



UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS - ESPE

VICERRECTORADO ADMINISTRATIVO

UNIDAD DE SEGURIDAD INTEGRADA

**GUÍA PARA EL CÁLCULO DE EMISIONES DE GASES DE
EFECTO INVERNADERO (GEI) DE LA UNIVERSIDAD DE LAS
FUERZAS ARMADAS – ESPE**

COD: USIN-GUI-2025-V1-038

Junio 2025

	GUÍA PARA EL CÁLCULO DE EMISIONES DE GASES DE EFECTO INVERNADERO (GEI) DE LA UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS – ESPE	Unidad de Seguridad Integrada	
		Página:	2 de 47

ÍNDICE

A. ANTECEDENTES	3
B. OBJETIVO	3
C. ALCANCE	3
D. REFERENCIAS NORMATIVAS	3
E. DEFINICIONES	3
F. CONTENIDO – DESARROLLO	4
1. IDENTIFICA EL LÍMITE ORGANIZACIONAL DE LAS EMISIONES DE GEI	4
2. IDENTIFICA EL ALCANCE DE LAS EMISIONES	4
3. RECOLECTA DATOS DE ACTIVIDAD	5
4. SELECCIONA LOS FACTORES DE EMISIÓN	6
5. REALIZAR LOS CÁLCULOS	8
6. REGISTRA Y REPORTA LOS RESULTADOS	9
G. ANEXOS	10
Anexo 1. Cálculo de emisiones de GEI por actividades agropecuarias	10
A1.1. Categorías del sector agricultura	10
A1.2. Cálculos de GEI por categorías	10
A1.2.1. Cálculo de la categoría 3A. Fermentación entérica	10
A1.2.2. Cálculo de la categoría 3B. Gestión de estiércol	11
A1.2.3. Cálculo de la categoría 3C. Cultivo de arroz	19
A1.2.4. Cálculo de la categoría 3D. Suelos agrícolas	19
Anexo 2. Cálculo de emisiones de GEI por viajes aéreos utilizando la calculadora de carbono de ICAO. Alcance 3	41
Anexo 3. Diseño de encuesta para la obtención de datos relacionados con la movilización de estudiantes y colaboradores, desde y hacia su lugar de residencia. Alcance 3	46
H. CONTROL DE CAMBIOS	47
I. VIGENCIA Y AUTORIZACIÓN	47

	GUÍA PARA EL CÁLCULO DE EMISIONES DE GASES DE EFECTO INVERNADERO (GEI) DE LA UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS – ESPE	Unidad de Seguridad Integrada	
		Página:	3 de 47

A. ANTECEDENTES

La creciente preocupación por el cambio climático a nivel global, regional, estatal y local, ha llevado a instituciones como la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE a asumir un rol activo en la reducción de su huella de carbono mediante la identificación y cálculo de las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) generadas por sus actividades administrativas, académicas y operativas. Esta guía de aplicación busca proporcionar un enfoque práctico y accesible para gestionar los datos y calcular estas emisiones en Matriz, Sedes e Institutos.

B. OBJETIVO

Facilitar el cálculo de las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) en Matriz, Sedes e Institutos, mediante una metodología de cálculo sencilla que permita identificar las fuentes de emisión y guiar los cálculos de las emisiones directas e indirectas.

C. ALCANCE

Esta guía se aplica a las actividades administrativas, académicas y operativas realizadas en Matriz, Sedes e Institutos. Incluye las emisiones directas e indirectas derivadas del consumo de combustibles, energía, transporte, manejo de residuos, y otros procesos que se detallarán más adelante. Es importante recalcar que algunas fuentes podrían estar fuera del alcance de la medición debido a que no podrían existir datos o se dificulte la medición de algunos factores externos que no dependen de la universidad.

D. REFERENCIAS NORMATIVAS

La presente guía fue elaborada tomando como referencia la normativa internacional y nacional referente al cálculo de las emisiones de GEI. Esta normativa se enlista a continuación, y se encuentra para consulta en el repositorio de la Unidad de Seguridad Integrada:

1. Norma ISO 14064-1:2018. Gases de efecto invernadero - Parte 1: Especificación con orientación, a nivel de las organizaciones, para la cuantificación y el informe de las emisiones y remociones de gases de efecto invernadero. Segunda Edición
2. Protocolo de Gases Efecto Invernadero. Estándar Corporativo de Contabilidad y Reporte (edición revisada), 2005
3. Estimación de emisiones de gases de efecto invernadero en la agricultura. Un manual para abordar los requisitos de los datos para los países en desarrollo. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. Roma, 2015
4. Documento del Inventario Nacional (DIN) de Gases de Efecto Invernadero del Año 2022 del Ecuador. Versión editable 1.0 de octubre de 2024
5. Norma Técnica Organizacional del Programa Ecuador Carbono Cero. Versión 01.

E. DEFINICIONES

1. **Dióxido de carbono equivalente, CO₂e:** Unidad universal de medida que indica el potencial de calentamiento global (PCG) de cada uno de los seis gases efecto invernadero, expresado en términos de una unidad de dióxido de carbono.
2. **Emisiones:** Liberación de GEI a la atmósfera.
3. **Emisión directa de gas de efecto invernadero:** Emisión de GEI proveniente de fuentes de GEI que pertenecen o son controladas por la organización.

	GUÍA PARA EL CÁLCULO DE EMISIONES DE GASES DE EFECTO INVERNADERO (GEI) DE LA UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS – ESPE	Unidad de Seguridad Integrada	
		Página:	4 de 47

4. **Emisión indirecta de gas de efecto invernadero:** Emisión de GEI resultante de las operaciones y actividades de una organización, pero proveniente de fuentes de GEI que no pertenecen ni son controladas por la organización.
5. **Factor de emisión:** Valor que relaciona una actividad específica con la cantidad de GEI emitidos.
6. **Gases de efecto invernadero (GEI):** Son los seis gases listados en el Protocolo de Kioto: dióxido de carbono (CO₂); metano (CH₄); óxido nitroso (N₂O); hidrofluorocarbonos (HFCs); perfluorocarbonos (PFCs); y hexafluoruro de azufre (SF₆).
7. **Potencial de Calentamiento Global (GWP):** Valor que representa el potencial de calentamiento global de una sustancia.

F. CONTENIDO – DESARROLLO

Esta guía de aplicación está desarrollada para que las personas responsables de determinar la cantidad de emisiones de los GEI en el campus Matriz, Sedes e Institutos de la Universidad de las Fuerzas Armadas, tengan una herramienta simplificada con los lineamientos que sirven para el cálculo de sus emisiones.

Los pasos a seguir son los siguientes:

1. IDENTIFICA EL LÍMITE ORGANIZACIONAL DE LAS EMISIONES DE GEI

El límite organizacional se establece en el espacio físico en el cual se va a aplicar la cuantificación de las emisiones de GEI, sobre las cuales la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, tiene control operacional o control financiero.

Para la aplicación de la presente guía, el límite organizacional se elige de las siguientes locaciones:

- a) Campus Matriz Sangolquí
- b) Sede Latacunga
- c) Sede Santo Domingo de los Tsáchilas
- d) Instituto Agropecuario Superior Andino (IASA I)
- e) Instituto de Idiomas

2. IDENTIFICA EL ALCANCE DE LAS EMISIONES

El alcance de las emisiones de GEI se determina mediante el siguiente esquema:

	GUÍA PARA EL CÁLCULO DE EMISIONES DE GASES DE EFECTO INVERNADERO (GEI) DE LA UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS – ESPE	Unidad de Seguridad Integrada	
		Página:	5 de 47

Tabla 1. Alcance para el cálculo de emisiones de GEI

ALCANCES PARA EL CÁLCULO DE EMISIONES DE GEI	
ALCANCE 1	<p><u>EMISIONES DIRECTAS</u></p> <p>Son las emisiones de fuentes fijas y móviles que la Universidad controla directamente. Para efectos de la presente guía, las fuentes de emisión directa de la Universidad son las siguientes:</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Generadores de energía eléctrica. ● Calderos. ● Vehículos livianos propios (autos, camionetas, furgonetas). ● Vehículos pesados propios (buses, busetas, camiones). ● Maquinaria agrícola (tractores). ● Maquinaria de mantenimiento (podadoras mecánicas). ● Equipos de aire acondicionado. ● Equipos de extinción de incendio (extintores). ● Agricultura y ganadería.
ALCANCE 2	<p><u>EMISIONES INDIRECTAS</u></p> <p>Son las emisiones por el uso de electricidad generada por terceros. Para efectos de la presente guía, se debe identificar el medidor o los medidores de energía eléctrica que son propiedad de las empresas de distribución (EEQ, CNEL, entre otras); y que proporcionan energía a la locación de la Universidad.</p>
ALCANCE 3	<p><u>OTRAS EMISIONES INDIRECTAS</u></p> <p>Son las emisiones de actividades que la Universidad no controla directamente. Para efectos de la presente guía, las fuentes de emisión indirecta de la Universidad son las siguientes:</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Disposición de desechos peligrosos y no peligrosos. ● Viajes aéreos del personal directivo, docente, administrativo. ● Movilización de estudiantes y colaboradores, desde y hacia su lugar de residencia. ● Gestión de desechos no peligrosos, peligrosos y especiales.

Para efectos del cálculo de emisiones de GEI en la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, se deberán calcular **OBLIGATORIAMENTE** los alcances 1 y 2, que tiene que ver con las emisiones directas e indirectas; mientras que el alcance 3, correspondiente a las emisiones indirectas que no se encuentran bajo el control de la Universidad, deberá ser calculado en base a la información disponible o que se pueda obtener sin incurrir en gastos excesivos de recursos, y una vez calculados se deberá determinar su relevancia.

Para el cálculo de las emisiones directas e indirectas producto de las actividades agropecuarias realizadas en el Instituto Agropecuario Superior Andino (IASA I) y en la Sede Santo Domingo de los Tsáchilas, se deberá ejecutar la metodología que consta en el Anexo 1 del presente documento.

3. RECOLECTA DATOS DE ACTIVIDAD

Una vez determinado el límite organizacional y el alcance, se deben recolectar los datos que servirán para el cálculo de las emisiones de GEI. Estos datos tienen que estar respaldados por medios de verificación confiables. La siguiente tabla muestra las fuentes de datos que respaldan la información para los cálculos:

Tabla 2. Recolección de datos para el cálculo de GEI

RECOLECCIÓN DE DATOS PARA CÁLCULO DE EMISIONES DE GEI			
ALCANCE	ACTIVIDAD RELACIONADA	DATOS REQUERIDOS	FUENTE DE DATOS
ALCANCE 1	Uso de combustibles fósiles (diésel, gasolina, GLP)	Galones o litros de combustible utilizados. Kg de GLP utilizados.	<ul style="list-style-type: none"> Reportes de uso de combustibles del sistema de control. Facturas de compra de combustibles.
	Uso de refrigerantes en aire acondicionado	Volumen o masa de refrigerante utilizado	Informes de mantenimiento del equipo en el que conste el volumen o masa de refrigerante utilizado
	Uso de CO ₂ en extintores contra incendio	<ul style="list-style-type: none"> Número de extintores de CO₂. Masa de CO₂ en los extintores. 	<ul style="list-style-type: none"> Inventario de extintores. Informes de mantenimiento y recarga de extintores de CO₂.
ALCANCE 2	Uso de energía eléctrica	kWh de consumo de energía eléctrica por año	Facturas de consumo de energía eléctrica emitidas por las empresas distribuidoras (EEQ, CNEL, ELEPCO,)
ALCANCE 3	Generación de desechos no peligrosos	Toneladas de desechos no peligrosos generados por año	Cálculo estimado de desechos no peligrosos generados empleando una metodología probada. Generar informe documentado.
	Generación de desechos peligrosos y especiales	Toneladas de desechos peligrosos y especiales generados por año	<ul style="list-style-type: none"> Manifiestos únicos de entrega, transporte y recepción de desechos peligrosos y especiales. Certificados de destrucción y/o disposición final de los desechos peligrosos y especiales.
	Viajes aéreos del personal directivo, docente, administrativo	Tickets aéreos con datos de origen y destino del viaje. Se debe incluir las escalas.	<ul style="list-style-type: none"> Base de datos de comisiones de servicio al interior y exterior del país que incluye viaje por vía aérea. Reservas y/o tickets aéreos de las comisiones de servicios.
	Movilización de estudiantes y colaboradores, desde y hacia su lugar de residencia	Datos de km recorridos por parte de los miembros de la comunidad universitaria por medio de transporte, desde y hacia su lugar de residencia.	<ul style="list-style-type: none"> Base de datos de la encuesta anual de transporte de la comunidad universitaria. (Ver anexo 3) Tabulación de los datos de la encuesta. Generar informe documentado.

4. SELECCIONA LOS FACTORES DE EMISIÓN

El factor de emisión es un número que nos permite convertir los datos de una actividad en una cantidad de emisiones de GEI. Por ejemplo, si sabes cuánta electricidad consumen, puedes usar el factor de emisiones para calcular cuánto CO₂ generadas.

Es fundamental utilizar factores de emisión actualizados para calcular con precisión las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI). Estos factores se pueden obtener de los informes de la Autoridad Ambiental Nacional en los ámbitos de energía o de ambiente, así como también, de los entes internacionales como el Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático (IPCC), la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos (EPA), el Protocolo de Gases de Efecto Invernadero (GHG Protocol). Estos factores de emisión son actualizados periódicamente, por lo que deben ser actualizados al momento de realizar el cálculo.

En la siguiente tabla se presentan los factores de emisión actualizados para los alcances en la Universidad, a excepción de los factores para las actividades agropecuarias que se encuentran en el Anexo 1 del presente documento:

Tabla 3. Factores de emisión para el cálculo de GEI

RECOLECCIÓN DE DATOS PARA CÁLCULO DE EMISIONES DE GEI			
ALCANCE	ACTIVIDAD RELACIONADA	FACTOR DE EMISIÓN	UNIDADES
ALCANCE 1	Uso de combustibles fósiles - diésel ¹	CO ₂ : 10,21; CH ₄ : 0,00042; N ₂ O: 0,00044	kg CO ₂ /gal
	Uso de combustibles fósiles - gasolina ²	CO ₂ : 8,78; CH ₄ : 0,00274; N ₂ O: 0,00154	kg CO ₂ /gal
	Uso de GLP ³	CO ₂ : 2984,63; CH ₄ : 0,24; N ₂ O: 0,00	kg CO ₂ /Ton
	Uso de refrigerantes en aire acondicionado ⁴	Depende del tipo de refrigerante	Ton CO ₂ /año
	Uso de CO ₂ en extintores contra incendio ⁵	0,025	kg CO ₂ /kg
ALCANCE 2	Uso de energía eléctrica ⁶	0,12	Ton CO ₂ /MWh
ALCANCE 3	Generación de desechos no peligrosos ⁷	Relleno sanitario: 0,58	Ton CO ₂ /Ton desechos
	Generación de desechos peligrosos y especiales ⁸	Confinamiento controlado: 0,58 Incineración: 0,43	Ton CO ₂ /Ton desechos
	Viajes aéreos del personal directivo, docente, administrativo ⁹	CO ₂ : 9,75; CH ₄ : 0,00; N ₂ O: 0,0003	kg CO ₂ /gal
	Movilización de estudiantes y colaboradores, desde y hacia su lugar de residencia ¹⁰	Automóvil CO ₂ : 0,175; CH ₄ : 0,000005; N ₂ O: 0,000003	kg CO ₂ /milla
Bus CO ₂ : 0,071; CH ₄ : 0,00; N ₂ O: 0,0000021			
Motocicleta CO ₂ : 0,377; CH ₄ : 0,00; N ₂ O: 0,000019			

¹ Factores de emisión tomados de la herramienta "Emission Factors" de la página web del Greenhouse Gas Protocol (<https://ghgprotocol.org/calculation-tools-and-guidance>), última modificación en marzo de 2024.

² Factores de emisión tomados de la herramienta "Emission Factors" de la página web del Greenhouse Gas Protocol (<https://ghgprotocol.org/calculation-tools-and-guidance>), última modificación en marzo de 2024.

³ Factores de emisión tomados de la herramienta "Emission Factors" de la página web del Greenhouse Gas Protocol (<https://ghgprotocol.org/calculation-tools-and-guidance>), última modificación en marzo de 2024.

⁴ Factor de emisión puede ser calculado por la herramienta "Calculating HFC and PFC Emissions from the Manufacturing, Servicing, and/or Disposal of Refrigeration and Air-Conditioning Equipment" de la página web del Greenhouse Gas Protocol (<https://ghgprotocol.org/calculation-tools-and-guidance>).

⁵ Factor de emisión tomado de la herramienta "EPA Simplified GHG Emissions Calculator" de la página web del Greenhouse Gas Protocol (<https://ghgprotocol.org/calculation-tools-and-guidance>), última modificación en septiembre de 2024

⁶ Factor de emisión tomado del Informe de factor de emisión de CO₂ del Sistema Nacional Interconectado del Ecuador del año 2023, realizado por el Ministerio de Energía y Minas. ([Factor-de-emision-de-CO2-del-Sistema-Nacional-Interconectado-de-Ecuador-Informe-2023.pdf](#))

⁷ Factor de emisión tomado de la herramienta "EPA Simplified GHG Emissions Calculator" de la página web del Greenhouse Gas Protocol (<https://ghgprotocol.org/calculation-tools-and-guidance>), última modificación en septiembre de 2024.

⁸ Factor de emisión tomado de la herramienta "EPA Simplified GHG Emissions Calculator" de la página web del Greenhouse Gas Protocol (<https://ghgprotocol.org/calculation-tools-and-guidance>), última modificación en septiembre de 2024.

⁹ Factores de emisión tomados de la herramienta "Emission Factors" de la página web del Greenhouse Gas Protocol (<https://ghgprotocol.org/calculation-tools-and-guidance>), última modificación en marzo de 2024.

¹⁰ Factores de emisión tomados de la herramienta "Emission Factors" de la página web del Greenhouse Gas Protocol (<https://ghgprotocol.org/calculation-tools-and-guidance>), última modificación en marzo de 2024.

	GUÍA PARA EL CÁLCULO DE EMISIONES DE GASES DE EFECTO INVERNADERO (GEI) DE LA UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS – ESPE	Unidad de Seguridad Integrada	
		Página:	8 de 47

5. REALIZAR LOS CÁLCULOS

Para el cálculo de las emisiones de GEI expresadas en toneladas de dióxido de carbono equivalente (tCO₂e), se debe utilizar la siguiente fórmula:

Emisiones directas (N₂O)
Emisiones = (Dato de la actividad x Factor de emisión) / 1000
Donde: Dato de la actividad = Valor obtenido de los datos en el año Factor de emisión = Valor obtenido de un organismo internacional o de gobierno

A continuación, se proporciona un ejemplo de cálculo:

Si se consumieron 100 galones de diésel/año en un generador de energía en el campus IASA I, entonces el cálculo es el siguiente:

Dato de la actividad = 100 gal en un año

Factor de emisión = 10,21 kg CO₂e / gal

Emisiones = (100 gal × 10,21 kg CO₂e / gal) / 1000 = 1,021 tCO₂e

Para los cálculos de emisiones de GEI, existen herramientas creadas por los organismos internacionales, las cuales están disponibles en las siguientes páginas web:

Tabla 4. Herramientas informáticas para el cálculo de GEI

HERRAMIENTAS INFORMÁTICAS PARA EL CÁLCULO DE GEI		
ALCANCE	ACTIVIDAD RELACIONADA	HERRAMIENTA INFORMÁTICA
ALCANCE 1	Uso de combustibles fósiles - diésel	https://ghgprotocol.org/calculation-tools-and-guidance Posee las siguientes hojas de trabajo para los datos obtenidos: <ul style="list-style-type: none"> Factores de emisión Emisiones de GEI de fuentes de combustión estacionarias. Emisiones de GEI de transporte o fuentes de combustión móvil. Equipos de refrigeración y aire acondicionado. Calculadora simplificada de emisiones de GEI.
	Uso de combustibles fósiles - gasolina	
	Uso de GLP	
	Uso de refrigerantes en aire acondicionado	
ALCANCE 2	Uso de CO ₂ en extintores contra incendio	
	Uso de energía eléctrica	
ALCANCE 3	Generación de desechos no peligrosos	https://www.icao.int/environmental-protection/Carbonoffset/Pages/default.aspx Esta aplicación de la ICAO realiza el cálculo de las emisiones de GEI basado en el origen y destino de viaje.
	Generación de desechos peligrosos y especiales	
	Movilización de estudiantes y colaboradores, desde y hacia su lugar de residencia	
	Viajes aéreos del personal directivo, docente, administrativo	

	GUÍA PARA EL CÁLCULO DE EMISIONES DE GASES DE EFECTO INVERNADERO (GEI) DE LA UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS – ESPE	Unidad de Seguridad Integrada	
		Página:	9 de 47

6. REGISTRA Y REPORTA LOS RESULTADOS

Una vez obtenidos los valores de emisiones de GEI por cada tipo de actividad, se los debe sumar según su alcance (1, 2 o 3), y así obtener la emisión anual en toneladas de CO₂ equivalente (tCO₂e). Por ejemplo:

Tabla 5. Ejemplo de inventario de emisiones de GEI

FUENTE	ALCANCE	CANTIDAD REGISTRADA	UNIDAD DE MEDIDA	FACTOR DE EMISIÓN	EMISIONES (TCO ₂ E)
Combustible vehicular	1	1000	litros	2,640 kg CO ₂ / litro	2,64
Electricidad	2	5000	kWh	0,092 kg CO ₂ / kWh	0,46
Transporte	3	2000	km	0,255 kg CO ₂ / km	0,51
Papel	3	50	Kg	1,3 kg CO ₂ e/kg	0,065
Residuos	3	0,5	ton	1,9 kg CO ₂ e/kg	0,95
Total					3,42

Es de suma importancia guardar la información primaria utilizada (facturas, reportes, registros, informes, bases de datos, entre otros) con la cual se obtuvieron los datos de la actividad.

Interpretación y uso de resultados

Una vez obtenida la emisión total anual, se debe proceder con las siguientes acciones:

- Análisis del total de emisiones por alcance: Identificar qué alcance representa el mayor porcentaje de las emisiones y enfocar las estrategias de mitigación en ese ámbito.
- Comparación con periodos anteriores: Evaluar si las emisiones han aumentado o disminuido en comparación con mediciones previas o estándares institucionales.
- Definición de objetivos de reducción: Establecer metas específicas para reducir las emisiones, alineadas con las políticas ambientales de la Universidad.
- Diseño de estrategias de mitigación: Establecer las estrategias enfocadas al cumplimiento de objetivos y metas de reducción mediante acciones. A continuación, se presenta un ejemplo por cada tipo de alcance:
 - Alcance 1: Reducir el uso de combustibles fósiles, fomentar el uso de vehículos eléctricos o el uso de biocombustibles.
 - Alcance 2: Implementar tecnologías de energía renovable (paneles solares).
 - Alcance 3: Incentivar la movilidad sostenible, uso compartido de vehículos, reducción de residuos, programas de reciclaje y teletrabajo.

El reporte de los resultados se lo debe hacer mediante un informe dirigido a la máxima autoridad, en el cual consten los valores del cálculo de las emisiones de GEI y las medidas propuestas para la reducción.

	GUÍA PARA EL CÁLCULO DE EMISIONES DE GASES DE EFECTO INVERNADERO (GEI) DE LA UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS – ESPE	Unidad de Seguridad Integrada
		Página: 10 de 47

G. ANEXOS

Anexo 1. Cálculo de emisiones de GEI por actividades agropecuarias

En base a las actividades agropecuarias desarrolladas por la Universidad de las Fuerzas Armadas en el campus del Instituto Agropecuario Superior Andino - IASA I y en la Sede Santo Domingo, se ha desarrollado el presente anexo que servirá como una guía para determinar las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) asociadas a este tipo de sector.

Este anexo se desarrolló siguiendo los lineamientos del documento “*Estimación de emisiones de gases de efecto invernadero en la agricultura. Un manual para abordar los requisitos de los datos para los países en desarrollo*”, publicado por la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) en el año 2015; así como también del documento “*Guía Técnica de procedimientos y metodología para la recolección y manejo de datos para el Sector Agricultura*”, preparado por la Iniciativa de Acción y Transparencia Climática – ICAT, y publicado por la Subsecretaría de Cambio Climático del Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica.

A1.1. Categorías del sector agricultura

De acuerdo con las Directrices del IPCC 2006, para el sector Agricultura, se considera la estimación de las emisiones de GEI de 5 categorías de fuentes de emisión. La siguiente tabla muestra las categorías de fuentes de emisiones y sus respectivos GEI; donde las categorías 3A1, 3C4-3C5, son consideradas principales en el aporte de GEI al Sistema Nacional de Inventario de Gases de Efecto Invernadero del MAATE para el sector de la agricultura.

CÓDIGO DE LA CATEGORÍA	TÍTULO DE LA CATEGORÍA	GAS DE EFECTO INVERNADERO
3A	Ganado doméstico: fermentación entérica	CH ₄
3B	Ganado doméstico: Gestión de estiércol	CH ₄ , N ₂ O
3C	Cultivo de arroz	CO ₂
3D	Suelos agrícolas / Emisiones Directas e indirectas de N ₂ O de los suelos gestionados	CH ₄ , N ₂ O

Fuente: IPCC, 2006

A1.2. Cálculos de GEI por categorías

A1.2.1. Cálculo de la categoría 3A. Fermentación entérica

Las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) procedentes de la fermentación entérica consisten en el gas metano producido en los sistemas digestivos de los rumiantes y, en menor medida, de los no rumiantes. Para el cálculo se debe utilizar la siguiente fórmula:

Emisiones (CH₄)_(T) = EF_(T) x (N_(T) / 10³)
Donde: T = Categoría de animal Emisiones (CH₄)_(T) = Emisiones de metano para la categoría animal T, en ton CH ₄ año ⁻¹ EF_(T) = Factor de emisión por tipo de animal T, en kg CH ₄ cabeza ⁻¹ N_(T) = Número de cabezas por categoría animal T

Los datos de la actividad y los factores de emisión se muestran en la siguiente tabla:

CATEGORÍA DE ANIMAL (T)		FACTOR DE EMISIÓN EF _(T) (kg CH ₄ al año/cabeza)	
GANADO BOVINO	Ganado lechero	Sierra	86,4
		Costa	107,26
	Ganado no lechero - toros	Sierra	72,77
		Costa	101,73
	Ganado no lechero - vacas	Sierra	68,64
		Costa	95,17
	Ganado no lechero – en crecimiento	Sierra	40,73
		Costa	55,00
OTROS TIPOS DE GANADO	Búfalos	68	
	Ovejas	5	
	Cabras	5	
	Camélidos sudamericanos	8	
	Caballos	18	
	Mulas y asnos	10	
	Cerdos	1	
	Aves de engorde	NA	
	Ponedoras	NA	
	Patos	NA	
	Pavos	NA	

Fuente: Documento del inventario nacional (DIN) de gases de efecto invernadero del año 2022 del Ecuador, 2024

El total de emisiones de la categoría de Fermentación Entérica es la sumatoria de los cálculos por cada tipo de ganado, misma que se encuentra en ton de metano. Para realizar la conversión a ton de CO₂e se utilizará la siguiente fórmula:

Emisiones (CO₂e)_(T) = Emisiones (CH₄)_(T) x GWP

Donde:
 T = Categoría de animal
Emisiones (CO₂e)_(T) = Emisiones de metano en CO₂ equivalente para la categoría animal T, en ton CO₂e año⁻¹
Emisiones (CH₄)_(T) = Emisiones de metano para la categoría animal T, en ton CH₄ año⁻¹
GWP = 21 (potencial de calentamiento global en un horizonte temporal de 100 años), para convertir ton CH₄ a ton CO₂e

A1.2.2. Cálculo de la categoría 3B. Gestión de estiércol

Las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) derivados de la gestión del estiércol consisten en los gases metano y óxido nitroso generados durante los procesos aeróbicos y anaeróbicos de descomposición del estiércol. Para el cálculo de emisiones de cada uno de estos gases, se debe tomar en cuenta lo siguiente:

A1.2.2.1. Para gas METANO (CH₄)

Se deberá utilizar la siguiente ecuación:

Emisiones (CH₄)_(T) = EF_(T) x (N_(T) / 10³)
<p>Donde: T = Categoría de animal Emisiones (CH₄)_(T) = Emisiones de metano para la categoría animal T, en ton CH₄ año⁻¹ EF_(T) = Factor de emisión por tipo de animal T, en kg CH₄ cabeza⁻¹ N_(T) = Número de cabezas por categoría animal T</p>

Los datos de la actividad y los factores de emisión por sistema de gestión de estiércol se muestran en la siguiente tabla:

CATEGORÍA DE ANIMAL (T)		FACTOR DE EMISIÓN DE METANO POR TIPO DE SISTEMA DE MANEJO DE ESTIÉRCOL EF _(T) (kg CH ₄ al año/cabeza)						
		Almacenaje de sólidos	Compostaje	Distribución diaria en pasturas	Líquido / fango	Otros	Pasturas sin manejo	
GANADO BOVINO	Ganado lechero	Sierra	1,7	1,7	0,1	22,6	0,9	0,6
		Costa	4,4	4,4	0,9	63,6	1,7	0,6
	Ganado no lechero - toros	Sierra	1,7	1,7	0,1	22,6	0,9	0,6
		Costa	4,4	4,4	0,9	66,2	1,7	0,6
	Ganado no lechero - vacas	Sierra	1,7	1,7	0,1	22,6	0,9	0,6
		Costa	4,4	4,4	0,9	66,2	1,7	0,6
Ganado no lechero – en crecimiento	Sierra	1,7	1,7	0,1	22,6	0,9	0,6	
	Costa	4,4	4,4	0,9	66,2	1,7	0,6	
OTROS TIPOS DE GANADO	Búfalos	4,4	4,4	0,9	66,2	1,7	0,6	
	Ovejas	1,7	1,7	1,7	1,7	0,9	0,6	
	Cabras	1,7	1,7	1,7	1,7	0,9	0,6	
	Camélidos sudamericanos	1,7	1,7	1,7	1,7	0,9	0,6	
	Caballos	7,0	7,0	7,0	7,0	2,6	0,6	
	Mulas y asnos	7,0	7,0	7,0	7,0	2,6	0,6	
	Cerdos	7,8	7,8	1,0	71,9	1,0	0,6	
	Aves de engorde	2,4	2,4	2,4	2,4	2,4	0,6	
	Ponedoras	2,4	2,4	2,4	2,4	2,4	0,6	
	Patos	2,4	2,4	2,4	2,4	2,4	0,6	
Pavos	2,4	2,4	2,4	2,4	2,4	0,6		

Fuente: Documento del inventario nacional (DIN) de gases de efecto invernadero del año 2022 del Ecuador, 2024

El total de emisiones de metano (CH₄) para la categoría de Gestión de Estiércol es la sumatoria de los cálculos por cada tipo de ganado, misma que se encuentra en ton de metano. Para realizar la conversión a ton de CO₂e se utilizará la siguiente fórmula:

Emisiones (CO₂e)_(T) = Emisiones (CH₄)_(T) x GWP
<p>Donde: T = Categoría de animal Emisiones (CO₂e)_(T) = Emisiones de metano en CO₂ equivalente para la categoría animal T, en ton CO₂e año⁻¹ Emisiones (CH₄)_(T) = Emisiones de metano para la categoría animal T, en ton CH₄ año⁻¹ GWP = 21 (potencial de calentamiento global en un horizonte temporal de 100 años), para convertir ton CH₄ a ton CO₂e</p>

 ESPE UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA	GUÍA PARA EL CÁLCULO DE EMISIONES DE GASES DE EFECTO INVERNADERO (GEI) DE LA UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS – ESPE	Unidad de Seguridad Integrada
		Página: 13 de 47

A1.2.2.2. Para gas ÓXIDO NITROSO (N₂O)

Para obtener el valor de la cantidad de óxido nitroso (N₂O), se deben realizar los cálculos de acuerdo con las siguientes ecuaciones:

Tasa de excreción por animal
$N_{ex(T)} = N_{rate(T)} \times (TAM_{(T)} / 1000) \times 365$
Donde: T = Categoría de animal N_{ex(T)} = N excretado en el estiércol por categoría animal T, en kg N animal ⁻¹ año ⁻¹ N_{rate(T)} = Tasa de excreción por defecto de N por masa, en kg N (toneladas masa animal) ⁻¹ día ⁻¹ TAM_(T) = Masa animal típica por categoría animal T, en kg animal ⁻¹

Los datos para calcular la tasa de excreción por animal se muestran en la siguiente tabla:

CATEGORÍA DE ANIMAL (T)		N _{rate(T)} ¹¹	TAM _(T) ¹²	N _{ex(T)}	
GANADO BOVINO	Ganado lechero	Sierra	0,48	419,01	73,41
		Costa	0,48	605,43	106,07
	Ganado no lechero - toros	Sierra	0,36	513,28	67,44
		Costa	0,36	535,62	70,38
	Ganado no lechero - vacas	Sierra	0,36	375,72	49,37
		Costa	0,36	430,61	56,58
Ganado no lechero – en crecimiento	Sierra	0,36	165,50	21,75	
	Costa	0,36	174,43	22,92	
OTROS TIPOS DE GANADO	Búfalos	0,32	315,00	36,79	
	Ovejas	1,17	31,00	13,24	
	Cabras	1,37	24,00	12,00	
	Camélidos sudamericanos	0,46	65,00	10,91	
	Caballos	0,46	238,00	39,96	
	Mulas y asnos	0,46	130,00	21,83	
	Cerdos	1,57	59,00	33,81	
	Aves de engorde	1,10	0,90	0,36	
	Ponedoras	0,82	1,40	0,42	
	Patos	0,83	2,70	0,82	
Pavos	0,74	6,80	1,84		

Elaborado por: Unidad de Seguridad Integrada, 2025

¹¹ Tabla 3A. Tasa de excreción de nitrógeno (kg N (1000 kg masa animal)-1 day-1), por categoría de animales y área IPCC. Estimación de emisiones de gases de efecto invernadero en la agricultura. Un manual para abordar los requisitos de los datos para los países en desarrollo. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. Roma, 2015

¹² Tabla 132. Gestión del estiércol: Fracción de estiércol por tipo de manejo y factores de emisión de metano aplicado por fuente de GEI. Documento del inventario nacional (DIN) de gases de efecto invernadero del año 2022 del Ecuador. Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica, 2024.

Contenido de N en el estiércol en relación con los Sistemas de Gestión del Estiércol

$$NE_{MS(T)} = (N_{(T)} \times N_{ex(T)} \times MS_{(S, T)})$$

Donde:

T = Categoría de animal

NE_{MS(T)} = N total excretado de los sistemas de gestión del estiércol por categoría animal T, kg N año⁻¹

N_(T) = Número de cabezas de categoría animal T, cabezas año⁻¹

N_{ex(T)} = Nitrógeno excretado al año en el estiércol por categoría animal T, en kg N animal⁻¹ año⁻¹

MS_(S, T) = Porcentaje de estiércol tratado en cada sistema S por categoría animal T

S = Sistema de gestión del estiércol (Laguna, Fango, Almacenaje de sólidos, Corral de engorde, Distribución diaria, Digestor, Pozo <1Mes, Pozo > 1 Mes, Otros)

Los datos para calcular el contenido de N en el estiércol en relación con los Sistemas de Gestión del Estiércol se muestran en la siguiente tabla:

CATEGORÍA DE ANIMAL (T)			N _{ex(T)}	PORCENTAJE DE ESTIÉRCOL TRATADO EN CADA SISTEMA ¹³						
				MS _(S, T) (%)						
				Almacenaje de sólidos	Compostaje	Distribución diaria en pasturas	Líquido / fango	Otros	Pasturas sin manejo	
GANADO BOVINO	Ganado lechero	Sierra	73,41	0,635	7,841	12,652	0,026	4,445	74,402	
		Costa	106,07	0,032	0,039	6,208	0,649	0,313	92,759	
	Ganado no lechero - toros	Sierra	67,44	0,00	4,815	0,122	0,00	0,00	95,063	
		Costa	70,38	0,00	0,036	0,571	8,333	0,00	91,060	
	Ganado no lechero - vacas	Sierra	49,37	0,00	4,815	0,122	0,00	0,00	95,063	
		Costa	56,58	0,00	0,036	0,571	8,333	0,00	91,060	
	Ganado no lechero - en crecimiento	Sierra	21,75	0,00	4,815	0,122	0,00	0,00	95,063	
		Costa	22,92	0,00	0,036	0,571	8,333	0,00	91,060	
	OTROS TIPOS DE GANADO	Búfalos		36,79	2,00	0,00	0,00	0,00	5,00	93,00
		Ovejas		13,24	17,00	3,00	0,00	0,00	0,00	80,00
Cabras		12,00	17,00	3,00	0,00	0,00	0,00	80,00		
Camélidos sudamericanos		10,91	17,00	3,00	0,00	0,00	0,00	80,00		
Caballos		39,96	17,00	3,00	0,00	0,00	0,00	80,00		
Mulas y asnos		21,83	17,00	3,00	0,00	0,00	0,00	80,00		
Cerdos		33,81	15,00	5,00	5,00	30,00	40,00	5,00		
Aves de engorde		0,36	0,00	0,00	0,00	0,00	100,00	0,00		
Ponedoras		0,42	42,00	0,00	0,00	58,00	0,00	0,00		
Patos		0,82	0,00	0,00	0,00	0,00	100,00	0,00		
Pavos		1,84	0,00	0,00	0,00	0,00	100,00	0,00		

Elaborado por: Unidad de Seguridad Integrada, 2025

¹³ Tabla 132. Gestión del estiércol: Fracción de estiércol por tipo de manejo y factores de emisión de metano aplicado por fuente de GEI. Documento del inventario nacional (DIN) de gases de efecto invernadero del año 2022 del Ecuador. Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica, 2024.

Emisiones directas (N₂O)
Emisiones directas (N₂O)_(T) = ∑ [NE_{MS} x EF_{3(S)}] x (44/28) x 10⁻³
<p>Donde:</p> <p>T = Categoría de animal</p> <p>S = Sistema de gestión del estiércol</p> <p>Emisiones directas (N₂O)_(T) = Emisiones directas de N₂O procedentes de los sistemas de gestión del estiércol por categoría animal T, en ton N₂O año⁻¹</p> <p>NE_{MS(T)} = N total excretado de los sistemas de gestión del estiércol por categoría animal T, kg N año⁻¹</p> <p>EF_{3(S)} = Factor de emisión para las emisiones directas de N₂O procedentes de cada sistema de gestión del estiércol S, kg N₂O–N/kg N</p> <p>44/28 = Factor de conversión para convertir las emisiones de kg N₂O–N a gas kg N₂O</p>

Los datos para calcular las emisiones directas de N₂O se muestran en la siguiente tabla:

CATEGORÍA DE ANIMAL (T) (en cabezas de ganado)		FACTOR DE EMISIÓN PARA EMISIONES DIRECTAS DE N ₂ O-N POR SISTEMA DE GESTIÓN DE ESTIÉRCOL ¹⁴ EF _{3(S)} (kg N2O-N / kg N)						
		Almacenaje de sólidos	Compostaje	Distribución diaria en pasturas	Líquido / fango	Otros	Pasturas sin manejo	
GANADO BOVINO	Ganado lechero	Sierra	0,01	0,01	0,00	0,00	0,02	0,00
		Costa	0,01	0,01	0,00	0,00	0,02	0,00
	Ganado no lechero - toros	Sierra	0,01	0,01	0,00	0,00	0,02	0,00
		Costa	0,01	0,01	0,00	0,00	0,02	0,00
	Ganado no lechero - vacas	Sierra	0,01	0,01	0,00	0,00	0,02	0,00
		Costa	0,01	0,01	0,00	0,00	0,02	0,00
Ganado no lechero – en crecimiento	Sierra	0,01	0,01	0,00	0,00	0,02	0,00	
	Costa	0,01	0,01	0,00	0,00	0,02	0,00	
OTROS TIPOS DE GANADO	Búfalos	0,01	0,01	0,00	0,00	0,02	0,00	
	Ovejas	0,01	0,01	0,00	0,00	0,02	0,00	
	Cabras	0,01	0,01	0,00	0,00	0,02	0,00	
	Camélidos sudamericanos	0,01	0,01	0,00	0,00	0,02	0,00	
	Caballos	0,01	0,01	0,00	0,00	0,02	0,00	
	Mulas y asnos	0,01	0,01	0,00	0,00	0,02	0,00	
	Cerdos	0,01	0,01	0,00	0,00	0,02	0,00	
	Aves de engorde	0,01	0,01	0,00	0,00	0,02	0,00	
	Ponedoras	0,01	0,01	0,00	0,00	0,02	0,00	
	Patos	0,01	0,01	0,00	0,00	0,02	0,00	
Pavos	0,01	0,01	0,00	0,00	0,02	0,00		

Elaborado por: Unidad de Seguridad Integrada, 2025

El total de las EMISIONES DIRECTAS de óxido nitroso (N₂O) para la categoría de Gestión de Estiércol deben ser convertidas a ton de CO₂e, por lo que se utiliza la siguiente fórmula:

¹⁴ Tabla 133. Gestión del estiércol: factores de emisión de óxido nitroso aplicados por fuente de GEI. Documento del inventario nacional (DIN) de gases de efecto invernadero del año 2022 del Ecuador. Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica, 2024.

Emisiones Directas $(\text{CO}_2\text{e})_{(T)} = \text{Emisiones Directas } (\text{N}_2\text{O})_{(T)} \times \text{GWP}$
Donde:
T = Categoría de animal

Emisiones Directas $(\text{CO}_2\text{e})_{(T)}$ = Emisiones directas de N_2O procedentes de los sistemas de gestión del estiércol en CO_2 equivalente por categoría animal T, en $\text{ton CO}_2\text{e año}^{-1}$
Emisiones Directas $(\text{N}_2\text{O})_{(T)}$ = Emisiones directas de N_2O de los sistemas de gestión del estiércol por categoría animal T, en $\text{ton N}_2\text{O año}^{-1}$
GWP = 310 (potencial de calentamiento global en un horizonte temporal de 100 años), para convertir $\text{ton N}_2\text{O}$ a $\text{ton CO}_2\text{e}$
Emisiones Indirectas (N_2O)

$$\text{Emisiones Indirectas } (\text{N}_2\text{O})_{(T)} = \text{NE}_{\text{MS}(T)} \times [(\text{Frac}_{\text{GasMS}(S)} \times \text{EF}_{4(S)}) + (\text{Frac}_{\text{LeachMS}(S)} \times \text{EF}_{5(S)})] \times (44/28) \times 10^{-3}$$

Donde:
T = Categoría de animal

S = Sistema de gestión del estiércol

Emisiones Indirectas $(\text{N}_2\text{O})_{(T)}$ = Emisiones indirectas de N_2O producidas por la deposición atmosférica de N volatilizado, procedentes de los sistemas de gestión del estiércol por categoría animal T, en $\text{ton N}_2\text{O año}^{-1}$
 $\text{NE}_{\text{MS}(T)}$ = N total excretado de los sistemas de gestión del estiércol por categoría animal T, kg N año^{-1}
 $\text{Frac}_{\text{GasMS}(S)}$ = Fracción de los materiales de fertilizantes nitrogenados orgánicos que se volatiliza como NH_3 y NO_x , en kg N de cada sistema S

 $\text{EF}_{4(S)}$ = Factor de emisión para las emisiones indirectas de N_2O procedentes de la deposición atmosférica de N en suelos y superficies acuosas, $\text{kg N-N}_2\text{O} / \text{kg NH}_3\text{-N} + \text{NO}_x\text{-N}$ volatilizado

 $\text{Frac}_{\text{LeachMS}(S)}$ = Fracción de materiales de fertilizante nitrogenado orgánico aplicado que se filtra como NH_3 y NO_x , $\text{kg N filtrado} / \text{kg N aplicado}$
 $\text{EF}_{5(S)}$ = Factor de emisión para las emisiones indirectas de N_2O procedentes de la lixiviación y escorrentía del N, $\text{kg N}_2\text{O N} / \text{kg N}$
44/28 = Factor de conversión para convertir las emisiones de $\text{kg N}_2\text{O-N}$ a gas $\text{kg N}_2\text{O}$

 Los datos para calcular las emisiones indirectas de N_2O se muestran en las siguientes tablas:

CATEGORÍA DE ANIMAL (T)		EF _{4(S)} ¹⁵	CANTIDAD DE NITRÓGENO DEL ESTIÉRCOL QUE SE PIERDE DEBIDO A LA VOLATILIZACIÓN DE NH ₃ y NOx ¹⁶						
			Frac _{GasMS} (S)						
			Almacenaje de sólidos	Compostaje	Distribución diaria en pasturas	Líquido / fango	Otros	Pasturas sin manejo	
GANADO BOVINO	Ganado lechero	Sierra	0,01	0,30	0,45	0,07	0,48	0,25	0,00
		Costa	0,01	0,30	0,45	0,07	0,48	0,25	0,00
	Ganado no lechero - toros	Sierra	0,01	0,45	0,60	0,07	0,48	0,25	0,00
		Costa	0,01	0,45	0,60	0,07	0,48	0,25	0,00
	Ganado no lechero - vacas	Sierra	0,01	0,45	0,60	0,07	0,48	0,25	0,00
		Costa	0,01	0,45	0,60	0,07	0,48	0,25	0,00
	Ganado no lechero – en crecimiento	Sierra	0,01	0,45	0,60	0,07	0,48	0,25	0,00
		Costa	0,01	0,45	0,60	0,07	0,48	0,25	0,00
OTROS TIPOS DE GANADO	Búfalos		0,01	0,12	0,18	0,07	0,15	0,30	0,00
	Ovejas		0,01	0,12	0,18	0,07	0,15	0,30	0,00
	Cabras		0,01	0,12	0,18	0,07	0,15	0,30	0,00
	Camélidos sudamericanos		0,01	0,12	0,18	0,07	0,15	0,30	0,00
	Caballos		0,01	0,12	0,18	0,07	0,15	0,30	0,00
	Mulas y asnos		0,01	0,12	0,18	0,07	0,15	0,30	0,00
	Cerdos		0,01	0,45	0,60	0,07	0,20	0,45	0,00
	Aves de engorde		0,01	0,40	0,60	0,07	0,18	0,40	0,00
	Ponedoras		0,01	0,40	0,60	0,07	0,18	0,40	0,00
	Patos		0,01	0,40	0,60	0,07	0,18	0,40	0,00
Pavos		0,01	0,40	0,60	0,07	0,18	0,40	0,00	

Elaborado por: Unidad de Seguridad Integrada, 2025

¹⁵ Tabla 24A. Factor de emisión para las emisiones indirectas de N₂O de la deposición atmosférica (kg N₂O-N (kg NH₃-N + NO_x-N)-1), por área IPCC. Estimación de emisiones de gases de efecto invernadero en la agricultura. Un manual para abordar los requisitos de los datos para los países en desarrollo. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. Roma, 2015

¹⁶ Tabla 133. Gestión del estiércol: factores de emisión de óxido nitroso aplicados por fuente de GEI. Documento del inventario nacional (DIN) de gases de efecto invernadero del año 2022 del Ecuador. Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica, 2024.

CATEGORÍA DE ANIMAL (T)			EF _{5(S)} ¹⁷	CANTIDAD DE NITRÓGENO DEL ESTIÉRCOL QUE SE PIERDE DEBIDO A LA LIXIVIACIÓN ¹⁸						
				Frac _{LeachMS} (S)						
				Almacenaje de sólidos	Compostaje	Distribución diaria en pasturas	Líquido / fango	Otros	Pasturas sin manejo	
GANADO BOVINO	Ganado lechero	Sierra	0,0075	0,02	0,04	0,00	0,00	0,035	0,00	
		Costa	0,0075	0,02	0,04	0,00	0,00	0,035	0,00	
	Ganado no lechero - toros	Sierra	0,0075	0,02	0,04	0,00	0,00	0,035	0,00	
		Costa	0,0075	0,02	0,04	0,00	0,00	0,035	0,00	
	Ganado no lechero - vacas	Sierra	0,0075	0,02	0,04	0,00	0,00	0,035	0,00	
		Costa	0,0075	0,02	0,04	0,00	0,00	0,035	0,00	
	Ganado no lechero – en crecimiento	Sierra	0,0075	0,02	0,04	0,00	0,00	0,035	0,00	
		Costa	0,0075	0,02	0,04	0,00	0,00	0,035	0,00	
	OTROS TIPOS DE GANADO	Búfalos		0,0075	0,02	0,04	0,00	0,00	0,035	0,00
		Ovejas		0,0075	0,02	0,04	0,00	0,00	0,035	0,00
Cabras		0,0075	0,02	0,04	0,00	0,00	0,035	0,00		
Camélidos sudamericanos		0,0075	0,02	0,04	0,00	0,00	0,035	0,00		
Caballos		0,0075	0,02	0,04	0,00	0,00	0,035	0,00		
Mulas y asnos		0,0075	0,02	0,04	0,00	0,00	0,035	0,00		
Cerdos		0,0075	0,02	0,04	0,00	0,00	0,035	0,00		
Aves de engorde		0,0075	0,02	0,04	0,00	0,00	0,00	0,00		
Ponedoras		0,0075	0,02	0,04	0,00	0,00	0,00	0,00		
Patos		0,0075	0,02	0,04	0,00	0,00	0,00	0,00		
Pavos		0,0075	0,02	0,04	0,00	0,00	0,00	0,00		

Elaborado por: Unidad de Seguridad Integrada, 2025

El total de las EMISIONES INDIRECTAS de óxido nitroso (N₂O) para la categoría de Gestión de Estiércol deben ser convertidas a ton de CO₂e, por lo que se utiliza la siguiente fórmula:

Emisiones Indirectas (CO₂e)_(T) = Emisiones Indirectas (N₂O)_(T) x GWP

Donde:

T = Categoría de animal

Emisiones Indirectas (CO₂e)_(T) = Emisiones indirectas de N₂O de los sistemas de gestión del estiércol en CO₂ equivalente, en ton CO₂e año⁻¹

Emisiones Indirectas (N₂O)_(T) = Emisiones indirectas de N₂O de los sistemas de gestión del estiércol por categoría animal T, en ton N₂O año⁻¹

GWP = 310 (potencial de calentamiento global en un horizonte temporal de 100 años), para convertir ton N₂O a ton CO₂e

¹⁷ Tabla 25A. Factor de emisión para las emisiones indirectas de N₂O procedentes de lixiviación y escorrentía (kg N₂O-N (kg N)-1), por área IPCC. Estimación de emisiones de gases de efecto invernadero en la agricultura. Un manual para abordar los requisitos de los datos para los países en desarrollo. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. Roma, 2015

¹⁸ Tabla 133. Gestión del estiércol: factores de emisión de óxido nitroso aplicados por fuente de GEI. Documento del inventario nacional (DIN) de gases de efecto invernadero del año 2022 del Ecuador. Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica, 2024.

	GUÍA PARA EL CÁLCULO DE EMISIONES DE GASES DE EFECTO INVERNADERO (GEI) DE LA UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS – ESPE	Unidad de Seguridad Integrada	
		Página:	19 de 47

Las EMISIONES TOTALES de óxido nitroso (N_2O) para la categoría de Gestión de Estiércol se obtienen de la siguiente fórmula:

Emisiones $(N_2O)_{(T)}$ = Emisiones Directas $(N_2O)_{(T)}$ + Emisiones Indirectas $(N_2O)_{(T)}$
Donde: T = Categoría de animal Emisiones $(N_2O)_{(T)}$ = Emisiones totales de N_2O de los sistemas de gestión del estiércol por categoría animal T, en ton N_2O año ⁻¹ Emisiones Directas $(N_2O)_{(T)}$ = Emisiones directas de N_2O de los sistemas de gestión del estiércol por categoría animal T, en ton N_2O año ⁻¹ Emisiones Indirectas $(N_2O)_{(T)}$ = Emisiones indirectas de N_2O del estiércol aplicado a los suelos por categoría animal T, en ton N_2O año ⁻¹

A1.2.3. Cálculo de la categoría 3C. Cultivo de arroz

Para efectos del presente anexo y la aplicabilidad en los campus de la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, no se realizan actividades de cultivo de arroz, por lo tanto, no se desarrollará este numeral.

A1.2.4. Cálculo de la categoría 3D. Suelos agrícolas

La dinámica general de los principales factores que inciden en el cálculo de emisiones de esta categoría se basa en las variables de volumen de fertilizantes y superficies de cultivos.

A1.2.4.1. Fertilizantes sintéticos

Las emisiones de GEI procedentes de los fertilizantes sintéticos consisten en el N_2O que se produce durante los procesos microbianos de nitrificación y desnitrificación que tienen lugar en el sitio de deposición (emisiones directas), y tras los procesos de volatilización / redeposición y lixiviación (emisiones indirectas).

Emisiones directas (N_2O)
Emisiones directas $(N_2O) = N \times (44/28) \times EF_1 \times 10^{-3}$
Donde: Emisiones directas (N_2O) = Emisiones directas de N_2O procedentes de las adiciones de nitrógeno sintético a los suelos gestionados, en ton N_2O año ⁻¹ N = Consumo de nutrientes de fertilizantes sintéticos, kg N aporte año ⁻¹ EF₁ = Factor de emisión para las emisiones de N_2O de los aportes de N, kg N_2O-N /kg N aporte = Para América Latina es 0,01 ¹⁹ 44/28 = Factor de conversión para convertir las emisiones de kg N_2O-N a gas kg N_2O

El total de las EMISIONES DIRECTAS de óxido nitroso (N_2O) para el aporte de los fertilizantes sintéticos deben ser convertidas a ton de CO_2e , por lo que se utiliza la siguiente fórmula:

¹⁹ Tabla 26A. Factor de emisión para emisiones directas de N_2O de aportes de N (kg N (kg adiciones de N o deposición por animales de pastoreo)-1), por área IPCC. Estimación de emisiones de gases de efecto invernadero en la agricultura. Un manual para abordar los requisitos de los datos para los países en desarrollo. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. Roma, 2015

Emisiones Directas (CO₂e) = Emisiones Directas (N₂O) x GWP
Donde:
Emisiones Directas (CO₂e) = Emisiones directas de N₂O procedentes de las adiciones de nitrógeno sintético a los suelos gestionados, en CO₂ equivalente, en ton CO₂e año⁻¹
Emisiones Directas (N₂O) = Emisiones directas de N₂O procedentes de las adiciones de nitrógeno sintético a los suelos gestionados, en ton N₂O año⁻¹
GWP = 310 (potencial de calentamiento global en un horizonte temporal de 100 años), para convertir ton N₂O a ton CO₂e

Emisiones Indirectas (N₂O)

$$\text{Emisiones Indirectas (N}_2\text{O)} = N \times [(\text{Frac}_{\text{GasF}} \times \text{EF}_4) + (\text{Frac}_{\text{Leach}} \times \text{EF}_5)] \times (44/28) \times 10^{-3}$$

Donde:
Emisiones Indirectas (N₂O) = Emisiones indirectas de N₂O producidas por la deposición atmosférica de N, volatilizado desde los suelos gestionados, en ton N₂O-N año⁻¹
N = Consumo de nutrientes de fertilizantes nitrogenados, kg N aporte

Frac_{GasF} = Fracción de materiales de fertilizante nitrogenado sintético aplicado que se volatiliza como NH₃ y NOx, kg N volatilizado/kg N aplicado = Para América Latina es 0,10²⁰
EF₄ = Factor de emisión para las emisiones de N₂O procedentes de la deposición atmosférica de N sobre suelos y superficies hídricas, kg N-N₂O/kg NH₃-N + NOx-N volatilizado = Para América Latina es 0,01²¹
Frac_{Leach} = Fracción de materiales del fertilizante nitrogenado sintético aplicado que se filtra como NH₃ y NOx, kg N filtrado/kg de adiciones de N = Para América Latina es 0,30²²
EF₅ = Factor de emisión para las emisiones indirectas de N₂O procedentes de la lixiviación y escorrentía del N, kg N₂O N / kg N = Para América Latina es 0,0075²³
44/28 = Factor de conversión para convertir las emisiones de kg N₂O-N a gas kg N₂O

El total de las EMISIONES INDIRECTAS de óxido nitroso (N₂O) para el aporte de los fertilizantes sintéticos deben ser convertidas a ton de CO₂e, por lo que se utiliza la siguiente fórmula:

²⁰ Tabla 28A. Fracción del N en el fertilizante sintético aplicado que se volatiliza (kg N volatilizado (kg de N aplicado)-1), por área IPCC. Estimación de emisiones de gases de efecto invernadero en la agricultura. Un manual para abordar los requisitos de los datos para los países en desarrollo. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. Roma, 2015

²¹ Tabla 24A. Factor de emisión para las emisiones indirectas de N₂O de la deposición atmosférica (kg N₂O-N (kg NH₃-N + NOx-N)-1), por área IPCC. Estimación de emisiones de gases de efecto invernadero en la agricultura. Un manual para abordar los requisitos de los datos para los países en desarrollo. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. Roma, 2015

²² Tabla 27A Porcentaje de pérdidas de N por escorrentía y lixiviación en suelos gestionados y pasturas (kg N (kg adiciones de N o deposición por animales de pastoreo)-1), por área IPCC. Estimación de emisiones de gases de efecto invernadero en la agricultura. Un manual para abordar los requisitos de los datos para los países en desarrollo. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. Roma, 2015

²³ Tabla 25A. Factor de emisión para las emisiones indirectas de N₂O procedentes de lixiviación y escorrentía (kg N₂O-N (kg N)-1), por área IPCC. Estimación de emisiones de gases de efecto invernadero en la agricultura. Un manual para abordar los requisitos de los datos para los países en desarrollo. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. Roma, 2015

Emisiones Indirectas (CO₂e) = Emisiones Indirectas (N₂O) x GWP
Donde:
Emisiones Indirectas (CO₂e) = Emisiones indirectas de N₂O de las adiciones de nitrógeno sintético a los suelos gestionados, en CO₂ equivalente, en ton CO₂e año⁻¹
Emisiones Indirectas (N₂O) = Emisiones indirectas de N₂O de las adiciones de nitrógeno sintético a los suelos gestionados, en ton N₂O año⁻¹
GWP = 310 (potencial de calentamiento global en un horizonte temporal de 100 años), para convertir ton N₂O a ton CO₂e

Las EMISIONES TOTALES de óxido nitroso (N₂O) para el aporte de los fertilizantes sintéticos se obtienen de la siguiente fórmula:

Emisiones (N₂O) = Emisiones Directas (N₂O) + Emisiones Indirectas (N₂O)
Donde:
Emisiones (N₂O)_(T) = Emisiones totales de N₂O de las adiciones de nitrógeno sintético a los suelos gestionados, en ton N₂O año⁻¹
Emisiones Directas (N₂O) = Emisiones directas de N₂O de las adiciones de nitrógeno sintético a los suelos gestionados, en ton N₂O año⁻¹
Emisiones Indirectas (N₂O) = Emisiones indirectas de N₂O de las adiciones de nitrógeno sintético a los suelos gestionados, en ton N₂O año⁻¹
A1.2.4.2. Estiércol aplicado a los suelos

Las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) derivados del estiércol aplicado a los suelos consisten en emisiones directas e indirectas de óxido nitroso (N₂O) que derivan del nitrógeno (N) del **estiércol añadido a los suelos agrícolas por parte de los agricultores**. Más concretamente, el N₂O se produce durante los procesos de nitrificación y desnitrificación en el suelo (emisiones directas), y tras los procesos de volatilización / deposición y lixiviación (emisiones indirectas).

Tasa de excreción por animal

$$N_{\text{ex}(T)} = N_{\text{rate}(T)} \times (TAM_{(T)} / 1000) \times 365$$

Donde:
T = Categoría de animal

N_{ex(T)} = Nitrógeno excretado en el estiércol por categoría animal T, en kg N animal⁻¹ año⁻¹
N_{rate(T)} = Tasa de excreción por defecto de Nitrógeno por masa, en kg N (toneladas masa animal)⁻¹ día⁻¹
TAM_(T) = Masa animal típica por categoría animal T, en kg animal⁻¹

Los datos para calcular la tasa de excreción por animal se muestran en la siguiente tabla:

CATEGORÍA DE ANIMAL (T)		$N_{rate(T)}^{24}$	$TAM_{(T)}^{25}$	$N_{ex(T)}$	
GANADO BOVINO	Ganado lechero	Sierra	0,48	419,01	73,41
		Costa	0,48	605,43	106,07
	Ganado no lechero - toros	Sierra	0,36	513,28	67,44
		Costa	0,36	535,62	70,38
	Ganado no lechero - vacas	Sierra	0,36	375,72	49,37
		Costa	0,36	430,61	56,58
	Ganado no lechero – en crecimiento	Sierra	0,36	165,50	21,75
		Costa	0,36	174,43	22,92
OTROS TIPOS DE GANADO	Búfalos	0,32	315,00	36,79	
	Ovejas	1,17	31,00	13,24	
	Cabras	1,37	24,00	12,00	
	Camélidos sudamericanos	0,46	65,00	10,91	
	Caballos	0,46	238,00	39,96	
	Mulas y asnos	0,46	130,00	21,83	
	Cerdos	1,57	59,00	33,81	
	Aves de engorde	1,10	0,90	0,36	
	Ponedoras	0,82	1,40	0,42	
	Patos	0,83	2,70	0,82	
Pavos	0,74	6,80	1,84		

Elaborado por: Unidad de Seguridad Integrada, 2025

Nitrógeno disponible en el estiércol para su aplicación a los suelos gestionados o para otros usos (combustible/alimentación/construcciones)

$$N_{MS_Avb(T)} = \sum [N_{(T)} \times N_{ex(T)} \times MS_{(S, T)} \times (1 - Frac_{Loss(S, T)})] + [N_{(T)} \times MS_{SolidStorage(T)} \times (N_{bedding_SolidStorage(T)} / 1000)]$$

Donde:

T = Categoría de animal

S = Sistema de gestión del estiércol (Laguna, Fango, Almacenaje de sólidos, Corral de engorde, Distribución diaria, Digestor, Pozo <1 Mes, Pozo > 1 Mes, Otros)

$N_{MS_Avb(T)}$ = Cantidad disponible de nitrógeno en el estiércol gestionado para la aplicación en suelos gestionados y para otros usos, por categoría animal T, kg N año⁻¹

$N_{(T)}$ = Número de cabezas de categoría animal T, cabezas año⁻¹

$N_{ex(T)}$ = Nitrógeno excretado al año en el estiércol por categoría animal T, en kg N animal⁻¹ año⁻¹

$MS_{(S, T)}$ = Porcentaje de estiércol tratado en cada sistema S por categoría animal T

$Frac_{Loss(S, T)}$ = Fracción del nitrógeno del estiércol gestionado por categoría de ganado T que se ha perdido en cada sistema S

$MS_{SolidStorage(T)}$ = Porcentaje de estiércol tratado en Almacenaje de sólidos por categoría animal T

$N_{bedding_SolidStorage(T)}$ = Cantidad de nitrógeno procedente de cama por SG de almacenaje de sólidos por categoría animal T, kg N animal⁻¹ año⁻¹

²⁴ Tabla 3A. Tasa de excreción de nitrógeno (kg N (1000 kg masa animal)-1 day-1), por categoría de animales y área IPCC. Estimación de emisiones de gases de efecto invernadero en la agricultura. Un manual para abordar los requisitos de los datos para los países en desarrollo. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. Roma, 2015

²⁵ Tabla 132. Gestión del estiércol: Fracción de estiércol por tipo de manejo y factores de emisión de metano aplicado por fuente de GEI. Documento del inventario nacional (DIN) de gases de efecto invernadero del año 2022 del Ecuador. Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica, 2024.

Los datos del porcentaje de estiércol tratado en cada sistema S por categoría animal T se muestran en la siguiente tabla:

CATEGORÍA DE ANIMAL (T)			N _{ex(T)}	PORCENTAJE DE ESTIÉRCOL TRATADO EN CADA SISTEMA ²⁶						
				MS _(S, T) (%)						
				Almacenaje de sólidos	Compostaje	Distribución diaria en pasturas	Líquido / fango	Otros	Pasturas sin manejo	
GANADO BOVINO	Ganado lechero	Sierra	73,41	0,635	7,841	12,652	0,026	4,445	74,402	
		Costa	106,07	0,032	0,039	6,208	0,649	0,313	92,759	
	Ganado no lechero - toros	Sierra	67,44	0,00	4,815	0,122	0,00	0,00	95,063	
		Costa	70,38	0,00	0,036	0,571	8,333	0,00	91,060	
	Ganado no lechero - vacas	Sierra	49,37	0,00	4,815	0,122	0,00	0,00	95,063	
		Costa	56,58	0,00	0,036	0,571	8,333	0,00	91,060	
	Ganado no lechero – en crecimiento	Sierra	21,75	0,00	4,815	0,122	0,00	0,00	95,063	
		Costa	22,92	0,00	0,036	0,571	8,333	0,00	91,060	
	OTROS TIPOS DE GANADO	Búfalos		36,79	2,00	0,00	0,00	0,00	5,00	93,00
		Ovejas		13,24	17,00	3,00	0,00	0,00	0,00	80,00
Cabras		12,00	17,00	3,00	0,00	0,00	0,00	80,00		
Camélidos sudamericanos		10,91	17,00	3,00	0,00	0,00	0,00	80,00		
Caballos		39,96	17,00	3,00	0,00	0,00	0,00	80,00		
Mulas y asnos		21,83	17,00	3,00	0,00	0,00	0,00	80,00		
Cerdos		33,81	15,00	5,00	5,00	30,00	40,00	5,00		
Aves de engorde		0,36	0,00	0,00	0,00	0,00	100,00	0,00		
Ponedoras		0,42	42,00	0,00	0,00	58,00	0,00	0,00		
Patos		0,82	0,00	0,00	0,00	0,00	100,00	0,00		
Pavos		1,84	0,00	0,00	0,00	0,00	100,00	0,00		

Elaborado por: Unidad de Seguridad Integrada, 2025

Los datos de $Frac_{Loss(S,T)}$, $MS_{SolidStorage(T)}$, $N_{bedding_SolidStorage(T)}$, fueron tomados de las tablas 7A, 31A – 37A respectivamente, aplicables para América Latina, del documento: “Estimación de emisiones de gases de efecto invernadero en la agricultura. Un manual para abordar los requisitos de los datos para los países en desarrollo”, de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, mismos que se muestran en la siguiente tabla:

²⁶ Tabla 132. Gestión del estiércol: Fracción de estiércol por tipo de manejo y factores de emisión de metano aplicado por fuente de GEI. Documento del inventario nacional (DIN) de gases de efecto invernadero del año 2022 del Ecuador. Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica, 2024.

CATEGORÍA DE ANIMAL (T)		MS Solid Storage (T)	N _{bed} ding_ SolidS torage (T)	FRACCIÓN DEL NITRÓGENO DEL ESTIÉRCOL GESTIONADO POR CATEGORÍA DE GANADO T QUE SE HA PERDIDO EN CADA SISTEMA S						
				Frac _{Loss(S,T)}						
				Almacenaje de sólidos	Compostaje	Distribución diaria en pasturas	Líquido / fango	Otros	Pasturas sin manejo	
GANADO BOVINO	Ganado lechero	Sierra	0,010	7,00	0,40	0,00	0,22	0,40	0,00	0,00
		Costa	0,010	7,00	0,40	0,00	0,00	0,40	0,00	0,00
	Ganado no lechero - toros	Sierra	0,00	4,00	0,50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		Costa	0,00	4,00	0,50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Ganado no lechero - vacas	Sierra	0,00	4,00	0,50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		Costa	0,00	4,00	0,50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Ganado no lechero – en crecimiento	Sierra	0,00	4,00	0,50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
	Costa	0,00	4,00	0,50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
OTROS TIPOS DE GANADO	Búfalos		0,00	0,00	0,50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Ovejas		0,00	0,00	0,15	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Cabras		0,00	0,00	0,15	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Camélidos sudamericanos		0,00	0,00	0,15	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Caballos		0,00	0,00	0,15	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Mulas y asnos		0,00	0,00	0,15	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Cerdos		0,10	5,50	0,50	0,00	0,00	0,48	0,00	0,00
	Aves de engorde		0,00	0,00	0,50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Ponedoras		0,00	0,00	0,50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Patos		0,00	0,00	0,50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Pavos		0,00	0,00	0,50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	

Elaborado por: Unidad de Seguridad Integrada, 2025

Nitrógeno en el estiércol aplicado a los suelos
$F_{AM(T)} = N_{MS_Avb(T)} \times [1 - (Frac_{FEED(T)} + Frac_{FUEL(T)} + Frac_{CNST(T)})]$
<p>Donde:</p> <p>T = Categoría de animal</p> <p>F_{AM(T)} = Cantidad de nitrógeno en estiércol gestionado aplicado a suelos gestionados, por categoría animal T, kg N año⁻¹</p> <p>N_{MS_Avb(T)} = Cantidad de nitrógeno en estiércol gestionado disponible para su aplicación a suelos gestionados o para usos como combustible, alimentación o para construcción, por categoría animal T, kg N año⁻¹</p> <p>Frac_{FEED(T)} = Fracción del estiércol gestionado usado para alimentación por categoría animal T</p> <p>Frac_{FUEL(T)} = Fracción del estiércol gestionado usado para combustible por categoría animal T</p> <p>Frac_{CNST(T)} = Fracción del estiércol gestionado usado para construcción por categoría animal T</p>

Los datos de **Frac_{FEED(T)}**, **Frac_{FUEL(T)}**, **Frac_{CNST(T)}** fueron tomados de las tablas 39A, 40A, 41A respectivamente, aplicables para América Latina, del documento: “Estimación de emisiones de gases de efecto invernadero en la agricultura. Un manual para abordar los requisitos de los datos para los países en desarrollo”, de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, mismos que se muestran en la siguiente tabla:

CATEGORÍA DE ANIMAL (T)		Frac ^{FEED(T)}	Frac ^{FUEL(T)}	Frac ^{CNST(T)}	
GANADO BOVINO	Ganado lechero	Sierra	0,00	0,00	0,00
		Costa	0,00	0,00	0,00
	Ganado no lechero - toros	Sierra	0,00	0,00	0,00
		Costa	0,00	0,00	0,00
	Ganado no lechero - vacas	Sierra	0,00	0,00	0,00
		Costa	0,00	0,00	0,00
	Ganado no lechero – en crecimiento	Sierra	0,00	0,00	0,00
		Costa	0,00	0,00	0,00
OTROS TIPOS DE GANADO	Búfalos		0,00	0,00	0,00
	Ovejas		0,00	0,00	0,00
	Cabras		0,00	0,00	0,00
	Camélidos sudamericanos		0,00	0,00	0,00
	Caballos		0,00	0,00	0,00
	Mulas y asnos		0,00	0,00	0,00
	Cerdos		0,00	0,00	0,00
	Aves de engorde		0,00	0,00	0,00
	Ponedoras		0,00	0,00	0,00
	Patos		0,00	0,00	0,00
Pavos		0,00	0,00	0,00	

Elaborado por: Unidad de Seguridad Integrada, 2025

NOTA: De acuerdo con la FAO, los valores de 0 se refieren a que no existen estas prácticas en América Latina.

Emisiones directas (N₂O)

Emisiones directas (N₂O)_(T) = F_{AM(T)} x EF₁ x (44/28) x 10⁻³

Donde:

Emisiones directas (N₂O)_(T) = Emisiones directas de N₂O del estiércol aplicado en los suelos gestionados por categoría animal T, en ton N₂O año⁻¹

F_{AM(T)} = Cantidad de nitrógeno de estiércol animal aplicado a los suelos gestionados, kg N año⁻¹

EF₁ = Factor de emisión para las emisiones de N₂O de los aportes de N, kg N₂O-N/kg aporte de N = Para América Latina es 0,01²⁷

44/28 = Factor de conversión para convertir las emisiones de kg N₂O-N a gas kg N₂O

El total de las EMISIONES DIRECTAS de óxido nitroso (N₂O) para el estiércol aplicado a los suelos deben ser convertidas a ton de CO₂e, por lo que se utiliza la siguiente fórmula:

²⁷ Tabla 26A. Factor de emisión para emisiones directas de N₂O de aportes de N (kg N (kg adiciones de N o deposición por animales de pastoreo)-1), por área IPCC. Estimación de emisiones de gases de efecto invernadero en la agricultura. Un manual para abordar los requisitos de los datos para los países en desarrollo. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. Roma, 2015

Emisiones Directas (CO₂e)_(T) = Emisiones Directas (N₂O)_(T) x GWP
Donde:
Emisiones Directas (CO₂e)_(T) = Emisiones directas de N₂O del estiércol aplicado a los suelos gestionados en CO₂ equivalente, por categoría animal T, en ton CO₂e año⁻¹
Emisiones Directas (N₂O)_(T) = Emisiones directas de N₂O del estiércol aplicados a los suelos gestionados por categoría animal T, en ton N₂O año⁻¹
GWP = 310 (potencial de calentamiento global en un horizonte temporal de 100 años), para convertir ton N₂O a ton CO₂e

Emisiones Indirectas (N₂O)

$$\text{Emisiones Indirectas (N}_2\text{O)}_{(T)} = F_{AM(T)} \times [(\text{Frac}_{\text{GasM}} \times \text{EF}_4) + (\text{Frac}_{\text{Leach}} \times \text{EF}_5)] \times (44/28) \times 10^{-3}$$

Donde:
Emisiones Indirectas (N₂O)_(T) = Emisiones indirectas de N₂O producidas por la deposición atmosférica de N, volatilizado de los suelos gestionados, por categoría animal T, en ton N₂O año⁻¹
F_{AM(T)} = Cantidad de estiércol nitrogenado animal aplicado a los suelos gestionados por categoría animal T, kg N año⁻¹
Frac_{GasM} = Fracción de materiales del fertilizante nitrogenado orgánico aplicado que se volatiliza como NH₃ y NO_x, kg N volatilizado/kg of N aplicado) = Para América Latina es 0,20²⁸
EF₄ = Factor de emisión para las emisiones de N₂O procedentes de la deposición atmosférica de N en los suelos y las superficies hídricas, kg N₂O –N/kg NH₃-N + NO_x-N volatilizado = Para América Latina es 0,01²⁹
Frac_{Leach} = Fracción de materiales del fertilizante nitrogenado orgánico que se filtra como NH₃ y NO_x, kg N filtrado/kg adiciones de N = Para América Latina es 0,30³⁰
EF₅ = Factor de emisión para las emisiones de N₂O procedentes de la lixiviación y escorrentía de N, kg N₂O–N/kg N volatilizado = Para América Latina es 0,0075³¹
44/28 = Factor de conversión para convertir las emisiones de kg N₂O–N a gas kg N₂O

El total de las EMISIONES INDIRECTAS de óxido nitroso (N₂O) para el estiércol aplicado a los suelos deben ser convertidas a ton de CO₂e, por lo que se utiliza la siguiente fórmula:

²⁸ Tabla 38A. Fracción de nitrógeno de estiércol, bosta y orina, depositado en pasturas que se volatiliza (kg N volatilizado (kg de N aplicado o depositado)-1), por categoría de animales y área IPCC. Estimación de emisiones de gases de efecto invernadero en la agricultura. Un manual para abordar los requisitos de los datos para los países en desarrollo. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. Roma, 2015

²⁹ Tabla 24A. Factor de emisión para las emisiones indirectas de N₂O de la deposición atmosférica (kg N₂O–N (kg NH₃-N + NO_x-N)-1), por área IPCC. Estimación de emisiones de gases de efecto invernadero en la agricultura. Un manual para abordar los requisitos de los datos para los países en desarrollo. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. Roma, 2015

³⁰ Tabla 27A Porcentaje de pérdidas de N por escorrentía y lixiviación en suelos gestionados y pasturas (kg N (kg adiciones de N o deposición por animales de pastoreo)-1), por área IPCC. Estimación de emisiones de gases de efecto invernadero en la agricultura. Un manual para abordar los requisitos de los datos para los países en desarrollo. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. Roma, 2015

³¹ Tabla 25A. Factor de emisión para las emisiones indirectas de N₂O procedentes de lixiviación y escorrentía (kg N₂O–N (kg N)-1), por área IPCC. Estimación de emisiones de gases de efecto invernadero en la agricultura. Un manual para abordar los requisitos de los datos para los países en desarrollo. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. Roma, 2015

	GUÍA PARA EL CÁLCULO DE EMISIONES DE GASES DE EFECTO INVERNADERO (GEI) DE LA UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS – ESPE	Unidad de Seguridad Integrada
		Página: 27 de 47

Emisiones Indirectas (CO₂e)_(T) = Emisiones Indirectas (N₂O)_(T) x GWP

Donde:

Emisiones Indirectas (CO₂e)_(T) = Emisiones indirectas de N₂O del estiércol aplicado a los suelos gestionados en CO₂ equivalente por categoría animal T, en ton CO₂e año⁻¹

Emisiones Indirectas (N₂O)_(T) = Emisiones indirectas de N₂O del estiércol aplicado a los suelos gestionados por categoría animal T, en ton N₂O año⁻¹

GWP = 310 (potencial de calentamiento global en un horizonte temporal de 100 años), para convertir ton N₂O a ton CO₂e

Las EMISIONES TOTALES de óxido nitroso (N₂O) para el estiércol aplicado a los suelos se obtienen de la siguiente fórmula:

Emisiones (N₂O)_(T) = Emisiones Directas (N₂O)_(T) + Emisiones Indirectas (N₂O)_(T)

Donde:

Emisiones (N₂O)_(T) = Emisiones totales de N₂O del estiércol aplicado a los suelos gestionados por categoría animal T, en ton N₂O año⁻¹

Emisiones Directas (N₂O)_(T) = Emisiones directas de N₂O del estiércol aplicado en los suelos por categoría animal T, en ton N₂O año⁻¹

Emisiones Indirectas (N₂O)_(T) = Emisiones indirectas de N₂O del estiércol aplicado a los suelos por categoría animal T, en ton N₂O año⁻¹

A1.2.4.3. Estiércol depositado en las pasturas

Las emisiones de GEI del estiércol depositado en las pasturas consisten en emisiones directas e indirectas de óxido nitroso (N₂O) procedentes del nitrógeno (N) **del estiércol que los animales de pastoreo depositan en las pasturas**. Más concretamente, se produce N₂O a través de los procesos microbianos de nitrificación y desnitrificación que tienen lugar en el punto de deposición (emisiones directas), y tras los procesos de volatilización/redeposición y lixiviación (emisiones indirectas).

Tasa de excreción por animal

$$N_{ex(T)} = N_{rate(T)} \times (TAM_{(T)} / 1000) \times 365$$

Donde:

T = Categoría de animal

N_{ex(T)} = Nitrógeno excretado en el estiércol por categoría animal T, en kg N animal⁻¹ año⁻¹

N_{rate (T)} = Tasa de excreción por defecto de Nitrógeno por masa, en kg N (toneladas masa animal)⁻¹ día⁻¹

TAM_(T) = Masa animal típica por categoría animal T, en kg animal⁻¹

Los datos para calcular la tasa de excreción por animal se muestran en la siguiente tabla:

CATEGORÍA DE ANIMAL (T)		$N_{rate(T)}$ ³²	$TAM_{(T)}$ ³³	$N_{ex(T)}$	
GANADO BOVINO	Ganado lechero	Sierra	0,48	419,01	73,41
		Costa	0,48	605,43	106,07
	Ganado no lechero - toros	Sierra	0,36	513,28	67,44
		Costa	0,36	535,62	70,38
	Ganado no lechero - vacas	Sierra	0,36	375,72	49,37
		Costa	0,36	430,61	56,58
Ganado no lechero – en crecimiento	Sierra	0,36	165,50	21,75	
	Costa	0,36	174,43	22,92	
OTROS TIPOS DE GANADO	Búfalos		0,32	315,00	36,79
	Ovejas		1,17	31,00	13,24
	Cabras		1,37	24,00	12,00
	Camélidos sudamericanos		0,46	65,00	10,91
	Caballos		0,46	238,00	39,96
	Mulas y asnos		0,46	130,00	21,83
	Cerdos		1,57	59,00	33,81
	Aves de engorde		1,10	0,90	0,36
	Ponedoras		0,82	1,40	0,42
	Patos		0,83	2,70	0,82
Pavos		0,74	6,80	1,84	

Elaborado por: Unidad de Seguridad Integrada, 2025

Nitrógeno en orina y heces de los animales en pastoreo en pastos, praderas y prados

$$F_{PRP(T)} = [N_{(T)} \times N_{ex(T)} \times MS_{PRP(T)}] + [(N_{(T)} \times N_{ex(T)} \times MS_{BurnedForFuel(T)}) / 2]$$

Donde:

T = Categoría de animal

$F_{PRP(T)}$ = Cantidad de N del estiércol animal depositado en las pasturas por categoría animal T, kg N año⁻¹

$N_{(T)}$ = Número de cabezas de categoría animal T, cabezas año⁻¹

$N_{ex(T)}$ = Nitrógeno excretado al año en el estiércol por categoría animal T, en kg N animal⁻¹ año⁻¹

$MS_{PRP(T)}$ = Porcentaje de la excreción anual total de N por categoría animal T que se deposita en pastos, praderas y prados

$MS_{BurnedForFuel(T)}$ = Porcentaje de la excreción anual total de N por cada categoría animal T que se deposita en pastos, praderas y prados en forma de orina

Los datos de $MS_{PRP(T)}$ y $MS_{BurnedForFuel(T)}$ se muestran en la siguiente tabla:

³² Tabla 3A. Tasa de excreción de nitrógeno (kg N (1000 kg masa animal)-1 day-1), por categoría de animales y área IPCC. Estimación de emisiones de gases de efecto invernadero en la agricultura. Un manual para abordar los requisitos de los datos para los países en desarrollo. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. Roma, 2015

³³ Tabla 132. Gestión del estiércol: Fracción de estiércol por tipo de manejo y factores de emisión de metano aplicado por fuente de GEI. Documento del inventario nacional (DIN) de gases de efecto invernadero del año 2022 del Ecuador. Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica, 2024.

CATEGORÍA DE ANIMAL (T)		$N_{ex(T)}$	$MS_{PRP(T)}^{34}$	$MS_{BurnedForFuel(T)}^{35}$	
GANADO BOVINO	Ganado lechero	Sierra	73,41	0,36	0,00
		Costa	106,07	0,36	0,00
	Ganado no lechero - toros	Sierra	67,44	0,99	0,00
		Costa	70,38	0,99	0,00
	Ganado no lechero - vacas	Sierra	49,37	0,99	0,00
		Costa	56,58	0,99	0,00
Ganado no lechero - en crecimiento	Sierra	21,75	0,99	0,00	
	Costa	22,92	0,99	0,00	
OTROS TIPOS DE GANADO	Búfalos		36,79	0,99	0,00
	Ovejas		13,24	1,00	0,00
	Cabras		12,00	0,99	0,00
	Camélidos sudamericanos		10,91	0,99	0,00
	Caballos		39,96	0,99	0,00
	Mulas y asnos		21,83	0,99	0,00
	Cerdos		33,81	0,40	0,00
	Aves de engorde		0,36	0,45	0,00
	Ponedoras		0,42	0,45	0,00
	Patos		0,82	0,45	0,00
Pavos		1,84	0,45	0,00	

Elaborado por: Unidad de Seguridad Integrada, 2025

NOTA: De acuerdo con la FAO, los valores de 0 en $MS_{BurnedForFuel(T)}$ se refieren a que no existen estas prácticas en América Latina.

Emisiones directas (N_2O)	
Emisiones directas (N_2O)_(T) = $F_{PRP(T)} \times EF_{3PRP(T)} \times (44/28) \times 10^{-3}$	
Donde:	
Emisiones directas (N_2O)_(T) = Emisiones directas de N_2O del estiércol depositado en las pasturas por categoría animal T, en ton N_2O año ⁻¹	
$F_{PRP(T)}$ = Cantidad anual de N del estiércol gestionado aplicado a los suelos gestionados por categoría animal T, kg N año ⁻¹	
$EF_{3PRP(T)}$ = Factor de emisión para las emisiones de N_2O de los aportes de N en las pasturas por categoría animal T, kg N_2O-N /kg aporte de N	
44/28 = Factor de conversión para convertir las emisiones de kg N_2O-N a gas kg N_2O	

Los valores de $EF_{3PRP(T)}$ son los siguientes:

³⁴ Tabla 42A. Fracción de nitrógeno depositado en pasturas, por categoría de animales y área IPCC. Estimación de emisiones de gases de efecto invernadero en la agricultura. Un manual para abordar los requisitos de los datos para los países en desarrollo. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. Roma, 2015

³⁵ Tabla 43A. Cantidad de estiércol, bosta y orina, excretada en los campos y usada para combustible, por categoría de animales y área IPCC. Estimación de emisiones de gases de efecto invernadero en la agricultura. Un manual para abordar los requisitos de los datos para los países en desarrollo. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. Roma, 2015

CATEGORÍA DE ANIMAL (T)		$EF_{3PRP(T)}^{36}$	
GANADO BOVINO	Ganado lechero	Sierra	0,02
		Costa	0,02
	Ganado no lechero - toros	Sierra	0,02
		Costa	0,02
	Ganado no lechero - vacas	Sierra	0,02
		Costa	0,02
	Ganado no lechero – en crecimiento	Sierra	0,02
		Costa	0,02
OTROS TIPOS DE GANADO	Búfalos		0,02
	Ovejas		0,01
	Cabras		0,01
	Camélidos sudamericanos		0,00
	Caballos		0,00
	Mulas y asnos		0,00
	Cerdos		0,02
	Aves de engorde		0,02
	Ponedoras		0,02
	Patos		0,02
	Pavos		0,02

Elaborado por: Unidad de Seguridad Integrada, 2025

El total de las EMISIONES DIRECTAS de óxido nitroso (N₂O) para el estiércol depositado en las pasturas deben ser convertidas a ton de CO₂e, por lo que se utiliza la siguiente fórmula:

Emisiones Directas (CO₂e)_(T) = Emisiones Directas (N₂O)_(T) x GWP

Donde:
Emisiones Directas (CO₂e)_(T) = Emisiones directas de N₂O del estiércol depositado en las pasturas en CO₂ equivalente, por categoría animal T, en ton CO₂e año⁻¹
Emisiones Directas (N₂O)_(T) = Emisiones directas de N₂O del estiércol depositado en las pasturas por categoría animal T, en ton N₂O año⁻¹
GWP = 310 (potencial de calentamiento global en un horizonte temporal de 100 años), para convertir ton N₂O a ton CO₂e

³⁶ Tabla 44A. Factor de emisión para emisiones de N₂O, bosta y orina, depositado en pasturas que se volatiliza (kg N₂O–N (kg N adicionado)⁻¹), por categoría de animales y área IPCC. Estimación de emisiones de gases de efecto invernadero en la agricultura. Un manual para abordar los requisitos de los datos para los países en desarrollo. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. Roma, 2015

Emisiones Indirectas (N₂O)

$$\text{Emisiones Indirectas (N}_2\text{O)}_{(T)} = F_{\text{PRP}(T)} \times [(\text{Frac}_{\text{GasM}} \times \text{EF}_4) + (\text{Frac}_{\text{Leach}} \times \text{EF}_5)] \times (44/28) \times 10^{-3}$$

Donde:

Emisiones Indirectas (N₂O) _(T) = Emisiones indirectas de N₂O producidas por la deposición atmosférica de N, volatilizado de los suelos gestionados, por categoría animal T, en ton N₂O año⁻¹

F_{PRP(T)} = Cantidad de N del estiércol animal depositado en las pasturas por categoría animal, kg N año⁻¹

Frac_{GasM} = Fracción de materiales del fertilizante nitrogenado orgánico aplicado que se volatiliza como NH₃ y NOx, kg N volatilizado/kg of N aplicado) = Para América Latina es 0,20³⁷

EF₄ = Factor de emisión para las emisiones de N₂O procedentes de la deposición atmosférica de N en los suelos y las superficies hídricas, kg N₂O–N/kg NH₃-N + NOx-N volatilizado = Para América Latina es 0,01³⁸

Frac_{Leach} = Fracción de materiales del fertilizante nitrogenado orgánico aplicado que se filtra como NH₃ y NOx, kg N filtrado/kg adiciones de N = Para América Latina es 0,30³⁹

EF₅ = Factor de emisión para las emisiones de N₂O procedentes de la lixiviación y escorrentía de N, kg N₂O–N/kg N volatilizado = Para América Latina es 0,0075⁴⁰

44/28 = Factor de conversión para convertir las emisiones de kg N₂O-N a gas kg N₂O

El total de las EMISIONES INDIRECTAS de óxido nitroso (N₂O) para el estiércol aplicado a los suelos deben ser convertidas a ton de CO₂e, por lo que se utiliza la siguiente fórmula:

$$\text{Emisiones Indirectas (CO}_2\text{e)}_{(T)} = \text{Emisiones Indirectas (N}_2\text{O)}_{(T)} \times \text{GWP}$$

Donde:

Emisiones Indirectas (CO₂e) _(T) = Emisiones indirectas de N₂O del estiércol depositado en las pasturas en CO₂ equivalente, por categoría animal T, en ton CO₂e año⁻¹

Emisiones Indirectas (N₂O) _(T) = Emisiones indirectas de N₂O del estiércol depositado en las pasturas por categoría animal T, en ton N₂O año⁻¹

GWP = 310 (potencial de calentamiento global en un horizonte temporal de 100 años), para convertir ton N₂O a ton CO₂e

Las EMISIONES TOTALES de óxido nitroso (N₂O) para el estiércol depositado en las pasturas se obtienen de la siguiente fórmula:

³⁷ Tabla 38A. Fracción de nitrógeno de estiércol, bosta y orina, depositado en pasturas que se volatiliza (kg N volatilizado (kg de N aplicado o depositado)-1), por categoría de animales y área IPCC. Estimación de emisiones de gases de efecto invernadero en la agricultura. Un manual para abordar los requisitos de los datos para los países en desarrollo. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. Roma, 2015

³⁸ Tabla 24A. Factor de emisión para las emisiones indirectas de N₂O de la deposición atmosférica (kg N₂O-N (kg NH₃-N + NOx-N)-1), por área IPCC. Estimación de emisiones de gases de efecto invernadero en la agricultura. Un manual para abordar los requisitos de los datos para los países en desarrollo. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. Roma, 2015

³⁹ Tabla 27A Porcentaje de pérdidas de N por escorrentía y lixiviación en suelos gestionados y pasturas (kg N (kg adiciones de N o deposición por animales de pastoreo)-1), por área IPCC. Estimación de emisiones de gases de efecto invernadero en la agricultura. Un manual para abordar los requisitos de los datos para los países en desarrollo. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. Roma, 2015

⁴⁰ Tabla 25A. Factor de emisión para las emisiones indirectas de N₂O procedentes de lixiviación y escorrentía (kg N₂O–N (kg N)-1), por área IPCC. Estimación de emisiones de gases de efecto invernadero en la agricultura. Un manual para abordar los requisitos de los datos para los países en desarrollo. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. Roma, 2015

Emisiones $(N_2O)_{(T)}$ = Emisiones Directas $(N_2O)_{(T)}$ + Emisiones Indirectas $(N_2O)_{(T)}$

Donde:

Emisiones $(N_2O)_{(T)}$ = Emisiones totales de N_2O del estiércol depositado en las pasturas por categoría animal T, en ton N_2O año⁻¹
Emisiones Directas $(N_2O)_{(T)}$ = Emisiones directas de N_2O del estiércol depositado en las pasturas por categoría animal T, en ton N_2O año⁻¹
Emisiones Indirectas $(N_2O)_{(T)}$ = Emisiones indirectas de N_2O del estiércol depositado en las pasturas por categoría animal T, en ton N_2O año⁻¹
A1.2.4.4. Residuos agrícolas

Las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) de los residuos agrícolas consisten en emisiones de óxido nítrico (N_2O) **provenientes del nitrógeno (N) de los residuos agrícolas y de la renovación de forraje/pasturas depositados en las tierras de cultivo por los agricultores**, en donde se produce N_2O a través de los procesos microbianos de nitrificación y desnitrificación en el lugar del sitio de deposición (emisiones directas), y tras los procesos de volatilización/redeposición y lixiviación (emisiones indirectas).

Rendimiento de la materia seca cosechada anualmente

$$\text{Crop}_{(T)} = (\text{Crop}_{\text{fresh } (T)} \times \text{DRY}_{(T)}) / 10$$

Donde:

T = Elemento de cultivo

Crop_(T) = Rendimiento de la materia seca cosechada para cultivos T, kg de materia seca ha⁻¹ año⁻¹
Crop_{fresh (T)} = Rendimiento fresco cosechado para cultivo T, hg ha⁻¹ año⁻¹
DRY_(T) = Fracción de materia seca del producto cosechado para el cultivo T

 Los datos del parámetro **DRY_(T)** se muestran en la siguiente tabla:

CULTIVO	DRY _(T) ⁴¹
Cebada	0,89
Frijoles, secos	0,90
Maíz	0,87
Mijo	0,90
Avena	0,89
Papas	0,22
Arroz, cáscara	0,89
Centeno	0,88
Sorgo	0,89
Soja	0,91
Trigo	0,89

Elaborado por: Unidad de Seguridad Integrada, 2025

⁴¹ Tabla 45A. Fracción de materia seca del producto cosechado, por cultivo y área IPCC. Estimación de emisiones de gases de efecto invernadero en la agricultura. Un manual para abordar los requisitos de los datos para los países en desarrollo. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. Roma, 2015

Superficie quemada

$$\text{AreaBurnt}_{(T)} = \text{Area}_{(T)} \times \text{Frac}_{\text{Burnt}}$$

Donde:

T = Elemento de cultivo

$\text{AreaBurnt}_{(T)}$ = Superficie de cultivo T quemado, ha año⁻¹

$\text{Area}_{(T)}$ = Superficie total anual cosechada de cultivo T, ha año⁻¹

$\text{Frac}_{\text{Burnt}}$ = Fracción de 0,1 de superficie quemada

Residuos aéreos de materia seca

$$\text{AG}_{\text{DM}(T)} = (\text{Crop}_{(T)} / 1000) \times \text{Slope}_{(T)} + \text{Intercept}_{(T)}$$

Donde:

T = Elemento de cultivo

$\text{AG}_{\text{DM}(T)}$ = Residuos aéreos de materia seca para el cultivo T, kg materia seca ha⁻¹

$\text{Crop}_{(T)}$ = Rendimiento de materia seca cultivada para el cultivo T, kg materia seca ha⁻¹

$\text{Slope}_{(T)}$ = Elemento de pendiente

$\text{Intercept}_{(T)}$ = Elemento de interceptación

Los datos de los parámetros $\text{Slope}_{(T)}$ e $\text{Intercept}_{(T)}$ se muestran en la siguiente tabla:

CULTIVO	$\text{Slope}_{(T)}$ ⁴²	$\text{Intercept}_{(T)}$ ⁴³
Cebada	0,98	0,59
Frijoles, secos	0,36	0,68
Maíz	1,03	0,61
Mijo	1,43	0,14
Avena	0,91	0,89
Papas	0,1	1,06
Arroz, cáscara	0,95	2,46
Centeno	1,09	0,88
Sorgo	0,88	1,33
Soja	0,93	1,35
Trigo	1,51	0,52

Elaborado por: Unidad de Seguridad Integrada, 2025

⁴² Tabla 46A. Elemento de pendiente, por cultivo y área IPCC. Estimación de emisiones de gases de efecto invernadero en la agricultura. Un manual para abordar los requisitos de los datos para los países en desarrollo. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. Roma, 2015

⁴³ Tabla 47A. Elemento de interceptación, por cultivo y área IPCC. Estimación de emisiones de gases de efecto invernadero en la agricultura. Un manual para abordar los requisitos de los datos para los países en desarrollo. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. Roma, 2015

Ratio de residuos aéreos de materia seca ($AG_{DM(T)}$) en relación al rendimiento de la cosecha

$$R_{AG(T)} = (AG_{DM(T)} \times 1000) / Crop_{(T)}$$

Donde:

T = Elemento de cultivo

$R_{AG(T)}$ = Ratio de residuos aéreos de materia seca ($AG_{DM(T)}$) en relación al rendimiento de la cosecha T

$AG_{DM(T)}$ = Residuos aéreos de materia seca para el cultivo T, kg materia seca ha⁻¹

$Crop_{(T)}$ = Rendimiento de materia seca anual cosechada para el cultivo T, kg materia seca ha⁻¹

Ratio de residuos subterráneos de materia seca en relación al rendimiento de la cosecha para el cultivo T

$$R_{BG(T)} = R_{BG-BIO(T)} \times [(AG_{DM(T)} \times 1000) + Crop_{(T)}] / Crop_{(T)}$$

Donde:

T = Elemento de cultivo

$R_{BG(T)}$ = Ratio de residuos subterráneos en relación al rendimiento de la cosecha para el cultivo T, kg materia seca/kg materia seca

$R_{BG-BIO(T)}$ = Ratio de residuos subterráneos para biomasa aérea para el cultivo T, kg materia seca/kg materia seca

$AG_{DM(T)}$ = Residuos aéreos de materia seca para el cultivo T, kg materia seca ha⁻¹

$Crop_{(T)}$ = Rendimiento de materia seca anual cosechada para el cultivo T, kg materia seca ha⁻¹

Los datos del parámetro $R_{BG-BIO(T)}$ se muestran en la siguiente tabla:

CULTIVO	$R_{BG-BIO(T)}$ ⁴⁴
Cebada	0,22
Frijoles, secos	0,00
Maíz	0,22
Mijo	0,00
Avena	0,25
Papas	0,20
Arroz, cáscara	0,16
Centeno	0,00
Sorgo	0,00
Soja	0,19
Trigo	0,24

Elaborado por: Unidad de Seguridad Integrada, 2025

⁴⁴ Tabla 48A. Relación entre residuos subterráneos y biomasa aérea, por cultivo y área IPCC. Estimación de emisiones de gases de efecto invernadero en la agricultura. Un manual para abordar los requisitos de los datos para los países en desarrollo. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. Roma, 2015

Residuos (contenido de N)
$F_{CR(T)} = Crop_{(T)} \times [(Area_{(T)} - AreaBurnt_{(T)}) \times Cf] \times Frac_{Renew} \times [R_{AG(T)} \times N_{AG(T)} \times ((1 - Frac_{Remove}) + R_{BG(T)}) \times N_{BG(T)}]$
<p>Donde:</p> <p>T = Elemento de cultivo</p> <p>F_{CR(T)} = Cantidad de N en residuos agrícolas (aéreos y subterráneos), incluyendo cultivos con fijación de N, y procedente de la renovación del forraje/pasturas, devuelto a los suelos anualmente para el cultivo T, kg N año⁻¹</p> <p>Crop_(T) = Rendimiento de materia seca anual cosechada para el cultivo T, kg materia seca ha⁻¹</p> <p>Área_(T) = Superficie cosechada anual total del cultivo T, ha año⁻¹</p> <p>AreaBurnt_(T) = Superficie anual del cultivo T quemado, ha año⁻¹</p> <p>Cf = Factor de combustión (adimensional)</p> <p>Frac_{Renew} = Fracción de la superficie total anual cultivada que se renueva cada año</p> <p>R_{AG(T)} = Ratio de residuos aéreos de materia seca (AG_{DM(T)}) para rendimiento cosechado, para el cultivo T (Crop_(T)) kg materia seca/kg materia seca</p> <p>N_{AG(T)} = Contenido de N de residuos aéreos para el cultivo T, kg N/kg materia seca</p> <p>Frac_{Remove} = Fracción de residuos aéreos del cultivo T retirados anualmente para su uso como alimento, cama y para construcción, kg N/kg materia seca</p> <p>R_{BG(T)} = Ratio de residuos subterráneos para rendimiento cosechado para cultivo T, kg materia seca/kg materia seca</p> <p>N_{BG(T)} = Contenido de N de residuos subterráneos para el cultivo T, kg N/kg materia seca</p>

Los datos de los parámetros **Cf**, **N_{AG(T)}** y **N_{BG(T)}** se muestran en la siguiente tabla:

CULTIVO	Cf ⁴⁵	N _{AG(T)} ⁴⁶	N _{BG(T)} ⁴⁷
Cebada	0,8	0,007	0,014
Frijoles, secos	0,8	0,01	0,010
Maíz	0,8	0,006	0,007
Mijo	0,8	0,007	0,000
Avena	0,8	0,007	0,008
Papas	0,8	0,019	0,014
Arroz, cáscara	0,8	0,007	0,000
Centeno	0,8	0,005	0,011
Sorgo	0,8	0,007	0,006
Soja	0,8	0,008	0,008
Trigo	0,9	0,006	0,009

Elaborado por: Unidad de Seguridad Integrada, 2025

⁴⁵ Tabla 49A. Factor de combustión, por cultivo y área IPCC. Estimación de emisiones de gases de efecto invernadero en la agricultura. Un manual para abordar los requisitos de los datos para los países en desarrollo. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. Roma, 2015

⁴⁶ Tabla 50A. Contenido de nitrógeno de los residuos aéreos, por cultivo y área IPCC. Estimación de emisiones de gases de efecto invernadero en la agricultura. Un manual para abordar los requisitos de los datos para los países en desarrollo. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. Roma, 2015

⁴⁷ Tabla 51A. Relación entre residuos subterráneos y rendimiento de cosecha del cultivo, por cultivo y área IPCC. Estimación de emisiones de gases de efecto invernadero en la agricultura. Un manual para abordar los requisitos de los datos para los países en desarrollo. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. Roma, 2015

Emisiones directas (N₂O)

$$\text{Emisiones directas (N}_2\text{O)}_{(T)} = F_{CR(T)} \times EF_1 \times (44/28) \times 10^{-3}$$

Donde:

Emisiones directas (N₂O)_(T) = Emisiones directas de N₂O procedentes de residuos agrícolas y de la renovación del forraje/Pasturas para el cultivo T, en ton N₂O año⁻¹

F_{CR(T)} = Cantidad anual de N en residuos agrícolas (aéreos y subterráneos), incluyendo cultivos con fijación de N, y procedente de la renovación del forraje/pasturas, devuelto a los suelos anualmente para el cultivo T, kg N año⁻¹

EF₁ = Factor de emisión para emisiones de N₂O procedentes de aportes de N, kg N₂O–N/kg aportes de N = Para América Latina = 0,01⁴⁸

44/28 = Factor de conversión para convertir las emisiones de kg N₂O–N a gas kg N₂O

El total de las EMISIONES DIRECTAS de óxido nitroso (N₂O) para los residuos agrícolas deben ser convertidas a ton de CO₂e, por lo que se utiliza la siguiente fórmula:

$$\text{Emisiones Directas (CO}_2\text{e)}_{(T)} = \text{Emisiones Directas (N}_2\text{O)}_{(T)} \times \text{GWP}$$

Donde:

Emisiones Directas (CO₂e)_(T) = Emisiones directas de N₂O procedentes de los residuos agrícolas y de la renovación del forraje/pasturas en CO₂ equivalente, para el cultivo T, en ton CO₂e año⁻¹

Emisiones Directas (N₂O)_(T) = Emisiones directas de N₂O procedentes de residuos agrícolas y de la renovación del forraje/pasturas para el cultivo T, en ton N₂O año⁻¹

GWP = 310 (potencial de calentamiento global en un horizonte temporal de 100 años), para convertir ton N₂O a ton CO₂e

Emisiones Indirectas (N₂O)

$$\text{Emisiones Indirectas (N}_2\text{O)}_{(T)} = F_{CR(T)} \times \text{Frac}_{\text{Leach}} \times EF_5 \times (44/28) \times 10^{-3}$$

Donde:

Emisiones Indirectas (N₂O)_(T) = Emisiones indirectas de N₂O procedentes de la deposición atmosférica de N, volatilizado de los residuos agrícolas y de la renovación del forraje/pasturas, para el cultivo T, en ton N₂O año⁻¹

F_{CR(T)} = Cantidad anual de N en residuos agrícolas (aéreos y subterráneos), incluyendo cultivos con fijación de N, y procedente de la renovación del forraje/pasturas, devuelto a los suelos anualmente para el cultivo T

Frac_{Leach} = Fracción de N procedente de residuos agrícolas que se filtra como NH₃ y NO_x, kg N filtrado/kg de adiciones de N = Para América Latina es 0,30⁴⁹

EF₅ = Factor de emisión para emisiones de N₂O procedentes de la lixiviación y escorrentía de N, kg N₂O–N/kg N filtrado = Para América Latina es 0,0075⁵⁰

44/28 = Factor de conversión para convertir las emisiones de kg N₂O–N a gas kg N₂O

⁴⁸ Tabla 26A. Factor de emisión para emisiones directas de N₂O de aportes de N (kg N (kg adiciones de N o deposición por animales de pastoreo)⁻¹), por área IPCC. Estimación de emisiones de gases de efecto invernadero en la agricultura. Un manual para abordar los requisitos de los datos para los países en desarrollo. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. Roma, 2015

⁴⁹ Tabla 27A Porcentaje de pérdidas de N por escorrentía y lixiviación en suelos gestionados y pasturas (kg N (kg adiciones de N o deposición por animales de pastoreo)⁻¹), por área IPCC. Estimación de emisiones de gases de efecto invernadero en la agricultura. Un manual para abordar los requisitos de los datos para los países en desarrollo. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. Roma, 2015

⁵⁰ Tabla 25A. Factor de emisión para las emisiones indirectas de N₂O procedentes de lixiviación y escorrentía (kg N₂O–N (kg N)⁻¹), por área IPCC. Estimación de emisiones de gases de efecto invernadero en la agricultura. Un manual para abordar los requisitos de los datos para los países en desarrollo. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. Roma, 2015

	GUÍA PARA EL CÁLCULO DE EMISIONES DE GASES DE EFECTO INVERNADERO (GEI) DE LA UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS – ESPE	Unidad de Seguridad Integrada
		Página: 37 de 47

El total de las EMISIONES INDIRECTAS de óxido nitroso (N_2O) para el estiércol aplicado a los suelos deben ser convertidas a ton de CO_2e , por lo que se utiliza la siguiente fórmula:

Emisiones Indirectas (CO_2e)_(T) = Emisiones Indirectas (N_2O)_(T) x GWP
Donde: Emisiones Indirectas (CO_2e)_(T) = Emisiones indirectas de N_2O procedentes de residuos agrícolas y de la renovación del forraje/pasturas en CO_2 equivalente para el cultivo T, en ton CO_2e año ⁻¹ Emisiones Indirectas (N_2O)_(T) = Emisiones indirectas de N_2O procedentes de residuos agrícolas y de la renovación del forraje/pasturas para el cultivo T, en ton N_2O año ⁻¹ GWP = 310 (potencial de calentamiento global en un horizonte temporal de 100 años), para convertir ton N_2O a ton CO_2e

Las EMISIONES TOTALES de óxido nitroso (N_2O) para el estiércol depositado en las pasturas se obtienen de la siguiente fórmula:

Emisiones (N_2O)_(T) = Emisiones Directas (N_2O)_(T) + Emisiones Indirectas (N_2O)_(T)
Donde: Emisiones (N_2O)_(T) = Emisiones totales de N_2O procedentes de residuos agrícolas y de la renovación de forraje/pastura, para el cultivo T, en ton N_2O año ⁻¹ Emisiones Directas (N_2O)_(T) = Emisiones directas de N_2O procedentes de residuos agrícolas y de la renovación del forraje/pasturas para el cultivo T, en ton N_2O año ⁻¹ Emisiones Indirectas (N_2O)_(T) = Emisiones indirectas de N_2O procedentes de residuos agrícolas y de la renovación del forraje/pasturas para el cultivo T, en ton N_2O año ⁻¹

A1.2.4.5. Cultivación de suelos orgánicos

Los datos sobre emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) de suelos orgánicos son aquellos asociados a las emisiones del gas óxido nitroso procedente de histosoles drenados bajo tierras de cultivo y pastizales.

Emisiones (N_2O-N)
Emisiones (N_2O-N)_(T) = Area_(T) x EF_(T)
Donde: T = Suelos orgánicos Emisiones (N_2O-N)_(T) = Emisiones anuales de N_2O-N para el elemento T, kg N_2O-N año ⁻¹ Área_(T) = Datos de la actividad, que representan la superficie de suelos orgánicos con el elemento T, ha EF_(T) = Nivel 1, factor de emisión por defecto del IPCC para el elemento T, kg N_2O-N ha ⁻¹ año ⁻¹

Los datos del parámetro **EF_(T)** se muestran en la siguiente tabla:

CLASE DE CLIMA	NOMBRE CLASE DE CLIMA	EF _(T) ⁵¹ N ₂ O-N (Kg ha ⁻¹ año ⁻¹)
1	Cálido templado húmedo	8
2	Cálido templado seco	8
3	Frío templado húmedo	8
4	Frío templado seco	8
5	Polar húmedo	8
6	Polar seco	8
7	Boreal húmedo	8
8	Boreal seco	8
9	Tropical de montaña	16
10	Tropical lluvioso	16
11	Tropical húmedo	16
12	Tropical seco	16

Elaborado por: Unidad de Seguridad Integrada, 2025

Las EMISIONES TOTALES de óxido nitroso (N₂O) para la cultivación de suelos orgánicos se obtienen de la siguiente fórmula:

Emisiones (N₂O)_(T) = Emisiones (N₂O-N)_(T) x (44/28) x 10⁻³
Donde: Emisiones (N₂O)_(T) = Emisiones anuales de N ₂ O para el elemento T, en ton N ₂ O año ⁻¹ Emisiones (N₂O-N)_(T) = Emisiones anuales de N ₂ O-N para el elemento T, en ton N ₂ O año ⁻¹

Las EMISIONES TOTALES de óxido nitroso (N₂O) para la cultivación de suelos orgánicos deben ser convertidas a ton de CO₂e, por lo que se utiliza la siguiente fórmula:

Emisiones (CO₂e)_(T) = Emisiones (N₂O)_(T) x GWP
Donde: Emisiones (CO₂e)_(T) = Emisiones de N ₂ O procedentes del elemento T, en CO ₂ equivalente, en ton CO ₂ e año ⁻¹ Emisiones (N₂O)_(T) = Emisiones de N ₂ O procedentes del elemento T, en ton N ₂ O año ⁻¹ GWP = 310 (potencial de calentamiento global en un horizonte temporal de 100 años), para convertir ton N ₂ O a ton CO ₂ e

A1.2.4.6. Combustión de residuos agrícolas

Las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) derivadas de la combustión de residuos agrícolas consisten en gases metano (CH₄) y óxido nitroso (N₂O) producidos por el quemado in situ de un porcentaje de los residuos agrícolas.

⁵¹ Tabla 57A. Factor de emisión para emisiones de NO₂ de suelos orgánicos de tierras agrícolas y praderas, por clase climática. Estimación de emisiones de gases de efecto invernadero en la agricultura. Un manual para abordar los requisitos de los datos para los países en desarrollo. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. Roma, 2015

Superficie quemada

$$\text{AreaBurned}_{(T)} = \text{Area}_{(T)} \times \text{Frac}_{\text{Burned}}$$

Donde:

T = Tipo de cultivo

$\text{AreaBurned}_{(T)}$ = Superficie anual quemada del cultivo T, ha año⁻¹

$\text{Área}_{(T)}$ = Superficie anual total cosechada del cultivo T, ha año⁻¹

$\text{Frac}_{\text{Burned}}$ = Fracción de la superficie quemada

Biomasa quemada (materia seca)

$$\text{BB}_{(T)} = \text{AreaBurned}_{(T)} \times \text{Fuel}_{(T)}$$

Donde:

T = Tipo de cultivo

$\text{BB}_{(T)}$ = Biomasa quemada para el cultivo T, toneladas de materia seca año⁻¹

$\text{AreaBurned}_{(T)}$ = Superficie anual quemada del cultivo T, ha año⁻¹

$\text{Fuel}_{(T)}$ = Mb x Cf, masa de combustible disponible x factor de combustión (toneladas materia seca ha⁻¹)

Los datos del parámetro $\text{Fuel}_{(T)}$ se muestran en la siguiente tabla:

CULTIVO	$\text{Fuel}_{(T)}$ ⁵²
Caña de azúcar	6,5
Maíz	10
Arroz, cáscara	5,5
Trigo	4

Elaborado por: Unidad de Seguridad Integrada, 2025

Emisiones (CH₄) y (N₂O)

$$\text{Emisiones (gas)}_{(T)} = \text{BB}_{(T)} \times \text{G}_{\text{ef(gas)}} \times 10^{-3}$$

Donde:

T = Categoría de cultivo

Gas = (CH₄, N₂O)

$\text{Emisiones (gas)}_{(T)}$ = Cantidad de emisiones de Gas procedentes de la combustión de residuos agrícolas para el cultivo T, ton CO₂e año⁻¹

$\text{BB}_{(T)}$ = Biomasa quemada para el cultivo T, toneladas año⁻¹

$\text{G}_{\text{ef(gas)}}$ = Factor de emisión de g/kg de materia seca quemada (0,07 para N₂O y 2,7 para CH₄)⁵³

Las EMISIONES TOTALES de la combustión de los residuos agrícolas se obtienen de la siguiente fórmula:

⁵² Tabla 45A. Fracción de materia seca del producto cosechado, por cultivo y área IPCC. Estimación de emisiones de gases de efecto invernadero en la agricultura. Un manual para abordar los requisitos de los datos para los países en desarrollo. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. Roma, 2015

⁵³ Tabla 53A. Factores de emisión por la quema de residuos agrícolas (g kg⁻¹ de materia seca quemada). Estimación de emisiones de gases de efecto invernadero en la agricultura. Un manual para abordar los requisitos de los datos para los países en desarrollo. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. Roma, 2015

$$\text{Emisiones (CO}_2\text{e)}_{(T)} = [\text{Emisiones (N}_2\text{O)} \times \text{GWP (N}_2\text{O)}] + [\text{Emisiones (CH}_4\text{)} \times \text{GWP (CH}_4\text{)}]$$

Donde:

Emisiones (CO₂e)_(T) = Cantidad de emisiones en CO₂e procedentes de la combustión de residuos agrícolas para el cultivo T, en ton N₂O año⁻¹

Emisiones (N₂O) = Cantidad de emisiones de N₂O procedentes de la combustión de residuos agrícolas para el cultivo T, en ton N₂O año⁻¹

GWP (N₂O) = 310 (potencial de calentamiento global en un horizonte de 100 años), para convertir ton N₂O a ton CO₂e

Emisiones (CH₄) = Cantidad de emisiones de CH₄ procedentes de la combustión de residuos agrícolas para el cultivo T, en ton CH₄ año⁻¹

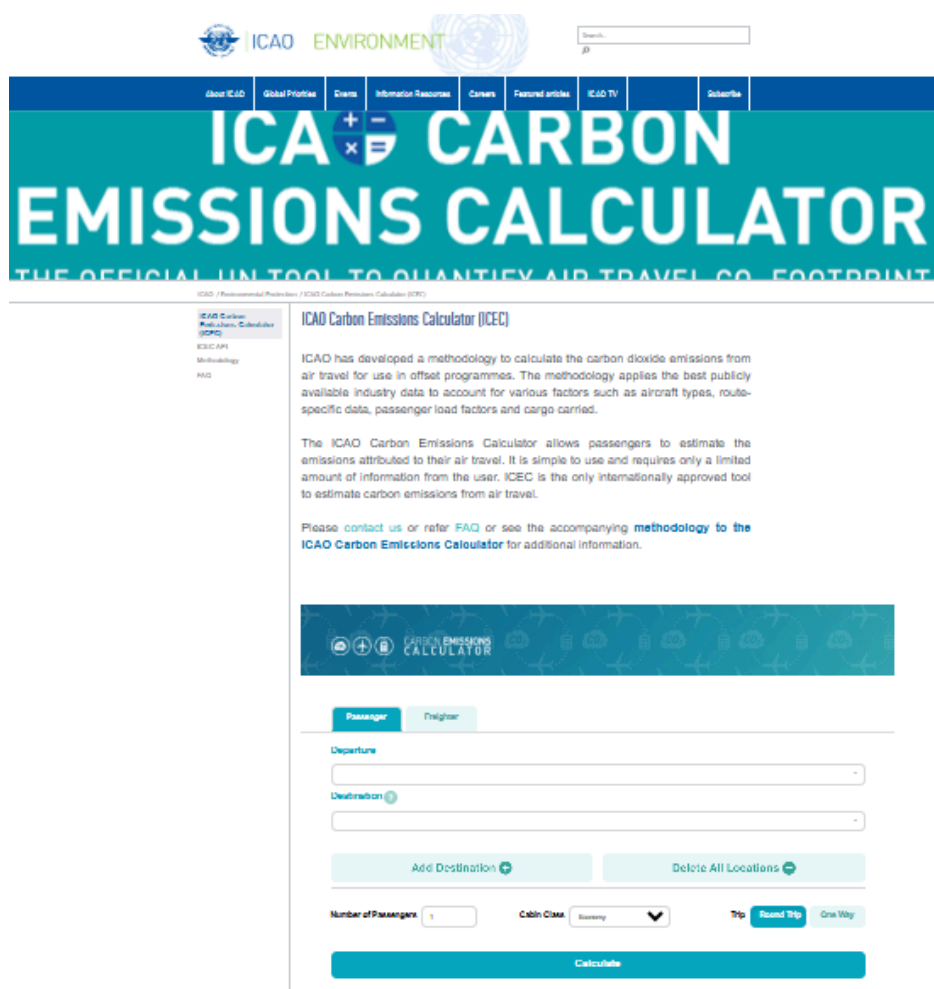
GWP (CH₄) = 21 (potencial de calentamiento global en un horizonte de 100 años), para convertir ton CH₄ a ton CO₂e

Anexo 2. Cálculo de emisiones de GEI por viajes aéreos utilizando la calculadora de carbono de ICAO. Alcance 3

Como parte del cálculo de las emisiones de alcance 3 asociadas al transporte aéreo del personal directivo, administrativo y docente de la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, se puede utilizar una herramienta online perteneciente a la Organización Internacional de Aviación Civil (ICAO por sus siglas en inglés). Esta herramienta se utiliza de la siguiente manera:

1. Ingresar al sitio web:

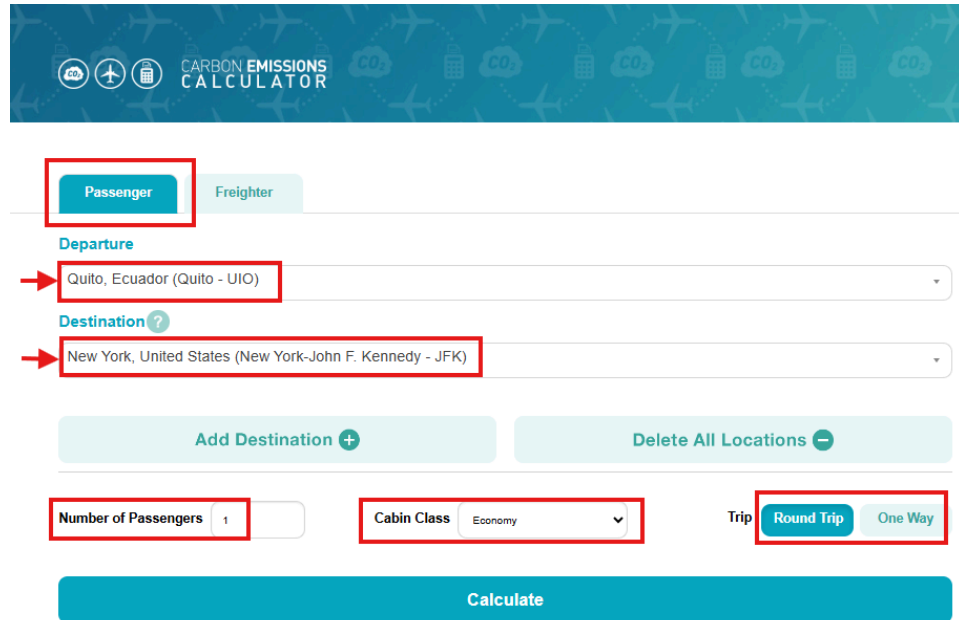
<https://www.icao.int/environmental-protection/CarbonOffset/Pages/default.aspx>



2. Ingresar los datos en la pestaña de pasajero (Passenger):
 - a. En *Departure* buscar el aeropuerto de origen.
 - b. En *Destination* buscar el aeropuerto de destino.
 - c. En *Number of Passengers* elegir el número de pasajeros.

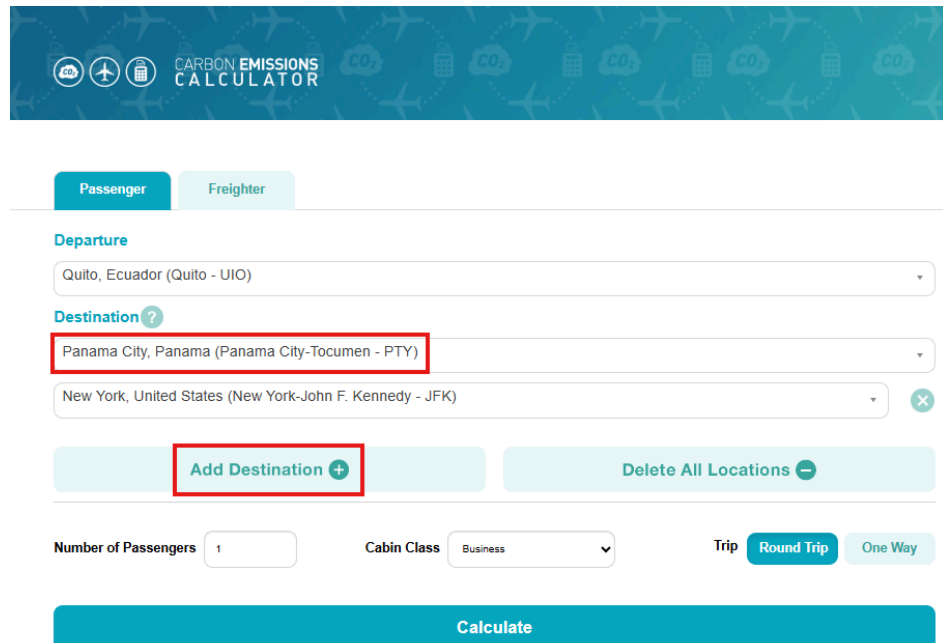
 ESPE UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA	GUÍA PARA EL CÁLCULO DE EMISIONES DE GASES DE EFECTO INVERNADERO (GEI) DE LA UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS – ESPE	Unidad de Seguridad Integrada
		Página: 42 de 47

- d. En *Cabin Class* elegir el tipo de clase del vuelo entre Economy (Clase Económica), Premium Economy (Clase Económica Premium), Business (Clase Negocio), First (Primera Clase)
- e. En *Trip* elegir entre Round Trip (Ida y vuelta) o One Way (Sólo ida)



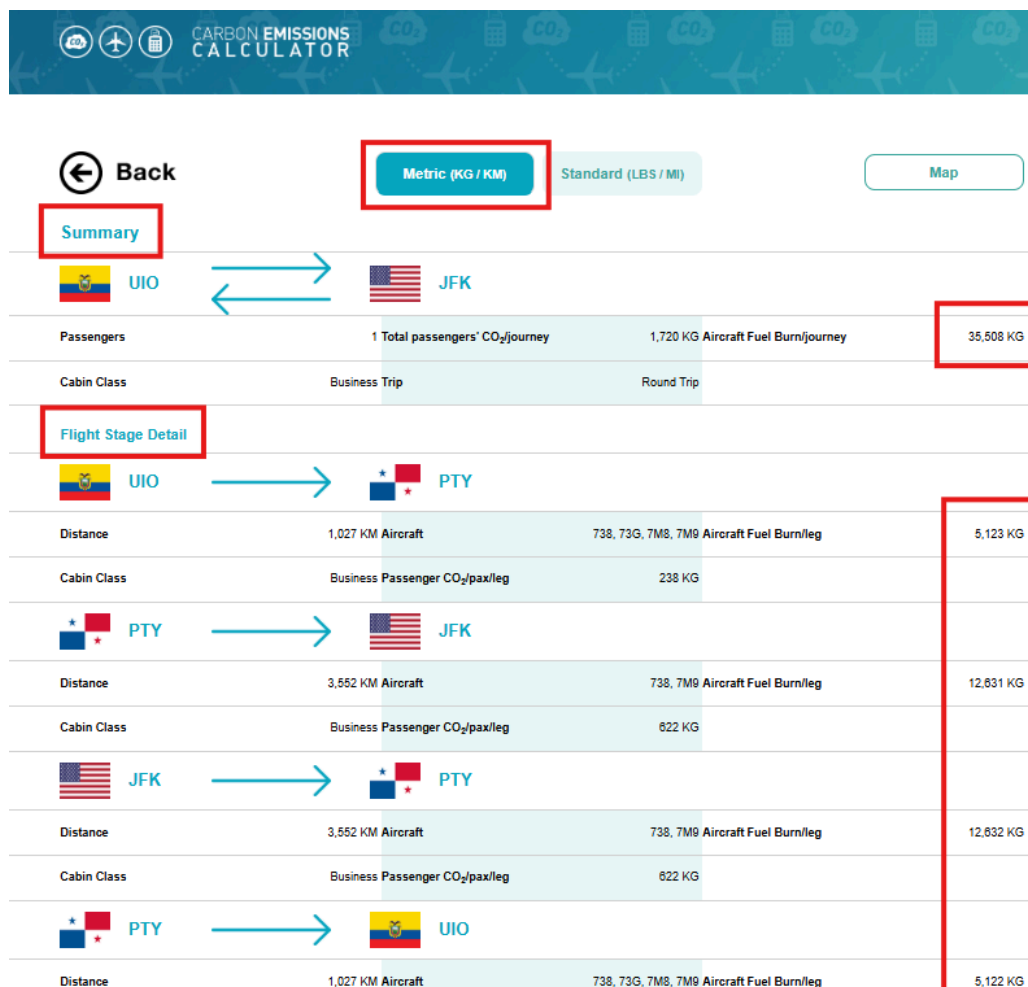
The screenshot shows the 'CARBON EMISSIONS CALCULATOR' interface. The 'Passenger' tab is selected. The 'Departure' dropdown is set to 'Quito, Ecuador (Quito - UIO)'. The 'Destination' dropdown is set to 'New York, United States (New York-John F. Kennedy - JFK)'. Below the dropdowns are buttons for 'Add Destination +' and 'Delete All Locations -'. At the bottom, the 'Number of Passengers' is set to 1, 'Cabin Class' is set to 'Economy', and 'Trip' is set to 'Round Trip'. A large blue 'Calculate' button is at the bottom.

- f. En el caso de que el vuelo tenga una o más escalas, se debe incluir el aeropuerto de la escala haciendo click en *Add Destination* (Adicionar destino).



The screenshot shows the 'CARBON EMISSIONS CALCULATOR' interface with multiple destinations. The 'Passenger' tab is selected. The 'Departure' dropdown is set to 'Quito, Ecuador (Quito - UIO)'. The 'Destination' dropdowns are set to 'Panama City, Panama (Panama City-Tocumen - PTY)' and 'New York, United States (New York-John F. Kennedy - JFK)'. Below the dropdowns are buttons for 'Add Destination +' and 'Delete All Locations -'. At the bottom, the 'Number of Passengers' is set to 1, 'Cabin Class' is set to 'Business', and 'Trip' is set to 'Round Trip'. A large blue 'Calculate' button is at the bottom.

3. Hacer click en Calculate (Calcular). El sistema nos muestra los resultados de la siguiente manera:



El total de las emisiones generadas del viaje de ida y vuelta de Quito a New York con una escala en Panamá, de 1 persona en clase Business es de 35508 kg CO₂e; dato que se encuentra en *Summary*. La calculadora muestra también el desglose de emisiones por cada tramo volado, por ejemplo, de Quito a Panamá se generan 5123 kg CO₂e, de Panamá a New York se generan 12631 kg CO₂e.

A continuación, se presenta un **ejemplo** para el cálculo de emisiones de GEI de los viajes aéreos:

VIAJES AÉREOS DE LA ORGANIZACIÓN EN EL AÑO N				
FECHA	ORIGEN	DESTINO	ESCALA	TIPO VUELO
05-04-2025	Quito	Guayaquil	No aplica	Ida y vuelta (Round Trip) – Clase Económica
12-06-2025	Quito	Los Ángeles	San Salvador	Ida y vuelta (Round Trip) – Clase Económica
28-09-2025	Quito	Berlín	Amsterdam	Sólo ida (One way) – Clase Económica

Para el vuelo Quito - Guayaquil-Quito:

Back
Metric (KG / KM)
Standard (LBS / MI)
Map

Summary

UIO

↔

GYE

Passengers	1 Aircraft Fuel Burn/Journey	4,689 KG Total passengers' CO ₂ /Journey	95 KG
Cabin Class	Economy Trip	Round Trip	

Flight Stage Detail

UIO

→

GYE

Distance	282 KM Aircraft	319, 320, 32N, 733, 735, 772, 787, 788, 789	Passenger CO ₂ /pax/leg	47 KG
Cabin Class	Economy Aircraft Fuel Burn/leg			2,444 KG

GYE

→

UIO

Distance	282 KM Aircraft	319, 320, 32N, 733, 735	Passenger CO ₂ /pax/leg	48 KG
Cabin Class	Economy Aircraft Fuel Burn/leg			2,245 KG

Para el vuelo Quito - San Salvador - Los Ángeles - San Salvador - Quito:

Back
Metric (KG / KM)
Standard (LBS / MI)
Map

Summary

UIO

↔

LAX

Passengers	1 Aircraft Fuel Burn/Journey	42,088 KG Total passengers' CO ₂ /Journey	795 KG
Cabin Class	Economy Trip	Round Trip	

Flight Stage Detail

UIO

→

SAL

Distance	1,912 KM Aircraft	320, 32N	Passenger CO ₂ /pax/leg	148 KG
Cabin Class	Economy Aircraft Fuel Burn/leg			7,871 KG

SAL

→

LAX

Distance	3,732 KM Aircraft	320, 32N, 739, 757, 7M9	Passenger CO ₂ /pax/leg	250 KG
Cabin Class	Economy Aircraft Fuel Burn/leg			13,179 KG

LAX

→

SAL

Distance	3,732 KM Aircraft	320, 32N, 739, 757, 7M9	Passenger CO ₂ /pax/leg	249 KG
Cabin Class	Economy Aircraft Fuel Burn/leg			13,146 KG


SAL

→

UIO


Distance	1,912 KM Aircraft	320, 32N	Passenger CO ₂ /pax/leg	148 KG
----------	-------------------	----------	------------------------------------	--------

Para el vuelo Guayaquil-Amsterdam-Berlín:




← Back
Metric (KG / KM)
Standard (LBS / MI)
Map

Summary


 GYE

→


 BER

Passengers	1 Aircraft Fuel Burn/Journey	85,509 KG	Total passengers' CO ₂ /journey	621 KG
Cabin Class	Economy Trip		One Way	


Flight Stage Detail

 GYE


→

 AMS

Distance	9,827 KM Aircraft	772 Passenger CO ₂ /pax/leg	545 KG
Cabin Class	Economy Aircraft Fuel Burn/leg	82,200 KG	

 AMS

→

 BER

Distance	594 KM Aircraft	295, 319, 320, 32Q, 73H, 73J, 73W, E7W, E90	Passenger CO ₂ /pax/leg	76 KG
Cabin Class	Economy Aircraft Fuel Burn/leg	3,309 KG		

VIAJES AÉREOS DE LA ORGANIZACIÓN EN EL AÑO N				
FECHA	ORIGEN	DESTINO	ESCALA	EMISIONES (kg CO ₂ e)
05-04-2025	Quito	Guayaquil	No aplica	95
12-06-2025	Quito	Los Ángeles	San Salvador	795
28-09-2025	Quito	Berlín	Amsterdam	621
TOTAL				1511

El ejemplo muestra que los viajes aéreos de la organización sumaron un total de 1511 kg CO₂e o 1,511 Tn CO₂e; valor que debe formar parte de las emisiones de GEI de alcance 3.

Código de documento: USIN-GUI-2025-V1-038
 Código de proceso: GAFI-GSIN-2

Rev. UPDI: 2025-junio-18

	GUÍA PARA EL CÁLCULO DE EMISIONES DE GASES DE EFECTO INVERNADERO (GEI) DE LA UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS – ESPE	Unidad de Seguridad Integrada	
		Página:	46 de 47

Anexo 3. Diseño de encuesta para la obtención de datos relacionados con la movilización de estudiantes y colaboradores, desde y hacia su lugar de residencia. Alcance 3

Con el objetivo de determinar las fuentes de emisión relacionadas con el transporte de los miembros de la comunidad universitaria desde su lugar de residencia hasta el campus y viceversa, se presenta el siguiente diseño de encuesta. Esta herramienta recopila información clave para calcular las emisiones indirectas de GEI asociadas al transporte.

ENCUESTA PARA DETERMINAR EMISIONES INDIRECTAS DE GEI ASOCIADAS AL TRANSPORTE DE LOS MIEMBROS DE LA COMUNIDAD UNIVERSITARIA	
1.	¿A qué segmento de la comunidad universitaria pertenece? (Seleccione una opción) <ul style="list-style-type: none"> ● Autoridad ● Estudiante ● Personal docente ● Personal de apoyo a docencia ● Personal administrativo ● Personal operativo ● Otro: _____
2.	¿Cuál es el medio principal que utiliza para llegar a la universidad? (Seleccione una opción) <ul style="list-style-type: none"> ● Transporte público (bus o colectivo) ● Transporte institucional (bus o buseta) ● Vehículo particular (gasolina) ● Vehículo particular (diésel) ● Vehículo particular (híbrido) ● Vehículo particular (eléctrico) ● Motocicleta ● Bicicleta ● Otro: _____
3.	¿En qué ciudad reside? (Seleccione una opción) <ul style="list-style-type: none"> ● Quito ● Sangolquí ● Santo Domingo ● Latacunga ● Otro: _____
4.	¿En qué sector de la ciudad reside? _____
5.	¿A qué distancia aproximada (en kilómetros) se encuentra su domicilio de la universidad? (Seleccione una opción) <ul style="list-style-type: none"> ● Menos de 5 km ● Entre 5 y 15 km ● Entre 15 y 30 km ● Más de 30 km.

La encuesta servirá para obtener los datos relativos al transporte de los miembros de la comunidad universitaria, los cuales servirán para establecer distancias y determinar los factores de emisión de acuerdo con el tipo de transporte utilizado.

	GUÍA PARA EL CÁLCULO DE EMISIONES DE GASES DE EFECTO INVERNADERO (GEI) DE LA UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS – ESPE	Unidad de Seguridad Integrada	
		Página:	47 de 47

H. CONTROL DE CAMBIOS

Fecha	Versión	Elaborado por	Descripción de la modificación
17/6/2025	1.0	Ing. Rubén Muñoz	Generación del documento

I. VIGENCIA Y AUTORIZACIÓN

Rubro	Nombre Apellido	Unidad /Cargo	Firma
Elaborado por	Ing. Rubén Santiago Muñoz Vasco, Mgtr.	Especialista de Gestión Ambiental	
Revisado por:	CrnI. (SP) Miguel Ángel Peña Caguana, Mgtr.	Director de la Unidad de Seguridad Integrada	
Aprobado por:	Cpvn. José Luis Troya Andrade, Mgtr.	Vicerrector Administrativo	