
Cuadro 2.8. Detalle de la metodología de cálculo por sector.....	41
Cuadro 2.9. Formato recomendado por la guía de implementación 2.0 del IPCC para reporte de calidad de datos <sup>3</sup> .....	43
Cuadro 2.10. Calidad de la información recopilada, por sector y fuente, para el inventario GEI del 2021.....	44

# 1 INTRODUCCIÓN:

El Programa País de Carbono Neutralidad 2.0 busca ser una herramienta clave, con datos robustos, inventarios de Gases de Efecto Invernadero (GEI) confiables y un novedoso sistema para incorporar a empresas, organizaciones y municipalidades en los esfuerzos del país para llegar al escenario de cero emisiones de gases de efecto invernadero en un futuro de mediano plazo. A largo plazo, este programa toma como base los avances que se alcanzarán en tres distintos hitos de la Contribución Nacionalmente Determinada (NDC) de Costa Rica: uno al 2030; otro al 2050; y, finalmente, otro al 2100.<sup>1</sup>

Adicionalmente, el gobierno de Costa Rica ha diseñado acciones estratégicas orientadas hacia la descarbonización, entendida como la transformación del modelo actual de desarrollo económico a uno donde no se consuman combustibles fósiles. Estas acciones se encuentran contenidas en el Plan Nacional de Descarbonización 2021-2050, un documento oficializado mediante decreto en el 2021, como parte de un proceso liderado por el Ministerio de Ambiente y Energía (MINAE).

Dentro del Plan Nacional de Descarbonización, se presenta un paquete de políticas públicas cuyas metas y acciones fueron definidas y diseñadas en concordancia con el Plan Nacional de Desarrollo e Inversión Pública (PNDIP) 2021-2022 y las Contribuciones Nacionalmente Determinadas de Costa Rica. Las metas y acciones fueron formuladas sobre la base de diferentes escenarios de descarbonización de la economía; específicamente, el mantenimiento de la temperatura media

global por debajo de 1,5°C y el mantenimiento de dicha temperatura por debajo de los 2°C. Para el modelado de estos escenarios, se tomó en cuenta las emisiones aportadas por cada uno de los sectores analizado (Energía, Industria, Actividades Agropecuarias, Transporte y Residuos), las estrategias propuestas por el Gobierno y el crecimiento de la población y de la economía al 2050, entre otros insumos.

Es como parte de estos esfuerzos, que surge la división del Programa País Carbono Neutralidad comunidades, con el objetivo de concientizar, involucrar y brindar a los cantones mecanismos viables para reportar, reducir, compensar y verificar sus emisiones de GEI<sup>2</sup>, aprovechando las capacidades municipales en cada caso.

## 1.1 PROPÓSITO DEL DOCUMENTO

Este documento describe las actividades realizadas por el Cantón de Santa Ana para la gestión del inventario de gases de efecto invernadero (GEI) a nivel cantonal y las disposiciones establecidas para el cumplimiento de los requisitos del Programa País Carbono Neutralidad en su categoría comunidades (PPCNC).

El rol que este documento busca desempeñar es el de acompañante, sirviendo de apoyo a las municipalidades y cantones en futuras implementaciones del PPCNC y, en particular, sirviendo como guía inmediata para el proceso de recopilación y sistematización de datos, al nutrirse de las

<sup>1</sup> Gobierno de Costa Rica (2017). [www.presidencia.go.cr](http://www.presidencia.go.cr)

<sup>2</sup> (Dirección de Cambio Climático, 2018).

experiencias vividas a lo largo del primer ejercicio de creación del inventario cantonal.

Con esto en mente, el presente manual recopila al personal, contactos y proceso paso a paso que se recorrió para lograr la creación del primer inventario cantonal, incluyendo además las recomendaciones surgidas a lo largo del proceso, con la esperanza de que este se vuelva lo más accesible y reproducible para el Cantón de Santa Ana.

## 1.2 ÁMBITO DEL DOCUMENTO

Este documento se limita a describir únicamente el proceso de la elaboración del inventario de GEI cantonal y el desarrollo de acciones de mitigación para contribuir a al PPCNC 2.0.

Al definir el documento como “manual”, se indica que su carácter es técnico y que las secciones descritas se destinan a abordar el cómo, más allá del qué o por qué, razón por la cual este documento NO sustituye a otras guías de implementación, directrices, metodologías o portafolios que la Dirección de Cambio Climático u otros entes puedan generar sobre el Programa País Carbono Neutral.

En su lugar, este manual debe considerarse como un acompañante, que refuerza los conceptos, sugerencias y metodologías ya descritas por otros, al tomar en consideración la vivencia particular para el cantón de Santa Ana y reunir todos los insumos de importancia que faciliten futuras implementaciones del proceso.

Debe recordarse que el proceso de recopilación de datos y la creación del inventario deben repetirse al menos cada 3 años, por lo que la información brindada en este manual corresponde a aquella generada a lo largo del proceso de implementación para el año 2021 (año de estudio).

Dadas estas circunstancias, los contactos de encargados de implementación, personal para recopilación de datos, Comisión Intersectorial de Cambio Climático, el límite del inventario, el carácter obligatorio u opcional de las fuentes de GEI e incluso los factores de emisión utilizados, pueden variar respecto a las indicadas en este documento en un futuro, motivo por el que debe prestarse atención a actualizaciones y conservar un registro actualizado para cada uno de los años en que se aplique el proceso de PPCNC.



### 1.3 DOCUMENTOS RELACIONADOS

Documento relacionado	¿Dónde encontrar más información?
Programa País Carbono Neutralidad 2.0 - Categoría Comunidades	<a href="https://cambioclimatico.go.cr/programa-pais-carbono-neutralidad/categoria-cantonal/#cantonal">https://cambioclimatico.go.cr/programa-pais-carbono-neutralidad/categoria-cantonal/#cantonal</a> <a href="https://cambioclimatico.go.cr/plan-nacional-de-descarbonizacion/">https://cambioclimatico.go.cr/plan-nacional-de-descarbonizacion/</a>
Guía de implementación del PPCN 2.0 - Categoría Comunidades	<a href="https://cambioclimatico.go.cr//wp-content/uploads/2020/04/Guia_implementacion_cantonal_final-V2.pdf?x54314">https://cambioclimatico.go.cr//wp-content/uploads/2020/04/Guia_implementacion_cantonal_final-V2.pdf?x54314</a>
Metodología para la medición, reporte y verificación de las emisiones, reducciones, remociones y compensaciones de GEI a nivel cantonal para Costa Rica	<a href="https://cambioclimatico.go.cr/programa-pais-carbono-neutralidad/categoria-cantonal/">https://cambioclimatico.go.cr/programa-pais-carbono-neutralidad/categoria-cantonal/</a>
Portafolio de acciones de Mitigación de emisiones de Gases de efecto invernadero (GEI) a escala cantonal de Costa Rica	<a href="https://cambioclimatico.go.cr//wp-content/uploads/2018/08/Portafolio-de-Acciones-de-Mitigacion-para-Municipalidades.pdf?x54314">https://cambioclimatico.go.cr//wp-content/uploads/2018/08/Portafolio-de-Acciones-de-Mitigacion-para-Municipalidades.pdf?x54314</a>
Portafolio de acciones de Mitigación de emisiones de gases de Efecto invernadero. Tema: gestión y uso seguro de Refrigerantes	<a href="https://cambioclimatico.go.cr//wp-content/uploads/2021/08/Gestion-y-uso-seguro-de-refrigerantes.pdf?x54314">https://cambioclimatico.go.cr//wp-content/uploads/2021/08/Gestion-y-uso-seguro-de-refrigerantes.pdf?x54314</a>
Factores de emisión de gases de efecto invernadero del Instituto Meteorológico Nacional	<a href="http://cglobal.imn.ac.cr/wp-content/uploads/2022/07/FactoresEmision-GEI-2022.pdf">http://cglobal.imn.ac.cr/wp-content/uploads/2022/07/FactoresEmision-GEI-2022.pdf</a>
Factores de emisión/remoción del Panel Intergubernamental de Cambio Climático (IPCC)	<a href="https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/">https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/</a> <a href="https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2021rf/index.html">https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2021rf/index.html</a>

## 1.4 SIGLAS Y ACRÓNIMOS

AYA	Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados
AFOLU	Sector Agricultura, Ganadería y Cambio de Uso de Suelo
CAC	Centro Agrícola Cantonal
CICT	Cámara de Industria, Comercio y Turismo
CH <sub>4</sub>	Metano
CO <sub>2</sub>	Dióxido de Carbono
CO <sub>2</sub> eq	Dióxido de Carbono equivalente
COSEVI	Consejo de Seguridad Vial
DCC	Dirección de Cambio Climático
FONAFIFO	Fondo Nacional de Financiamiento Forestal
GEI	Gases de efecto invernadero
ICE	Instituto Costarricense de electricidad
IMN	Instituto Meteorológico Nacional
INEC	Instituto Nacional de Estadística y Censos
INS	Instituto Nacional de Seguros
IPCC	Panel Intergubernamental del Cambio Climático
IPPU	Sector Procesos industriales y Uso de Productos
MAG	Ministerio de Agricultura y Ganadería
MINAE	Ministerio de Ambiente y Energía
MINSA	Ministerio de Salud
MOPT	Ministerio de Obras Públicas y Transporte
N <sub>2</sub> O	Óxido Nitroso
NAMA	Acción de Mitigación Nacionalmente Apropiada
PPCNC 2.0	Programa País Carbono Neutralidad categoría Cantonal 2.0
RECOPE	Refinadora Costarricense de Petróleo
SIRROAR	Sistema para el Registro de los Reportes Operacionales de Aguas Residuales
SNIT	Sistema Nacional de Información Geográfica

## 1.5 GLOSARIO

- Gas de efecto invernadero (GEI): Componente gaseoso de la atmósfera, tanto natural como antropogénico que absorbe y emite radiación a longitudes de onda específicas dentro del espectro de radiación infrarroja emitida por la superficie de la Tierra, la atmósfera y las nubes. Incluye: dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), metano (CH<sub>4</sub>), óxido nitroso (N<sub>2</sub>O), hidrofluorocarburos (HFC), perfluorocarburos (PFC) y Hexafluoruro de azufre (SF<sub>6</sub>).
- Fuente de GEI: unidad o proceso físico que libera un GEI a la atmósfera.
- Sumidero de GEI: unidad o proceso físico que remueve un GEI de la atmósfera.
- Emisión de GEI: masa total de un GEI liberado a la atmósfera en un determinado período
- Remoción de GEI: masa total de un GEI removido de la atmósfera en un determinado período.
- Factor de emisión: factor que relaciona los datos de una actividad con las emisiones o remociones de GEI.
- Emisión directa de GEI: emisión de GEI proveniente de fuentes de GEI que pertenecen o son controladas por la organización.
- Emisión indirecta de GEI por energía: emisión de GEI que proviene de la generación de electricidad, calor o vapor de origen externos consumidos por la organización.
- Otras emisiones indirectas de GEI: emisión de GEI que es una consecuencia de las actividades de la organización, pero que se origina en fuentes de GEI que pertenecen o son controladas por otras organizaciones.
- Potencial de calentamiento global (PCG): factor que describe el impacto de radiación de una unidad con base en la masa de un GEI determinado, con relación a la unidad equivalente de dióxido de carbono en un período determinado.
- Equivalente de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>eq): unidad para comparar la fuerza de radiación de un GEI con el dióxido de carbono.
- Año base: período histórico especificado, para propósitos de comparar emisiones o remociones de GEI u otra información relacionada con los GEI en un período de tiempo.
- Año inventario: periodo histórico para el cual se realiza el análisis de emisiones y que se compara contra el año base para medir el cambio en el estado de emisiones a lo largo del tiempo.



## 1.6 PERSONAL IMPLICADO

Si se considera que el proceso del PPCNC 2.0 debe repetirse al menos **cada 3 años** (como máximo), es natural que la implementación del programa quede en manos de comisiones ambientales en el cantón. Sin embargo, si bien la responsabilidad de dar continuidad al proceso del PPCNC es de la Municipalidad (en particular, de la Comisión Intersectorial de Cambio Climático, sección 2.2 de este documento), es necesario que cada una de las instituciones, industrias y comercios en el cantón, den apoyo a su gobierno local compartiendo información que contribuya a la construcción del inventario de GEI.

Con esto en mente, se incluyen los nombres, cargos y contactos de aquellos funcionarios que resultaron clave en la recopilación de información, con la esperanza de que el proceso se simplifique en futuras versiones. De igual forma, se incluye como parte del Anexo 5.1, el directorio completo de contactos realizados, en caso de que alguno necesite actualizarse en el futuro.

El cuadro de contactos de importancia para la recopilación de datos puede encontrarse en la sección 2.8 de este documento.

Cuadro 1.1. Responsables municipales de liderar la implementación del PPCNC

Nombre completo	Departamento	Organización	Correo electrónico
Emilia Jiménez	Proceso de riesgo de desastre	Municipalidad de Santa Ana	<a href="mailto:ejimenez@santaana.go.cr">ejimenez@santaana.go.cr</a>
Rosa Muñoz	Proceso de gestión ambiental	Municipalidad de Santa Ana	<a href="mailto:rosa.muñoz@santaana.go.cr">rosa.muñoz@santaana.go.cr</a>

## 2 DESCRIPCIÓN DE LOS PASOS

### 2.1 COMPROMISO MUNICIPAL

El primer paso para incluirse dentro del programa país, consiste en tomar el acuerdo del Concejo Municipal, cuyo propósito es oficializar la participación del cantón en el programa. El compromiso municipal se realiza mediante una carta firmada por el alcalde o la alcaldesa y dirigida hacia el MINAE, en la cual se expresa la responsabilidad que el cantón asume de implementar las acciones para la medición, reporte y verificación, reducciones, remociones y compensaciones de GEI en el nivel cantonal.

El Acuerdo de Concejo Municipal expedido por el cantón de Santa Ana puede encontrarse al final de este documento, como parte del Anexo 5.2.

### 2.2 CREACIÓN DE LA COMISIÓN INTERSECTORIAL DE CAMBIO CLIMÁTICO

Con el objetivo de distribuir las responsabilidades que implica la elaboración de un inventario de GEI a nivel cantonal, se debe conformar como segundo paso dentro del PPCNC, una Comisión Intersectorial de Cambio Climático oficializada, mediante acuerdo del Concejo Municipal.

Cada año, se debe confirmar o actualizar la lista de integrantes del Comité y mantener un registro anual sobre quienes la integran. Se recomienda que la Comisión Intersectorial de Cambio Climático mantenga un perfil variado, con integrantes provenientes de todas las áreas productivas del cantón y que, de preferencia, pertenezcan a departamentos ambientales o que posean relativo poder de decisión, generando el mayor impacto

posible al proceso de recopilación de datos, convocatorias, y generación e implementación de planes de mitigación. ¡Recuerde que el inventario a generar es de importancia para TODO el Cantón!

Por su parte, los integrantes de la Comisión Intersectorial de Cambio Climático del Cantón de Santa Ana se definen en el Cuadro 2.1. Los y las participantes aquí incluidos corresponden a la comisión para el inventario del año 2021. Es importante recalcar que la coordinación de la comisión intersectorial debería quedar a cargo de los encargados municipales.

La comisión será la encargada de la ejecución de las acciones descritas en este manual y del seguimiento de las medidas de mitigación propuestas en el marco de la participación del PPCNC. Entre las funciones de esta comisión se encuentran:

1. Elaborar el plan de trabajo para la implementación el PPCNC.
2. Coordinar la obtención de la información necesaria para el inventario de GEI con los diferentes sectores.
3. Elaborar el inventario de GEI y el informe correspondiente.
4. Monitorear el avance de las actividades propuestas en el plan de trabajo.
5. Establecer los procedimientos e instructivos para asegurar la continuidad del proceso de reporte CADA TRES AÑOS.
6. Llevar una bitácora o fólder, virtual o en físico, donde se documenten las minutas y las gestiones realizadas.
7. Generar los planes de mitigación correspondientes en conjunto con los distintos sectores productivos, realizar la priorización de estos, y velar por su cumplimiento

Cuadro 2.1. Comisión Intersectorial de Cambio Climático

Nombre completo	Organización	Teléfono	Correo electrónico
Emilia Jiménez	Municipalidad de Santa Ana	25827248/83206919	<a href="mailto:ejimenez@santaana.go.cr">ejimenez@santaana.go.cr</a>
Melanie Ortiz Umaña	Municipalidad de Santa Ana	25827248/88813343	<a href="mailto:melanie.ortiz@santaana.go.cr">melanie.ortiz@santaana.go.cr</a>
Rosa Muñoz Giro	Municipalidad de Santa Ana	25827436/88355444	<a href="mailto:rosa.munoz@santaana.go.cr">rosa.munoz@santaana.go.cr</a>
Silvia Masis Gamboa	Hotel Quality Real		<a href="mailto:silvia.masis@r_hr.com">silvia.masis@r_hr.com</a>
José Daniel Méndez Rojas	Forum II		<a href="mailto:jose.mendez@mabinsa.com">jose.mendez@mabinsa.com</a>
Natalia Araya Monge	Western Union		<a href="mailto:naty-araya@hotmail.com">naty-araya@hotmail.com</a>
Celina Rojas Rodríguez	Coopesana		<a href="mailto:pssantaana@coopesana.com">pssantaana@coopesana.com</a>
Jeldryn Vargas Rodríguez	Swiss Travel		<a href="mailto:jeldryn@swisstravelcr.com">jeldryn@swisstravelcr.com</a>
Roberto Carvajal Sandí	CNFL		<a href="mailto:rcarvajal@cnfl.go.cr">rcarvajal@cnfl.go.cr</a>
Argerie Arroyo Oporta	CNFL		<a href="mailto:aarroyo@cne.go.cr">aarroyo@cne.go.cr</a>
Scarlett Romero Vargas	SENASA		<a href="mailto:scarlett.romero.v@senasa.go.cr">scarlett.romero.v@senasa.go.cr</a>
Mauricio Cascante Marín	MAG-AEA Santa Ana		<a href="mailto:mcascantem@mag.go.cr">mcascantem@mag.go.cr</a>



#### TIP DE IMPLEMENTACIÓN

Se recomienda que el Cantón de Santa Ana defina un plazo para las reuniones de la comisión, de NO MENOS de una vez cada 2 meses, para dar seguimiento a las actividades del Plan de Trabajo. El oficio para la creación de la comisión de cambio climático se muestra en el Anexo 5.2.



## 2.3 SELECCIÓN DEL LÍMITE DEL INVENTARIO

Debe tomarse en cuenta que el plan país carbono neutral en su categoría comunidades, define dos posibles límites geográficos a considerar: el límite cantonal o distrital. Como sus nombres sugieren, el **límite cantonal** incluye la totalidad del cantón, es decir, la extensión geográfica *completa* del mismo, mientras que el **límite distrital**, restringe el alcance del inventario a un grupo determinado de distritos, seleccionados por el Conejo Municipal y la Comisión Intersectorial de Cambio Climático, con base en su historial de cooperación, su accesibilidad geográfica, extensión, recursos financieros disponibles, entre otros.

En particular, el Cantón de Santa Ana, con base en la firme determinación de lograr un inventario riguroso, se compromete a cumplir con un **límite cantonal**, en el cual se incluye todo el cantón de Santa Ana de la provincia de San José, del cual se deriva la información contenida en el inventario entregado y cuyos habitantes, industrias, comercios y productores, deben ser tomados en cuenta para lograr el correcto reporte de las emisiones en el cantón.

## 2.4 SELECCIÓN DE LAS FUENTES, LOS SECTORES Y SU ALCANCE A REPORTAR

Las fuentes se clasifican en cinco sectores, los cuales se dividen en subsectores que corresponden a las actividades que generan emisiones de GEI dentro del sector. Antes de realizar la recopilación de datos para el inventario se debe identificar los subsectores presentes en el cantón.

Para esto, se recomienda reunir a la Comisión Intersectorial de Cambio Climático, para actualizar la matriz de selección e identificación tal como la mostrada en el Cuadro 2.2, al final de esta sección. Para completar la herramienta, se debe identificar si las actividades descritas en cada línea existen o no en el cantón. Para aquellos sectores y subsectores con actividades existentes, se debe tratar de generar o actualizar una lista de los principales actores involucrados en el manejo de información de esa actividad, incluyendo nombres de instituciones y el tipo de datos de interés que podrían proporcionar los mismos. Este cuadro de priorización servirá como base para la búsqueda de datos de importancia y será el esquema inicial de orientación sobre los subsectores y fuentes que deberán tenerse en cuenta para los cálculos dentro del inventario.

Si bien la tarea de completar el cuadro de identificación de sectores podría parecer lúdica en principio, esta es de suma importancia, ya que no solo es esta el primer intento de escanear al cantón y sus actividades, sino también, un testigo al cambio constante en que se encuentran los poblados, al permitir, con los años, la identificación de nuevas actividades y sectores no encontrados anteriormente

## 2.4.1 Sector y Subsectores Seleccionados

### 1. Sector Energía Estacionaria:

Este sector incluye a todas las emisiones que provienen de la producción y uso de energía estacionaria<sup>3</sup>, tales como consumo de combustibles fósiles (gasolina, diésel, gas LP, búnker) en hogares o comercios, distribución y consumo de energía eléctrica y emisiones asociadas a su producción y demás. Para este sector, se deben reportar, principalmente, las emisiones por CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> y N<sub>2</sub>O. A continuación, se resume cada uno de los subsectores involucrados:



**Edificios Residenciales:** Incluye al consumo de combustibles fósiles y energía eléctrica utilizada en los hogares.



**Edificios e instalaciones comerciales:** Incluye al consumo de combustibles fósiles y energía eléctrica en centros comerciales, tiendas, restaurantes, supermercados, estaciones de servicio y demás.



**Edificios e instalaciones institucionales:** Incluye al consumo de combustibles fósiles y energía eléctrica en escuelas, hospitales, EBAIS, centros de cuidado infantil, comedores y cualquier otra oficina gubernamental.



**Construcción e industrias manufactureras:** Incluye al consumo de combustibles fósiles y energía eléctrica utilizada en la industria de todo tipo. Se debe recalcar que este subsector contempla UNICAMENTE al consumo energético (eléctrico + combustibles) en industria, no así, a las emisiones relacionadas al proceso productivo como tal.



**Minería, procesamiento, almacenamiento y transporte de Carbón:** Incluye cualquier emisión generada por la extracción, procesamiento, almacenamiento y transporte de este combustible en el Cantón.



**Industrias energéticas:** Incluye todas las emisiones asociadas a la producción de energía DENTRO del Cantón. Debe contemplar tanto el consumo de combustibles fósiles, como eléctrico de planteles de almacenamiento, centros de generación y distribución en el Cantón. Incluye además a las emisiones por distribución de energía eléctrica en red.

<sup>3</sup> (Dirección de Cambio Climático, 2018)



**Actividades agropecuarias, silvicultura y pesca:** Incluye al consumo de combustibles fósiles y energía eléctrica utilizada en actividades agropecuarias y de silvicultura.



**Petróleo y sistemas de gas natural:** Incluye a emisiones fugitivas debido a actividades relacionadas con gas natural y/o petróleos producidos dentro del Cantón.



**Fuentes no especificadas:** Incluye a todas las demás emisiones que se generen por consumo de combustibles fósiles o electricidad. Contemple además a las emisiones fugitivas por extracción, procesamiento o transporte de combustibles fósiles.

## 2. Sector Transporte:

Este sector contempla las emisiones generadas por consumo de combustibles fósiles o electricidad (como vehículos eléctricos) ÚNICAMENTE en transporte, ya sea por vehículos livianos, camiones, trenes, aviones, embarcaciones, helicópteros o incluso tractores o maquinaria móvil<sup>3</sup>. Para este sector, se deben reportar, principalmente, las emisiones por CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> y N<sub>2</sub>O. A continuación, se resume cada uno de los subsectores involucrados:



**Transporte por carretera:** Incluye todas las emisiones generadas por la quema de combustibles (gasolina, diésel, gas LP, biocombustibles) en autos, taxis, buses, camiones, motocicletas e incluso emisiones asociadas a vehículos



**Ferrovionario:** Incluye las emisiones asociadas a la quema de combustible y/o consumo eléctrico por el transporte ferroviario urbano, suburbano y regional, así como el metro.



**Marítimo:** Incluye las emisiones generadas por quema de combustibles en embarcaciones de todo tipo, como buques, transbordadores, barcasas y demás.



**Aviación:** Incluye las emisiones por quema de combustible en viajes aéreos dentro de los límites del Cantón, y que parten del mismo.



**Fuera de carretera:** Incluye las emisiones generadas por la quema de combustible en equipos móviles y maquinaria fuera de carreteras, tales como tractores, cuadracillos o chapulines entre otros.

### 3. Sector Residuos:

Este sector circunscribe a las emisiones generadas por el manejo de residuos sólidos y líquidos del Cantón, ya sea que su tratamiento se dé dentro o fuera de los límites de este<sup>3</sup>. Para este sector, se deben reportar, principalmente, las emisiones por CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> y N<sub>2</sub>O. A continuación, se resume cada uno de los subsectores involucrados:



**Residuos sólidos tratados en rellenos sanitarios o vertederos:** Incluye las emisiones liberadas como resultado de acumular residuos sólidos en rellenos sanitarios o vertederos.



**Residuos sólidos tratados biológicamente:** Incluye las emisiones asociadas al tratamiento de residuos sólidos por biodigestión, compostaje o reactores biológicos.



**Residuos sólidos incinerados:** Incluye las emisiones generadas debido a la quema de residuos.



**Aguas Residuales:** Incluye a las emisiones liberadas como consecuencia del tratamiento de aguas residuales, tanto domésticas, como industriales, ya sea a través de tanque séptico, alcantarillado o planta de tratamiento.

#### 4. Sector Procesos Industriales y Uso de Productos:

Dentro de este sector se identifican todas las emisiones asociadas a procesos productivos industriales y construcción. A diferencia del subsector “*Construcción e industrias manufactureras*”, contenido dentro del sector “*Energía Estacionaria*”, el sector de procesos NO contempla las emisiones por uso de combustibles fósiles o electricidad (entendidas como emisiones asociadas al uso de energía). En su lugar, el sector de procesos industriales incluye todas las emisiones generadas debido a procesos productivos en sí mismos, tales como emisiones por descarbonatación en la industria del cemento, o emisiones por la fabricación de vidrio, el manejo de químicos o metales. De igual forma, este sector contempla el uso de productos dentro del Cantón, tales como lubricantes o refrigerantes. Para este sector, se deben reportar las emisiones por CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O, HFC, SF<sub>6</sub>, NF<sub>3</sub>, HCFC, CFC, R22, R600A, R410A entre otros. A continuación, se resume cada uno de los subsectores involucrados:



**Procesos Industriales:** Incluye las emisiones generadas por procesos industriales asociados a la producción y el uso de químicos, metales, minerales, vidrio, cemento y demás.



**Uso de productos:** Incluye las emisiones liberadas por el uso de lubricantes como ceras parafinadas, refrigerantes y gases fluoro-carbonados en general.

#### 5. Sector Agropecuario, silvicultura y otros usos del suelo:

Este sector contempla las emisiones generadas por el uso del suelo, la aplicación de fertilizantes nitrogenados en cultivos y los procesos digestivos y emisiones de excretas de ganado. Para este sector, se deben reportar, principalmente, las emisiones por CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> y N<sub>2</sub>O. A continuación, se resume cada uno de los subsectores involucrados:



**Ganadería:** Incluye las emisiones liberadas debido al proceso digestivo del ganado, así como las emisiones asociadas a la liberación de excretas. Incluye al ganado bovino, caprino, bufalino, porcino, caballar, mular, ovino, aves de corral, ciervos, alpacas y demás.



**Fuentes agregadas y emisiones procedentes de fuentes del suelo distintas al CO<sub>2</sub>:** Contempla a las emisiones asociadas al uso de fertilizantes nitrogenados aplicados a distintos cultivos en el Cantón, debido al aporte de N<sub>2</sub>O.



**Uso de suelo:** Incluye las emisiones por cambio de uso de suelo según tipo (tierras forestales, tierras de cultivo, pastizales, humedales, asentamientos u otros)<sup>3</sup>. Para el estudio de cambio de uso de suelo deben considerarse variaciones en los suelos desde 20 años anteriores al año en que se realiza el estudio. Adicionalmente, se deben cuantificar las remociones de la cobertura boscosa permanente. La metodología para los cálculos se detalla en el



## 2.4.2 Alcance

Al realizar un inventario de GEI tan masivo e importante como lo es el inventario cantonal, es de suma importancia clasificar y delimitar las emisiones con que se trabaja, con el fin de realizar el trabajo con el mayor orden y trazabilidad posibles sobre las fuentes de emisión y sus orígenes. En el caso del PPCNC, esas fronteras lógicas las determina la ubicación geográfica donde se generan las emisiones y de acuerdo con esta, existen tres tipos de alcance:

- **ALCANCE 1:** Emisiones de gases de efectos invernadero que se generan por fuentes localizadas dentro de los límites del cantón o distrito.
- **ALCANCE 2:** Emisiones de gases de efecto invernadero que se producen como consecuencia de la utilización de energía eléctrica suministrada por la red eléctrica dentro de los límites del cantón o distrito.
- **ALCANCE 3:** Las emisiones de gases de efecto invernadero que se liberan fuera de los límites del cantón o distrito, como resultado de las actividades que tienen lugar dentro de los límites del cantón o distrito. Un ejemplo es cuando se llevan residuos originados dentro del cantón, a rellenos sanitarios fuera del mismo.

## 2.4.3 ¿Cómo identificar las emisiones por sector, subsector y alcance?

### Paso 1: Revisar el límite del inventario

Antes de comenzar, se debe revisar si el límite seleccionado es cantonal o distrital. Si el límite es cantonal, entonces toda la información que se identifique como necesaria, debe ser para TODO el cantón. Si el límite es distrital, entonces la información por recopilar debe ser solo de aquellos distritos incluidos dentro del estudio. Para el Inventario de GEI 2021, el límite seleccionado fue **cantonal**, incluyendo todos los poblados del cantón de Santa Ana, provincia de San José.

### Paso 2: Identificar la información necesaria por sector y subsector

Si, por ejemplo, queremos completar la información para el sector transporte, debemos revisar primero cuáles subsectores se encuentran asociados. En este caso, se encuentran transporte por carretera y transporte fuera de carretera (Sección 2.4.1).

Seguidamente, se debe buscar los datos necesarios para el subsector. Siguiendo el ejemplo, si quisiéramos completar el subsector de transporte por carretera, debemos ir a la sección 2.4.1 y estudiar qué emisiones incluye este subsector. En este caso, se incluyen las emisiones por quema de combustibles, como el diésel y la gasolina, en vehículos por carretera, como vehículos particulares, buses y taxis entre otros.

Al completar el paso 2, sabremos qué información estamos buscando, al asociar las emisiones incluidas dentro del subsector estudiado, con la actividad que las origina. Por

ejemplo, si las emisiones incluidas son la quema de combustibles, entonces la actividad que origina esas emisiones es el consumo de combustibles y es esta la información que se necesita para completar el inventario.

De esta forma, para el ejemplo en cuestión, sabemos que, para completar el subsector 1, de transporte por carretera, en el sector Transporte, necesitamos información sobre el consumo de combustible de taxis, vehículos particulares, autobuses y demás, dentro de TODO el Cantón de Santa Ana.

### Paso 3: Identificar la fuente de la información

Una vez que se conoce cuál es la información necesaria, se debe pensar en la fuente de información. Eso quiere decir, que debemos preguntarnos quién posee los datos necesarios. Sobre el ejemplo estudiado, si nos preguntamos quién posee datos sobre consumo de combustible, lo más lógico es pensar en aquellos que venden la gasolina o el diésel, como las estaciones de servicio.

Si bien esta puede ser una solución al problema, requiere que se pida información de ventas a cada una de las estaciones de servicio del cantón, por lo que amerita preguntarse si existe una solución más adecuada. En este caso, existe un ente como RECOPE que distribuye el combustible a todas las estaciones de servicio, por lo que posee el dato total de combustible expedido en el cantón. Pedir la información a RECOPE como distribuidor directo, es más preciso y confiable, por lo que se podría considerar una fuente de información más adecuada, aunque el control cruzado entre los dos datos es recomendable si se tiene la opción.

### Paso 4: Identificar el alcance

Una vez que se ha identificado la información necesaria, podemos clasificarla como alcance 1, 2 o 3. Para esto se debe revisar lo explicado en la sección 2.4.2. Sobre el ejemplo, la información de consumo de combustibles para vehículos por carretera puede clasificarse de tres maneras:

- Aquellos vehículos que circulan únicamente dentro del cantón, se consideran alcance 1
- Los vehículos y líneas de autobuses que cruzan los límites del cantón se consideran que emiten también en un alcance 3, al originarse las emisiones dentro del cantón, pero emitir también fuera del mismo. (Es decir, una porción de sus emisiones es alcance 1 y otra porción, alcance 3)
- Si se encontraran estaciones de recarga para vehículos eléctricos dentro del Cantón, existiría además un alcance 2, al ser un consumo distribuido por la red eléctrica.

A continuación, se incluye la matriz de identificación de sectores y subsectores, mencionada al inicio de la sección 2.4. Esta matriz puede considerarse un resumen sobre la metodología recién explicada y puede ser utilizada como una guía para ordenar los datos necesarios por alcance, sector y subsector.



#### ATENCIÓN

¿Por qué son importantes las fuentes elegidas? Debido a que orientan el inventario, indican dónde y qué buscar y cuáles son las actividades que se llevan a cabo en el cantón.

Cuadro 2.2. Matriz de identificación de sectores y subsectores dentro del Cantón, Alcance 1.

Alcance 1: GEI dentro del Cantón o Cantón					
Parámetro	Detalle	¿Se posee la fuente en el Cantón?		Datos por obtener para el cálculo:	Observaciones
		Si	No		
Energía Estacionaria	Edificios residenciales				
	Edificios e instalaciones comerciales				
	Edificios e instalaciones institucionales				
	Construcción e industria manufacturera				
	Industria energética (producción)				
	Actividades agrícolas, de silvicultura y de pesca				
	Fuentes no especificadas				
	Emisiones fugitivas de Minería/Carbón				
	Emisiones fugitivas de petróleo/gas				
Transporte	Por carretera				
	Ferroviario				
	Navegación marítima, fluvial y lacustre				
	Aviación				
	Fuera de carreteras				
Residuos	Sólidos llevados a rellenos dentro del Cantón				
	Sólidos tratados por biodigestión, compostaje, reactores biológicos				
	Incineración o Quema de residuos				
	Aguas residuales tratadas dentro del Cantón				
Industria y uso de productos	Procesos Industriales				
	Uso de lubricantes, ceras, CFC				
Agropecuario y silvicultura	Ganadería				
	Uso de productos				
	Tierras forestales, cultivos, pastizales, humedales				
	Fuentes agregadas				

Cuadro 2.2 (Continuación). Matriz de identificación de sectores y subsectores dentro del Cantón, Alcance 2 y 3.

Alcance 2: Energía suministrada en red					
Parámetro	Detalle	¿Se posee la fuente en el Cantón?		Datos por obtener para el cálculo	Observaciones
		Si	No		
Energía Estacionaria	Edificios residenciales				
	Edificios e instalaciones comerciales				
	Edificios e instalaciones institucionales				
	Construcción e industria manufacturera				
	Industria energética (producción)				
	Actividades agrícolas, de silvicultura y de pesca				
	Fuentes no especificadas				
Transporte	Por carretera				
	Ferrovionario				
Alcance 3: Actividades del Cantón que emiten fuera de él.					
Residuos	Residuos llevados a rellenos fuera del Cantón				
	Sólidos tratados por biodigestión, compostaje, reactores biológicos				
	Incineración o Quema de residuos				
	Aguas residuales tratadas fuera del Cantón				
Energía Estacionaria	Transmisión y distribución de energía fuera del Cantón				
Transporte	Por carretera				
	Ferrovionario				
	Navegación marítima, fluvial y lacustre				
	Aviación				

LEYENDA

Energía Estacionaria	Industria y Uso de productos
Transporte	Agropecuario y Silvicultura
Residuos	



## ATENCIÓN

Nótese que para los alcances 2 y 3 en el cuadro anterior, los sectores "Agropecuario y silvicultura" e "Industria y uso de productos", no se consideran, esto es debido a que no existen estos alcances dentro de dichos sectores.

En el caso de consumo de energía eléctrica (alcance 2), los consumos eléctricos de la industria en el cantón se reportan dentro del subsector de "Construcción e industria", mientras que el consumo eléctrico de la actividad agropecuaria se reporta dentro del subsector de "Actividades agrícolas", ambos considerados dentro del Sector 1: Energía Estacionaria.

## 2.4.4 EXCLUSIÓN DE UNA FUENTE DE REPORTE OBLIGATORIO

Cuando las personas participantes se encuentren con barreras en la elaboración del inventario, tales como la confidencialidad de la información o cuando la fuente de emisión obligatoria a reportar no ocurre en el cantón, debe utilizarse la notación y los criterios establecidos en el siguiente cuadro:

Cuadro 2.3. Criterios de notación para información no reportada

Clave de anotación	Condición	Descripción
IE	Incluida en otro lugar	Las emisiones de GEI para esta actividad se han estimado y se presentan en otra categoría del inventario. Esa categoría debe indicarse en el reporte.
NE	No estimada	Emisiones que ocurren, pero que no se han estimado o reportado; la justificación para la exclusión se debe indicar en el reporte.
NO	No ocurre	Una actividad o proceso que no ocurre dentro del Cantón.
C	Información confidencial	Las emisiones de GEI podrían conllevar a la divulgación de información confidencial y, por lo tanto, no pueden ser reportadas.

Así, por ejemplo, si se solicitan datos sobre consumo energético en industria, pero estos deciden no compartirla debido a que es un dato sensible para sus ventas, se coloca una "C" en el espacio designado para esos datos.

Por otro lado, si se estudian, por ejemplo, los consumos de energía eléctrica para el sector agrícola, pero no se puede obtener el detalle de cuánta energía pertenece de forma exclusiva a ese sector, se coloca un "IE" en el espacio designado para esos datos. Se consideran como "IE", ya que se sabe que el consumo eléctrico del sector se encuentra incluido dentro de alguna de las tarifas reportadas



por los distribuidores de energía (CNFL), sin embargo, no se conoce el detalle (para conocer el detalle, se debe aplicar encuestas).

Por último, si se identifica una actividad sobre la cual nadie ha medido datos, es decir, los datos para la actividad no existen y no se puede, por tanto, identificar una fuente de información, se coloca "NE" en el espacio designado para los datos.

#### LEYENDA

Emisiones de reporte obligatorio
Emisiones de reporte opcional
Emisiones excluidas de reportar

Con el fin de orientar respecto a las emisiones consideradas como obligatorias y brindar un ejemplo real respecto a los datos encontrados como "No estimados", "Confidenciales" o "Incluidos en otro lugar", se muestra el Cuadro 2.4, de fuentes de emisión, el cual fue generado para Santa Ana con base en la experiencia vivida para la creación del inventario cantonal 2021.

Cuadro 2.4. Fuentes de emisión incluidas en el inventario cantonal de GEI para Energía estacionaria

Fuentes de emisión		Reportado en el inventario		Exclusiones	
Sector	Subsector	Alcance 1	Alcance 2	Alcance 3	JUSTIFICACIÓN
	<b>Energía Estacionaria</b>	<b>Incluido</b>	<b>Incluido</b>	<b>Incluido</b>	
	Edificios residenciales	Combustible consumido	Electricidad consumida	Pérdidas en transmisión	
	Edificios e instalaciones comerciales e institucionales	Combustibles consumidos	Electricidad consumida	Pérdidas en transmisión	
	Construcción e industrias manufactureras	Combustibles consumidos	Electricidad consumida	Pérdidas en transmisión	
	Industrias energéticas	Combustibles consumidos	Electricidad consumida	Pérdidas en transmisión	
	Actividades agrícolas, de silvicultura y de pesca	Combustibles consumidos	Electricidad consumida	Pérdidas en transmisión	
	Fuentes no especificadas	NO	NO	NO	
	Emisiones fugitivas provenientes de la minería, el procesamiento, el almacenamiento y el transporte de carbón	NO	No aplica	No aplica	
	Emisiones fugitivas provenientes de los sistemas de petróleo y gas natural	NO	No aplica	No aplica	

Cuadro 2.4. (Continuación). Fuentes de emisión incluidas en el inventario cantonal de GEI para Transporte y Residuos

Fuentes de emisión		Reportado en el inventario		Exclusiones	
Sector	Subsector	Alcance 1	Alcance 2	Alcance 3	JUSTIFICACIÓN
<b>Transporte</b>					
	Por carretera	Combustible consumido	NE	Combustible consumido	A pesar de que se pregunta por información de vehículos eléctricos en el cantón, la información no se logra determinar a través de encuestas por lo que se encuentra incluida en datos eléctricos de energía estacionaria
	Ferrovial	NO	NO	NO	
	Navegación marítima, fluvial y lacustre	NO	NO	NO	
	Aviación	NO	NO	NO	
	Fuera de carretera	Combustible consumido	NO	No aplica	
<b>Residuos</b>					
	Disposición de residuos sólidos generados en la ciudad	NO	No aplica	Residuos municipales	
	Tratamiento biológico de residuos generados en la ciudad	Residuos por compostaje y entierro	No aplica	NO	
	Incineración y quema a cielo abierto de residuos generados en la ciudad	Residuos incinerados	No aplica	NO	
	Aguas residuales generadas en la ciudad	Tanques sépticos Plantas de tratamiento	No aplica	NO	

Cuadro 2.4. (Continuación). Fuentes de emisión incluidas en el inventario cantonal de GEI para Procesos Industriales y Uso de productos y Agropecuario, silvicultura y otros usos de suelo

Fuentes de emisión		Reportado en el inventario		Exclusiones	
Sector	Subsector	Alcance 1	Alcance 2	Alcance 3	JUSTIFICACIÓN
<b>Procesos Industriales y Uso de Productos</b>		<b>Incluido</b>	<b>Incluido</b>	<b>Incluido</b>	
	Procesos Industriales	NO	No aplica	No aplica	
	Uso de Productos	Refrigerantes, CO <sub>2</sub> , lubricante	No aplica	No aplica	
<b>Agricultura, Silvicultura y Otros Usos de la Tierra</b>					
	Ganadería	Producción agropecuaria	No aplica	No aplica	
	Uso de la Tierra	Cambio de uso de suelo	No aplica	No aplica	
	Fuentes agregadas y emisiones procedentes de fuentes del suelo distintas al CO <sub>2</sub>	Uso de fertilizantes nitrogenados, Cal y Urea	No aplica	No aplica	



**CUERDE:**

El Cuadro 2.4 corresponde a la clasificación de las fuentes de información para el inventario 2021. Para los siguientes inventarios, este cuadro debe actualizarse de acuerdo con los datos encontrados para el año en cuestión, siguiendo los ejemplos aquí desarrollados.

## 2.5 ELECCIÓN DEL AÑO BASE

Con el fin de realizar una comparación significativa y consistente de las emisiones del cantón a través del tiempo, las Municipalidades deberán establecer un año base de acuerdo con sus condiciones y disponibilidad de información. Este año en cuestión es la *línea base* para dar seguimiento al avance de las acciones y los proyectos de reducción de emisiones de GEI dentro de los límites geográficos escogidos.

En particular, para el inventario realizado, el cantón de Santa Ana selecciona el año 2021 como año base, al ser este el primer año en que se realiza el PPCNC.

A pesar de lo mencionado anteriormente, cada año, la Comisión Intersectorial de Cambio Climático debe validar el inventario de su año base. En caso de identificarse cambios que afecten significativamente a este inventario, se deben realizar los ajustes de cálculo correspondientes y documentar la justificación de dichos ajustes.

Los aspectos por considerar para el ajuste del inventario del año base son:

- a) Cambios de los límites operativos (Que un cantón se vuelva más grande o pequeño, o bien, que se incluyan o excluyan distritos en los datos recopilados).
- b) Propiedad y control de las fuentes de GEI transferidos desde o hacia afuera del cantón (Llegada de compañías o comercios que representan sectores no estudiados anteriormente, por ejemplo).
- c) Cambios en las metodologías para la cuantificación de los GEI (Cambios en los factores de emisión, por ejemplo (Ver sección 2.9))

En caso de identificarse un cambio de este tipo, el año base deberá recalcularse e incluirse la descripción del cambio, el justificante y los resultados actualizados en el nuevo informe de Inventario de reporte.



### ATENCIÓN

Únicamente bajo las circunstancias descritas, se permiten cambios al año base, o bien, cambiar el año base establecido, cuando no es posible recalcular las emisiones del inventario para reflejar los cambios.

## 2.6 DEFINIR AÑO DEL REPORTE

El inventario GEI cantonal o distrital requiere la contabilización de las emisiones de 12 meses completos y continuos en un año natural. La Comisión Intersectorial de Cambio Climático, debe valorar la disponibilidad de información existente o por adquirir para las fuentes a reportar, si ya se han hecho inventarios en años anteriores la periodicidad de reporte requerida y con esto definir el año sobre el cual van a reportar sus emisiones.

El periodo entre reportes está establecido para al menos *cada 3 años*, como una regla general del PPCNC, con el objetivo de facilitar el proceso de contabilización y reporte de emisiones a nivel cantonal o distrital. Así, por ejemplo, si un cantón reporta su primer año en 2021, el próximo inventario lo debe reportar para el año 2024. Este es el caso para el Cantón de Santa Ana.

El Cantón es el responsable de definir si se apega al máximo de reportes cada tres años, o si decide realizar su reporte cada dos años o cada año, en cuyo caso debe comunicarlo a la DCC.

## 2.7 DISEÑO DE LA METODOLOGÍA PARA LA RECOPIACIÓN DE LA INFORMACIÓN POR SECTORES

La Comisión Intersectorial de Cambio Climático es la encargada de definir la metodología para la recopilación de datos, considerando:

- El método de cálculo de las emisiones de GEI para cada sector, entendiendo la naturaleza de datos requeridos para dicho método y de acuerdo con las condiciones locales y la disponibilidad de información.
- La identificación de actores que puede facilitar la información y los procedimientos para solicitarla.
- Los instrumentos idóneos (entrevistas, encuestas, conteos, solicitudes a instituciones (cartas), muestreos u otros) para la recopilación de datos confiables y de calidad para la estimación de emisiones.
- La cantidad de recurso humano necesario para aplicar las encuestas o instrumentos que se definan, para esto pueden recurrir a convenios con universidades o la empresa privada que colabore con estudiantes o personal capacitado.

La siguiente sección describe en detalle los procedimientos necesarios para la recopilación de datos institucionales y a través de encuestas a la población y diversos sectores productivos dentro del cantón.

## 2.8 RECOPIACIÓN DE LA INFORMACIÓN DE LAS EMISIONES POR SECTORES Y FUENTES

Una vez que los instrumentos y los métodos de cálculo estén seleccionados, se procede a recopilar la información por sectores, es decir, aplicar las encuestas o solicitar la información a las instituciones o personas identificadas.

La etapa de recopilación de datos debe ser archivada siguiendo un procedimiento de registro definido y establecido por la Comisión Intersectorial del Cambio Climático, así como un formato (número de consecutivo, machote de documento u otro) que facilite el acceso y la localización de los instrumentos a utilizar y la información recopilada, de forma que pueda ser utilizada en años posteriores, y facilitando, al mismo tiempo el proceso de verificación de los datos.

De igual forma, la guía de implementación del PPCNC 2.0, cuyo enlace se adjuntó en la sección 1.3 de documentos complementarios a este manual, describe, en las páginas 23 a 25 (Cuadro 4 en la guía), diferentes metodologías de cálculo existentes para cada sector. Cada una de las metodologías se ordena por prioridad, siendo 1 la prioridad más alta. Entre mayor la prioridad, más recomendable es utilizar el método de cálculo asociado.





### TIP DE IMPLEMENTACIÓN

Para facilidad del registro, se recomienda tener un DRIVE compartido con una estructura por PASOS, Sectores, Subsectores, Instituciones y archivos numerados por fuente, con acceso controlado y seguro para el manejo de la información.

Por ejemplo:

[PPCNC/Datos recopilados/Energía/Electricidad/CNFL](#)

### Recopilación de datos institucionales

Para el inventario cantonal de Santa Ana 2021, se recurrió principalmente a la recopilación de información a través de solicitud de datos a instituciones y encuestas. Para esto, se completó junto al cantón y la Comisión Intersectorial de Cambio Climático, el Cuadro 2.2, ya explicado en la sección 2.4.3.

Una vez identificada la información necesaria y las personas/instituciones que podrían contribuir a su recopilación, se procedió a escribir machotes de cartas para la solicitud de datos.

Un ejemplo de carta para la recopilación de datos en el sector energía, se adjunta como Anexo 0, de igual forma, el machote de carta realizada puede encontrarse en la carpeta de Drive creada para el proyecto, en el enlace: [Cartas Santa Ana](#).

El Cuadro 2.5 resume a los principales contactos de importancia para la recopilación de datos por parte de instituciones.



### TIP DE IMPLEMENTACIÓN

Para mayor facilidad al recopilar los datos, las cartas generadas deben indicar los datos necesarios, expresados en las unidades correspondientes, de acuerdo con la información de subsectores o categorías requeridas para el inventario.

La mejor forma de conocer las unidades necesarias en que se debe solicitar los datos es revisando los factores de emisión para cada sector o subsector.

Para conocer más al respecto, estudie la sección 2.9.

Cuadro 2.5. Contactos de importancia para la recopilación de datos

Nombre	Organización	Departamento	Correo electrónico	Teléfono	Información brindada
Sydney Castillo Obando	CNFL	Dirección Comercialización	<a href="mailto:scastillo@cnfl.go.cr">scastillo@cnfl.go.cr</a>	22955318	Consumo de electricidad en el cantón
Juan José Castrillo Castañeda	RECOPE	Departamento de Gestión de Ventas	<a href="mailto:JuanJose.Castrillo@recope.go.cr">JuanJose.Castrillo@recope.go.cr</a>	25503568	Consumo de combustibles fósiles
Mauricio Cascante Marín	MAG	Extensionista AEA Santa Ana	<a href="mailto:mcascantem@mag.go.cr">mcascantem@mag.go.cr</a>	21056401/2 1056100 ext.2163	Cantidad de hectáreas cultivadas
					Cantidad de cabezas de ganado
Dra. Scarlett Romero	SENASA	Salud Pública Veterinaria	<a href="mailto:scarlett.romero.v@senasa.go.cr">scarlett.romero.v@senasa.go.cr</a>	25871696	Cantidad de cabezas de ganado
Alberto Ureña Herrera	Municipalidad	Proceso de Gestión Ambiental	<a href="mailto:alberto.urena@santaana.go.cr">alberto.urena@santaana.go.cr</a>	25827437	Cantidad de residuos enviados a relleno sanitario
					Cantidad de combustible consumido en transporte de residuos
Roberto Carvajal Sandí	CNFL	Área Planta Hidroeléctrica Belén Área Planta Eólica Valle Central	<a href="mailto:rcarvajal@cnfl.go.cr">rcarvajal@cnfl.go.cr</a>	22955803	Consumo de electricidad en el cantón
Ronald Vargas Barquero	CNFL	Planta Hidroeléctrica Brasil	<a href="mailto:rovargas@cnfl.go.cr">rovargas@cnfl.go.cr</a>	22829621	Consumo de electricidad en el cantón
María Teresa Soto Villegas	Área Rectora de Salud de Santa Ana	Vigilancia de la Salud	<a href="mailto:teresa.soto@misalud.go.cr">teresa.soto@misalud.go.cr</a>	22826081	Consumo de calderas registradas en el cantón

## Recopilación de datos por encuesta

Además de las cartas para solicitud de datos, se aplicó encuestas en los sectores residencial, comercial e institucional agropecuario e industrial, con las cuales se evaluó las actividades que se lleva a cabo dentro de Santa Ana.

El propósito de las encuestas es recopilar datos sobre sectores en los que no se encontró ninguna fuente de información, tales como el Alcance 3 para transporte (vehículos que se desplazan desde Santa Ana a otros cantones).

Por otro lado, algunas encuestas, tales como la comercial, buscan facilitar el proceso de recopilación de datos, al brindar la posibilidad de enviarse de forma masiva a distintas empresas y locales comerciales.



### TIP DE IMPLEMENTACIÓN

Se recomienda consultar la información de censos y encuestas realizadas por el INEC a diferentes sectores, lo cual podría reducir la necesidad de aplicar encuestas directamente. Para planificar la aplicación de encuestas, se recomienda gestionar recursos con instituciones académicas, tales como la disponibilidad de estudiantes, quienes pueden apoyar en el marco de su Trabajo Comunal Universitario.

De igual forma, se recomienda contactar con las Cámaras y Gremios en el Cantón, para convocar a reuniones donde se explique el propósito de las encuestas y se invite a los agremiados a participar del proceso.

Un ejemplo de encuesta realizada para evaluar el sector residencial se muestra en el Anexo 5.4. Se recomienda comenzar con el proceso de aplicación de encuestas tan pronto como sea posible, ya que el trabajo es arduo y, por lo general, las muestras necesarias son altas. Encuestas como hogares o AFOLU pueden aplicarse de forma presencial, mientras que encuestas como comercios e instituciones e industrias se pueden aplicar vía telefónica o por correo electrónico. El compendio de encuestas preparadas se puede encontrar en el Drive para el proyecto, en el enlace [Encuestas Santa Ana 2021](#).

Tanto la aplicación de encuestas como la solicitud de la información pueden realizarse de forma completa (al 100% de los y las usuarios (as), instituciones, comercios, industrias, fincas y demás) o puede realizarse a través de un muestreo representativo. El cálculo de la muestra puede realizarse de diferentes maneras, dependiendo del porcentaje de confiabilidad, número de datos, tiempo, recursos económicos y técnicos, entre otras variables.

A grandes rasgos, la ecuación para calcular la muestra estadística de una población finita y conocida se define como:

$$n = \frac{N \cdot p \cdot q \cdot Z^2}{(e^2 \cdot (N - 1)) + Z^2 \cdot p \cdot q} \quad (1)$$

Donde:

**n:** Muestra buscada

**N:** Población conocida (total de personas, empresas, comercios, vehículos, etc.)

**Z:** Nivel de confianza, obtenido de tablas estadísticas (1.65 al 90 % de confianza, 1.96 al 95 % de confianza)

**p:** Probabilidad de éxito o proporción esperada

**q:** Probabilidad de fracaso ( $1 - p$ )

**e:** Error máximo admisible

Según lo definido anteriormente, para un nivel de confianza del 95 %, definiendo una probabilidad de éxito del 50 %, las muestras obtenidas para la aplicación de encuestas en Santa Ana se muestran en el Cuadro 2.6. Debe recordarse que las poblaciones utilizadas provienen del registro de patentes del cantón, por lo que corresponden a datos actualizados al 2021.

Cuadro 2.6. Poblaciones originales, muestras calculadas y cantidad de encuestas aplicadas para el inventario cantonal GEI 2021

Encuesta	Hogares	Comercio e instituciones	Industrias	Agropecuario
Dato del Cantón por utilizar	Total de residencias	Total de comercios registrados	Total de industrias	Total de fincas agropecuarias conocidas
Población total	14 235	2 242	65	116
Muestra calculada	241 para un 94 % de confianza	66 para un 90 % de confianza	33 para un 90 % de confianza	43 para un 90 % de confianza
Encuestas aplicadas	370	68	43	48

Debe recalcar que la información brindada en el Cuadro 2.6 debe **actualizarse** según sea el año de estudio. De igual forma, es importante destacar que la muestra a aplicar aumenta o disminuye de forma considerable según el nivel de confianza escogido, por lo que la cantidad de recurso disponible debe tenerse en cuenta a la hora de escoger estos parámetros.

Una vez aplicadas las encuestas, los datos obtenidos deben de ordenarse en una hoja de cálculo, según las preguntas realizadas. Es importante siempre revisar la cantidad de respuestas obtenidas y asegurarse de que se cumpla la muestra calculada.

Si la cantidad de encuestas aplicadas no llegase a coincidir con la muestra calculada (es decir, no se logró aplicar todas las encuestas necesarias), se podría considerar que los datos obtenidos son **no representativos (menos de 90 % de confianza)**, por lo que no pueden ser extrapolados o generalizados al total de la población en el cantón. Es importante destacar que, en estos casos, los datos sí pueden ser utilizados, pero se deben reportar tal cual se recopilan, sin tratamientos adicionales y haciendo énfasis en que se trata de **datos puntuales** para una determinada cantidad de personas, comercios, industrias u hogares en el Cantón.

En el caso de que la cantidad de encuestas aplicadas sí coincida con la muestra calculada (es decir, sí se logró aplicar todas las encuestas necesarias para alcanzar un nivel de confianza de al menos, el 90 %), los datos se consideran **representativos** y, por tanto, pueden ser utilizados para calcular un dato aproximado para el cantón completo. Un

ejemplo sobre cómo ajustar los datos representativos obtenidos a través de encuestas se encuentra en la sección 2.9.2.

El siguiente cuadro resume los instrumentos para la recopilación de datos utilizados por sector, actores que colaboraron en la recopilación de información y el detalle del proceso para la obtención de datos. De igual forma, el documento de guía de implementación para el PPCNC 2.0 (cuyo enlace se adjunta en la sección 1.3 de documentos complementarios), en la página 27, muestra un cuadro (Cuadro 5 en la guía de implementación) que resume la información que se debe solicitar por sector.



#### TIP DE IMPLEMENTACIÓN

Para la aplicación de encuestas, se recomienda coordinar con el sector académico para solicitar ayuda de estudiantes que cursen el Trabajo Comunal Universitario.

De igual forma, se recomienda utilizar la plataforma “Google Forms” que permite aplicar las encuestas de forma digital y ordena los datos en tiempo real. Un tutorial sobre su uso se encuentra en: <https://support.google.com/docs/answer/6281888?co=GENI&Platform%3DDesktop&hl=es>. Si la Municipalidad tiene otras plataformas, puede ignorar este mensaje.



Cuadro 2.7. Detalle para la recopilación de información en el Cantón de Santa Ana según el inventario 2021

Sector	Instrumentos	Actores	Recopilación de información
<b>Sector Energía Estacionaria</b>	Solicitud de reporte anual Encuestas	CNFL MINSA	<ul style="list-style-type: none"> <li>Se solicitaron datos de venta directa de electricidad a la distribuidora en el Cantón, por tarifa de consumo. Tarifas acordes a subsectores, excepto Agropecuario. Se solicita también el promedio anual de pérdidas en la red de distribución eléctrica.</li> <li>Consumo de combustible en calderas del cantón</li> <li>Encuestas aplicadas a una muestra representativa de residencias, comercios, instituciones, fincas e industria sobre información que corresponde al año de reporte.</li> </ul>
<b>Sector Transporte</b>	Solicitud de reporte anual de ventas de combustible Encuestas	RECOPE y Municipalidad de Santa Ana	<ul style="list-style-type: none"> <li>Datos de venta directa de combustibles en el Cantón a estaciones de servicio y peddlers (distribuidor cisterna). Se supone toda venta es consumida en el Cantón. Se utiliza datos de encuestas para discernir datos de consumo estacionario por sector.</li> <li>Encuestas aplicadas a una muestra representativa de residencias, comercios, instituciones, fincas e industria sobre información que corresponde al año de reporte.</li> <li>Empresa encargada de gestión de residuos brinda los datos sobre consumo de combustible, viajes de transporte de residuos dentro y fuera del Cantón.</li> </ul>
<b>Sector Procesos Industriales y Uso de productos</b>	Encuestas	Industrias del Cantón, Comercios, Hogares	<ul style="list-style-type: none"> <li>Uso de refrigerantes en las instalaciones (R22, R410A, R134A, R600A). Cantidad de gases recargados en extintores y equipos refrigerantes.</li> </ul>
<b>Sector Residuos</b>	Solicitud de reporte anual de vertido de aguas Datos municipales de residuos sólidos y PTAR municipal Encuestas	Municipalidad MINSA	<ul style="list-style-type: none"> <li>Datos de residuos ordinarios gestionados a través de los responsables de la recolección municipal. Datos de empresa encargada de gestión y disposición de residuos municipales y domiciliarios. Para otras corrientes de residuos se debe recurrir a encuestas para los diferentes sectores.</li> <li>Se debe solicitar información de tratamiento de aguas residuales a las oficinas de las Áreas Rectoras de Salud para obtener datos de operación de las plantas registradas y bajo control.</li> <li>Sistemas de tratamiento biológico: Se debe recopilar datos a través de encuestas y encargados municipales.</li> </ul>
<b>Sector agricultura, silvicultura y otros usos de la tierra</b>	Cantidad de ha cultivadas por tipo de producto y cantidad de ganado en el cantón. Capas de uso del suelo. Encuestas.	MAG SENASA SEPSA SNIT	<ul style="list-style-type: none"> <li>Ganadería: Se debe recurrir al ente rector del tema agropecuario para recopilar datos del cantón.</li> <li>Uso de la tierra: Para el estudio de cambio de uso de suelo se deben obtener capas sobre usos de suelo en el cantón, tomando variaciones en un periodo de 20 años. Datos de uso de tierras bajo programa PSA se puede corroborar con FONAFIFO.</li> <li>Fuentes agregadas-uso de fertilizantes: Para determinar el uso de fertilizantes, se deben solicitar fórmulas y cantidades por tipo de cultivo del ente rector y solicitar las áreas de cobertura por tipo de cultivo. Se puede afinar el uso y consumo de otros tipos de abono o fertilizantes mediante encuesta a productores agrícolas.</li> </ul>



### TIP DE IMPLEMENTACIÓN

Siempre es mejor mantener la información en digital, en carpetas separadas por sector y etapa del proyecto, con fechas actualizadas, para evitar confusiones. Se debe guardar copia de correos y otras comunicaciones recibidas para trazabilidad de la información recopilada.

## 2.9 CÁLCULO DE LAS EMISIONES CANTONALES

Una vez que se ha recopilado la información de las actividades para los sectores y fuentes respectivas, se procede a calcular las emisiones de GEI por tipo de gas y su equivalente en términos de **toneladas de dióxido de carbono equivalente (ton CO<sub>2</sub> eq)**.

Es importante destacar que se debe realizar un cálculo separado para cada uno de los gases de efecto invernadero detectados, en su mayor parte CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> y N<sub>2</sub>O. Para lograr el cálculo, deben seguirse los siguientes pasos:

### a) Selección de los factores de emisión para cada fuente a reportar

Existen diferentes métodos de cálculo según sector, dependiendo de la fuente de información o actores identificados.

El cantón o Cantón participante en el PPCNC debe utilizar los factores de emisión o remoción, lo más actualizados posibles, en el siguiente orden de prioridad:

1. Factores de emisión/remoción del Instituto Meteorológico Nacional (IMN) en su versión vigente

(<http://cglobal.imn.ac.cr/wp-content/uploads/2022/07/FactoresEmision-GEI-2022.pdf>).

2. Factores de emisión/remoción del Panel Intergubernamental de Cambio Climático (IPCC) (<https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2021rf/index.html>)
3. Factores de emisión/remoción de bibliografía confiable y con respaldo científico.

Las fuentes de emisión identificadas en el Cuadro 2.2 (Sección 2.4.3), indican cuáles son los factores de emisión a necesitar. Una vez que se tiene la lista de las fuentes de emisión, se debe consultar la guía de factores de emisión más actualizada que reporta el IMN cada año, la cual se puede encontrar en el último enlace copiado.

Los factores de emisión funcionan como conversiones o equivalencias, que nos indican cuánto se emite de un gas determinado (CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O u otros) según la actividad que se realice. De esta forma, si el factor de emisión para el consumo de Diésel en el transporte terrestre es de 0.149 g CH<sub>4</sub> / L de combustible, lo que esto indica es que por cada litro de diésel que consuma un vehículo en carretera, se liberan alrededor de 0.149 g de gas metano a la atmósfera.

Los factores de emisión son de suma importancia, ya que no solo nos indican la cantidad de GEI que estamos liberando al ambiente, sino que, además, nos indican las unidades en las que debemos manejar la información recopilada. Siguiendo el ejemplo anterior, si el factor de emisión para consumo de diésel en carretera tiene unidades de g CH<sub>4</sub> / L de diésel, entonces toda la información de consumo de diésel en el Cantón que se solicite a la fuente de información (RECOPE, en este caso) debe tener unidades en LITROS.

### b) Selección de los potenciales de calentamiento global para los GEI a calcular

Antes de entender qué es y por qué se utiliza el potencial de calentamiento global, debemos recordar cuál es el destino final u objetivo del cálculo realizado. Lo que se busca, es obtener la cantidad total de GEI liberados en el cantón, para el año de estudio.

Para poder obtener el valor total de las emisiones, necesitamos acordar una unidad común a todos los cálculos, de manera que los resultados obtenidos se puedan sumar o restar con libertad. Esa unidad común, en la que SIEMPRE

deben reportarse los resultados finales, es la de **toneladas de dióxido de carbono equivalente (tCO<sub>2</sub>e)**, y se reportan de esta manera por convención internacional, a nivel mundial.

Pero, según estudiamos en el paso anterior, los factores de emisión solo asocian los datos de una actividad determinada, a una cantidad de gases GEI particular, que NO SIEMPRE es CO<sub>2</sub>. Es en estos casos donde el potencial de calentamiento global se vuelve necesario.

El PCG (o GWP por sus siglas en inglés) es, al igual que el factor de emisión, una equivalencia. Sin embargo, este nos indica a cuánto CO<sub>2</sub> equivale el gas liberado. De esta forma, si el potencial de calentamiento global para el N<sub>2</sub>O es 310, esto dice que las emisiones generadas por 1 gramo de N<sub>2</sub>O equivalen a las emisiones de 310 g de CO<sub>2</sub>, o bien, que un solo gramo de N<sub>2</sub>O causa el mismo impacto que 310 g de CO<sub>2</sub> causarían. Algunos gases, como los refrigerantes, tienen un PCG de hasta 23 900, lo que quiere decir que son 23 900 veces más perjudicial que el CO<sub>2</sub> para el calentamiento global. La lista de potenciales de calentamiento global puede encontrarse también en las últimas páginas de la guía de factores de emisión del IMN.

Con todo esto, el cálculo simplificado de las emisiones generadas en el Cantón se puede expresar como:

$$tCO_{2eq} = \text{Dato recopilado} \cdot \text{Factor de emisión} \cdot \text{Potencial de calentamiento global} \quad (2)$$

Sobre el mismo ejemplo que se ha venido trabajando, se tiene que, según el inventario de GEI 2021 para Santa Ana, el consumo de diésel por cualquier tipo de vehículo fue de 13 981 227.74 litros, según reporta RECOPE y estaciones de servicio. Si se revisa la guía de factores de emisión del IMN 2022, se encuentran los siguientes datos para esta actividad:

Gases que se liberan:	CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O
Factores de emisión	2.613 kg CO <sub>2</sub> / L de combustible	0.000149 kg CH <sub>4</sub> / L de combustible	0.000154 kg N <sub>2</sub> O / L de combustible
Potenciales de calentamiento global	1	21	310

Entonces, el cálculo de emisiones se vería como:

- Emisiones por el Dióxido de Carbono:

$$tCO_{2\ eq} = 13\ 981\ 227.74\ \text{litros} \cdot 2.613\ \frac{\text{kg CO}_2}{\text{litro}} \cdot \frac{1\ \text{ton}}{1000\ \text{kg}} = 36\ 532.95\ tCO_2$$

- Emisiones por el Metano:

$$tCO_{2\ eq} = 13\ 981\ 227.74\ \text{litros} \cdot 0.000149\ \frac{\text{kg CH}_4}{\text{litro}} \cdot 21\ \frac{\text{kg CO}_2\ eq}{\text{kg CH}_4} \cdot \frac{1\ \text{ton}}{1000\ \text{kg}} = 43.75\ tCO_{2\ eq}$$

- Emisiones por el Óxido Nitroso:

$$\text{ton CO}_{2\ eq} = 13\ 981\ 227.74\ \text{litros} \cdot 0.000154\ \frac{\text{kg N}_2\text{O}}{\text{litro}} \cdot 310\ \frac{\text{kg CO}_2\ eq}{\text{kg N}_2\text{O}} \cdot \frac{1\ \text{ton}}{1000\ \text{kg}} = 667.46\ tCO_{2\ eq}$$

- Total de emisiones generadas por el consumo de diésel de vehículos en carretera:

$$tCO_{2\ eq}\ \text{totales} = (36\ 532.95 + 43.75 + 667.46)\ tCO_{2\ eq} = 37\ 244.16\ tCO_{2\ eq}$$

En la mayoría de los casos, los cálculos para cada sector y subsector se completan siguiendo los ejemplos anteriores, sin embargo, existen algunos cálculos, como los asociados a cambio de uso del suelo y remociones, que pueden ser más complejos. Un instructivo sobre cómo completar esos cálculos puede encontrarse en el Anexo 5.5.



**RECUERDE:**

Los factores de emisión a utilizar, así como los potenciales de calentamiento global, pueden consultarse en el Inventario Cantonal 2021, documento entregado junto con este manual. La pestaña 1.3, de "Factores de emisión" resume todos los datos necesarios para el cálculo. Solo debe asegurarse de utilizar la versión más actualizada de los mismos. Esta hoja de cálculo se explica en la sección 5.7 del documento.

**2.9.1 Ajuste de los datos recopilados a las unidades de los factores de emisión.**

En muchos casos, la información recopilada brindará datos que pueden ser utilizados directamente para aplicar los factores de emisión y calcular las emisiones de GEI. Por ejemplo, los datos de ventas de combustible del Cantón o los consumos de electricidad por tarifa eléctrica.

Sin embargo, otros datos requieren de una revisión y ajuste a las unidades de los factores de emisión, de forma previa al cálculo de las emisiones y remociones. Por ejemplo:

En Energía: para utilizar datos de consumo de gas reportado en m<sup>3</sup> se debe ajustar las unidades a litros. O bien, de lb a m<sup>3</sup> utilizando el dato de densidad de RECOPE. Este se puede [obtener aquí](#).

En Transporte: para utilizar el método por Origen-Destino, se deben analizar los datos de distancia recorrida, medio de transporte utilizado y eficiencia para lograr obtener datos de consumo de combustible en litros (estudiar el Anexo 5.4).

En Residuos: Se debe calcular la demanda química de oxígeno (DQO) total de las aguas residuales tratadas en plantas de tratamiento, a partir de los datos individuales reportados por el MINSA. Para esto:

1. Extraiga los datos de fecha, caudal y DQO que indican los reportes operacionales para cada planta de tratamiento en el Cantón. Si existe más de un reporte para una misma planta en el año de estudio, promedie los datos:

Fecha reporte	Caudal (m3/d)	DQO (mg/L)
I reporte	37,00	17,00
II reporte	48,00	40,00
III reporte	66,00	9,20

2. Convierta los datos en las unidades apropiadas:

Caudal promedio:

$$50.33 \frac{m^3}{d} \left( \frac{365 d}{1 \text{ año}} \right) \left( \frac{1000 L}{1 m^3} \right) = 18\,370\,450 \frac{L}{\text{año}}$$

DQO promedio:

$$22,07 \frac{mg}{L} \left( \frac{1 g}{1000 mg} \right) \left( \frac{1 kg}{1000 g} \right) = 0.000022 \frac{kg}{L}$$

3. Calcule el dato de DQO en kg/año para poder aplicar el factor de emisión correspondiente:

$$0.000022 \frac{kg}{L} \cdot 18\,370\,450 \frac{L}{año} = 405.40 \frac{kg}{año}$$

4. Repita el procedimiento con cada planta de tratamiento en el Cantón. Una vez que tenga un dato de DQO en kg/año por planta, sume todos los resultados. El resultado de esa suma es el dato final que se utiliza para el cálculo de emisiones. En este ejemplo, es importante resaltar que un mismo análisis genera datos de dos fuentes de emisión: carga orgánica removida en el sistema y carga orgánica remanente en el vertido final.

En Industria: Se debe convertir los datos de productos utilizados, como extintores de CO<sub>2</sub> o gases refrigerantes, de libras (uso común) a kilogramos.

En Agropecuario: Se deben utilizar metodologías como la descrita en el Anexo 5.6, para emisiones y remociones por uso de suelo. De igual forma, para un completo entendimiento del procedimiento de cambio de uso de suelo, debe revisarse la hoja de cálculo para el Anexo 5.6, que se encuentra [aquí](#).

En todos los casos de preparación de datos para el cálculo del inventario, es importante dejar documentado los supuestos utilizados para realizar los ajustes y poner atención a los factores de conversión de unidades.



#### RECUERDE:

Si necesita información adicional, conversiones o supuestos que desconoce, asegúrese que la bibliografía consultada sea confiable y recuerde siempre documentar la bibliografía u origen de la fuente de información.

### 2.9.2 Ajuste de datos representativos obtenidos a través de encuestas

En el caso de que los datos obtenidos a través de encuestas sean de una muestra representativa (vea sección 2.8, recopilación de datos por encuesta), estos pueden extrapolarse o ser generalizados para el Cantón.

Para esto, lo primero que se debe hacer es obtener un resultado total para la rúbrica estudiada. Por ejemplo, si se desea conocer la cantidad total de gas LP que consumen las residencias en el Cantón, lo primero que se debe hacer es obtener el dato de consumo total que reportan los encuestados, es decir, sumar todas las respuestas brindadas sobre consumo de gas LP. En el caso de Santa Ana, el consumo total de gas LP que se reporta en encuestas de residencias es de 10 948 L/año.

Una vez que se conoce el dato total por encuestas, se debe obtener un promedio de consumo por encuestado. Siguiendo el ejemplo anterior, si se aplicaron 354 encuestas de hogares en Santa Ana, el promedio de consumo por hogar es:

$$10\,984 \frac{L \text{ de GLP}}{\text{año}} \div 354 \text{ hogares} = 31.03 \frac{L \text{ de GLP}}{\text{hogar}}$$

Por último, se debe tomar el promedio calculado y multiplicar por la cantidad total de hogares en el Cantón (la población total, vea el Cuadro 2.6):

$$31.03 \frac{L \text{ de GLP}}{\text{hogar}} \cdot 14\,235 \text{ hogares} = 441\,676.31 \frac{L}{\text{año}}$$

Siendo 441 676.31 L/año el consumo total para TODO el cantón en el sector hogar durante el 2021.

### 2.9.3 Detalle de cálculo de emisiones y remociones de GEI por sector

El cálculo de emisiones se realiza con base en los datos de las actividades asociadas a las fuentes de emisiones directas e indirectas identificadas como significativas en el alcance de cada comunidad. Anualmente, deben recopilarse los datos necesarios y se debe verificar el cálculo realizado para cada uno de los sectores y subsectores.

El cálculo de remociones, por su lado, debe realizarse de forma anual, con base en el crecimiento y fijación de carbono estimada para las áreas reforestadas (naturales o artificiales) identificadas como sumideros. Más sobre el tema de remociones se encuentra en el Anexo 5.5.

El siguiente cuadro resume la metodología de cálculo y su respectiva descripción según el sector:



Cuadro 2.8. Detalle de la metodología de cálculo por sector

Sector	Método de cálculo	Descripción del cálculo de emisiones en inventario
<b>Sector Energía Estacionaria</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Cálculo de las emisiones estacionarias de la combustión de combustibles</li> <li>2. Cálculo de las emisiones eléctricas suministradas en red</li> </ol>	<p>Se debe realizar el cálculo de emisiones con los factores de emisión del IMN, para consumo de combustibles por subsector y consumo de electricidad. Para combustibles no tradicionales (biogás o leña) se debe recurrir a los factores de emisión del IPCC.</p>
<b>Sector Transporte</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Venta de combustible</li> <li>2. Cantidad de viajes por eficiencia por distancia</li> </ol>	<p>Se debe realizar el cálculo de emisiones con los factores de emisión del IMN, para consumo de combustibles en transporte y consumo eléctrico en vehículos.</p>
<b>Sector Residuos</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Cálculo de las emisiones provenientes de la disposición de residuos sólidos</li> <li>2. Cálculo de las emisiones provenientes del tratamiento biológico de residuos sólidos</li> <li>3. Cálculo de las emisiones provenientes de la incineración y la quema a cielo abierto de residuos</li> <li>4. Cálculo de las emisiones de la generación de aguas residuales</li> </ol>	<p>Se deben aplicar los factores de emisión del IMN para cantidades de residuos ordinarios dispuestos en rellenos sanitarios.                      Se aplican también factores del IMN para emisiones por tratamiento de residuos sólidos orgánicos.                      Para el cálculo de emisiones de plantas de tratamiento ordinarias, se deben utilizar los datos de plantas registradas para aplicar los factores del IMN para vertido y tratamiento.                      Para los sistemas de tratamiento especiales se recomienda utilizar la metodología más actualizada del IPCC.                      Si se encuentra incineración en el cantón, se debe recurrir a factores del IPCC.</p>
<b>Sector Procesos Industriales y Uso de productos</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Cálculo de las emisiones por procesos industriales</li> <li>2. Cálculo de las emisiones por uso de productos</li> </ol>	<p>Se deben estimar las emisiones totales según registros de recargas o por estimación de fuga teórica de los equipos.                      Se deben aplicar los factores de potencial de calentamiento global del IPCC para la estimación de emisiones por uso de refrigerantes de emisiones registradas.                      Se deben utilizar los factores de emisión del IMN para el uso de lubricantes y grasas.</p>
<b>Sector agricultura, silvicultura y otros usos de la tierra</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Cálculo de las emisiones de la generación por la ganadería</li> <li>2. Cálculo de emisiones por fuentes agregadas</li> <li>3. Cálculo de las emisiones por cambio uso del suelo</li> </ol>	<p>Para la estimación de emisiones del sector pecuario se deben utilizar las estadísticas disponibles y factores del IMN. Para los cultivos, se aplican los factores del IMN.                      Con base en los datos de consumo de fertilizantes por cultivo, se deben calcular los factores de emisión para otros cultivos no considerados por el IMN.                      Para la estimación por cambio de uso de suelo y emisiones o remociones forestales, se deben aplicar los factores del IPCC.</p>

### 2.9.4 Análisis de resultados

Una vez que se ha calculado el inventario, es importante que la Comisión realice una revisión de los resultados obtenidos y analice para cada sector y subsector, el comportamiento de las emisiones reportadas. Este ejercicio tiene como fin, identificar potenciales errores en los cálculos, los cuales pueden verse reflejados en magnitudes anormales de algunas emisiones, sin tener una explicación clara.

Así también, es importante comparar los resultados para el año de estudio contra el inventario anterior y año base, para identificar variaciones de incremento o reducción y determinar sus posibles causas. Para ello, el uso de tablas resumen y gráficos es recomendado. Se muestra, a modo de ejemplo, el gráfico resumen obtenido para la emisión de GEI en Santa Ana para el año 2021.

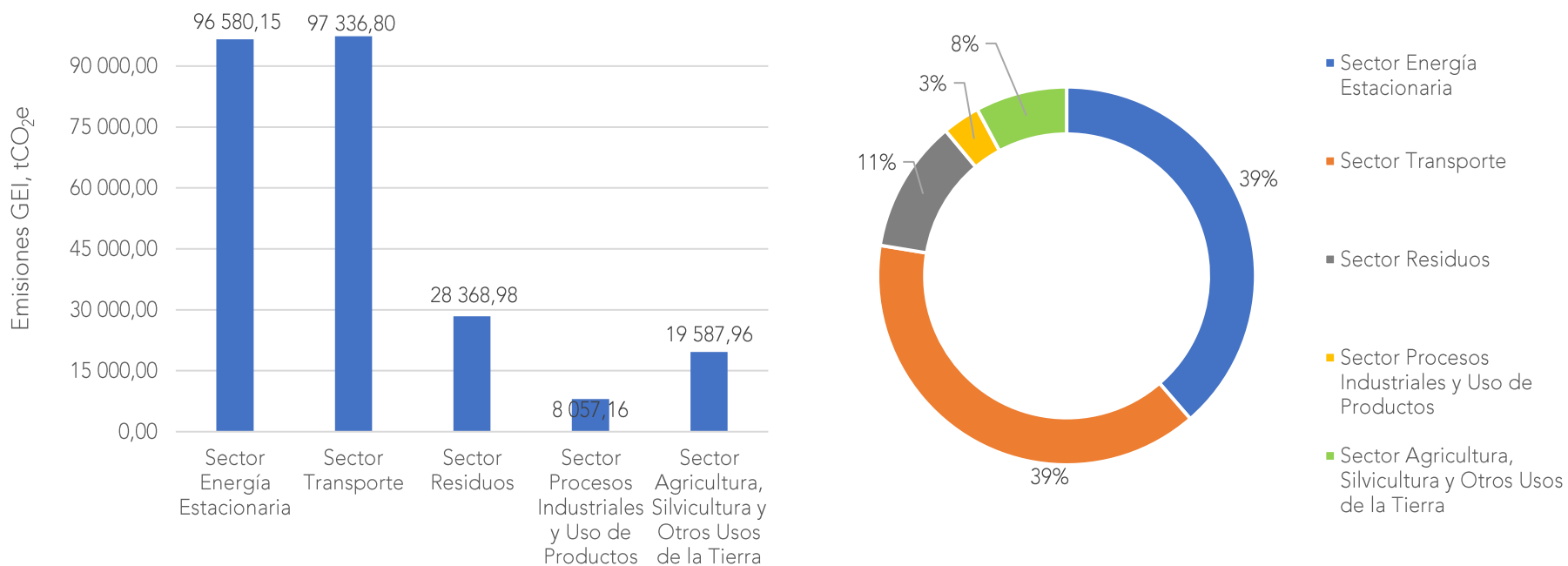


Figura 2.1. Distribución de emisiones de GEI 2021 por sector para el Cantón de Santa Ana

## 2.10 EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DE LOS DATOS

Después de recopilada la información, la comisión debe evaluar la calidad de los datos recopilados según su fuente (¿Quién brindó los datos?) y los factores de emisión utilizados (¿Cómo hice los cálculos?) en la cuantificación. Para eso, debe seguirse un esquema de calificación Alta-Media-Baja, donde:

1. **Alta:** Para aquellas fuentes de emisión donde los datos se obtuvieron de forma directa o son estadísticamente representativos del año de reporte. Son aquellos datos que fueron medidos de forma directa por el ente que nos brinda los datos, por ejemplo, la información de consumo de combustible que reporta RECOPE.
2. **Media:** Para las fuentes de emisión cuyos datos se obtuvieron de forma estimada, pero bajo supuestos. Por

ejemplo, datos obtenidos a través de encuestas estadísticamente representativas o datos directos, pero de años anteriores al estudiado (máximo 5 años) y que provienen de estudios confiables (estudios del INEC, MAG, UCR, UNA, TEC u otros).

3. **Bajo:** Para las fuentes de emisión donde los datos se obtuvieron de estimaciones poco precisas con supuestos inciertos. Por ejemplo, datos obtenidos a través de encuestas NO representativas (aquellas donde NO se logra aplicar la encuesta a la muestra calculada) o bien, datos reportados para años diferentes al estudiado, y que provienen de fuentes poco confiables (como páginas web).

Para el reporte de la información descrita dentro del inventario de GEI cantonal, se recomienda el uso del siguiente formato:

Cuadro 2.9. Formato recomendado por la guía de implementación 2.0 del IPCC para reporte de calidad de datos<sup>3</sup>

Sector	Fuente de emisión	Alcance	Método de cálculo utilizado	Descripción del método	Referencias	Calidad de la información

El Cuadro 2.10, por su parte, muestra un ejemplo sobre las fuentes de información y la calidad asociada a los datos

brindados para el inventario GEI 2021 en Santa Ana. Se incluye una columna de explicación a modo de ejemplo.

Cuadro 2.10. Calidad de la información recopilada, por sector y fuente, para el inventario GEI del 2021

Sector	Fuentes de información	Sub-sector	Actividad	Calidad de la información	Explicación
Sector Energía Estacionaria	CNFL	Emisiones por el consumo de energía eléctrica mediante la red eléctrica dentro de los límites de la ciudad	Consumo de electricidad distribuida, por CNFL	Alta	Se considera que la calidad de la información es alta debido a que los datos utilizados son cuantificaciones reales para el año estudiado. No se requirió de suposiciones
	CNFL	Emisiones por las pérdidas en la transmisión y distribución de la energía eléctrica suministrada por red	Emisiones por las pérdidas en la transmisión y distribución de la energía eléctrica suministrada por red CNFL	Media	Se consultaron datos de pérdidas en red a CNFL para el año 2021.
	RECOPE	Emisiones por uso de combustibles fósiles dentro de los límites de la ciudad	Emisiones por uso de combustibles fósiles en industrias	Alta	Se considera de calidad Alta ya que los datos fueron reportados por RECOPE según actividad económica.
	MINSA	Emisiones por uso de combustibles fósiles dentro de los límites de la ciudad	Emisiones por uso de combustibles fósiles en calderas	Alta	Se considera alta ya que la información fue suministrada por el ente encargado dentro del cantón para el año de reporte.
	Encuestas realizadas (Hogar, comercio, fincas e industria)	Emisiones por uso de combustibles fósiles dentro de los límites de la ciudad	Consumo de gas LP, gasolina y diésel a nivel residencial, comercial e industrial, así como uso de biomasa.	Alta	Se considera alta ya que la información fue suministrada por encuestas aplicadas a una muestra representativa y la información corresponde al año de reporte. Las encuestas de hogares presentan un 94 % de confianza, mientras que las de comercios e instituciones, industrias y fincas presentan un 90 % de confianza. Los datos de consumo de combustibles fósiles estacionarios se restan de datos de RECOPE incluidos en transporte para evitar doble contabilidad.

**Cuadro 2.10. Calidad de la información recopilada, por sector y fuente, para el inventario GEI del 2021**

Sector	Fuentes de información	Sub-sector	Actividad	Calidad de la información	Explicación
Transporte	Municipalidad	Emisiones por combustión de combustibles fósiles para transporte por carretera dentro de los límites de la ciudad	Consumo de combustibles dentro del cantón	Alta	Se considera de calidad Alta ya que los datos fueron reportados por el encargado Municipal con base en registros de consumo llevados por el departamento.
	RECOPE	Emisiones por combustión de combustibles fósiles para transporte por carretera dentro de los límites de la ciudad	Consumo de Gasolina y Diésel dentro del cantón	Alta	Se considera de calidad Alta ya que los datos fueron reportados por RECOPE según actividad económica.
	Encuestas realizadas (Hogar, comercio, fincas e industria)	Emisiones por combustión de combustibles fósiles para transporte por carretera dentro de los límites de la ciudad	Consumo de Diésel, Gasolina y Gas LP	Alta	Se considera alta ya que la información fue suministrada por encuestas aplicadas a una muestra representativa y la información corresponde al año de reporte.
Residuos	Municipalidad	Emisiones por los residuos sólidos generados en la ciudad y dispuestos en los rellenos sanitarios y vertederos fuera de los límites de la ciudad	Generación de residuos sólidos ordinarios en la ciudad y dispuestos por medio de relleno sanitario	Alta	Se considera calidad alta ya que la información fue brindada por el encargado municipal para el año del reporte.
	Encuestas al sector residencial, industrial, agropecuario, comercial e institucional	Emisiones por los residuos sólidos incinerados o quemados a cielo abierto dentro de la ciudad	Generación de residuos sólidos ordinarios tratados por incineración a cielo abierto	Alta	Se considera alta ya que la información fue suministrada por encuestas aplicadas a una muestra representativa y la información corresponde al año de reporte.

Cuadro 2.10. Calidad de la información recopilada, por sector y fuente, para el inventario GEI del 2021

Sector	Fuentes de información	Sub-sector	Actividad	Calidad de la información	Explicación
	MINSA	Emisiones por la generación y el tratamiento de las aguas residuales dentro de los límites de la ciudad	Generación y vertido de aguas residuales tratadas en tanque séptico, sistema aeróbico, sistema anaeróbico	Alta	Se considera alta ya que la información es suministrada directamente por el ente encargado en el cantón
Agricultura, silvicultura y otros usos de la tierra	SENASA	Emisiones por la ganadería que se desarrolla dentro de la ciudad	Emisiones por el proceso digestivo	Alta	Se considera alta ya que la información fue suministrada directamente por el departamento encargado en el cantón.
			Emisiones por manejo de estiércol		
	Información geográfica histórica para el año 2005 a 2017 brindada por la municipalidad	Emisiones por el uso de la tierra dentro de los límites de la ciudad	Emisiones por el uso continuo de suelo y el cambio de uso de suelo	Alta	Se considera calidad alta ya que los mapas de uso provienen de estudios municipales con imágenes satelitales.
	MAG	Emisiones por el uso de fuente agregadas distintas de CO <sub>2</sub> dentro de los límites de la ciudad	Emisiones por aplicación de fertilizantes en producción de Café	Alta	Se considera alta ya que la información fue suministrada directamente por el departamento encargado en el cantón.

Cuadro 2.10. Calidad de la información recopilada, por sector y fuente, para el inventario GEI del 2021

Sector	Fuentes de información	Sub-sector	Actividad	Calidad de la información	Explicación
Procesos Industriales y Uso de productos	Encuestas al sector residencial, industrial, agropecuario, comercial e institucional	Emisiones por el uso de productos que ocurre dentro de los límites de la ciudad	Uso de lubricantes en equipos	Alta	Se considera alta ya que la información fue suministrada por encuestas aplicadas a una muestra representativa y la información corresponde al año de reporte.
			Uso de gases refrigerantes en equipos	Media	Se considera media ya que, aunque la información fue suministrada por encuestas aplicadas a una muestra representativa y la información corresponde al año de reporte, se necesita de suposiciones y datos no específicos para el área de estudio, de fuentes confiables.
	Inventario de GEI de Refrigeración y AC para CR (2012-2016)	Emisiones por el uso de productos que ocurre dentro de los límites de la ciudad	Uso de gases refrigerantes en equipos	Media	Se considera media ya que, aunque la información fue suministrada por encuestas aplicadas a una muestra representativa y la información corresponde al año de reporte, se necesita de suposiciones y datos no específicos para el área de estudio, de fuentes confiables.



## 2.11 ESTABLECIMIENTO DE LAS ACCIONES DE MITIGACIÓN DE EMISIONES

Asociado a la mejora del desempeño ambiental, se deben definir objetivos específicos referentes a la gestión de emisiones en el cantón. Para lograr establecer objetivos claros, realizables y que apelen a las necesidades reales del cantón, se recomienda convocar a una sesión de trabajo, en la que, de acuerdo con los resultados obtenidos en el inventario de GEI, la Comisión Intersectorial de Cambio Climático, junto a demás actores que se consideren relevantes, propongan acciones de mitigación.

Se debe tener en mente, que los y las actores propuestos deben ser aquellas personas que realmente tienen la influencia necesaria para lograr implementar las acciones de mitigación. De igual forma, las acciones propuestas SIEMPRE deben plantearse de manera que la Comisión y la municipalidad puedan tener relación con las mismas, de lo contrario, su ejecución y seguimiento se vuelve difícil.

Se recomienda considerar los ejes de acción del Plan Nacional de Descarbonización, para contribuir a la reducción de emisiones en los sectores de mayor prioridad cantonal y nacional, considerando experiencias y proyectos NAMA entre las iniciativas.

Es importante hacer una revisión previa de buenas prácticas o acciones que se hayan o estén llevando a cabo con relación a estos temas de mitigación en el cantón y en coordinación con otras instancias; además de revisar estudios, planes y documentos como: plan regulador, planes estratégicos, plan de desarrollo, tesis de grado, informes de prácticas, TCU u otros.

Para realizar el plan de mitigación, se recomienda traducir los resultados del intercambio de ideas llevado a cabo con la comisión y distintas partes interesadas, a una matriz, en la que se explique la acción propuesta, sus objetivos, limitaciones, actores involucrados y oportunidades.

Al elaborar los objetivos se debe asegurar que estos cumplan con condiciones claras que los hagan específicos, medibles, alcanzables, relevantes y con plazos definidos. Algunos ejemplos de objetivos concretos que se pueden proponer son:

- Reducir las emisiones absolutas de GEI en el cantón/distrito para el año 2024, respecto a las emisiones del año de estudio (2021).
- Incrementar en un 10% anual las tasas de clasificación y separación de residuos con mejoras al servicio de recolección municipal, reduciendo la cantidad de residuos enviados a relleno y sus emisiones asociadas a partir de 2022.
- Desplegar una estrategia de capacitación en prácticas de compostaje que reduzca en un 10% anual la cantidad de residuos orgánicos llevados a relleno sanitario y sus emisiones asociadas de 2020 a 2022.

De forma complementaria, la Comisión debe considerar el desarrollo de acciones transversales y estratégicas para potenciar los resultados de las acciones de mitigación. Por ejemplo, se puede sugerir:

- Desarrollar una cultura favorable para mitigar el cambio climático en el cantón/distrito, la cual impacte más allá de las fronteras del cantón/distrito.

- Motivar y facultar al personal municipal y la comisión de cambio climático, para que contribuya con la mitigación de emisiones en el cantón/distrito.
- Influenciar a actores y fuentes de información identificados, para que se comprometan a aplicar las acciones de mitigación propuestas, así como generar cadenas de valor (clientes, proveedores, gremios, vecinos (as), etc.) que contribuyan a la economía circular.

Una vez generada la lista de acciones de mitigación, estas deben calificarse según su facilidad de implementación, los recursos que requieren y el tiempo que necesitan para ser implementadas. La matriz de priorización de las acciones de mitigación puede encontrarse en las páginas 33 y 34 de la guía de implementación del PPCNC 2.0. El enlace al documento se incluye en la sección 1.3 de documentos complementarios. De igual forma, se puede encontrar el ejercicio completo realizado para el inventario 2021 de Santa Ana [aquí](#).

Realizada la priorización con los criterios técnico-ambientales, económicos y político-sociales, el cantón, junto con la Comisión, debe trabajar en la estimación de costos de inversión, operación y otros recursos necesarios para el desarrollo de las acciones prioritarias. Para estas estimaciones es importante considerar las experiencias previas en iniciativas similares dentro del límite del estudio o en otros cantones. También es importante en esta fase identificar potenciales fuentes de financiamiento que fortalezcan la disponibilidad de recursos para el desarrollo de las iniciativas planteadas. Entre otras se pueden considerar fondos públicos, privados y de programas nacionales o internacionales para iniciativas ambientales.

Asociado al objetivo de reducción de emisiones, se recomienda que la Comisión Intersectorial fomente, con el apoyo de gremios y cámaras, el desarrollo, medición y reporte de acciones de mitigación de emisiones en cada sector. Esto permitirá identificar y contabilizar a nivel cantonal los impactos de las acciones de mitigación que se desarrollan en beneficio del Cantón en las instituciones públicas y privadas, así como en la sociedad civil. Las acciones determinadas de forma general se asocian a:

- Demanda y gestión del uso de la energía
- Eficiencia energética
- Mejoras en la tecnología y los procesos
- Gestión de la demanda de viajes y transporte
- Sustitución de combustibles
- Gestión integral de residuos
- Reforestación
- Uso y manejo responsable de refrigerantes

## 2.12 IMPLEMENTACIÓN DE LAS ACCIONES DE MITIGACIÓN

La implementación de las acciones de mitigación debe realizarse de acuerdo con las prioridades cantonales y siempre recordando las limitaciones y posibilidades del cantón. El involucramiento de los integrantes de la Comisión Intersectorial de Cambio Climático y otros actores, será clave para facilitar el despliegue y potenciar el impacto de cada una de las acciones.

Se recomienda priorizar aquellas acciones dentro del plan de mitigación sobre las cuales la Comisión tenga control real, es decir, aquellas acciones que la municipalidad puede ejecutar con su personal, presupuesto y recursos o aquellas donde

las entidades que integran a la Comisión puedan ejecutar, con el fin de lograr implementar acciones que, eventualmente, pudieran salir de las posibilidades municipales.

Es recomendable que para cada una de las acciones se elabore una ruta de implementación por etapas (planificación, desarrollo, operación y seguimiento), con la definición de tareas, responsables, plazos e indicadores de medición del resultado, que le permita al Concejo Municipal, junto con la Comisión Intersectorial, dar seguimiento y medición al avance de las acciones. Esta ruta de implementación podrá ajustarse periódicamente, siendo un documento vivo que acompaña al plan de mitigación cantonal y a partir del cual podrán reportarse resultados concretos de las acciones realizadas.

Además, para complementar el inventario de GEI, es importante que se recopilen los resultados asociados a la reducción de emisiones debido a las acciones desarrolladas durante el año de reporte y que se hayan implementado desde el inventario anterior. Para cada acción, se debe documentar las tareas ejecutadas y los resultados obtenidos, en términos de las emisiones evitadas. Cada una de estas acciones debe contar con información de respaldo. Por ejemplo:

Sector	Acción	Logro	Resultado
Residuos	Reciclaje de residuos	Reciclaje de 965.8 ton de material	1 052.62 tCO <sub>2</sub> e evitadas

Los resultados de todas las acciones deben contar con información documentada, que permita realizar la

verificación de las emisiones reducidas o evitadas, a partir de las acciones implementadas. Para el reporte de resultados de las diferentes acciones, se debe presentar la información con base en las indicaciones de la Guía de Implementación del PPCNC 2.0.



#### RECUERDE:

Para las diferentes etapas de implementación se deben definir indicadores de medición y seguimiento que permitan cuantificar resultados concretos y que se puedan asociar directamente a los objetivos de las acciones de mitigación. Por ejemplo:

- Cantidad de residuos tratados por compostaje y no enviados a relleno sanitario.
- Cantidad de paneles solares instalados y energía generada por año.
- Cantidad anual de fertilizantes nitrogenados sustituidos por abono orgánico.

## 2.13 COMPENSACIÓN DE LAS EMISIONES DE GEI

La compensación de emisiones se realiza a través de programas reconocidos a nivel nacional o internacional, los cuales brinden información transparente y trazable de la inversión de los recursos para el propósito establecido.

De forma anual, para cada uno de los sectores estudiados, se puede establecer una meta y un presupuesto, destinado a la compensación de emisiones de GEI. Para ello se deben tomar en cuenta los resultados del inventario de emisiones GEI del año en estudio y las reducciones obtenidas del año anterior. Para la gestión de compensaciones se debe recurrir a los medios de Unidades Costarricenses de Compensación (UCC) definidos en PPCN y administrados por FONAFIFO. Aunque existen otras alternativas reconocidas a nivel internacional.

Igualmente, junto a la documentación de reducciones, se debe incentivar a las instituciones y empresas a reportar sus emisiones compensadas, las cuales respaldan la aspiración de carbono Neutralidad del Cantón, para ser incluidas en el inventario cantonal.

Una vez que se ha realizado la compensación de las emisiones se debe proceder a la creación del reporte del inventario de gases de efecto invernadero para su posterior verificación. Para conocer más sobre el proceso de verificación, estudie el Anexo 5.8 de este documento.

## 2.14 ELABORACIÓN DEL REPORTE DEL INVENTARIO DE GEI CANTONAL

Con base en los datos recopilados, se debe elaborar cada tres años un Informe de GEI, que consolide las emisiones y remociones de los diferentes sectores y subsectores según las fuentes de emisión.

Este informe, así como los proyectos de reducción registrados durante el año correspondiente, podrán ser evaluados externamente, con el fin de obtener una certificación de cumplimiento de los requisitos del PPCNC 2.0.

El reporte para el PPCNC 2.0 debe contener:

- Un resumen ejecutivo
- Descripción del cantón estudiado (límites geográficos, nombre del cantón, área incluida en el inventario, clima)
- Mapa para el área escogida
- Objetivos del proyecto
- Sectores y subsectores identificados
- Roles y responsables
- Metodología para la recopilación de datos y cálculo de emisiones
- Aplicabilidad de la metodología
- Resultados por sector y análisis correspondiente
- Emisiones totales
- Evaluación de la calidad de los datos
- Recomendaciones, buenas prácticas, barreras o dificultades por sector
- Conclusiones
- Anexos, si se considera necesario

## 2.15 VERIFICACIÓN DEL INVENTARIO DE GEI CANTONAL

Cuando el cantón desee demostrar veracidad de los resultados de su inventario de GEI, podrá acogerse a la verificación externa de su inventario.

Para esto, se debe llevar a cabo una revisión exhaustiva de los reportes, cálculos y documentos adjuntos, la cual será realizada por un agente externo competente, el cual no debe de haber participado en el proceso de elaboración del inventario.

En caso de no realizar la verificación con un ente externo, se deberá solicitar la verificación a la Dirección de Cambio Climático o al Comité de Verificación que este designe de acuerdo con el procedimiento vigente del PPCN.

## 2.16 APLICACIÓN AL RECONOCIMIENTO DEL PPCNC

Cuando el cantón cuente con las evidencias de cumplimiento del PPCNC 2.0 (o su versión vigente), podrá presentar el Inventario Cantonal de GEI ante la DCC, para acogerse al Programa Nacional de Carbono Neutralidad categoría comunidades y solicitar el reconocimiento respectivo.

El reconocimiento puede ser de tipo:

1. **Inventario:** Comunidades (cantonal o distrital) que poseen el inventario GEI.
2. **Inventario y reducciones asociadas:** Inventario de GEI y acciones de reducción de emisiones ya implementadas.
3. **Carbono reducción +:** Además del inventario y las acciones de mitigación, el Cantón debe probar que realiza acciones más allá de los requisitos, como ayudar a otros cantones y demostrar que las reducciones alcanzadas superan el 5 % de reducción respecto al inventario anterior.
4. **Carbono Neutral:** Aquellos cantones que logren la carbono Neutralidad según requisitos del PPCNC.
5. **Carbono Neutral +:** Cantones que además de probar la carbono neutralidad, realicen esfuerzos adicionales reconocidos según la versión vigente del PPCNC.

Puede encontrar el manual de especificaciones para aplicar a cualquier reconocimiento del PPCNC en la página: <https://cambioclimatico.go.cr/programa-pais-carbono-neutralidad/categoria-cantonal/>

Para recibir la certificación **Carbono Inventario**, se debe:

- a. Realizar Informe del inventario de GEI, documentando sus acciones de reducción y compensación.
- b. Completar el proceso de verificación del inventario
- c. Completar el formulario de registro y solicitud que puede solicitar a la DCC, e indicar en qué categoría desea participar.

Con estos documentos listos, debe escribir un correo a la dirección [cambioclimatico@minae.go.cr](mailto:cambioclimatico@minae.go.cr) y adjuntar:

- a. Copia del informe de GEI, incluyendo el inventario que le respalda
- b. Documentos emitidos por el ente validador/verificador, incluyendo la declaración de verificación y una copia del informe de verificación (informe de GEI corregido).

Posterior a esto, la DCC revisa los documentos entregados y emite el reconocimiento según corresponda. Los reconocimientos del PPCNC tienen una vigencia tres años.

Todos los reconocimientos del PPCNC incluyen un certificado extendido por el MINAE y la autorización para utilizar el sello respectivo.

El manual para uso del sello PPCNC respectivo, lo puede encontrar en el enlace <https://cambioclimatico.go.cr/wp-content/uploads/2021/08/Guia-de-implementacion.pdf>.

### 3 RESUMEN DE CAMBIOS

Sección de referencia	Descripción del cambio	Fecha del cambio	Responsable del cambio

### 4 APROBACIÓN Y VIGENCIA

Rol de aprobación	Nombre	Puesto	Fecha de vigencia
Elaborado por:			
Revisado por:			
Aprobado por:			



## 5 ANEXOS

### 5.1 Anexo 1. Directorio completo de contactos realizados durante el proceso de PPCNC 2.0

#### 5.1.1 Contactos internos de importancia

Institución	Nombre	Cargo/Departamento	Correo electrónico	Número de teléfono
Municipalidad de Santa Ana	Rosa Muñoz	Procesos de Gestión Ambiental	<a href="mailto:rosa.muñoz@santaana.go.cr">rosa.muñoz@santaana.go.cr</a>	25827436
	Emilia Jiménez	Procesos de Riesgos de Desastres	<a href="mailto:ejimenez@santaana.go.cr">ejimenez@santaana.go.cr</a>	25827436

#### 5.1.2 Contactos del Sector Energía

Institución	Nombre	Cargo/Departamento	Correo electrónico	Número de teléfono
CNFL	Luis Fernando Andrés Jácome/Ana María Alemán/Erick Esquivel Porras	Dirección de Distribución	<a href="mailto:eesquivel@cnfl.go.cr">eesquivel@cnfl.go.cr</a> / <a href="mailto:didistri@cnfl.go.cr">didistri@cnfl.go.cr</a> / <a href="mailto:landres@cnfl.go.cr">landres@cnfl.go.cr</a>	22955631/22955620
CNFL Planta Eólica	Roberto Carvajal Sandí	Jefatura	<a href="mailto:peolicavc@cnfl.go.cr">peolicavc@cnfl.go.cr</a> / <a href="mailto:rcarvajal@cnfl.go.cr">rcarvajal@cnfl.go.cr</a>	22951095/2295-5803
CNFL Planta Hidroeléctrica Brasil	Ronald Vargas Barquero	Jefatura	<a href="mailto:phbrasil@cnfl.go.cr">phbrasil@cnfl.go.cr</a> / <a href="mailto:rovargas@cnfl.go.cr">rovargas@cnfl.go.cr</a>	22829621/22826742 / 22823252

#### 5.1.3 Contactos del Sector Transporte

Institución	Nombre	Cargo/Departamento	Correo electrónico	Número de teléfono
RECOPE	Juan José Castrillo Castañeda	Departamento de Gestión de Ventas	<a href="mailto:Juan.Jose.Castrillo@recope.go.cr">Juan.Jose.Castrillo@recope.go.cr</a>	25503568

#### 5.1.4 Contactos del Sector Residuos

Institución	Nombre	Cargo/Departamento	Correo electrónico	Número de teléfono
Ministerio de Salud	María Teresa Soto / Ana Martínez	Vigilancia de la Salud	<a href="mailto:teresa.soto@misalud.go.cr/ana.martinez_m@misalud.go.cr">teresa.soto@misalud.go.cr/ana.martinez_m@misalud.go.cr</a>	83278964/882 38371

#### 5.1.5 Contactos del Sector Agropecuario

Institución	Nombre	Cargo/Departamento	Correo electrónico	Número de teléfono
MAG	Mauricio Cascante Marín	Extensionista Región central Sur	<a href="mailto:mcascantem@mag.go.cr">mcascantem@mag.go.cr</a>	21056401
CAC Santa Ana	Mario Lobo	Centro Agrícola Cantonal	<a href="mailto:cacsa@ice.co.cr">cacsa@ice.co.cr</a>	88348791
SENASA	Scarlett Romero Vargas	Dirección regional central Sur	<a href="mailto:scarlett.romero.v@senasa.go.cr">scarlett.romero.v@senasa.go.cr</a>	88147311
SINAC	Aimaré Espinoza Ulate	Jefa subregional San José, área de conservación central, Reserva de Biosfera Cordillera Volcánica Central	<a href="mailto:accvc.sanjose@sinac.go.cr">accvc.sanjose@sinac.go.cr</a>	22581673

#### 5.1.6 Otros contactos de interés

Institución	Nombre	Cargo/Departamento	Correo electrónico	Número de teléfono
ASOSI	Andrea Ortiz Rodríguez	Coordinadora Comercial	<a href="mailto:aortiz@asosi.co.cr">aortiz@asosi.co.cr</a>	2283 7868 / 88627992
Bomberos de Santa Ana	Henry Rivera Guillén	Jefe de estación	<a href="mailto:santaana@bomberos.go.cr">santaana@bomberos.go.cr</a>	2547 3700
CNE	Argerine Arroyo Oporta		<a href="mailto:arroyo@cne.go.cr">arroyo@cne.go.cr</a>	
PANI	Marta Jiménez		<a href="mailto:mjimenez@pani.go.cr">mjimenez@pani.go.cr</a>	
Hotel Quality Real SS	Silvia Masis		<a href="mailto:Silvia.masis@r-hr.com">Silvia.masis@r-hr.com</a>	

Green Building Council CR	Nicolás Ramírez	Director Ejecutivo	<a href="mailto:nicolas.ramirez@gbccr.org">nicolas.ramirez@gbccr.org</a>	22340363 / 22893289
Grupo Vigo	Fátima Esquivel	Asistente Administrativa y Servicio al Cliente	<a href="mailto:fatima.esquivel@grupovigocr.com">fatima.esquivel@grupovigocr.com</a>	60548173
Multimoney	Ana Lucía Araya Víquez	Gestión Ambiental y SS	<a href="mailto:aaraya@ehslusan.com">aaraya@ehslusan.com</a>	83436291
Multimoney Studio Hotel Boutique	Marcela Calderón	Recursos Humanos	<a href="mailto:marcela.calderon@grupogente.com">marcela.calderon@grupogente.com</a>	4032 2309
	Mery Ann Pessoa Loiza	Gestora de Sostenibilidad	<a href="mailto:pessoa750@gmail.com">pessoa750@gmail.com</a>	61309689
Swiss Travel	Jledryn Vargas Rodríguez	Gestora de Sostenibilidad	<a href="mailto:Jledryn.vargas@swisstravelcr.com">Jledryn.vargas@swisstravelcr.com</a>	22824898
Western Union	Natalia Araya Morera	Salud Ocupacional	<a href="mailto:natalia.araya@wu.com">natalia.araya@wu.com</a>	8441 4857
Coopesana	Celina Rojas Rodríguez	Promoción Social	<a href="mailto:pssantaana@coopessana.com">pssantaana@coopessana.com</a>	22825242 Ext119
Merck Sharp and Dohme	Josué David Jiménez	Fármaco Vigilancia	<a href="mailto:josue.jimenez@merck.com">josue.jimenez@merck.com</a>	84659898

5.2 Anexo 2. Carta de Compromiso y oficialización de la Comisión Intersectorial de Cambio Climático



+506 2582.7200  
info@santaana.go.cr

www.santaana.go.cr  
Gobierno Local de Santa Ana

Santa Ana, 15 de noviembre de 2022  
Transcripción de acuerdo 789-2022

Para los efectos legales o administrativos correspondientes; se transcribe el acuerdo adoptado por el Concejo Municipal de Santa Ana, en sesión extraordinaria 61, celebrada el jueves 10 de noviembre de 2022:

**3. AUDIENCIA BIOMATEC Y PROCESO DE GESTIÓN DE RIESGO. TEMA; EXPOSICIÓN SOBRE PLAN DE TRABAJO PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL PLAN DE ACCIÓN CLIMÁTICA CANTONAL.**

Señor presidente Walter Herrera Cantillo solicita dispensa.

NO HAY SOLICITUDES DE LA PALABRA

Señor presidente Walter Herrera Cantillo somete a votación la dispensa

SE APRUEBA POR UNANIMIDAD

Señor presidente Walter Herrera Cantillo pone en discusión por el fondo

SE APRUEBA POR UNANIMIDAD

Señor presidente Walter Herrera Cantillo somete a votación la aprobación definitiva

SE APRUEBA POR UNANIMIDAD

**ACUERDO 02.- EL CONCEJO MUNICIPAL DE SANTA ANA DISPENSA Y APRUEBA POR UNANIMIDAD PRIMERO SE APRUEBA LA MOCION PRESENTADA POR LA REGIDORA CATALINA OBREGÓN LÓPEZ Y SE APRUEBA INCORPORAR A TRES MIEMBROS DEL CONCEJO MUNICIPAL A LA COMISIÓN INTERSECTORIAL DE CAMBIO CLIMÁTICO. SEGUNDO; A LA COMISIÓN, EN ESTE ACTO NOMBRADA, LE CORRESPONDERÁ GARANTIZAR LA EJECUCIÓN Y SEGUIMIENTO A LA IMPLEMENTACIÓN DE LAS ACCIONES Y MEDIDAS PROPUESTAS EN EL MARCO DE LA PARTICIPACIÓN DEL PLAN DE ACCIÓN CLIMÁTICA, DISTRIBUIR LAS RESPONSABILIDADES Y COORDINAR CON LA GESTIÓN AMBIENTAL, GESTIÓN DE RIESGO, TODAS LAS FRACCIONES Y SE ENCARGARÁ DE DAR SEGUIMIENTO A ESTAS ACCIONES. TERCERO; LA COMISIÓN TENDRÁ UN PLAZO DE LA VIGENCIA DEL PROYECTO QUE SON OCHO MESES APROXIMADAMENTE Y LUEGO SER VALIDADO POR EL CONCEJO MUNICIPAL.**

TEL: 2582 7288 [secretariaconcejo@santaana.go.cr](mailto:secretariaconcejo@santaana.go.cr)

Página 1 de 2

**CUARTO: NOTIFICAR A LAS FRACCIONES, A LA SECRETARÍA DE COMISIONES Y AL PROCESO DE GESTIÓN DE RIESGOS.**

Votos a favor: Cesar Chavarría Saborío, Catherine Mora Chavarría, Walter Herrera Cantillo, Ricardo Alfaro Villegas, Gonzalo Rojas Rojas, Catalina Obregón López, Esteban Balmaceda Arias.

**ACUERDO DEFINITIVAMENTE APROBADO**

Atentamente,

MARCELO  
AGUILAR  
CESPEDES (FIRMA)

Firmado digitalmente por  
MARCELO AGUILAR  
CESPEDES (FIRMA)  
Fecha: 2022.11.15  
14:28:32 -06'00'

Lcdo. Marcelo Aguilar Céspedes  
Secretario Municipal a.i.  
Concejo Municipal de Santa Ana

### 5.3 Anexo 3. Ejemplo de machote de carta para la solicitud de datos



+506 2582.7200  
info@santaana.go.cr

www.santaana.go.cr  
Gobierno Local de Santa Ana  
MSA-ALC-PRD-03-252-2022

Santa Ana, 09 de noviembre de 2022

Señores Esteban Castillo Valverde y Juan José Castrillo Castañeda  
*Departamento de gestión de ventas*  
RECOPE

Estimados Señores,

Por medio de la presente nos permitimos informarle que la municipalidad de Santa Ana se ha unido al Programa País Carbono Neutralidad (PPCN 2.0) en su categoría comunidades, con lo que se busca reportar y reducir las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) en todo el cantón y aumentar, con esto, la calidad de vida de todos sus habitantes.

Como parte del PPCNC debemos estudiar al sector de energía estacionaria, por lo que respetuosamente solicitamos su colaboración para recopilar datos de importancia para el inventario cantonal.

Específicamente, para efectos del inventario cantonal de GEI, requerimos datos para el año 2021 sobre:

- Datos de ventas de combustible según tipo (gasolina, diésel, jet fuel, búnker, queroseno, gas LP) para el cantón de Santa Ana por tipo de actividad económica (Código CIIU)

Esta información será de suma utilidad para nosotros, ya que nos permitirá realizar cálculos verificables sobre las emisiones generadas en el cantón. Toda la información que se brinde será estrictamente confidencial.

Agradecemos la atención y respuesta a esta solicitud. Para consultas y otras comunicaciones le pedimos por favor responder al correo electrónico [juliana.benavides@biomatec.net](mailto:juliana.benavides@biomatec.net) o comunicarse con Juliana Benavides Rodríguez, consultora encargada del proyecto.

De antemano agradecemos la atención brindada y la colaboración de RECOPE a estas iniciativas de interés nacional.

Con gratitud, se despide:

MARIA EMILIA JIMENEZ JIMENEZ (FIRMA)  
Firmado digitalmente por MARIA EMILIA JIMENEZ JIMENEZ (FIRMA)  
Fecha: 2022.11.09 08:54:08 -06'00'

Ing. Emilia Jiménez Jiménez  
Encargada  
Proceso de Riesgo de Desastre

C/Archivo.

## 5.4 Anexo 4. Ejemplo de encuestas aplicadas

### Encuesta Hogares Santa Ana

La presente encuesta se enmarca en el proceso que ha emprendido la Municipalidad para realizar su inventario de Gases de Efecto Invernadero (GEI) y Plan de Acción Climática, con el fin de dimensionar el impacto de las actividades cotidianas sobre el ambiente. Todo ello responde a los objetivos del Programa País Carbono Neutralidad (PPCN 2.0) en su categoría comunidades, en el cual se encuentra participando nuestro cantón junto con otros a lo largo del país. Las respuestas brindadas serán tratadas con la mayor discreción, por lo que los datos u opiniones expresadas tendrán carácter estrictamente confidencial y su uso será únicamente con fines analíticos y descriptivos de las emisiones del cantón. Agradecemos mucho su participación.

#### ▼ Información General

##### Nombre de la persona que aplica la encuesta

*En caso que no estén colaborando con la aplicación algún encuestador omita esta pregunta*

##### Nombre y apellidos de la persona encuestada

##### Marque el lugar en donde vive

*Por favor, arrastre el cursor sobre el mapa hasta marcar el lugar donde vive, o escriba su lugar de residencia en el buscador.*

latitud (x,y °)

longitud (x,y °)

altitud (m)

accuracy (m)



© OpenStreetMap & Yohan Boniface & Humanitarian OpenStreetMap Team | Terms

##### Distrito en que se encuentra el hogar

- Santa Ana
- Salitral
- Pozos
- Piedades
- Uruca (Río Oro)
- Brasil

##### Número de teléfono (celular o residencial)

*Opcional*

##### Correo Electrónico

*Opcional*



**Género**

- Femenino  
 Masculino  
 No Binario

**Edad**

- 18-24  
 25-35  
 36-45  
 46-55  
 56-65  
 Más de 65

**Cantidad de personas que habitaron en su hogar durante el año 2021**

*\*\*Contándose a usted mismo (a)*

**¿A qué se dedica actualmente?**

- Estudiante  
 Labores de la casa  
 Empleado / empleo propio  
 Pensionado  
 Desempleado

**▼ Consumo de Gas LP**

A continuación, planteamos diferentes preguntas con los datos requeridos sobre el consumo de Gas LP en su hogar. Por favor completar toda la información que sea posible para el año 2021. En caso de no tener la información para ese año, puede brindar los datos del momento actual.

**¿Utiliza Gas LP en su hogar?**

- Sí  
 No

**Indique el tamaño del cilindro de gas que utiliza**

- 10lb  
 20lb  
 25lb (el más común para cocina)  
 40lb  
 100lb

**¿Cuánto le dura el cilindro de Gas LP?**

- Menos de 1 mes  
 1 mes  
 2 meses  
 3 meses  
 4 meses o más

**¿Cuánto le costaba un cilindro de Gas LP en el año 2021? (Colones /cilindro)?**

### ▼ Uso de Leña

A continuación, planteamos diferentes preguntas con los datos requeridos sobre el consumo de leña en su hogar. Por favor completar toda la información que sea posible para el año 2021. En caso de no tener la información para ese año, puede brindar los datos del momento actual.

¿Utiliza leña en su hogar?

- Sí  
 No

¿Cuánta leña aproximadamente utiliza al día? (kilogramos, sacos, solo usa en ocasiones especiales)

¿Cuántas horas aproximadamente utiliza la cocina de leña al día?

### ▼ Uso de Paneles Solares

A continuación, planteamos diferentes preguntas con los datos requeridos sobre el uso de paneles solares en su hogar. Por favor completar toda la información que sea posible para el año 2021. En caso de no tener la información para ese año, puede brindar los datos del momento actual.

¿Cuenta su hogar con paneles solares?

- Sí  
 No

Indique el nombre de la empresa proveedora

Indique la capacidad promedio de generación eléctrica (kWh/día)

¿En qué año se instaló los paneles solares?

### ▼ Tanques Termo - solares

A continuación, planteamos diferentes preguntas con los datos requeridos sobre el uso de tanques solares en su hogar. Por favor completar toda la información que sea posible para el año 2021. En caso de no tener la información para ese año, puede brindar los datos del momento actual.

¿Cuenta su hogar con sistemas solares para el calentamiento de agua?

- Sí  
 No

Indique el volumen de almacenamiento de agua (litros).

### ▼ Equipo Estacionario

A continuación, planteamos diferentes preguntas con los datos requeridos sobre el uso de equipo estacionario en su hogar. Por favor completar toda la información que sea posible para el año 2021. En caso de no tener la información para ese año, puede brindar los datos del momento actual.

¿Utiliza equipo estacionario como cortadoras de césped, motoguadañas, generadores eléctricos o motosierras en su hogar?

- Sí  
 No

Indique la cantidad de equipos diferentes a vehículos convencionales que fueron utilizados en el hogar para el año 2021 y requirieron consumo de combustible

0 Equipos    1 equipo    2 Equipos    3 o más equipos

\*\*Si realiza la encuesta en un CELULAR, puede mover las columnas hacia la izquierda para ver más opciones. Puede seleccionar más de una opción.

Cortadora de Césped	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Motoguadaña	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Planta Generadora	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Secadoras de Ropa	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Motosierra	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Otro	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Indique el tipo de combustible según el equipo que fue utilizado en el hogar para el año 2021:

*\*\*Si realiza la encuesta en un CELULAR, puede mover las columnas hacia la izquierda para ver más opciones. Puede seleccionar más de una opción.*

	Gasolina	Diesel	Mezcla	Gas LP
Cortadora de Césped	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Motoguadaña	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Planta Generadora	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Motosierra	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Secadora de Ropa	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Otro	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Para cada equipo utilizado, indique la cantidad promedio de combustible Gasolina que consume por mes (colones/mes o litros/mes):

Para cada equipo utilizado, indique la cantidad promedio de combustible Diésel que consume por mes (colones/mes o litros/mes):

Para cada equipo utilizado, indique la cantidad promedio de combustible "Mezcla" que consume por mes (colones/mes o litros/mes):

Para cada equipo utilizado, indique la cantidad promedio de combustible "Otro" que consume por mes (colones/mes o litros/mes):

## ▼ Uso de Biodigestores

A continuación, planteamos diferentes preguntas con los datos requeridos sobre el uso de biodigestores en su hogar. Por favor completar toda la información que sea posible para el año 2021. En caso de no tener la información para ese año, puede brindar los datos del momento actual.

¿Utiliza biodigestores en su hogar?

- Sí  
 No

¿Cuál es el volumen o dimensiones del biodigestor? (m3 o litros)

*\*\*Indique las unidades en que se brinda la respuesta (m3 o litros o dimensiones generales)*

¿Para qué se utiliza el biogás?

- Calentamiento  
 Generación Eléctrica  
 Cocción de alimentos  
 No se aprovecha (solo se quema)

¿Con qué se alimenta el biodigestor?

- Excretas de animales  
 Aguas Negras  
 Residuos Orgánicos

Si el biodigestor trabaja con aguas negras, indique el promedio de personas que permanecen dentro del hogar

Si el biodigestor trabaja con residuos orgánicos, indique la cantidad de residuos (kg/mes o toneladas al mes) que se alimenta al biodigestor

Si el biodigestor trabaja con residuos animales, indique la cantidad y tipo de animales que tiene

## ▼ Energía Eléctrica

A continuación, planteamos diferentes preguntas con los datos requeridos sobre energía eléctrica en su hogar. Por favor completar toda la información que sea posible para el año 2021. En caso de no tener la información para ese año, puede brindar los datos del momento actual.

**Indique el consumo promedio mensual de electricidad para su hogar durante el año 2021 (kWh/mes) (si no sabe, pase a la siguiente pregunta)**

**Indique el monto promedio mensual pagado por electricidad en su hogar para el año 2021 (colones/mes)**

**¿Cuál es la empresa proveedora de energía eléctrica?**

- CNFL  
 ICE

## ▼ Información sobre vehículos

A continuación, planteamos diferentes preguntas con los datos requeridos sobre el uso de vehículos en su hogar. Por favor completar toda la información que sea posible para el año 2021. En caso de no tener la información para ese año, puede brindar los datos del momento actual.

**¿Tienen vehículos como automóviles, bicicletas, motos, microbuses, camiones o cuadraciclós en su hogar?**

- Sí  
 No

**¿Tienen vehículos como automóviles, bicicletas, motos, microbuses, camiones o cuadraciclós en su hogar?**

- Sí  
 No

**¿Qué tipo de vehículo/s tienen en su hogar?**

*\*\*Si realiza la encuesta en un CELULAR, puede mover las columnas hacia la izquierda para ver más opciones. Puede seleccionar más de una opción.*

	0 vehículos	1 vehículo	2 vehículos	3 o más vehículos
Bicicleta	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Motocicleta	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Automóvil	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Carga Liviana	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Cuadraciclós	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Otro	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

**¿Cuántos vehículos había en su hogar en el año 2021, que utilizaban los siguientes combustibles?**

*\*\*Si realiza la encuesta en un CELULAR, puede mover las columnas hacia la izquierda para ver más opciones. Puede seleccionar más de una opción.*

	0 vehículos	1 vehículo	2 vehículos	3 o más vehículos
Diésel	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Gasolina	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Gas LP	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Eléctrico	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Otro	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

**Si en el año 2021 había vehículos en su hogar que utilizaban DIÉSEL ¿cuál era el gasto promedio mensual de combustible? (colones/mes o litros/mes)**

*\*\*Indique las unidades (colones/mes o litros/mes)*

Si en el año 2021 había vehículos en su hogar que utilizaban GASOLINA ¿Cuál era el gasto promedio mensual de combustible? (colones/mes o litros/mes)

*\*\*Indique las unidades (colones/mes o litros/mes)*

Si en el año 2021 había vehículos en su hogar que utilizaban GAS LP ¿Cuál era el gasto promedio mensual de combustible? (colones/mes o litros/mes)

*\*\*Indique las unidades (colones/mes o litros/mes)*

Si en el año 2021 había vehículos ELÉCTRICOS en su hogar ¿Cuál era el gasto promedio mensual? (colones/mes o kWh/mes)

*\*\*Indique las unidades (colones/mes o litros/mes)*

Para vehículos motorizados por favor especifique para cada uno: marca, modelo y año del vehículo

Si utiliza lubricante, indique el tipo y cantidad de lubricante utilizado al mes (galones/mes o litros/mes)

*\*\*Indique las unidades (galones/mes o litros/mes) en que brinda su respuesta*

## ▼ Aires Acondicionados

A continuación, planteamos diferentes preguntas con los datos requeridos sobre aires acondicionados. Por favor completar toda la información que sea posible para el año 2021. En caso de no tener la información para ese año, puede brindar los datos del momento actual.

¿Tienen aires acondicionados en su hogar?

- Sí  
 No

¿En el 2021 cuántos equipos de aire acondicionado había en su hogar?

- 1  
 2  
 3  
 4  
 5 o más

Para cada equipo de aire acondicionado que había en su hogar en el año 2021, indique: modelo, marca y proveedor.

¿Qué tipo de refrigerante utilizan los equipos? (por ejemplo R-134a o R-600a)

*\*NOTA: El tipo de refrigerante se encuentra en la etiqueta del aparato.*

¿En qué año se instalaron los equipos de aire acondicionado?

## ▼ Residuos Sólidos

A continuación, planteamos diferentes preguntas con los datos requeridos sobre residuos sólidos en su hogar. Por favor completar toda la información que sea posible para el año 2021. En caso de no tener la información para ese año, puede brindar los datos del momento actual.

**¿Cómo dispuso de los residuos sólidos generados en su hogar durante el año 2021?**

- Utilicé únicamente el sistema de recolección municipal
- Utilicé el sistema de recolección municipal y otros métodos (reciclaje, compostaje, quema o entierro)
- Utilicé otros métodos de tratamiento (reciclaje, compostaje, quema o entierro)

**Indique los tipos de tratamiento especial de residuos utilizados en el 2021:**

- Alimento para animales
- Compostaje
- Lombricompost
- Enterré los residuos
- Quemé los residuos

**Indique la cantidad aproximada de residuos tratados en cada caso. Por ejemplo: 2 kg al día o 14 kg a la semana de residuos composteados.**

## ▼ Aguas Residuales

A continuación, planteamos diferentes preguntas con los datos requeridos sobre aguas residuales en su hogar. Por favor completar toda la información que sea posible para el año 2021. En caso de no tener la información para ese año, puede brindar los datos del momento actual.

**Durante el año 2021 las aguas residuales de su vivienda estuvieron conectadas a:**

- Tanque séptico
- Planta de tratamiento residencial
- Descargas a río

## ▼ Movilidad

A continuación, planteamos diferentes preguntas con los datos requeridos sobre movilidad en su hogar. Por favor completar toda la información que sea posible para el año 2021. En caso de no tener la información para ese año, puede brindar los datos del momento actual.

**¿Cuál fue su principal medio de transporte en 2021?**

- Caminando
- En bicicleta
- Bus
- Taxi
- Plataformas de transporte (Uber/Pirata/Didi)
- Moto
- Vehículo propio

**¿Cuántas personas de su hogar utilizan el principal medio de transporte indicado?**

- 1 persona
- 2 personas
- 3 personas
- 4 personas
- 5 o más personas

**En promedio ¿Con qué frecuencia utilizan el principal medio de transporte indicado?**

- Siete veces por semana
- Seis veces por semana
- Cinco veces por semana
- Cuatro veces por semana
- Tres veces por semana
- Dos veces por semana
- Una vez por semana
- Menos de una vez por semana

Si no puede desplazarse en su principal medio de transporte, ¿Cómo se movilizaba?

- Caminando
- En bicicleta
- Bus
- Taxi
- Transporte informal (Uber/Pirata/Didi)
- Moto
- Vehículo propio

¿Con qué frecuencia utilizan el segundo medio de transporte indicado?

- Siete veces por semana
- Seis veces por semana
- Cinco veces por semana
- Cuatro veces por semana
- Tres veces por semana
- Dos veces por semana
- Dos veces por semana
- Una vez por semana
- Menos de una vez por semana

¿Cuántas personas utilizan el segundo medio de transporte indicado?

- 1 persona
- 2 personas
- 3 personas
- 4 personas
- 5 o más personas

¿Cuál es el principal motivo por el cual usted se moviliza?

*\*\*Puede seleccionar varias opciones*

- Trabajo
- Estudio
- Mandados o tareas del hogar
- Traslado de personas dependientes
- Cuido de personas dependientes

¿Cuántos kilómetros se desplaza a diario aproximadamente?

*\*\*Indique el total de km ida y vuelta*

Para el principal motivo de transporte ¿Desde qué lugar de origen se desplaza?

*\*\*Indique el nombre del distrito o barrio del que parte*

Para el principal motivo de transporte ¿Cuál es su lugar de destino?

*\*\*Indique el nombre del distrito o barrio hacia el que se desplaza.*

## ▼ Acciones de Mitigación

A continuación, planteamos diferentes preguntas con los datos requeridos sobre mitigación en su hogar. Por favor completar toda la información que sea posible para el año 2021. En caso de no tener la información para ese año, puede brindar los datos del momento actual.

¿Cuál de las siguientes acciones realiza usted o estaría dispuesto a realizar para luchar en contra del cambio climático?

Ya lo realizo

Estaría dispuesto (a) a realizarlo

No estaría dispuesta (o) a realizarlo

*\*\*Si realiza la encuesta en un CELULAR, puede mover las columnas hacia la izquierda para ver más opciones. Puede seleccionar más de una opción.*

Utilizar bombillos LED	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Instalar paneles solares	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Instalar tanque de calentamiento solar de agua	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Utilizar compostaje /abono orgánico para residuos orgánicos	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Utilizar transporte público	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Utilizar el tren metropolitano	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Utilizar bicicleta	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Consumir productos orgánicos	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Participar en iniciativas municipales	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Formar parte de una organización ambiental	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>



¿Qué le impide comenzar a implementar las acciones indicadas? Comente

¿Cuáles son las principales limitaciones del cantón para tener una movilización más sostenible?

*\*\*Puede seleccionar más de una opción*

- Falta paradas de autobús
- Falta de aceras peatonales
- Falta de parqueos para bicicleta
- Falta electro-líneas
- Estado de calles y carreteras

Bajo esta temática ambiental, ¿Qué acción le pediría usted a la municipalidad para reducir la huella de carbono del cantón?

*\*\*La huella de carbono representa el volumen total de gases de efecto invernadero (GEI) que producen las actividades económicas y cotidianas del ser humano. Estas emisiones aceleran los impactos del cambio climático.*

- Más campañas educativas
- Más y mejores campañas de reciclaje
- Mejoras en el transporte público
- Transporte público eléctrico
- Ciclovías y facilidades para bicicletas
- Mayor reforestación

¿Considera usted que existen otras mejoras ecológicas que pueda implementar la municipalidad de Santa Ana?

## ▼ Impactos ante el cambio climático

A continuación, planteamos diferentes preguntas con los datos requeridos sobre el impacto del cambio climático en su comunidad y hogar.

¿Su comunidad ha estado a expuesta a riesgos ante el cambio climático?

*\*\*Considerando el riesgo como aquellas situaciones en las que las poblaciones se encuentran amenazadas por factores ambientales. Como por ejemplo, deslizamientos, olas de calor, sequías, inundaciones, tormentas u otros fenómenos meteorológicos.*

- Sí
- No

¿Su vivienda ha estado a expuesta a riesgos ante el cambio climático?

*\*\*Considerando el riesgo como aquellas situaciones en las que las poblaciones se encuentran amenazadas por factores ambientales. Como por ejemplo, deslizamientos, olas de calor, sequías, inundaciones, tormentas u otros fenómenos meteorológicos.*

- Sí
- No

¿Cuáles han sido los costos económicos posteriores al impacto de los riesgos ambientales que ha sufrido en su vivienda?

## ▼ Acciones de adaptación y prevención de riesgo

A continuación, planteamos diferentes preguntas con los datos requeridos sobre acciones de adaptación y prevención frente al impacto del cambio climático en su comunidad y hogar.

¿Ha recibido capacitación sobre prevención de riesgos ante el cambio climático?

*\*\*Considerando el riesgo ante el cambio climático como aquellas situaciones en las que las poblaciones se encuentran amenazadas por fenómenos meteorológicos como tormentas, huracanes, sequías, olas de calor, entre otras.*

- Sí
- No

¿Su comunidad cuenta con un plan para la atención de emergencias y riesgos?

*\*\*Considerando el riesgo como aquellas situaciones en las que las poblaciones se encuentran amenazadas por factores ambientales.*

- Sí
- No

¿Conoce usted las redes e información proporcionada por la Municipalidad y la Comisión Nacional de Emergencias en caso de emergencia (refugios)?

- Sí
- No

**¿Qué condiciones limitan su capacidad de adaptación ante los riesgos del cambio climático?**

*\*\*Considerando el riesgo ante el cambio climático como aquellas situaciones en las que las poblaciones se encuentran amenazadas por fenómenos meteorológicos como tormentas, huracanes, sequías, olas de calor, entre otras.*

- Desconocimiento de riesgos existentes
- Condiciones del terreno de la vivienda son vulnerables
- Recursos familiares limitados para implementar mejoras en la vivienda y aplicar medidas de adaptación.
- Vivienda no propia y poco o ningún apoyo del dueño de la vivienda
- Poca comunicación de grupos comunales, municipales o CNE

**¡Muchas gracias por su colaboración!**

*Los datos aportados serán de gran utilidad para realizar el inventario de Gases de Efecto Invernadero (GEI) y Plan de Acción Climática de nuestro cantón. Esto permitirá la planificación de medidas para reducir las emisiones y mejorar nuestra calidad de vida. Le solicitamos invitar a sus familiares, amigos y amigas a unirse a este proceso respondiendo a esta encuesta.*

## 5.5 Anexo 5. Sistematización de encuestas

Encuesta	Diseño de la encuesta	Procesamiento de la información
Comercio e Instituciones	<p>La encuesta se debe diseñar para recopilar información asociada a todas las fuentes de emisiones de GEI dentro de un comercio o institución. Los contactos (correo electrónico y/o número telefónico) pueden obtenerse de la oficina de patentes municipales para el cantón. Se sugiere que la encuesta cubra los siguientes temas:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Datos del encuestado</li> <li>• Información de la organización</li> <li>• Consumo de combustibles (flota vehicular, maquinaria móvil)</li> <li>• Uso de generadores eléctricos</li> <li>• Consumo de energía eléctrica (conexión con líneas o paneles solares)</li> <li>• Uso de energía termo-solar y biomásico</li> <li>• Uso de extintores, lubricantes, aceites, ceras</li> <li>• Uso y mantenimiento de aires acondicionados, equipos de refrigeración,</li> <li>• Uso de fertilizantes por tipo, por cultivos y pastos</li> <li>• Generación y gestión de residuos ordinarios, orgánicos y especiales</li> <li>• Generación y tratamiento de las aguas residuales</li> <li>• Análisis de movilidad de los colaboradores.</li> <li>• Interés en acciones de mitigación</li> <li>• Interés en acciones de adaptación</li> </ul> <p>Solicitudes y expectativas al gobierno de Cantón</p>	<p>En la encuesta, debido a la baja posibilidad de que el encuestado recuerde o conozca la cantidad de litros/kilogramos/kWh/ asociados al uso de un producto o servicio, se deben realizar preguntas basadas en el costo asociado a cada rubro de consumo. Por lo tanto, se deberán utilizar parámetros de costo promedio, para el año de estudio, para la electricidad, combustibles y demás productos, para convertir los datos de costo en unidades propias de consumo.</p> <p>Para el caso de extintores y refrigerantes, se deben utilizar factores de conversión de libras a kilogramos.</p> <p>La sistematización de la información permitirá cuantificar fuentes de emisión GEI asociadas al subsector.</p>

Encuesta	Diseño de la encuesta	Procesamiento de la información
Industria	<p>La encuesta se debe diseñar para recopilar información asociada a todas las fuentes de emisiones de GEI dentro de una industria de proceso. Los contactos (correo electrónico y/o número telefónico) pueden obtenerse por la oficina de patentes municipales para el cantón. Se sugiere que la encuesta cubra los siguientes temas:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Datos del encuestado</li> <li>• Información de la organización</li> <li>• Consumo de combustibles (flota vehicular, maquinaria móvil)</li> <li>• Consumo de combustibles (hornos, calderas u otros).</li> <li>• Uso de generadores eléctricos</li> <li>• Consumo de energía eléctrica (conexión con líneas o paneles solares)</li> <li>• Uso de energía termo-solar y biomásico</li> <li>• Uso de extintores, lubricantes, aceites, ceras.</li> <li>• Extracción de minerales.</li> <li>• Producción de químicos</li> <li>• Fabricación de metales</li> <li>• Fabricación de dispositivos electrónicos.</li> <li>• Uso y mantenimiento de aires acondicionados, equipos de refrigeración.</li> <li>• Uso de fertilizantes por tipo, por cultivos y pastos</li> <li>• Generación y gestión de residuos ordinarios, orgánicos y especiales</li> <li>• Generación y tratamiento de las aguas residuales</li> <li>• Análisis de movilidad de los colaboradores.</li> <li>• Interés en acciones de mitigación</li> <li>• Interés en acciones de adaptación</li> <li>• Solicitudes y expectativas al gobierno de Cantón</li> </ul>	<p>En la encuesta, debido a la baja posibilidad de que el encuestado recuerde o conozca la cantidad de litros/kilogramos/kWh/ asociados al uso de un producto o servicio, se deben realizar preguntas basadas en el costo asociado a cada rubro de consumo. Por lo tanto, se deberán utilizar parámetros de costo promedio, para el año de estudio, para la electricidad, combustibles y demás productos, para convertir los datos de costo en unidades propias de consumo.</p> <p>Para el caso de extintores y refrigerantes, se deben utilizar factores de conversión de libras a kilogramos.</p> <p>La sistematización de la información permitirá cuantificar fuentes de emisión GEI asociadas al subsector.</p>

Encuesta	Diseño de la encuesta	Procesamiento de la información
Agropecuario	<p>La encuesta se debe diseñar para recopilar información asociada a todas las fuentes de emisiones de GEI a causa de una actividad agrícola o pecuaria. La lista de contactos se puede obtener con organizaciones agropecuarios del cantón/región, el MAG, MINAE, CAC, asentamientos agrícolas o encuestar de forma personal en Ferias del Agricultor, Subastas Ganaderas, entre otros espacios. Se sugiere que la encuesta cubra los siguientes temas:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Datos del encuestado</li> <li>• Información de la actividad agropecuaria (pecuaria y/o agrícola).</li> <li>• Consumo de combustibles (flota vehicular, maquinaria móvil, maquinaria pesada)</li> <li>• Uso de generadores eléctricos</li> <li>• Consumo de energía eléctrica (conexión con líneas o paneles solares)</li> <li>• Uso de energía termo-solar y biomásico</li> <li>• Uso de extintores, lubricantes, aceites, ceras</li> <li>• Uso de fertilizantes, agroquímicos y abonos, por cultivos y pastos.</li> <li>• Generación y gestión de residuos ordinarios, orgánicos y especiales</li> <li>• Generación y tratamiento de las aguas residuales</li> <li>• Análisis de movilidad de los colaboradores.</li> <li>• Interés en acciones de mitigación</li> <li>• Interés en acciones de adaptación</li> <li>• Solicitudes y expectativas al gobierno de Cantón</li> </ul>	<p>En la encuesta, debido a la baja posibilidad de que el encuestado recuerde o conozca la cantidad de litros/kilogramos/kWh/ asociados al uso de un producto o servicio, se deben realizar preguntas basadas en el costo asociado a cada rubro de consumo. Por lo tanto, se deberán utilizar parámetros de costo promedio, para el año de estudio, para la electricidad, combustibles y así con todos los productos para convertir los datos de costo en unidades propias de consumo.</p> <p>Para el caso de extintores y refrigerantes, se deben utilizar factores de conversión de libras a kilogramos.</p> <p>La sistematización de la información permitirá cuantificar fuentes de emisión GEI asociadas al subsector.</p>

Encuesta	Diseño de la encuesta	Procesamiento de la información
Hogares	<p>La encuesta se debe diseñar para recopilar información asociada a todas las fuentes de emisiones de GEI dentro de una residencia. La lista de contactos se puede obtener en el departamento de catastro de la municipalidad para el cantón, enviar por medio de redes sociales o aplicar de forma presencial. Se sugiere que la encuesta cubra los siguientes temas:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Datos del encuestado</li> <li>• Consumo de combustibles (vehículos propios, maquinaria móvil)</li> <li>• Consumo de energía eléctrica (conexión con líneas o paneles solares)</li> <li>• Uso de energía termo-solar y biomásico</li> <li>• Uso de extintores, lubricantes, aceites, ceras</li> <li>• Generación y gestión de residuos ordinarios, orgánicos y especiales</li> <li>• Generación y tratamiento de las aguas residuales</li> <li>• Análisis de movilidad</li> <li>• Interés en acciones de mitigación</li> <li>• Interés en acciones de adaptación</li> <li>• Solicitudes y expectativas al gobierno de Cantón</li> </ul>	<p>En la encuesta, debido a la baja posibilidad de que el encuestado recuerde o conozca la cantidad de litros/kilogramos/kWh/ asociados al uso de un producto o servicio, se deben realizar preguntas basadas en el costo asociado a cada rubro de consumo. Por lo tanto, se deberán utilizar parámetros de costo promedio, para el año de estudio, para la electricidad, combustibles y así con todos los productos para convertir los datos de costo en unidades propias de consumo.</p> <p>Para el caso de extintores y refrigerantes, se deben utilizar factores de conversión de libras a kilogramos.</p> <p>La sistematización de la información permitirá cuantificar fuentes de emisión GEI asociadas al subsector.</p>

## 5.6 Anexo 6. Cálculos de cambio de uso del suelo

El cálculo de las emisiones y remociones de CO<sub>2</sub> eq del Cantón por cambios en el uso de suelo se llevó a cabo en dos etapas. En la primera etapa se caracterizó la superficie del Cantón de acuerdo con su matriz de cambio de uso del suelo, zonas de vida y tipos de suelo, mientras que en la segunda etapa se calcularon las emisiones y remociones en cuestión de acuerdo con las Directrices del IPCC de 2006 y 2019 para los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero Volumen 4: Agricultura, silvicultura y otros usos de la tierra<sup>4</sup>. Las etapas mencionadas se detallan a continuación.

### 5.6.1 Caracterización de la superficie del Cantón

Los pasos por seguir para la caracterización de la superficie del Cantón son los siguientes:

1. En primera instancia, se debe utilizar el software especializado en manejo de información geoespacial, como ArcGIS 10.3.
2. Se deben utilizar mapas de usos de suelo que permitan cuantificar las hectáreas en el año del inventario y al menos un año de referencia<sup>5</sup>. En caso

---

<sup>4</sup> <https://www.ipcc-ggip.iges.or.jp/public/2006gl/spanish/vol4.html>

<sup>5</sup> En esta primera aproximación de remociones, para la estimación del estado de la superficie del Cantón en el año de reporte, se trabajó con la información geográfica disponible más próxima al 2021 y a un periodo de hace 20 años para la estimación correspondiente al año de referencia.

de utilizar un solo año de referencia se recomienda un espaciamiento temporal de 20 años entre la información. Esto para poder concluir que existen usos permanentes del suelo. Si el Cantón no posee un mapa de uso de suelo actual, debe realizar el levantamiento de la información, o estimaciones con mayor incertidumbre a partir de capas realizadas por otras instituciones que permitan caracterizar de forma aproximada el uso de suelo del Cantón. Por ejemplo, se pueden descargar capas de: Cultivos 2017, Forestal 2017, Pastos 2017 y Urbano 2005 del IGN<sup>6</sup>. Todas estas capas poseen información de 2017 con excepción de la capa de uso urbano que es del 2005. También debe considerarse lo siguiente:

- Estas capas contienen información a nivel nacional, por lo que se debe realizar el respectivo corte para el Cantón.
- Se debe elaborar una capa actualizada de urbano, considerando la capa de 2005 y las capas de zonificación del Cantón, con el objetivo de completar espacios en el Cantón que sean parte de uso urbano.

---

La selección de este horizonte temporal se debió a que solo fue factible analizar dos años durante la elaboración del inventario; y a que un periodo de 20 años permite estimar las emisiones y remociones asociadas con todos los reservorios de carbono de interés. Sin embargo, **se recomienda mejorar la resolución** de las estimaciones asociadas con los reservorios de carbono con dinámicas más rápidas **al introducir más años de referencia.**

<sup>6</sup> <http://geos.snitcr.go.cr/be/web/>



- Se debe elaborar una capa de Tipos de Bosque para el año de estudio, para cuantificar el uso forestal en bosque natural y plantación.
3. Utilizando toda la información y capas elaboradas por categoría de uso de suelo, se debe elaborar un mapa de uso para el año actualizado.
  4. Se realizan los cálculos de cambio de uso de suelo con la capa Uso de Suelo de 2005-2019, empleando también la capa de Zonas de Vida 2008 y la Capa de Tipos de Suelo 2008 para caracterizar cada unidad de cambio. Se utiliza como guía para los cálculos la matriz de cambio de uso de suelo asociada, en la Figura 5.1 se muestra un ejemplo de esta matriz.

Para la obtención de los datos para cambio de uso de suelo en el Cantón, así como el análisis de los mapas correspondientes, lo más recomendable es contar con un experto SIG, de preferencia que tenga acceso al departamento de patentes y desarrollo urbano.

### 5.6.2 Emisiones y remociones basadas en cambios de uso de suelo.

Para el cálculo de las emisiones y remociones de CO<sub>2</sub>e por cambios de uso del suelo se consideraron los siguientes reservorios de carbono:

- Materia orgánica aérea y subterránea.
- Materia orgánica muerta en el suelo.
- Carbono orgánico en suelos minerales.
- Carbono orgánico en suelos orgánicos.

El método de cálculo principal para cada reservorio fue el de diferencias de existencias de carbono, con excepción de la biomasa aérea y subterránea en tierras de uso forestal, donde se utilizó el método de pérdidas y ganancias de carbono.

Tanto el método de ganancias y pérdidas como el método de diferencias de existencias se explican detalladamente en el Capítulo 2: Metodologías genéricas aplicables a múltiples categorías de uso de la tierra del Volumen 4 de las directrices del IPCC de 2006<sup>7</sup> y 2019.

Para el cálculo de las emisiones y remociones, además del reservorio de carbono, también se consideró si el suelo se encuentra en régimen permanente o en transición. Por ejemplo, para el caso de carbono orgánico en suelos minerales, se considera que ya no hay diferencias en las existencias de carbono si el suelo se encuentra en régimen permanente, y, por lo tanto, el cálculo puede omitirse. El periodo por defecto utilizado para determinar esta condición es de 20 años.

La variable con mayor impacto en los parámetros específicos a utilizar para los cálculos en cada caso es la región climática, con excepción del tipo de suelo para el reservorio de carbono orgánico en suelos minerales. Si bien Costa Rica es un país tropical, es incorrecto asumir que todo el territorio nacional, y cantonal, corresponden a una misma región climática. Esto se debe a las variaciones geográficas en la precipitación, evapotranspiración y biotemperatura medias.

<sup>7</sup> [https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/spanish/pdf/4\\_Volume4/V4\\_02\\_Ch2\\_Generic.pdf](https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/spanish/pdf/4_Volume4/V4_02_Ch2_Generic.pdf)

Para mantener una definición consistente de las diferentes regiones climáticas entre reservorios de carbono y tipos de suelo, se recurrió a las zonas de vida de Holdrige. En términos generales la homologación para el Volumen 4 de las directrices del IPCC de 2006 y 2019 consiste en tomar la zona de vida bajo consideración y traducirla a una región latitudinal y provincia de humedad. La relación entre estas tres variables se ilustra mediante la Figura 5.2. Debe notarse que no todas las zonas de vida de Holdrige aparecen en los diferentes cuadros del Volumen 4 de las directrices del IPCC de 2006 y 2019. De esta forma cuando se identifica una zona de vida faltante, se le asignan los parámetros de la zona de vida inmediatamente más cercana para la cual sí se tengan datos.

Para mantener la consistencia en la aproximación de los parámetros de las zonas de vida faltantes, se le dio prioridad a la región latitudinal, o piso altitudinal, y luego a la provincia de humedad. Por ejemplo, si se identifica en el Cantón un área donde la zona de vida es bosque pluvial premontano, pero solo se cuenta con parámetros para bosque tropical húmedo, se escogería esta categoría como alternativa más cercana.

Las últimas consideraciones que deben tomarse en cuenta se relacionan con el periodo que hay entre el año del reporte (2021) y el año de referencia (2000), y la diferencia entre las dinámicas de los diferentes reservorios de carbono<sup>8</sup>:

- En el reservorio de biomasa aérea y subterránea en régimen permanente solo se consideran las tierras forestales (bosques) para efectos de cálculo. En el

---

<sup>8</sup> En la [hoja de cálculo](#) se puede encontrar el desglose y resultado de los cálculos realizados.

caso particular de las tierras de cultivo, se toma en consideración información obtenida para régimen permanente y en transición.

- Para pastos, otras tierras, asentamientos y tierras de cultivo, se considera una tasa de conversión uniforme durante los 20 años de estudio<sup>9</sup>.
- Se asumió que los cultivos en transición son anuales, y de manera respectiva, se asignaron los valores de captura de carbono luego del primer año de transición.
- En el reservorio de materia orgánica muerta en suelos en régimen de transición, para tierras forestales, se utilizó el período por defecto de 20 años de transición, para el resto se considera la conversión en un solo año. Siguiendo el supuesto de conversión lineal de uso del suelo

---

<sup>9</sup> Esa consideración donde se evidencia la pérdida de resolución asociada con el periodo de 20 años entre el año de reporte y el año de referencia y por qué se recomienda considerar más años al elaborar el inventario.

**Cuadro 1: Reservoirio de carbono - régimen permanente y en transición del Cantón Santa Ana 2005-2020**

Reservoirio de carbono	Unidades de toneladas de C									Total tCO2e/año
	Forestal primario (natural)	Forestal secundario (natural)	Forestal (plantación)	Pastizales	Otras tierras	Asentamientos	Cultivos	Humedales	Total ton C	
<b>Suelos en régimen permanente</b>										
Biomasa aérea y subterránea	0,00	551,98	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	551,98	-2 023,94
<b>Suelos en régimen de transición</b>										
Biomasa aérea y subterránea	0,00	-418,61	0,00	-1 341,11	0,00	-1 291,62	-397,13	0,00	-3 448,47	12 644,39
Materia orgánica muerta	0,00	106,77	0,00	-817,88	0,00	-369,55	-174,35	0,00	-1 255,00	4 601,68
Carbono orgánico en suelos minerales	0,00	79,40	0,00	51,30	0,00	25,83	-77,75	0,00	78,78	-288,86
Carbono orgánico en suelos orgánicos (ton C)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Sub-Total por régimen transicional	0,00	-232,45	0,00	-2 107,69	0,00	-1 635,34	-649,23	0,00	-4 624,69	16 957,21
<b>Total</b>	0,00	319,54	0,00	-2 107,69	0,00	-1 635,34	-649,23	0,00	-4 072,71	14 933,27

Figura 5.1 Ejemplo de la matriz de emisiones y remociones por cambio de uso de suelo

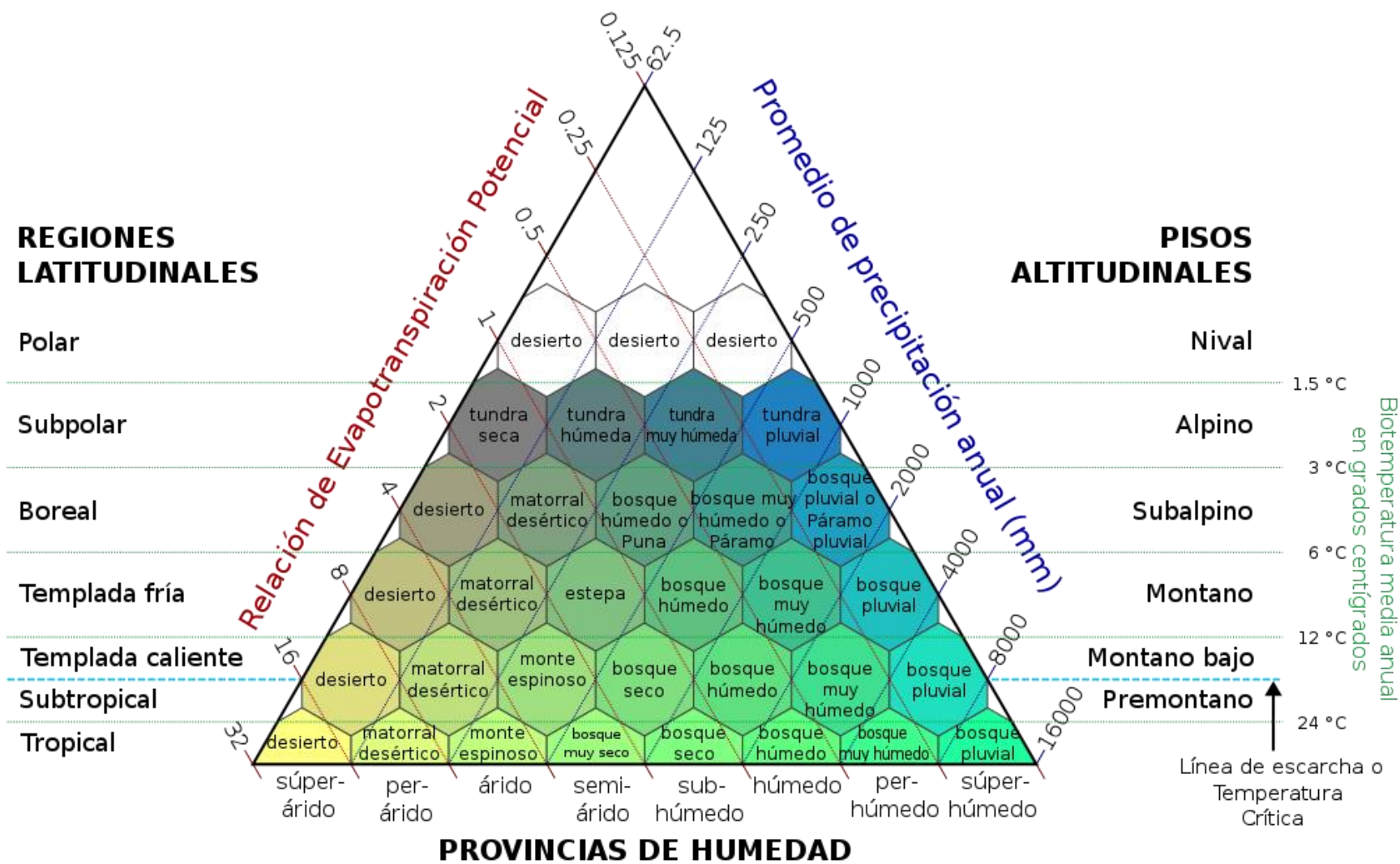


Figura 5.2. Clasificación de zonas de vida de Holdrige<sup>10</sup>

<sup>10</sup> Carlosgis / CC BY-SA (<https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0>)

## 5.7 Anexo 7. Uso de la hoja de cálculo

Para la realización del inventario, se debe completar la hoja de cálculo que se puede encontrar en la carpeta de Drive para el proyecto aquí.

Toda la información recopilada a través de los pasos anteriores, así como los cálculos mostrados, deben realizarse de forma directa en este documento.

La hoja se compone por una primera sección, de introducción, en la pestaña de información general, tal como se muestra en la Figura 5.3

Herramienta para el cálculo de las emisiones			
Nombre del cantón o el distrito	Santa Ana	Año del reporte	2021
Organización responsable del inventario	Municipalidad de Santa Ana	Versión de la herramienta	1
Fecha de la Herramienta	18/11/2022		

1. Generalidades del inventario	2. Sectores, sub sectores y fuentes
<a href="#">1.1. Descripción de la ciudad</a>	<a href="#">2.1. Energía estacionaria</a>
<a href="#">1.2. Fuentes de Información</a>	<a href="#">2.2. Transporte</a>
<a href="#">1.3. Factores de emisión</a>	<a href="#">2.3. Residuos</a>
	<a href="#">2.4. Procesos Industriales y uso de productos</a>
	<a href="#">2.5. Agricultura, silvicultura y otros usos de la tierra</a>

3. Resultado del inventario
<a href="#">3. Emisiones netas</a>



Figura 5.3. Introducción del inventario en la hoja de cálculo

Esta sección incluye información como el nombre de Cantón, el año del reporte, la versión de la herramienta, la fecha en que se realiza, el logo del Cantón y el encargado de completar el documento.

En la pestaña siguiente a Información general, llamada "1.1 Descripción de la ciudad", se pueden encontrar cuadros para completar con información tal como los límites geográficos sobre los que se realiza el estudio, sus condiciones climáticas, población, área de extensión, año de estudio y año base.

Seguido a este cuadro, en la misma pestaña, se encuentra el espacio para completar con el mapa geopolítico oficial del Cantón, así como una tabla para completar con los nombres de los integrantes de la comisión intersectorial de cambio climático. Esta tabla debe revisarse y actualizarse cada vez que se implemente el programa. Ejemplos se muestran en la Figura 5.4.

### 1. Límite del inventario

Aspecto	Descripción
Nombre del cantón o el distrito	Santa Ana
Provincia	San José
País	Costa Rica
Año de reporte	2021
Año base	2021
Límite geográfico escogido	Cantonal. Se incluyen los distritos de Santa Ana, Salitral, Pozos, Uruca, Piedades y Brasil.
km2 del área incluida en el inventario	61,42
Cantidad de residentes que viven dentro del área del inventario	60 453
Producto interno bruto del cantón o distrito	N/A
Tipo de actividades económicas desarrolladas	Principalmente comerciales y agropecuarias
Clima del cantón o el distrito	Templado, con temperaturas que varían entre 16 °C a 26 °C. Precipitación mínima en meses de febrero a marzo de 24 mm y máxima en meses de junio a noviembre de 166 mm.
Otra información	N/A

### 2. Mapa de área geográfica elegida para desarrollar el inventario

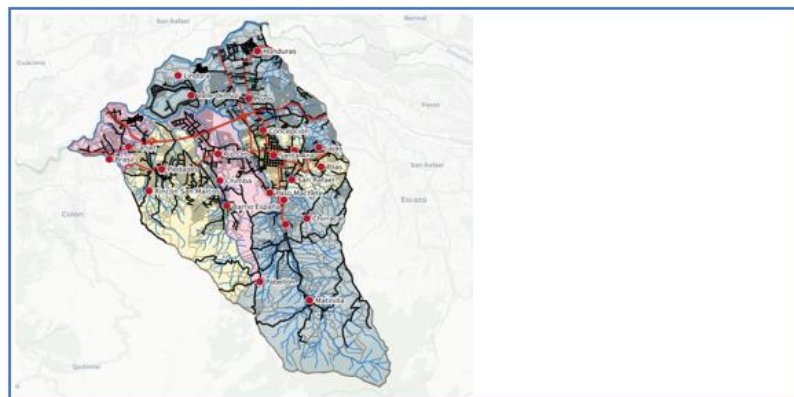


Figura 5.4. Límite del inventario y mapa cantonal

En la misma pestaña, se muestra además información adicional sobre el inventario, la cual se debe completar con la información obtenida en los ejercicios de identificación de sectores y subsectores, así como información sobre las metodologías de cálculo que se implementó y las herramientas respectivas, información que puede ser obtenida de los Cuadro 2.2 y 2.8.

Por último, esta sección incluye un cuadro de responsables, en el que se anotan los datos de las personas encargadas de la recopilación de datos, los cálculos y completar la hoja de cálculo. Esto se muestra en la Figura 5.5

### 4. Información del inventario

Descripción de los sectores, sub sectores y fuentes de emisión a reportar	*Energía Estacionaria con subsectores como combustibles fósiles para equipos estacionarios en sectores residenciales, comerciales, agrícolas e industriales, uso de biomasas, consumo de energía eléctrica, pérdidas de energía por red. *Transporte, con subsectores como transporte por carretera en alcance 1 y 3. Transporte fuera de carretera en alcance 1. *Residuos, con subsectores como manejo de aguas domésticas e industriales, residuos enviados a relleno sanitario en alcance 3, quema e incineración de residuos y tratamientos biológicos como entierro y compostaje. *IPPU, con subsectores como uso de productos refrigerantes en equipos comerciales e industriales y aires acondicionados. *AFOLU con subsectores como ganadería, uso del suelo y fuentes distintas al CO2
Descripción de los gases de efecto invernadero a reportar	CO2, CH4, N2O, HFC y HFC
Fuente de los potenciales de calentamiento global	IPCC Fourth Assessment Report (2007)
Descripción de las metodologías y herramientas usadas para el desarrollo del inventario	
Sector Energía Estacionaria	Se recurrió a las empresas distribuidoras de combustibles y energía eléctrica. Se solicitaron datos de consumo clasificados por subsector. Se complementó además con encuestas al sector residencial, comercial e institucional, industrial y agropecuario para desagregar los datos consolidados o para recopilación de uso de combustibles no tradicionales.
Sector Transporte	Se recurrió a los comercios expendedores de combustibles para datos de venta en estaciones de servicio y peddler. Se recurrió a RECDOPE para conocer datos de ventas de combustible al cantón en el año. Se recurre al gestor encargado del transporte de residuos sólidos a relleno sanitario por información de viajes intercantones y se realiza encuestas a al sector residencial, comercial e institucional, industrial u agropecuario.
Sector Residuos	Se gestionó la recopilación de datos de residuos ordinarios a través de los responsables de la recolección municipal. Para otras corrientes de residuos se recurrió a la consulta en las encuestas a los diferentes sectores. Se solicitó información de tratamiento de aguas residuales a las oficinas del Área Rectora para obtener datos de operación de las plantas registradas y bajo control.
Sector Procesos Industriales y Uso de productos	Se aplicó una encuesta al sector residencial, comercial e institucional, industrial y agropecuario para recopilar datos de procesos, uso de refrigerantes y otros equipos y productos.
Sector agricultura, silvicultura y otros usos de la tierra	Se aplicó una encuesta para el sector agropecuario, comercios e industrias para determinar fertilizantes aplicados, frecuencias, tipos de cultivos y hectáreas sembradas así como cantidad de cabezas de ganado por edad, sexo y tipo. Para determinar el factor de emisión de algunos cultivos, se obtuvo los estudios de costos productivos por cultivo del ente rector (MAG/SEPSE), pensando que esta información es más confiable que otras fuentes encontradas.
Cambios o comentarios respecto al último inventario realizado	N/A

Figura 5.5. Información del inventario

La siguiente pestaña, "1.2 Fuentes de información", se dedica a completar la información de todos aquellos entes o personas que hayan facilitado algún dato, sea que se encuentren o no dentro de la comisión intersectorial de cambio climático. Se debe indicar el contacto de estas personas, el tipo de información suministrada y cualquier otro dato relevante. Si es posible, se debe colocar un enlace a la página



donde se puede encontrar la información. Esto se muestra en la Figura 5.6.

Institución	Nombre de la fuente	Año	Nombre de la persona contactada	Departamento	Teléfono	Correo electrónico	Link a la información	Comentarios e observaciones
Comisión de Acreditación de la Carrera	OPFL	2021	Debra Cordeiro Obando	Distrito de Concepción	22878308	<a href="mailto:debra@opfl.gub.gv.cr">debra@opfl.gub.gv.cr</a>		Comentarios de campo durante el desarrollo de un cuestionario a OPFL
Comisión de Combustibles Fósiles	RECOCPE	2021	Ana José Cuartido Cuartido	Departamento de San José de Yoro	22831688	<a href="mailto:ana.jose.cuartido@recocpe.gub.gv.cr">ana.jose.cuartido@recocpe.gub.gv.cr</a>		Valor de combustibles y consumo de estos en vehículos registrados en la comisión (gaseolina, gasoil, biogaseolina y B20)
Cantidad de combustibles coloidal	MAG	2021	Maicon Cuervo Mora	Embaixada de Chile en Costa Rica	22844632/0210100 ext.203	<a href="mailto:maiconcuervo@mag.gub.gv.cr">maiconcuervo@mag.gub.gv.cr</a>		Cantidad de combustibles para tipo de combustible
Cantidad de volúmenes de gasoil								Cantidad de volúmenes de gasoil en grandes recipientes, tipo y producción
Cantidad de volúmenes de biogaseolina								Cantidad de volúmenes de biogaseolina en grandes recipientes, tipo y producción
Cantidad de combustibles consumidos en vehículos de turismo	Municipalidad	2021	Alberto Uribe Rivera	Provincia de Quezaltenango	22527497	<a href="mailto:alberto.urbes@turismo.gub.gv.cr">alberto.urbes@turismo.gub.gv.cr</a>		Cantidad de volúmenes de biogaseolina consumidos en vehículos y cantidad de volúmenes de biogaseolina consumidos
Comisión de Acreditación de la Carrera	OPFL	2021	Roberto Carvajal David	Asesoría Multidisciplinaria Bolívar en Panamá	22975951	<a href="mailto:robcarvajal@opfl.gub.gv.cr">robcarvajal@opfl.gub.gv.cr</a>		Comentarios de campo durante el desarrollo de un cuestionario a OPFL
Comisión de Acreditación de la Carrera	OPFL	2021	Rosendo Vargas Benavente	Planta Multidisciplinaria Bolívar	22822621	<a href="mailto:rosendo@opfl.gub.gv.cr">rosendo@opfl.gub.gv.cr</a>		Comentarios de campo durante el desarrollo de un cuestionario a OPFL
Censo de volúmenes registrados en el sector	Área Planificadora de Datos de Base	2021	Marta Teresa León Villegas	Vigilancia de la Salud	22828091	<a href="mailto:marta.leon@opfl.gub.gv.cr">marta.leon@opfl.gub.gv.cr</a>		Censo de volúmenes de biogaseolina registrados en el sector

Figura 5.6. Fuentes de información

Posterior a esto, en la pestaña “1.3 Factores de emisión”, se encuentra el resumen completo de los factores de emisión y potenciales de calentamiento global reportados por el IMN, además de algunos factores adicionales reportados por el IPCC, y algunos calculados durante este primer inventario cantonal.

1. Factores de emisión típicos para Costa Rica u otros.

Cuadro 1. Factores de Emisión para Costa Rica dados por el IMN edición 2021

Sector	Tipo		Factor de Emisión			Fuente
	Unidad	CH4	CO2	N2O		
Sector Residencial	Incineración: Residuos Sólidos	kg CH4 / kg de residuos sólidos	0.0019	-	-	Instituto Meteorológico Nacional
	Compost	kg CH4 / kg N2O de residuos sólidos	0.0019	-	-	
	Pinturas y barnices	kg CH4 / kg resinas sólidas	0.002	-	-	
	Agua Resfriadora: Turismo	kg CH4 / personal año	3.752	-	-	
	Agua Resfriadora: Turismo: Stático	kg CH4 / personal año	4.38	-	-	
	Agua Resfriadora: Climatización	kg CH4 / personal año	0.962	-	-	
	Refrigeración: Comercial	kg CO2 / kg CO2E	0.2	-	-	
	Agente anestésico: profundos	kg CO2 / kg CO2E	0.2	-	-	
	Agente anestésico: poco profundos	kg CO2 / kg CO2E	0.25	-	-	
	Descarga a ríos	kg CH4 / kg CO2E	0.028	-	-	
Sector Energía / Transportes	Uso de Fluoruro 2013	kg CO2 e / kWh	-	0.0791	-	Instituto Meteorológico Nacional
	Uso de Fluoruro 2014	kg CO2 e / kWh	-	0.0814	-	
	Uso de Fluoruro 2015	kg CO2 e / kWh	-	0.0771	-	
	Uso de Electricidad 2013	kg CO2 e / kWh	-	0.1868	-	
	Uso de Electricidad 2014	kg CO2 e / kWh	-	0.1170	-	
	Uso de Electricidad 2015	kg CO2 e / kWh	-	0.082	-	
	Uso de Electricidad 2016	kg CO2 e / kWh	-	0.0514	-	
	Uso de Electricidad 2017	kg CO2 e / kWh	-	0.0754	-	
	Uso de Electricidad 2018	kg CO2 e / kWh	-	0.0593	-	
	Uso de Electricidad 2019	kg CO2 e / kWh	-	0.0683	-	
	Uso de Fluoruro 2019	kg CO2 e / kWh	-	0.0792	-	
	Uso de Fluoruro 2020	kg CO2 e / kWh	-	0.061	-	
	Gasolina	kg CO2 / l combustible	-	2.3110	-	
	Gasol	kg CO2 / l combustible	-	2.463	-	
	Diesel	kg CO2 / l combustible	-	3.165	-	
	Biogaseolina	kg CO2 / l combustible	-	2.461	-	
	Bio gasoil	kg CO2 / l combustible	-	2.427	-	
	LPG	kg CO2 / l combustible	-	2.465	-	
	Gasolina de aviación	kg CO2 / l combustible	-	2.427	-	
	Jet fuel	kg CO2 / l combustible	-	2.465	-	
	Lubricante	kg CO2 / l combustible	-	2.448	-	
	Cemento (sin actividad térmica)	CH4 kg / l combustible - N2O kg / l comb.	0.000132	-	0.0000143	
	Comercio electrónico (e-commerce)	CH4 kg / l combustible - N2O kg / l comb.	0.000188	-	0.0000789	
	Manufactura y construcción: Gasolina	CH4 kg / l combustible - N2O kg / l comb.	0.000131	-	0.0000211	
	Manufactura y construcción: Diesel	CH4 kg / l combustible - N2O kg / l comb.	0.000122	-	0.0000142	
	Manufactura y construcción: Gasol	CH4 kg / l combustible - N2O kg / l comb.	0.000138	-	0.0000159	
	Manufactura y construcción: LPG	CH4 kg / l combustible - N2O kg / l comb.	0.000127	-	0.0000247	
	Manufactura y construcción: Biogaseolina	CH4 kg / l combustible - N2O kg / l comb.	0.000148	-	0.0000163	
	Comercial e Institucional: Gasolina	CH4 kg / l combustible - N2O kg / l comb.	0.000145	-	0.0000211	
	Comercial e Institucional: Diesel	CH4 kg / l combustible - N2O kg / l comb.	0.000140	-	0.0000142	
	Comercial e Institucional: Gasol	CH4 kg / l combustible - N2O kg / l comb.	0.000155	-	0.0000159	
	Comercial e Institucional: LPG	CH4 kg / l combustible - N2O kg / l comb.	0.000149	-	0.0000216	
	Comercial e Institucional: Biogaseolina	CH4 kg / l combustible - N2O kg / l comb.	0.000168	-	0.0000163	
	Residencial y agrícola: Gasolina	CH4 kg / l combustible - N2O kg / l comb.	0.000146	-	0.0000211	
	Residencial y agrícola: Diesel	CH4 kg / l combustible - N2O kg / l comb.	0.000142	-	0.0000142	
	Residencial y agrícola: Gasol	CH4 kg / l combustible - N2O kg / l comb.	0.000152	-	0.0000159	
	Residencial y agrícola: LPG	CH4 kg / l combustible - N2O kg / l comb.	0.000147	-	0.0000216	
	Residencial y agrícola: Biogaseolina	CH4 kg / l combustible - N2O kg / l comb.	0.000164	-	0.0000163	
	Transporte: Buses/gasolina (sin catalizador)	CH4 kg / l combustible - N2O kg / l comb.	0.001175	-	0.000135	
	Transporte: Buses/gasolina (con catalizador)	CH4 kg / l combustible - N2O kg / l comb.	0.000707	-	0.000081	
Transporte: Buses/gasol (sin catalizador)	CH4 kg / l combustible - N2O kg / l comb.	0.001175	-	0.000135		
Transporte: Buses/gasol (con catalizador)	CH4 kg / l combustible - N2O kg / l comb.	0.000707	-	0.000081		
Transporte: Buses/diesel	CH4 kg / l combustible - N2O kg / l comb.	0.001855	-	0.000206		
Transporte: Buses/LPG	CH4 kg / l combustible - N2O kg / l comb.	0.001855	-	0.000206		
Transporte: Buses/biogaseolina	CH4 kg / l combustible - N2O kg / l comb.	0.001855	-	0.000206		
Todos las fuentes de combustión	CH4 kg / l combustible - N2O kg / l comb.	0.000099	-	0.0000181		

Figura 5.7. Factores de emisión y potenciales de calentamiento global.

Una vez pasadas las pestañas 1.1, 1.2 y 1.3, que corresponden a información general, se entra a la sección 2 del inventario, que corresponde al cálculo de las emisiones por sector. La sección se divide en 5 pestañas, una por sector, cada pestaña dividida de la misma manera.

Por ejemplo, si se observa la primera pestaña, “2.1 Energía Estacionaria”, se nota que esta se conforma de la siguiente manera:

- Identificación del sector y el subsector
- Descripción de la actividad que se estudia

1. Sector Energía estacionaria		2.1 Sub sector Edificio residencial			
Alcance	Sub categoría	Fuente de GEI	Actividad	Clave de notación	Información de la actividad
1	Emisiones por combustión de combustibles fósiles dentro de los límites de la ciudad		Emisiones por uso de combustibles fósiles en hogares	Uso de gasolina en equipos estacionarios dentro del sector residencial	81 563.51 Litros
1	Emisiones por combustión de combustibles fósiles dentro de los límites de la ciudad		Emisiones por uso de combustibles fósiles en hogares	Uso de Diésel en equipos estacionarios dentro del sector residencial	1 930.17 Litros
1	Emisiones por combustión de combustibles fósiles dentro de los límites de la ciudad		Emisiones por uso de combustibles fósiles en hogares	Uso de Gas LP dentro del sector residencial	449 858.66 Litros

3. Alcance

Figura 5.8. Distribución de las pestañas, alcance, sector y descripción

La Figura 5.9. muestra la forma en que se distribuye la información al lado derecho de los cuadros, de lado izquierdo, justo al lado de la descripción mostrada en la Figura 5.8, se muestra un espacio para claves de notación, que se rellena con la información explicada en la sección 2.4.4 y el Cuadro 2.3.

Junto a la columna de claves de notación, se encuentra la información de la actividad, que se rellena con los datos de la actividad cuantificada. Un ejemplo se muestra en la Figura 5.9.



Datos de la actividad cuantificada con sus unidades respectivas

Descripción	Claves de notación	Información de la actividad	
		Cantidad	Unidad
Uso de gasolina en equipos estacionarios dentro del sector residencial		81 563,51	Litros
Uso de Diésel en equipos estacionarios dentro del sector residencial		1 930,17	Litros
Uso de Gas LP dentro del sector residencial		449 858,66	Litros

Figura 5.9. Distribución de las pestañas, claves de notación y datos de la actividad

Contiguo a la columna de información de la actividad, se encuentran las columnas de factores de emisión. Estas se completan llamando a los datos que se encuentran en la pestaña "1.3 Factores de emisión". Como se muestra en la Figura 5.10, se deben colocar las unidades para los factores de emisión, y los datos a utilizar se ordenan según el gas a reportar, CH<sub>4</sub>, CO<sub>2</sub> o N<sub>2</sub>O.

Unidades	Factores de emisión				GEI	
	CH <sub>4</sub>	CO <sub>2</sub>	N <sub>2</sub> O	CO <sub>2</sub> (b)	CH <sub>4</sub>	CO <sub>2</sub>
kg de GEI/L de combustible	0,000346	2,231	0,00002211		0,59	181,97
kg de GEI/L de combustible	0,000382	2,613	0,00002442		0,02	5,04
kg de GEI/L de combustible	0,000139	1,611	2,745E-06		1,31	724,72

Figura 5.10. Distribución, Factores de emisión

La columna CO<sub>2</sub> (b) se utiliza para reportar los factores de emisión para fuentes biogénicas de dióxido de carbono, es decir, emisiones generadas por el uso de biomasa, las cuales NO DEBEN SUMARSE a las emisiones finales del Cantón.

Seguido, junto a las columnas de factores de emisión, se encuentran las columnas de cálculos. En este espacio, se realizan los cálculos de GEI para cada actividad, por subsector y alcance. Para el cálculo, se debe llamar a la información en la columna "Cantidad", mostrada en la Figura 5.9, y multiplicar por cada uno de los factores de emisión, según corresponda por gas emitido.



#### TIP DE IMPLEMENTACIÓN

Siempre recuerde revisar que las UNIDADES de la columna información de la actividad (Figura 5.9) coincidan con las unidades de los factores de emisión (Figura 5.10).

Además, se debe multiplicar por el potencial de calentamiento global para cada gas, tal como se mostró en la sección 2.9. Esto se muestra en la Figura 5.11.

Cálculos finales de los gases de efecto invernadero para la actividad estudiada, en ton de CO<sub>2</sub> eq

Factores de emisión				GEI's (toneladas de CO <sub>2</sub> eq)				
CH <sub>4</sub>	CO <sub>2</sub>	N <sub>2</sub> O	CO <sub>2</sub> (b)	CH <sub>4</sub>	CO <sub>2</sub>	N <sub>2</sub> O	Total ton CO <sub>2</sub> e	CO <sub>2</sub> (b)
0,00035	2,231	2,21E-05		0,59	181,97	0,56	183,12	
0,00038	2,613	2,44E-05		0,02	5,04	0,01	5,07	
0,00014	1,611	2,75E-06		1,31	724,72	0,38	726,42	
0,00035	2,549	0,000021		0,00	1,10	0,00	1,11	
300	0	4	112000	9,27	0,00	1,83	11,10	164,85
<b>Total</b>				<b>11,20</b>	<b>912,83</b>	<b>2,78</b>	<b>926,82</b>	<b>164,85</b>

Suma de todas las emisiones por subsector (suma de las filas anteriores)

Figura 5.11. Cálculo de las emisiones



### ATENCIÓN

Tenga en cuenta que la hoja de cálculos ya se encuentra programada, es decir, que las fórmulas ya se encuentran insertadas en los lugares donde son necesarias, y los potenciales de calentamiento global YA se incluyen en la fórmula para cálculo de GEI.

Sin embargo, el usuario es el responsable de ingresar los factores de emisión, por lo que debe revisar bien la pestaña 1.3, y asegurarse que se están utilizando los datos correctos, y que ningún gas se está quedando por fuera.

Si tiene duda sobre qué gases se deben calcular, revise la sección 2.4.1 y lea COMPLETAMENTE la pestaña 1.3 de factores de emisión. Si después de revisar por completo la pestaña 1.3, no encuentra un factor de emisión para un gas determinado, es porque no se debe reportar dicho gas.

Por ejemplo, si revisa la pestaña 1.3, en uso de electricidad, verá que solo se presentan factores de emisión para el CO<sub>2</sub> (columna del centro), esto es porque no se debe reportar el CH<sub>4</sub> (columna izquierda) o el N<sub>2</sub>O (columna derecha) para la actividad de consumo eléctrico.

Una vez calculadas las emisiones, se deben calificar los datos, según lo descrito en la sección 2.13. Se debe tener en cuenta la fuente de la información y pensar en qué tan directa y confiable es la información provista. Se debe tener en cuenta el año de los datos y la metodología de cálculo. Un ejemplo de esta sección se muestra en la

Calidad de la información	Descripción del método o del uso de las claves de notación	Fuente de la información de actividad	Explicación de la calidad de la información
Alta	Se realizaron encuestas a una población representativa de hogares en el cantón, los cuales suministraron datos sobre consumo de gasolina para el sector residencial en el año del estudio.	Encuestas al sector residencial	Se considera alta ya que la información fue suministrada por encuestas aplicadas a una muestra representativa y la información corresponde al año de reporte.
Alta	Se realizaron encuestas a una población representativa de hogares en el cantón, los cuales suministraron datos sobre consumo de diésel para el sector residencial en el año del estudio.	Encuestas al sector residencial	Se considera alta ya que la información fue suministrada por encuestas aplicadas a una muestra representativa y la información corresponde al año de reporte.
Alta	Se realizaron encuestas a una población representativa de hogares en el cantón, los cuales suministraron datos sobre consumo de gas LP para el sector residencial en el año del estudio.	Encuestas al sector residencial	Se considera alta ya que la información fue suministrada por encuestas aplicadas a una muestra representativa y la información corresponde al año de reporte.

Información correspondiente a la estructura de información Alta/Media/Baja

Información correspondiente a la estructura de información Alta/Media/Baja

Fuente de la información y consideraciones sobre la calidad de la información

Para cada subsector y de igual forma, se repite por pestaña, para cada uno de los sectores estudiados ("pestaña 2.2 Transporte", "pestaña 2.3 Residuos", "pestaña 2.4 IIPU", "pestaña 2.5 AFOLU").

La Figura 5.13 muestra el cuadro completo para el ejemplo estudiado.

Figura 5.12. Calificación de los datos

Alcance	Sub categoría	Fuente de GEI		Claves de notación	Información de la actividad		Factores de emisión				GEI (toneladas de CO2 eq)					Calidad de la información	Descripción del método o del uso de las claves de notación	Fuente de la información de actividad	Explicación de la calidad de la información
		Actividad	Descripción		Cantidad	Unidad	Unidades	CH4	CO2	N2O	CO2(b)	CH4	CO2	N2O	Total ton CO2 eq				
1	Emissiones por combustión de combustibles fósiles dentro de los límites de la ciudad	Emissiones por uso de combustibles fósiles en hogares	Uso de gasolina en equipos estacionarios dentro del sector residencial	81 563,51	Litros	kg de GEVL de combustible	0,000346	2,231	0,00002211	0,59	181,97	0,56	183,12		Alta	Se realizaron encuestas a una población representativa de hogares en el cantón, los cuales suministraron datos sobre consumo de gasolina para el sector residencial en el año del estudio.	Encuestas al sector residencial	Se considera alta ya que la información fue suministrada por encuestas aplicadas a una muestra representativa y la información corresponde al año de reporte.	
1	Emissiones por combustión de combustibles fósiles dentro de los límites de la ciudad	Emissiones por uso de combustibles fósiles en hogares	Uso de Diésel en equipos estacionarios dentro del sector residencial	1 930,17	Litros	kg de GEVL de combustible	0,000382	2,613	0,00002442	0,02	5,04	0,01	5,07		Alta	Se realizaron encuestas a una población representativa de hogares en el cantón, los cuales suministraron datos sobre consumo de diésel para el sector residencial en el año del estudio.	Encuestas al sector residencial	Se considera alta ya que la información fue suministrada por encuestas aplicadas a una muestra representativa y la información corresponde al año de reporte.	
1	Emissiones por combustión de combustibles fósiles dentro de los límites de la ciudad	Emissiones por uso de combustibles fósiles en hogares	Uso de Gas LP dentro del sector residencial	449 858,66	Litros	kg de GEVL de combustible	0,000139	1,611	0,000002745	1,31	724,72	0,38	726,42		Alta	Se realizaron encuestas a una población representativa de hogares en el cantón, los cuales suministraron datos sobre consumo de gas LP para el sector residencial en el año del estudio.	Encuestas al sector residencial	Se considera alta ya que la información fue suministrada por encuestas aplicadas a una muestra representativa y la información corresponde al año de reporte.	
1	Emissiones por combustión de combustibles fósiles dentro de los límites de la ciudad	Emissiones por uso de combustibles fósiles en hogares	Uso de Lubrificantes como combustible en equipos estacionarios dentro del sector residencial	431,49	Litros	kg de GEVL de combustible	0,000348	2,549	0,000021	0,00	1,10	0,00	1,11		Alta	Se realizaron encuestas a una población representativa de hogares en el cantón, los cuales suministraron datos sobre consumo de Lubrificantes como combustible en motores de dos tiempos para el sector residencial en el año del estudio.	Encuestas al sector residencial	Se considera alta ya que la información fue suministrada por encuestas aplicadas a una muestra representativa y la información corresponde al año de reporte.	
1	Emissiones por combustión de combustibles fósiles dentro de los límites de la ciudad	Emissiones por uso de combustibles fósiles en hogares	Uso de biomasa dentro del sector residencial	1,47	TJ	kg de GEU/TJ de combustible	300	0	4	112000	9,27	0,00	1,83	11,10	164,85	Alta	Se realizaron encuestas a una población representativa de hogares en el cantón, los cuales suministraron datos sobre consumo de biomasa para el sector residencial en el año del estudio.	Encuestas al sector residencial	Se considera alta ya que la información fue suministrada por encuestas aplicadas a una muestra representativa y la información corresponde al año de reporte.
							<b>Total</b>	<b>11,20</b>	<b>912,83</b>	<b>2,78</b>	<b>926,82</b>	<b>164,85</b>							

Figura 5.13. Ejemplo de cuadro para el cálculo de emisiones, descripción de sectores y subsectores y calificación de datos

Un esquema general de cómo completar la hoja de cálculos se muestra en la Figura 5.14.

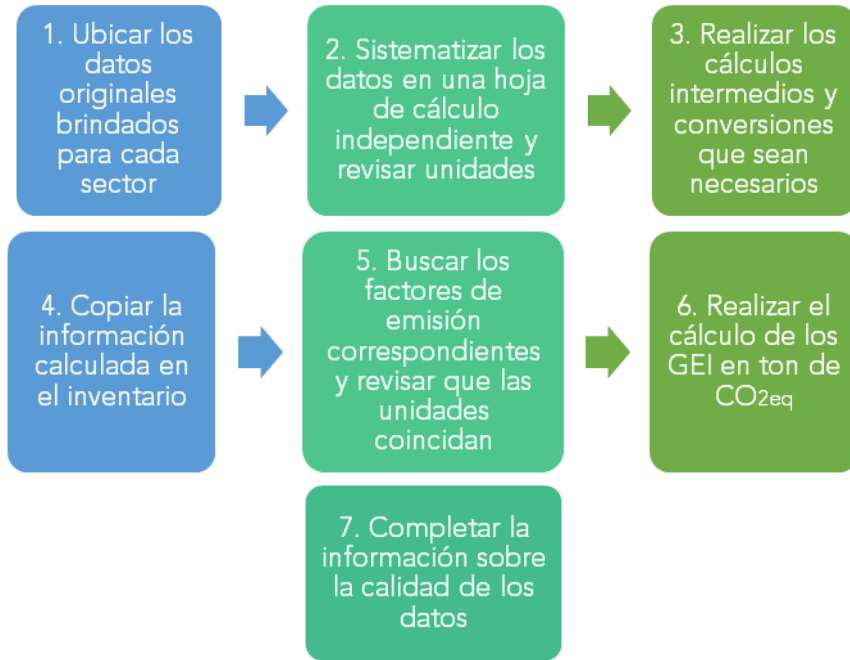


Figura 5.14. Pasos para completar las hojas de cálculo

Además, el inventario posee una sección 3, de emisiones netas, donde se resume, tanto en cuadros como a manera gráfica, los resultados obtenidos, de forma que su análisis y comprensión sea más accesible. Un ejemplo se muestra en la Figura 5.15.

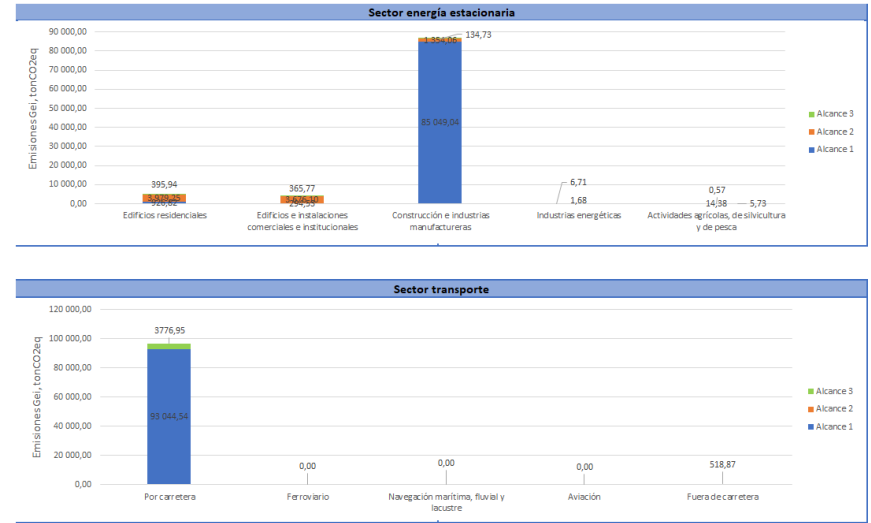


Figura 5.15. Pestaña de Emisiones Netas

Por último, en la sección 3 del documento, se incluyen los datos recopilados para el proceso. En estas pestañas, 5 en total (una por sector), se colocan, de forma ordenada, por alcance y por fuente de información, los datos suministrados por las personas, empresas o comercios contactados, ya sea por medio de cartas o encuestas.



### TIP DE IMPLEMENTACIÓN

Se recomienda colocar en estas pestañas UNICAMENTE la información que se necesita de forma directa para realizar los cálculos de emisiones.

En ocasiones, las fuentes de información pueden brindar datos adicionales, o enviarlos sin un formato específico. Se aconseja que la información “cruda” sea ordenada en un documento adicional, que NO se encuentre contenido dentro de la hoja de cálculo del inventario.

Una vez organizados, puede copiarlos a la pestaña correspondiente de datos recopilados. De esta forma, mantendrá los datos del inventario ordenados, permitiendo un seguimiento claro de los mismos y facilitando el proceso de verificación.

Un ejemplo de las pestañas para la recopilación de los datos obtenidos se muestra en la Figura 5.16.

4.1. Anexos Energía Estacionaria					
4.1. Alcance 1: Datos recopilados para consumo de combustibles en equipo estacionario					
Datos brindados por RECOPE					
Consumo total de combustible estacionario (L)					
Cliente	DIESEL 50	GASOLINA Plus	Gasolina Súper	GLP	Kerosene
Peddlers	0,00	0,00	0,00	0,00	146 511,00
Distribuidora de GLP	0,00	0,00	0,00	53 325 808,88	0,00
<b>Total</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>53 325 808,88</b>	<b>146 511,00</b>
Datos de encuesta a hogares					
Consumo total de combustible en hogares					Cantidad total de hogares
	DIESEL 50	GASOLINA	TOTAL GLP	Lubricantes como combustible	Muestra
L/año/hogar	0,14	5,73	31,60	0,03	354,00
Consumo total de combustible en el cantón (l/año)	1 930,17	81 563,51	449 858,66	431,49	Población 14 235,00
Consumo total de leña en hogares					
kg/año/hogar	6,63	Consumo total (kg/año)	Valor calórico (TJ/Gg)	Energía consumida (TJ)	
Consumo total de leña (kg/año)	94 352,67	0,09	15,60	1,47	

Figura 5.16. Ejemplo de pestaña de Anexos o datos recopilados

## 5.8 Anexo 9. Preparación Para La Verificación Del Inventario

Para facilitar los procesos de verificación que acompañan a la declaración de Carbono Neutralidad, se recomienda seguir los consejos mencionados a continuación:

### Gestión de la información

#### i. Respaldo de la información

Todos los datos relacionados a las actividades de los sectores estudiados (fuentes de información) deben contar con respaldo en físico o electrónico por medio de correos, carpetas u otras herramientas definidas por el Cantón, que permita dar trazabilidad al origen de los datos.

#### ii. Reporte, revisiones y correcciones

En caso de que se detecten errores u omisiones en los cálculos del inventario, la Comisión Intersectorial de Cambio Climático o su designado, revisará con el encargado de generar el inventario, los datos que le componen, dejando registro de aquellos ajustes que sean significativos.

En caso de que en la revisión final del inventario anual se identifiquen errores u omisiones adicionales, se realizarán los ajustes correspondientes, dejando registro de estos, siendo la información validada por el responsable del inventario y la Comisión Intersectorial de Cambio Climático o su designado.

#### iii. Capacitación

De forma anual, se debe elaborar un plan de capacitación para fortalecer la cultura y gestión de reporte de emisiones, así como el desarrollo de acciones de reducción.

Este plan de capacitación va dirigido en temas específicos para cada sector a los y las integrantes de la Comisión Intersectorial de Cambio Climático y en temas generales a todos los colaboradores del Cantón y entidades participantes de la Comisión.

#### iv. Auditorías internas

Se podrá realizar una auditoría interna tras el cierre del inventario, como verificación de la congruencia de la información, liderada por la Comisión Intersectorial de Cambio Climático o su designado.

#### v. Control de documentos

El control de documentos recopilados se realizará según defina el Cantón, tomando en cuenta la confidencialidad de los datos brindados según aplique y cumpliendo con los requisitos de control de registros establecidos por el PPCNC 2.0 y los entes verificadores.

## 5.9 Anexo 10. Cálculo de factores de emisión para cultivos

Si a la hora de realizar los cálculos de emisiones para el subsector de Fuentes Agregadas Distintas al CO<sub>2</sub>, pertenecientes al sector Agropecuario y uso de suelo, se encuentra que los factores de emisión para cultivos mostrados por el IMN NO incluyen los principales cultivos en su cantón, usted debe realizar el cálculo correspondiente.

Para esto, debe tomar en consideración la cantidad de fertilizante aplicado al cultivo, ya que son las emisiones por N<sub>2</sub>O las que competen a este subsector, siendo que el nitrógeno es aportado por los fertilizantes aplicados. Para conocer los tipos y cantidades de fertilizantes que se aplica a un determinado cultivo, tiene tres opciones. La primera es revisar los avíos agrícolas para el Cantón, muchas veces realizados por los centros agrícolas cantonales o asociaciones similares en la zona. La segunda es realizar encuestas.

Los avíos agrícolas, así como las encuestas, indican en su mayoría la cantidad de fertilizante contenido por saco y la cantidad de sacos que se aplica por cultivo en un tiempo determinado. Con estos datos a la mano, es posible obtener la cantidad total de fertilizante aplicado y, con esto, la cantidad total de nitrógeno. Si, por otro lado, en su Cantón

no se tiene acceso a los avíos agrícolas, se puede utilizar los documentos de costo de producción, preparados por SEPSA. Estos documentos los puede consultar en la página <http://www.infoagro.go.cr/EstadisticasAgropecuarias/Pagina/CostodeProduccion.aspx>.

Los documentos de costo de producción indican, de forma aproximada, los rendimientos, ciclos de costeo, costos por labores mecanizadas, labores manuales y costos de materiales e insumos, incluyendo dentro de esta última rúbrica, las cantidades y tipos de fertilizante que se aplica por cultivo. Un ejemplo se muestra en la Figura 5.7.

De esta forma, si se requiere calcular el aporte de N<sub>2</sub>O para, digamos, el frijol, se debe notar que se usa tres tipos distintos de fertilizante, el N-P-K 10-30-10 y N-P-K 11-8-6 y Urea, los cuales poseen 10 % de nitrógeno, 11 % de nitrógeno y 46 % de nitrógeno respectivamente.

El documento señala, además, que se aplica 120 kg de fertilizante 10-30-10 por hectárea por año, 800 kg de fertilizante Urea por hectárea por año y 4 kg de fertilizante 11-8-6 por hectárea por año. La cantidad de hectáreas para cada cultivo deben conseguirse de los datos brindados por el MAG, el INEC o encuestas. De esta forma, el cálculo sería:

Fertilizante 1:

Fertilizante aplicado	N-P-K: N <sub>2</sub> (10%) P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (30%) K <sub>2</sub> O (10%)
Cantidad	Unidades
1 200	kg/ha/año de fertilizante
120	kg N /ha/año de nitrógeno total (10 % del fertilizante aplicado)



Fertilizante 2:

Fertilizante aplicado	N-P-K: N <sub>2</sub> (11%) P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (8%) K <sub>2</sub> O (6%)	
Cantidad	Unidades	
4	kg/ha/año de fertilizante	
0.35	kg N /ha/año de nitrógeno total (11 % del fertilizante aplicado)	

Fertilizante 3:

Fertilizante aplicado	Urea (46 %)	
Cantidad	Unidades	
800	kg/ha/año de fertilizante	
368	kg N /ha/año de nitrógeno total (46 % del fertilizante aplicado)	

Por tanto, la cantidad total de nitrógeno aplicado por hectárea cultivada al año es de 488.35 kg. Una vez con este dato, se debe calcular la cantidad de N<sub>2</sub>O a la que esto corresponde. Para esto, se debe revisar la sección 11.2.1.2 del Volumen 4, Capítulo 11 del documento "N<sub>2</sub>O Emissions From Managed Soils, And CO<sub>2</sub> Emissions From Lime And

Urea Application" del IPCC, el cual estipula en la tabla 11.1 que un 1 % de N<sub>2</sub>O es liberado por cada kg de nitrógeno en el fertilizante, con esto:

Cantidad	Unidades
0.01	kg N <sub>2</sub> O-N /kg N (según el IPCC)
488.35	kg N /ha/año (cantidad total de nitrógeno por fertilizantes)
<b>4.88</b>	<b>kg N<sub>2</sub>O /ha/año</b>

La última línea en el cuadro anterior corresponde al factor de emisión para el frijol, en unidades kg N<sub>2</sub>O por hectárea, el cual se calculó como:

$$\text{Factor de emisión} = 0.01 \text{ kg} \frac{\text{N}_2\text{O}}{\text{kg N}} \cdot 488.35 \frac{\text{kg N}}{\text{año}} = 4.88 \frac{\text{kg N}_2\text{O}}{\text{año}}$$

Entonces, para obtener las emisiones correspondientes, se debe seguir los pasos descritos en la sección 2.9. Es muy IMPORTANTE destacar, que este cálculo brinda los kg de N<sub>2</sub>O-N, por lo que, el procedimiento descrito en la sección 2.9, debe multiplicarse por (44/28), que corresponde a una conversión de pesos moleculares para transformar kg de N a kg de N<sub>2</sub>O.

### Modelo de Costos de Producción

Actividad: Frijol a espeque  
 Unidad de Costeo: 10 Hectáreas

Sistema:	Convencional	Rendimiento:	20,0	Unidad de Rendimiento:	Quintales
Ubicación:	Región Chorotega	Ciclo de Costeo:	3	Medida de ciclo:	Meses
Elaborado por:	Ings: Omar Campos Duarte, Natalia López Salazar, Sidney García Chaves y José Valerín Román.1/	Tipo de Cambio:	\$642,8	Fecha Actualización:	21/2/22

LABORES MECANIZADAS / CONTRATADAS									
#	Tarea/Insumos	Categoría	Notas	Medida	Cantidad	Costo Unitario	Costo Total	Costo Total (US)	%
<b>Total labores mecanizadas:</b>							€0,0	\$0,0	0,0%

LABORES MANUALES											
#	Tarea/Insumos	Categoría	Notas	Medida	Cantidad	Costo Unitario	Costo Total	Costo Total (US)	%		
1	Preparación de suelo (quema inicial con glifosato)	Preparación de terreno		Hora hombre	8	€1.359,4	€10.874,9	\$16,9	1,2%		
2	Chapía de ratrojo seco con motoguadaha	Preparación de terreno		Hora hombre	8	€1.359,4	€10.874,9	\$16,9	1,2%		
3	Siembra	Siembra		Hora hombre	40	€1.359,4	€54.374,4	\$84,6	6,2%		
4	Primera fertilización (8 dds)	Fertilización manual	2	Hora hombre	10	€1.359,4	€13.593,6	\$21,1	1,6%		
5	Aplicación de herbicidas (Glifosato+Fomesafen)	Control químico de malezas		Hora hombre	10	€1.359,4	€13.593,6	\$21,1	1,6%		
6	Segunda fertilización (25 dds)	Fertilización manual	3	Hora hombre	10	€1.359,4	€13.593,6	\$21,1	1,6%		
7	Aplicación insecticidas y fertilizante foliar	Control de plagas y enfermedades		Hora hombre	10	€1.359,4	€13.593,6	\$21,1	1,6%		
8	Cosecha (arranca)	Cosecha manual		Hora hombre	48	€1.359,4	€65.249,3	\$101,5	7,5%		
9	Amontonado y aporrea	Manejo postcosecha		Hora hombre	25	€1.359,4	€33.984,0	\$52,9	3,9%		
10	Secado (manual o mecánico)	Manejo postcosecha		Hora hombre	20,0	€1.500,0	€30.000,0	\$46,7	3,4%		
<b>Subtotal mano de obra directa:</b>							€259.731,8	\$404,0	29,8%		
<b>Cargas Sociales y seguros laborales:</b>							€0,0	26,5%	€68.828,9	\$107,1	7,9%
<b>Total labores manuales:</b>							€328.560,8	\$511,1	37,7%		

INSUMOS (*)									
#	Tarea/Insumos	Categoría	Notas	Medida	Cantidad	Costo Unitario	Costo Total	Costo Total (US)	%
1	Semilla	Semilla		Kilo	30,0	€1.606,9	€48.206,1	\$75,0	5,5%
2	Glifosato	Herbicida		Litro	3,7	€8.375,0	€30.987,5	\$48,2	3,6%
3	Herbicida quemante (Glufosinato-amonio)	Herbicida		Litro	3,7	€5.475,0	€20.257,5	\$31,5	2,3%
4	Herbicida selectivo-graminicida (Fluazifop-P-Butil)	Herbicida		Litro	2,0	€25.783,2	€51.566,4	\$80,2	5,9%
5	Herbicida Selectivo para hoja ancha (Fomesafen)	Herbicida		Kilo	2,0	€20.155,1	€40.310,2	\$62,7	4,6%
6	Fertilizante siembra 10-30-10	Fertilizantes		Quintal	3,0	€46.902,7	€140.708,0	\$218,9	16,1%
7	Fertilizante urea	Fertilizantes		Quintal	2,0	€44.951,5	€89.903,0	\$139,9	10,3%
8	Insecticida (Cipermetrina 25)	Insecticida		Litro	1,0	€7.920,4	€7.920,4	\$12,3	0,9%
9	Insecticida (Clorpirifos)	Insecticida		Litro	1,0	€7.345,1	€7.345,1	\$11,4	0,8%
10	N 11%, P 8%, K 6%, elementos menores,	Fertilizantes		Litro	3,0	€6.582,8	€19.748,3	\$30,7	2,3%
11	Fungicida (Mancoceb)	Fungicida		Kilo	1,0	€5.800,0	€5.800,0	\$9,0	0,7%
12	Fungicida (Carbendazina)	Fungicida, bactericida		Litro	1,0	€7.216,8	€7.216,8	\$11,2	0,8%
13	Sacos vacíos	Empaques		Unidad	20,0	€261,1	€5.221,2	\$8,1	0,6%
14	Penetrante o surfactante(WK)	Coadyuvantes y adherentes		Litro	0,5	€7.761,1	€3.880,5	\$6,0	0,4%
<b>Total insumos:</b>							€479.070,9	\$745,3	55,9%

OTROS										
#	Tarea/Insumos	Categoría	Notas	Medida	Cantidad	Costo Unitario	Costo Total	Costo Total (US)	%	
1	Transporte frijol de finca a la bodega	Fletes		Otro	20,0	€1.000,0	€20.000,0	\$31,1	2,3%	
2	Transporte de insumos	Fletes		Otro	20,0	€1.000,0	€20.000,0	\$31,1	2,3%	
<b>Subtotal otros costos:</b>							€40.000,0	\$62,2	4,6%	
<b>Imprevistos:</b>							5,0%	€23.953,5	\$37,3	2,7%
<b>Total otros costos:</b>							€63.953,5	\$99,5	7,3%	

COSTO TOTAL DE PRODUCCIÓN			
	Costo Total	Costo Total (US)	%
	€871.585,2	\$1.355,9	100,0%
	Costo Unitario:	€43.579,3	\$67,8 /Quintal

SUPUESTOS Y ANOTACIONES	
1	Contacto: Ing. Omar Campos Duarte, teléfono: 21056438 (extn. 1619), correo ocampos@mag.go.cr, Ing. Natalia López Salazar, correo: nlopez@mag.go.cr
2	Aplicación de dosis 8 días después de siembra (dds).
3	Aplicación de dosis 25 días después de siembra (dds).

Fuente: SEPSA, con información facilitada por la Ing. Natalia López Salazar, Dirección de Desarrollo Agropecuario Chorotega, avalada por el Ing. Nils Solórzano Arroyo - Director DNEA, Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG), 2022. lo de Agricultura y Ganadería (MAG), 2021.

(\*) Este dato es referencial el cual puede ser consultado directamente con el profesional informante o bien con un profesional calificado de acuerdo a las condiciones específicas de cada zona y unidad productiva. No se muestra el detalle de los agroquímicos por cuanto no es publicable los nombres comerciales de los productos, ingredientes activos y biocidas, por la dinámica de legislación y restricción de uso de algunos de ellos en el país.

Formulario ajustado en SEPSA y basado en el diseño y estructurado por Javier Paniagua de la Escuela de Economía Agrícola y Agonegocios, Universidad de Costa Rica.

Instrumento oficial para la captura de información, de uso exclusivo para los colaboradores del MAG, el cual no pueden ser modificable.

Figura 5.17. Ejemplo de costos de producción para el frijol

## 5.10 Anexo 10. Cálculo de emisiones biogénicas

Para estimar las emisiones asociadas a la combustión de biomasa, como leña o biogás, en el cantón, se debe seguir un procedimiento ligeramente distinto al descrito en la sección 2.9.

En este caso, deben utilizarse datos brindados por el IPCC 2022 para estimar la cantidad de energía utilizada al combustionar estas biomásas. Para esto, el primer paso consiste en calcular la masa (kilogramos) de combustible utilizado en el año. En el caso de la leña, el dato obtenido por encuesta corresponde en sí mismo a la masa, por lo que no hay necesidad de conversiones adicionales.

El consumo de biogás, por otra parte, suele reportarse como volumen, en unidades de m<sup>3</sup> o litros. Debido a esto, para obtener la masa consumida de biogás, debe multiplicarse el dato de volumen por la densidad correspondiente. Se recomienda utilizar los datos reportados por la FAO, 2011 para realizar cualquier cálculo relacionado al consumo o producción de biogás. El documento lo puede obtener [aquí](#).

La Tabla 3.6 del Manual de biogás de la FAO, reporta la densidad promedio del combustible en 1080 kg/m<sup>3</sup>. Haciendo uso de este dato, se puede convertir de m<sup>3</sup> a kg:

$$1080 \frac{kg}{m^3} \cdot 157.32 \frac{m^3}{año} \text{ de biogás}^{11} = 169\,910.3 \frac{kg}{año} \text{ de biogás}$$

Una vez que se tiene el valor de masa total, debe convertirse el dato a términos de energía, con unidades de Tera julio (TJ). Esto se logra haciendo uso del valor calórico del combustible, obtenido del IPCC 2021, volumen 2, capítulo 1:

<sup>11</sup> El dato de 157 m<sup>3</sup>/año es un ejemplo ilustrativo de este manual

“Introducción”, en el Cuadro 1.2. Este Cuadro se muestra en la Figura 5.18.

CUADRO 1.2 (CONTINUACIÓN)				
VALORES CALÓRICOS NETOS (VCN) POR DEFECTO Y LÍMITES INFERIOR Y SUPERIOR DE LOS INTERVALOS DE CONFIANZA DEL 95% <sup>1</sup>				
Descripción en español del tipo de combustible		Valor calórico neto (TJ/Gg)	Inferior	Superior
Biocombustibles sólidos	Madera/Desechos de madera <sup>9</sup>	15,6	7,90	31,0
	Lejía de sulfito (licor negro) <sup>10</sup>	11,8	5,90	23,0
	Otra biomasa sólida primaria <sup>11</sup>	11,6	5,90	23,0
	Carbón vegetal <sup>12</sup>	29,5	14,9	58,0
Biocombustibles líquidos	Biogasolina <sup>13</sup>	27,0	13,6	54,0
	Biodiésel <sup>14</sup>	27,0	13,6	54,0
	Otros biocombustibles líquidos <sup>15</sup>	27,4	13,8	54,0
Biomasa gaseosa	Gas de vertedero <sup>16</sup>	50,4	25,4	100
	Gas de digestión de lodos cloacales <sup>17</sup>	50,4	25,4	100
	Otro biogás <sup>18</sup>	50,4	25,4	100
Otros combustibles no fósiles	Desechos municipales (fracción perteneciente a la biomasa)	11,6	6,80	18,0

Figura 5.18. Valor calórico del biogás según reporta el IPCC.

Como se observa, el valor calórico tiene unidades de TJ por Gg (Gigagramo), por lo que, antes de estimar la energía utilizada, debe convertirse el valor de masa de kg a Gg, multiplicando por 1X10<sup>-6</sup>. Ya con el valor de masa en Gg, se debe multiplicar por el valor calórico:

$$0.17 \frac{Gg}{año} \text{ de biogás} \cdot 50.40 \frac{TJ}{Gg} = 8.56 \frac{TJ}{año} \text{ de energía}$$

Es decir, el consumo de biogás reportado para el ejemplo equivale a un consumo energético de 8.56 TJ.

Ya con este dato en mano, se puede realizar el cálculo de emisiones de GEI. Para esto, se utilizan los factores de emisión

reportados por el IPCC en el volumen 2, capítulo 2: "[Energía Estacionaria](#)", Cuadro 2.5, mostrado en la Figura 5.19.

emisiones, al provenir de una fuente natural, son fijadas por el ciclo del carbono y consideradas biogénicas. Un ejemplo se muestra en el informe GEI 2021, pág. 36.

Combustible	CO <sub>2</sub>		CH <sub>4</sub>			N <sub>2</sub> O				
	Factor de emisión por defecto	Inferior	Superior	Factor de emisión por defecto	Inferior	Superior	Factor de emisión por defecto	Inferior	Superior	
Bicombustibles sólidos	Madera / Desechos de madera	n 112 000	95 000	132 000	300	100	900	4	1,5	15
	Lejía de sulfito (licor negro) <sup>b)</sup>	n 95 300	80 700	110 000	n 3	1	18	n 2	1	21
	Otra biomasa sólida primaria	n 100 000	84 700	117 000	300	100	900	4	1,5	15
	Carbón vegetal	n 112 000	95 000	132 000	200	70	600	1	0,3	3
Biomasa gaseosa	Gas de vertedero	n 54 600	46 200	66 000	5	1,5	15	0,1	0,03	0,3
	Gas de digestión de lodos cloacales	n 54 600	46 200	66 000	5	1,5	15	0,1	0,03	0,3
	Otro biogás	n 54 600	46 200	66 000	5	1,5	15	0,1	0,03	0,3

Figura 5.19. Factores de emisión para combustibles biomásico

Para realizar el cálculo, se sigue el procedimiento descrito en la sección 2.9, de forma que las emisiones de CH<sub>4</sub> por uso de biogás serían de:

$$8.56 \frac{TJ}{año} \cdot 5 \frac{kg CH_4}{TJ} \cdot 21 \frac{kg CO_2e}{kg CH_4} \cdot \frac{1 ton}{1000 kg} = 0.899 \frac{ton CO_2e}{año}$$

Debe recordarse que las emisiones de metano y óxido nitroso que surgen de la quema de biomasa deben sumarse al total de emisiones del inventario. No así, las emisiones de dióxido de carbono. El aporte de emisiones del CO<sub>2</sub> debe reportarse a parte del total del inventario y NO se debe sumar al total, ya que estas

### 5.11 Anexo 11. Cálculo de emisiones por quema de residuos a cielo abierto

Para entender de forma cabal el proceso de cálculo necesario para estimar las emisiones por incineración de residuos sólidos, se recomienda leer detenidamente el Anexo 7, pág. 73 del documento: "[Guía de Implementación de la categoría cantonal PPCN de Costa Rica](#)". La metodología descrita paso a paso en esta guía es la que se utilizó para realizar la estimación.

Debe destacarse que, para realizar la estimación de la composición de los residuos sólidos en el Cantón, se utilizan los datos mencionados en la "[Guía de Implementación de la categoría cantonal PPCN de Costa Rica](#)".

Si no se tuviera a mano estos datos, se puede utilizar la información reportada por el IPCC, volumen 5, capítulo 2: "[Waste Data](#)", en la Tabla 2.3, la cual se actualizó en el 2021. Se recomienda esta estimación y no el cuadro 2.4 mostrado en el documento del PPCN ya que este último se encuentra desactualizado. Se recomienda siempre utilizar datos locales y lo más actualizados posible.

Por otro lado, los datos de materia seca disponible, fracción de carbono en la materia seca y fracción de carbono fósil, se obtienen de la Tabla 2.4 del volumen 2, capítulo 5: "[Waste Data](#)", del IPCC 2006. Esta se muestra en la Figura 5.21.

Region	Food waste	Garden waste	Paper/ cardboard	Wood	Textiles	Nappies	Rubber/ Leather	Plastic	Metal	Glass	Other
<b>Europe</b>											
Eastern Europe	31.8	2.4	17.1	2.5	3.1	0.1	0.5	4.6	0.7	1.8	35.3
Northern Europe	30.3	5.2	13.8	1.8	3.2	1.2	0.0	4.9	1.4	4.3	34.0
Southern Europe	35.8	1.4	21.4	1.2	2.8	1.1	0.2	14.1	2.0	3.5	16.7
Western Europe	33.2	2.7	17.2	2.3	5.9	3.0	0.0	20.5	1.5	1.4	12.3
<b>America</b>											
Central America	62.7	0.0	12.6	0.3	2.2	0.0	0.0	10.3	2.7	3.3	6.0
South America	54.1	3.3	12.4	0.0	1.7	1.9	0.6	13.7	2.0	3.0	7.2
Northern America	20.2	6.8	23.3	4.1	3.9	0	1.6	15.8	6.4	4.2	14.0
<b>Oceania</b>											
Australia and New Zealand	25.9	12.2	12.0	6.5	2.9	3.5	0.0	8.3	1.8	2.8	24.1

Note 1: Data are based on weight of wet waste of MSW without industrial waste at generation around year 2010.  
Note 2: The region-specific values are calculated from national, partly incomplete composition data. The percentages given may therefore not add up to 100 percent. Some regions may not have data for some waste types. Blank in the table represent missing data.  
Note 3: Data of rest of Oceania and Caribbean are not refined.

Figura 5.20. Composición de residuos sólidos en Latinoamérica

MSW component	Dry matter content in % of wet weight <sup>1</sup>		DOC content in % of wet waste		DOC content in % of dry waste		Total carbon content in % of dry weight		Fossil carbon fraction in % of total carbon	
	Default	Range	Default	Range	Default	Range	Default	Range	Default	Range
Paper/cardboard	90	40	36 - 45	44	40 - 50	46	42 - 50	1	0 - 5	
Textiles <sup>3</sup>	80	24	20 - 40	30	25 - 50	50	25 - 50	20	0 - 50	
Food waste	40	15	8 - 20	38	20 - 50	38	20 - 50	-	-	
Wood	85 <sup>4</sup>	43	39 - 46	50	46 - 54	50	46 - 54	-	-	
Garden and Park waste	40	20	18 - 22	49	45 - 55	49	45 - 55	0	0	
Nappies	40	24	18 - 32	60	44 - 80	70	54 - 90	10	10	
Rubber and Leather	84	(39) <sup>5</sup>	(39) <sup>5</sup>	(47) <sup>5</sup>	(47) <sup>5</sup>	67	67	20	20	
Plastics	100	-	-	-	-	75	67 - 85	100	95 - 100	
Metal <sup>6</sup>	100	-	-	-	-	NA	NA	NA	NA	
Glass <sup>6</sup>	100	-	-	-	-	NA	NA	NA	NA	
Other, inert waste	90	-	-	-	-	3	0 - 5	100	50 - 100	

<sup>1</sup> The moisture content given here applies to the specific waste types before they enter the collection and treatment. In samples taken from collected waste or from e.g., SWDS the moisture content of each waste type will vary by moisture of co-existing waste and weather during handling.  
<sup>2</sup> The range refers to the minimum and maximum data reported by Dehoust *et al.*, 2002; Gangdonggu, 1997; Guendehou, 2004; JESC, 2001; Jager and Blok, 1993; Würdinger *et al.*, 1997; and Zeschmar-Lahl, 2002.  
<sup>3</sup> 40 percent of textile are assumed to be synthetic (default). Expert judgement by the authors.  
<sup>4</sup> This value is for wood products at the end of life. Typical dry matter content of wood at the time of harvest (that is for garden and park waste) is 40 percent. Expert judgement by the authors.  
<sup>5</sup> Natural rubbers would likely not degrade under anaerobic condition at SWDS (Tsuchii *et al.*, 1985; Rose and Steinbüchel, 2005).  
<sup>6</sup> Metal and glass contain some carbon of fossil origin. Combustion of significant amounts of glass or metal is not common.

Figura 5.21. Materia seca disponible, fracción de carbono en la materia seca y fracción de carbono fósil en los residuos

## 5.12 Anexo 12. Cálculo de emisiones por residuos sólidos enterrados o dispuestos en lotes.

Al igual que sucede con la incineración de residuos, para entender de forma cabal el proceso de cálculo necesario para estimar las emisiones por enterrar residuos sólidos, se recomienda leer detenidamente el Anexo 7, pág. 71 del documento: "[Guía de Implementación de la categoría cantonal PPCN de Costa Rica](#)". La metodología descrita paso a paso en esta guía es la que se utilizó para realizar la estimación.

La composición de residuos utilizada es la misma que se usa para la incineración de residuos, tomada de la "[Guía de Implementación de la categoría cantonal PPCN de Costa Rica](#)".

Por su parte, la fracción de carbono orgánico degradable para los residuos orgánicos (DOCi), se toma del IPCC 2006, volumen 5, capítulo 2: "Waste Data", Tabla 2.4 (Figura 5.21). Además, la fracción de carbono orgánico disuelto que se descompone (DOCf) se toma del IPCC 2021, volumen 5, capítulo 3: "[Solid Waste Disposal](#)" Tabla 3.0 (Figura 5.22). En este caso, al no conocer el perfil real de los residuos enterrados, se toma el tipo de residuos como "bulk waste", que considera una mezcla de residuos muy degradables y moderadamente degradables.

Por último, la corrección de metano (MCF) se toma del IPCC 2021, volumen 5, capítulo 3: "[Solid Waste Disposal](#)", Tabla 3.1. En este caso, se toma tipo de sitio "No gestionado y poco profundo", al ser esta la recomendación dada por el PPCN en la pág. 72 de la guía de implementación. Esto se muestra en la Figura 5.23.

Type of Waste	Recommended Default DOC <sub>f</sub> Values	Remark
Less decomposable wastes e.g. wood, engineered wood products, tree branches (wood)	0.1	An average value of 0.088 was derived from DOC <sub>f</sub> values for engineered wood products, sawn woods, tree branches reported in 3 references <sup>1-3</sup>
Moderately decomposable wastes e.g. paper, textile, nappies	0.5	An average value of 0.523 was derived from DOC <sub>f</sub> values for paper products, textile and nappies reported in 4 references <sup>4-7</sup> .
Highly decomposable wastes, e.g. food wastes, grasses (garden and park waste excluding tree branches)	0.7	An average value of 0.706 was derived from DOC <sub>f</sub> values for food wastes and grasses reported in 3 references <sup>4-6</sup>
<b>Bulk waste*</b>	<b>0.5</b>	

<sup>1</sup> Wang *et al.* (2011); <sup>2</sup>Wang and Barlaz (2016); <sup>3</sup> Ximenes *et al.* (2018); <sup>4</sup>Eleazer *et al.* (1997); <sup>5</sup>Bayard *et al.* (2017); <sup>6</sup>Jeong (2016); <sup>7</sup>Wang *et al.* (2015)

\* It is used when the fractions of less, moderately and highly decomposable wastes in MSW are not known.

Figura 5.22. Fracción de carbono degradable que se descompone

Type of Site	Methane Correction Factor (MCF) Default Values	Remarks
Managed – anaerobic	1.0 <sup>a</sup>	These must have controlled placement of waste (i.e., waste directed to specific deposition areas, a degree of control of scavenging and a degree of control of fires) and will include at least one of the following: (i) cover material; (ii) mechanical compacting; or (iii) levelling of the waste.
Managed well – semi-aerobic	0.5 <sup>b</sup>	When semi-aerobic managed SWDS type is managed under one of the following condition, it is regarded as well management ; (i) permeable cover material; (ii) leachate drainage system without sunk; (iii) regulating pondage; and (iv) gas ventilation system without cap, (v) connection of leachate drainage system and gas ventilation system.
Managed poorly – semi-aerobic	0.7 <sup>c</sup>	When semi-aerobic managed SWDS type is managed under one of the following condition, it is regarded as poor management; (i) condition of sunk of leachate drainage system; (ii) closing of valve of drainage or atmosphere-unopening of drainage exit; (iii) capping of gas ventilation exit.
Managed well – active-aeration	0.4 <sup>d,e,f</sup>	Active aeration of managed landfills includes the technology of in-situ low pressure aeration, air sparging, bioventing, passive ventilation with extraction (suction). These must have controlled placement of waste and will include leachate drainage system to avoid the blockage of air penetration, and (i) cover material; (ii) air injection or gas extraction system without drying of waste.
Managed poorly – active-aeration	0.7 <sup>f,g,h</sup>	When SWDS, that is equipped as well as active aeration of managed SWDS, is managed under one of the following condition, it is judged as poor management; (i) blockage of aeration system due to failure of drainage; (ii) lack of available moisture for microorganisms due to high- pressure aeration.
Unmanaged – deep (>5 m waste) and /or high water table	0.8 <sup>a</sup>	All SWDS not meeting the criteria of managed SWDS and which have depths of greater than or equal to 5 metres and/or high water table at near ground level. Latter situation corresponds to filling inland water, such as pond, river or wetland, by waste.
<b>Unmanaged – shallow (&lt;5 m waste)</b>	<b>0.4<sup>a</sup></b>	<b>All SWDS not meeting the criteria of managed SWDS and which have depths of less than 5 metres.</b>
Uncategorised SWDS	0.6 <sup>a</sup>	Only if countries cannot categorise their SWDS into above four categories of managed and unmanaged SWDS, the MCF for this category can be used.

Sources: <sup>a</sup>IPCC (2000); <sup>b</sup>Matsufuji *et al.* (1996); <sup>c</sup>Yamada *et al.* (2013); <sup>d</sup>Hrad *et al.* (2013); <sup>e</sup>Tshigaki *et al.* (2003); <sup>f</sup>Ritzkowski & Stegmann (2013); <sup>g</sup>Raga & Cossu (2014); <sup>h</sup>Ritzkowski *et al.* (2016)

Figura 5.23. Factor de corrección de metano.



### 5.13 Anexo 13. Cálculo de emisiones por uso de Refrigerantes

En este caso, para realizar los cálculos necesarios por uso de refrigerantes se necesita la información brindada a través de encuestas a hogares, comercios, industrias y fincas. Estas brindan información sobre los tipos de refrigerantes utilizados y la proporción en que se usa cada uno, a modo de ejemplo, se incluye la Figura 5.24 que muestra la proporción de refrigerantes usados para equipos autónomos en el comercio:

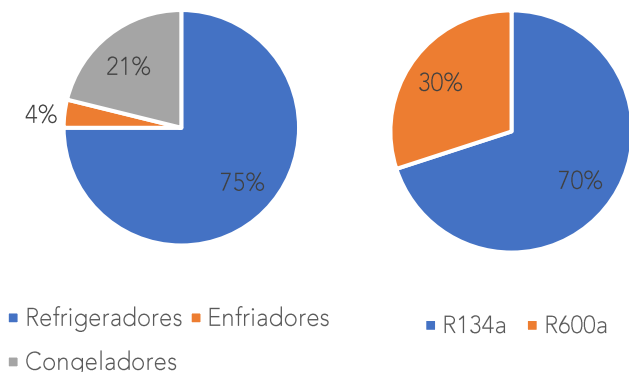


Figura 5.24. Tipo de refrigerante y tipo de equipos utilizados en actividades comerciales en Desamparados 2022.

Fuente: elaboración propia basado en encuestas de comercios.

Una vez que se tiene la proporción y tipo de refrigerantes y equipos utilizados, se debe calcular las cantidades de unidades existentes por tipo de refrigerante.

Para esto, se multiplica el total de equipos registrados en el cantón (dato obtenido de encuesta) por la proporción del refrigerante. Así, si se quiere saber cuántos equipos autónomos que usan R134a se tiene en el cantón y se

registran 1 714.47 equipos en total, solo debe multiplicarse este valor por el tipo de equipo que se estudia (refrigerador, por ejemplo) y el porcentaje de equipos que usan R134a, para obtener un total de 900 equipos.

Debe destacarse antes de continuar, que existen diferentes clasificaciones de equipos para refrigeración, tales como equipos autónomos, chillers, unidades de condensación, sistemas centralizados y demás. La descripción de cada equipo se encuentra en el Anexo 5.1 del "[Inventario de Gases de Efecto Invernadero de Refrigeración y A/A para CR \(2012 y 2016\)](#)". Cada vez que se realice el ejercicio de encuesta, debe analizarse qué tipo de equipos reportan los comercios y empresas para hacer la clasificación.

Ahora, si ya se tiene la cantidad de unidades por equipos, debe buscarse la carga teórica de refrigerante según el tipo de equipo que se esté analizando. Estos valores se encuentran en la tabla 5, pág. 33, del inventario de refrigeración. En el caso de refrigeradores, la carga es de 0.102 kg.

Ahora, tomando en cuenta que se trabaja con 4 distintos tipos de gases, se multiplica el valor anterior por la cantidad de unidades estimadas para cada gas, por ejemplo, para el R134a, sería:

$$0.102 \text{ kg} \frac{\text{carga inicial}}{\text{equipo}} \cdot 900 \text{ equipos} = 91.81 \text{ kg totales}$$

Ya con este valor se procede a calcular las emisiones. Para esto, se usan los factores de emisión durante servicio por tipo de equipos reportados en el inventario de refrigeración, Tabla 5. El factor de servicio corresponde a emisiones aproximadas por uso de equipos refrigerantes. Si se detecta



la eliminación de un equipo, en vez de este factor, se debe utilizar el de emisión por eliminación.

De esta forma, el cálculo de emisiones GEI por uso de refrigerante R134a, sería:

$$91.81 \frac{kg \text{ R134a}}{\text{año}} \cdot 0.02 \% \cdot 1300 \frac{kg \text{ CO2e}}{kg \text{ R134a}} \cdot \frac{1 \text{ ton}}{1000 \text{ kg}} = 2.39 \text{ tCO2e}$$



[www.biomatec.net](http://www.biomatec.net)



[biomatec](https://www.linkedin.com/company/biomatec)



[info@biomatec.net](mailto:info@biomatec.net)



[@biomatec](https://www.facebook.com/biomatec)