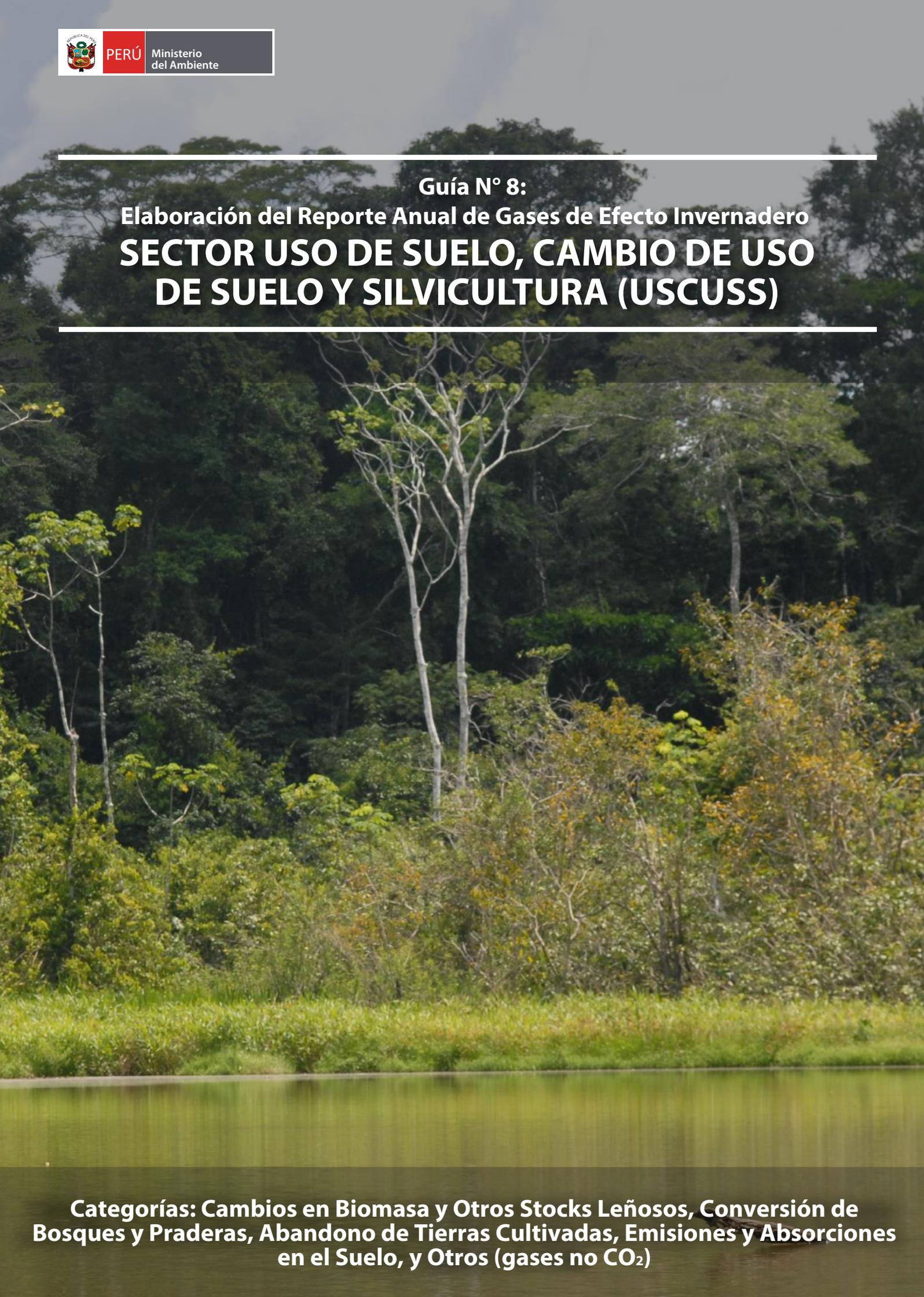

Guía N° 8:
Elaboración del Reporte Anual de Gases de Efecto Invernadero
SECTOR USO DE SUELO, CAMBIO DE USO
DE SUELO Y SILVICULTURA (USCUSS)



Categorías: Cambios en Biomasa y Otros Stocks Leñosos, Conversión de Bosques y Praderas, Abandono de Tierras Cultivadas, Emisiones y Absorciones en el Suelo, y Otros (gases no CO₂)

Guía N° 8: Elaboración del Reporte Anual de Gases de Efecto Invernadero - Sector Uso de Suelo, Cambio de Uso de Suelo y Silvicultura (USCUSS).

Categorías: Cambios en Biomasa y Otros Stocks Leñosos, Conversión de Bosques de Praderas, Abandono de Tierras Cultivadas, Emisiones y Absorciones en el Suelo, y Otros (gases no CO₂)

Elaborado por:

© Ministerio del Ambiente. Viceministerio de Desarrollo Estratégico de los Recursos Naturales. Dirección General de Cambio Climático, Desertificación y Recursos Hídricos.

Av. Javier Prado Oeste 1440. San Isidro / Lima – Perú / T: (511) 611 6000 / F: Anexo 1634

<http://infocarbono.minam.gob.pe> / infocarbono@minam.gob.pe

En colaboración con:





ABREVIATURAS	3
I. INTRODUCCIÓN	4
II. INFORMACIÓN GENERAL DEL INFOCARBONO	4
III. GESTIÓN PARA LA ELABORACIÓN DEL REPORTE ANUAL DE GASES DE EFETO INVERNADERO6	
1. FLUJO DE INFORMACIÓN PARA LA ELABORACIÓN DEL RAGEI.....	7
2. PROCEDIMIENTO PARA PRESENTAR EL RAGEI AL MINAM.....	7
3. CRONOGRAMA DE ELABORACIÓN, PRESENTACIÓN Y PROCESO DE CONTROL DE CALIDAD DEL REPORTE ANUAL DE GASES DE EFECTO INVERNADERO	10
IV. PROCEDIMIENTO TÉCNICO.....	11
1. BASE PARA LA REPRESENTACIÓN COHERENTE DEL USO DEL SUELO	11
2. CATEGORÍAS Y FUENTES	16
3. METODOLOGÍA DE CÁLCULO.....	22
3.1. Metodologías Genéricas Aplicables a Múltiples Categorías de Uso del Suelo.....	22
3.2. Cambios de biomasa y otros Stock de leñosos.....	26
3.3. Abandono de tierras cultivadas.....	31
3.4. Conversión de Bosques y Praderas	40
3.5. Emisiones y absorciones en el suelo	45
3.6. Otros (gases no CO ₂)	49
4. INCERTIDUMBRE.....	51
5. CONTROL DE CALIDAD	52
5.1. Técnicas generales de control de calidad.....	52
5.2. Técnicas específicas de control de calidad.....	55
6. INFORMACIÓN DISPONIBLE PARA LA ELABORACIÓN DEL REPORTE ANUAL DE GEI.....	55
6.1. Información nacional disponible para elaboración del RAGEI	55
6.2. Flujo de información.....	56
7. HOJA DE CÁLCULO PARA EL SECTOR USCUS.....	60
7.1. Presentación de hoja de cálculo.....	60
7.2. Flujos de cálculo	62
8. REPORTE ANUAL DE GASES DE EFECTO INVERNADERO	74
8.1. Características principales de la información.....	74
8.2. Ciclo para la elaboración del RAGEI.....	77
8.3. Contenido del Reporte Anual de Gases de Efecto Invernadero.....	78
9. SUGERENCIAS	78
V. GLOSARIO	84
VI. ANEXO	89

**ABREVIATURAS**

BUR	Informe Bienal de Actualización (Biennial Update Report, BUR por sus siglas en inglés)
C	Carbono
CH ₄	Metano
CMNUCC	Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático
CO ₂	Dióxido de carbono
CO ₂ e	Dióxido de carbono equivalente
DGCCDRH	Dirección General de Cambio Climático, Desertificación y Recursos Hídricos
DGIOFFS	Dirección General de Información y Ordenamiento Forestal y de Fauna Silvestre
FAO	Organización para la Agricultura y la Alimentación (Food and Agriculture Organization, FAO, por sus siglas en inglés)
FE	Factor de Emisión
GEI	Gases de Efecto Invernadero
GL1996	Directrices del IPCC para los Inventarios Nacionales de Gases de Efecto Invernadero – Versión Revisada en 1996
GL2006	Directrices del IPCC de 2006 para los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero
INGEI	Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero
IPCC	Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (Intergovernmental Panel on Climate Change, IPCC por sus siglas en Inglés)
MINAM	Ministerio del Ambiente
MINAGRI	Ministerio de Agricultura y Riego
N ₂ O	Óxido Nitroso
O ₃	Ozono
OBP2003	Orientación sobre las Buenas Prácticas para el Uso de la tierra, Cambio de Uso de la Tierra y Silvicultura.
PNCBMCC	Programa Nacional de Conservación de Bosques para la Mitigación del Cambio Climático
RAGEI	Reporte Anual de Gases de Efecto Invernadero
SERFOR	Servicio Forestal y de Fauna Silvestre
USCUSS	Uso de Suelo, Cambio de Uso de Suelo y Silvicultura



I. INTRODUCCIÓN

De acuerdo a las Disposiciones para la elaboración del Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero (INFOCARBONO), aprobadas por Decreto Supremo N° 013-2014-MINAM, el Ministerio del Ambiente (MINAM), entre otras funciones, diseñará y aprobará, en coordinación con las entidades competentes, formatos, lineamientos, metodologías, guías u otro instrumento similar, para la implementación y funcionamiento del INFOCARBONO.

En este sentido, el MINAM ha elaborado la presente **“Guía N° 8: Elaboración del Reporte Anual de Gases de Efecto Invernadero – Sector Uso del Suelo, Cambio de Uso de Suelo y Silvicultura. Categorías: Tierras forestales, Tierras agrícolas, Praderas, Asentamientos, Otras Tierras y Otros (gases no CO₂)”**, con el objetivo de orientar el proceso de elaboración del Reporte Anual de Gases de Efecto Invernadero (RAGEI) del sector Uso de Suelo, Cambio de Uso de Suelo y Silvicultura, de conformidad con las Directrices del IPCC para los Inventarios Nacionales de Gases de Efecto Invernadero – Versión Revisada en 1996 (GL1996) y la Orientación sobre las Buenas Prácticas para el Uso de la tierra, Cambio de Uso de la Tierra y Silvicultura (OBP2003).

La presente guía proporciona metodologías destinadas a estimar las emisiones antropogénicas por fuentes de gases de efecto invernadero (GEI) no controlados por el Protocolo de Montreal y podrá ser actualizada por el MINAM, en caso se realice algún cambio metodológico, incorporación de nueva información u otro similar. La entidad que aplique la presente guía podrá sugerir las modificaciones correspondientes al MINAM.

II. INFORMACIÓN GENERAL DEL INFOCARBONO

El 19 de diciembre del 2014 se publicó el Decreto Supremo N° 013-2014-MINAM mediante el cual se establece las Disposiciones para la elaboración del Inventario Nacional de Gases Efecto Invernadero (INFOCARBONO) cuya finalidad es establecer un conjunto de acciones orientadas a la recopilación, evaluación y sistematización de información referida a la emisión y remoción de gases de efecto invernadero.

El INFOCARBONO contribuirá a la formulación de políticas, estrategias y planes de desarrollo que reduzcan las emisiones de GEI y al cumplimiento de los compromisos asumidos por el país con la suscripción de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC) y el Protocolo de Kyoto.

El MINAM, a través de la Dirección General de Cambio Climático, Desertificación y Recursos Hídricos (DGCCDRH), es responsable de implementar, administrar y conducir el INFOCARBONO. Asimismo, las entidades competentes de distintos sectores del gobierno se encargarán de elaborar el Reporte Anual de Gases de Efecto Invernadero, en el marco de lo establecido en las Disposiciones para la elaboración del Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero (INFOCARBONO), el cual servirá como insumo para generar el Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero (INGEI), con periodicidad anual, que será difundido al público a través del Sistema Nacional de Información Ambiental (SINIA) y el Anuario de Estadísticas Ambientales del Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI).

En tal sentido, las entidades competentes, de acuerdo al Decreto Supremo en mención, tendrán a su cargo las siguientes funciones:

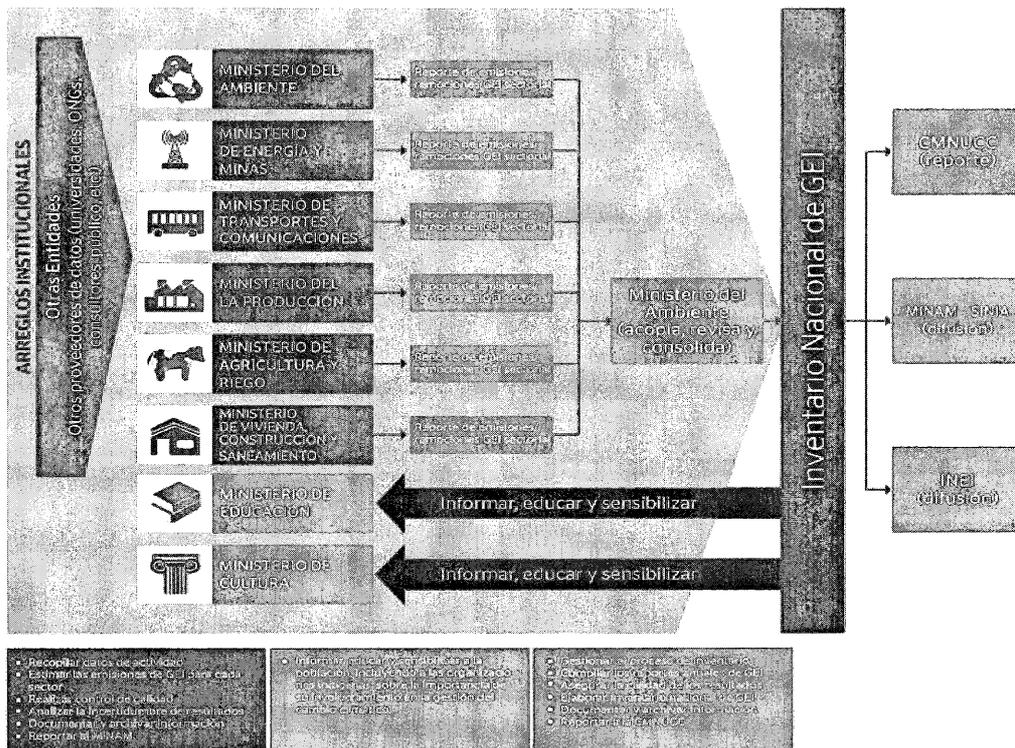


- a) Promover mecanismos conducentes a la generación, recopilación y sistematización de información vinculada a gases de efecto invernadero.
- b) Requerir información vinculada a la emisión y remoción de gases de efecto invernadero, así como controlar la calidad de la información recibida.
- c) Elaborar el Reporte Anual de Gases de Efecto Invernadero.
- d) Suscribir convenios u otros mecanismos similares con entidades públicas o privadas para la obtención de la información vinculada a gases de efecto invernadero, en caso corresponda.
- e) Informar, educar y sensibilizar a la población incluyendo a las organizaciones indígenas, sobre la importancia de su involucramiento en la gestión del cambio climático.

El esquema del proceso del Infocarbono se muestra en la Figura 1.



Figura 1. Esquema del Proceso de Infocarbono



III. GESTIÓN PARA LA ELABORACIÓN DEL REPORTE ANUAL DE GASES DE EFETO INVERNADERO

El MINAM en forma colaborativa con el Ministerio de Agricultura y Riego (MINAGRI) a través del Servicio Nacional Forestal y de Fauna Silvestre (SERFOR) estarán a cargo de elaborar el RAGEI. Para ello se conformará un Grupo Técnico de Apoyo (GTA¹).

El MINAM, realizará las siguientes actividades²:

- a) Realizar una reunión de inicio para planificar la elaboración del RAGEI, identificando y asignando las tareas que correspondan.
- b) Realizar una reunión con las direcciones de línea y/o entidades generadoras de información para analizar cuál es la información que se necesita para la elaboración del RAGEI, a fin de tomar acciones de corto plazo (1 año), mediano plazo (4 años) y largo plazo (8 años).
- c) Asegurar la disponibilidad del personal para que realicen las actividades asignadas para el desarrollo del RAGEI.
- d) Solicitar a las direcciones de línea y/o instituciones correspondientes información para la elaboración del RAGEI, con periodicidad anual.

¹ Conformado por la Dirección General de Cambio Climático Desertificación y Recursos Hídricos (DGCCDRH), el Programa Nacional de Bosques para la Mitigación del Cambio Climático (PNCBMCC) y el Servicio Nacional Forestal y Fauna Silvestre (SERFOR).

² En el Anexo 1 se sugiere el perfil del profesional que puede apoyar en el proceso de elaboración del RAGEI



- e) Elaborar el RAGEI, a partir de la información obtenida, siguiendo los procedimientos técnicos establecidos en la presente guía.
- f) Presentar el RAGEI a las instituciones generadoras de información, para confirmar que toda la información, recolectada y procesada, sea la correcta.
- g) Designar, al menos, un miembro del equipo de elaboración del RAGEI para que realice un control de calidad de la información y verifique que los cálculos realizados sean los correctos.
- h) Remitir el RAGEI, en el mes de junio de cada año.
- i) Sugerir y/o realizar estudios para generar, clarificar y/o mejorar la información.
- j) Proponer la actualización de la guía, en caso corresponda.

El MINAM a través de la Dirección General de Cambio Climático, Desertificación y Recursos Hídricos (DGCCDRH) participará en el proceso de elaboración del RAGEI, mediante las siguientes acciones:

- a) Brindar asistencia técnica a las entidades competentes.
- b) Actualizar los formatos, lineamientos, metodologías, guías u otro instrumento similar, para la implementación y funcionamiento del INFOCARBONO.
- c) Recopilar, sistematizar y evaluar la información contenida en el RAGEI.
- d) Solicitar a la entidad aclaraciones o precisiones sobre el RAGEI, cuando correspondan.
- e) Sistematizar la información del RAGEI para la elaboración del INGEI.

1. FLUJO DE INFORMACIÓN PARA LA ELABORACIÓN DEL RAGEI

El MINAM solicitará información a los miembros del GTA, MINAGRI u otras entidades, según corresponda, cuyo detalle se encuentra contenida en el ítem 6.2 y Anexo 2 de la presente guía.

2. PROCEDIMIENTO PARA PRESENTAR EL RAGEI AL MINAM

El RAGEI, que está acompañado de la hoja de cálculo³ y los documentos que respaldan la información consignada en el mismo, deberá ser remitido al MINAM, de la siguiente manera:

- a) Subir el RAGEI, en versión digital, en el aplicativo *inforcarbono.minam.gob.pe*, utilizando el usuario y clave proporcionado por el MINAM.
- b) Remitir el RAGEI, en físico, al Viceministerio de Desarrollo Estratégico de los Recursos Naturales del MINAM, indicando que su versión digital se encuentra disponible en el aplicativo señalado en el párrafo precedente.

Durante el proceso de elaboración del INGEI, el MINAM revisará la información contenida en el RAGEI y, en caso corresponda, solicitará las aclaraciones y precisiones correspondientes, a través de reuniones de coordinación que serán registradas en actas.

El INGEI será reportado a la CMNUCC, a través de las Comunicaciones Nacionales y del Informe Bienal de Actualización. Este último Informe será revisado por el International Consultation and Analysis (ICA por sus siglas en inglés) que es un proceso conducido por un equipo técnico de expertos de la CMNUCC. En este sentido, en caso se reciba observaciones del equipo técnico de expertos, se podrá solicitar nuevamente aclaraciones y precisiones de la información del RAGEI.

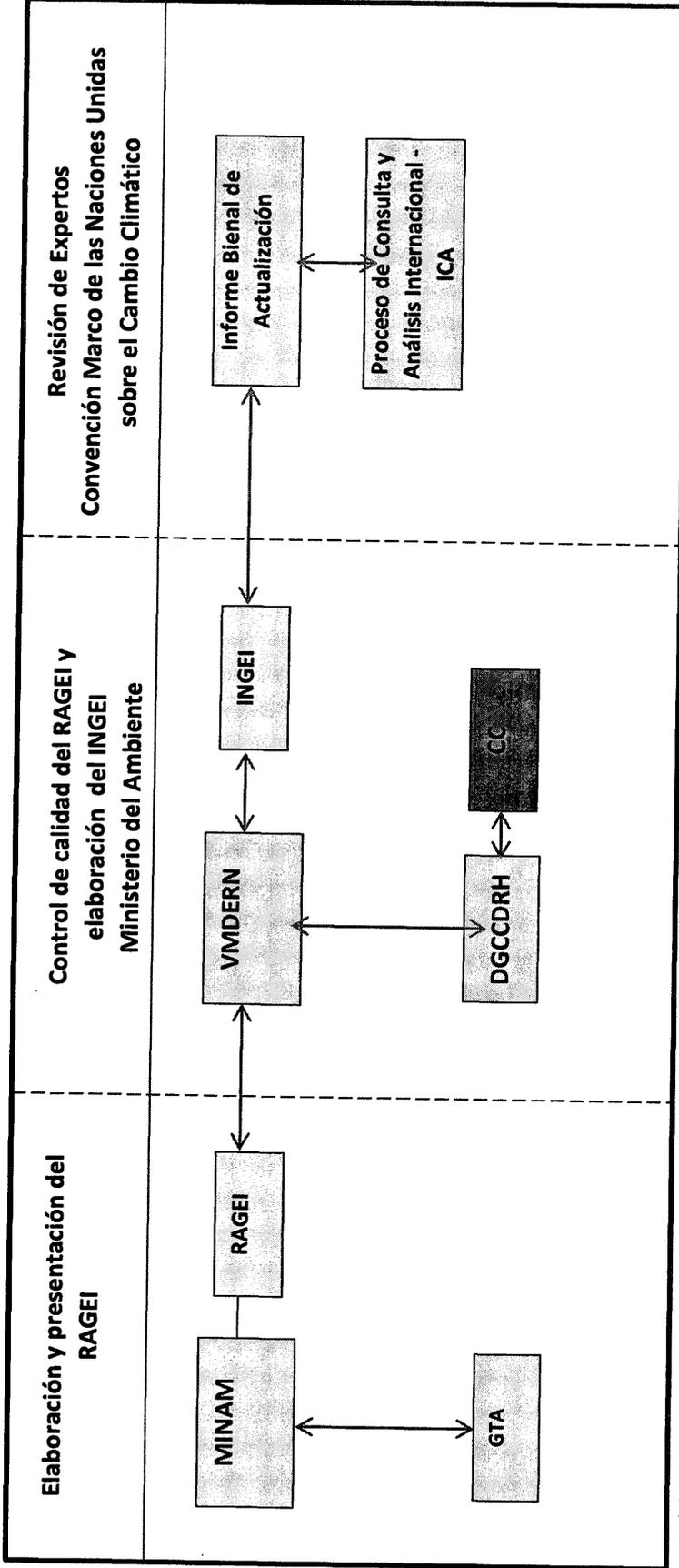
³ Se refiere a la hoja de cálculo para la estimación de emisiones de GEI, en la sección 6 se detalla información sobre su contenido y estructura. Esta hoja de cálculo está disponible en el siguiente link: <http://inforcarbono.minam.gob.pe/uscuss/>



En la Figura 2 se muestra el proceso para elaborar y presentar el RAGEI al MINAM, así como el proceso de control de calidad.



Figura 2 Proceso para elaborar y presentar el RAGEI al MINAM y proceso de control de calidad



Fuente: elaboración propia

Legenda:

CC: Control de Calidad

DGCCDRH: Dirección General de Cambio Climático, Desertificación y Recursos Hídricos

RAGEI: Reporte Anual de Gases de Efecto Invernadero

VMDERN: Viceministerio de Desarrollo Estratégico de los Recursos Naturales

GTA: Grupo Técnico de Apoyo



IV. PROCEDIMIENTO TÉCNICO

Este procedimiento técnico ha sido elaborado siguiendo las Directrices del IPCC del 1996 para los Inventarios Nacionales de Gases de Efecto Invernadero (GL1996)⁴ y tomando como base la experiencia del último INGEI con año base 2012. En ese sentido, dicho procedimiento aborda los siguientes temas:

- a) Base para la representación coherente del uso del suelo
- b) Categorías y Fuentes
- c) Metodología de cálculo
- d) Incertidumbre
- e) Control de Calidad
- f) Información disponible para la elaboración del RAGEI
- g) Hoja de cálculo
- h) Reporte Anual de Gases de Efecto Invernadero
- i) Sugerencias

1. BASE PARA LA REPRESENTACIÓN COHERENTE DEL USO DEL SUELO⁵

En el Inventario Nacional de GEI 2012, la representación de la Tierra corresponde al procedimiento 1 para estimar emisiones y absorciones en las categorías 5A-5E de la OBP 2003 las cuales se obtienen haciendo una homologación a la Memoria Descriptiva del Mapa De Cobertura Vegetal del Perú 2012, donde se menciona que a nivel nacional tenemos una cobertura de bosques naturales de 73'280,424 ha de los cuales, 68'961,682 ha son de bosques húmedos de la Amazonía; 4'107,118 ha de bosque secos costeros y andinos y 211,625 ha son bosques relictos andinos.

Estas áreas de bosque tienen gran presión y sufren permanentes acciones antrópicas: corte y quema de áreas forestales, aprovechamiento de madera, aprovechamiento de leña, incendios forestales etc. Algunas acciones como la pérdida de bosque por corte y quema para el cambio de uso del suelo de bosque a agricultura o pasto, son acciones que perjudican a grandes áreas forestales cambiando el uso del suelo y entrando luego a un ciclo de corte y quema permanente en estas áreas. Los bosques secundarios son parte un ciclo de cambio de uso de suelos, son áreas boscosas pero no llegan a mantenerse como bosques en el tiempo y forman parte de las tierras en descanso, destinadas luego de la deforestación a agricultura o pastos.

Las OBP 2003, recomienda que una vez establecidos el uso de la tierra y la conversión del uso de la tierra, es necesario considerar la necesidad de una estratificación adicional, para localizar datos pertinentes de capítulos posteriores, para factores de emisión, existencias de carbono, entre otros. Para el sector USCUS del INGEI 2012, se ha utilizado la estratificación realizada por el Inventario Nacional Forestal y de Fauna Silvestre, que distingue las coberturas del país en Ecozonas, las cuales se han homologado a los Sistemas de manejo y uso de la Tierra de la GL1996 y las unidades del mapa de cobertura vegetal del Perú del año 2012.

La Tabla 2 muestra el ejercicio realizado en el INGEI 2012 para estandarizar las unidades de vegetación a las categorías de los sistemas de manejo que brinda la GL1996

⁴ http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/spanish/pdf/2_Volume2/V2_2_Ch2_Stationary_Combustion.pdf

⁵ OBP 2003. Notese que la OBP utiliza Base para la representación coherente de áreas de tierra.



3. CRONOGRAMA DE ELABORACIÓN, PRESENTACIÓN Y PROCESO DE CONTROL DE CALIDAD DEL REPORTE ANUAL DE GASES DE EFECTO INVERNADERO

El MINAM desarrollará las siguientes actividades:

Tabla 1. Cronograma de elaboración y presentación del RAGEI

Actividad	Año anterior						Año de presentación del RAGEI											
	MES																	
	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Inicio de recopilación de información																		
Elaboración del RAGEI																		
Subir el RAGEI en el aplicativo inforcarbono.minam.gob.pe																		
Remitir el RAGEI																		
Análisis y levantamiento de observaciones al RAGEI																		

Fuente: elaboración propia



Tabla 2. Re- Categorización de los Sistemas de manejo y uso de la Tierra de la GL1996 y las unidades de Vegetación del Mapa de Cobertura Vegetal del Perú

Código GL1996	Categoría GL1996	Unid. Vegetación Mapa Cobertura Vegetal 2009	Área (ha)
A1	Bosque muy húmedo	Aguajal	6,306,181.8
		Bosque húmedo de colina alta	3,150,508.6
		Bosque húmedo de colina baja y lomada	28,257,201.4
		Bosque húmedo de superficie plana inclinada	80,301.1
		Bosque húmedo de terraza alta	4,989,155.5
		Bosque húmedo de terraza baja y media	11,532,895.1
		Bosque muy húmedo con deforestación al 2009	3,232,385.2
A2	Bosque húmedo con corto período seco	No existe	-
A3	Bosque húmedo con largo período seco	No existe	-
A4	Bosque seco	Algarrobal ribereño	7,004.2
		Bosque seco de colina alta	333,579.3
		Bosque seco de colina baja	285,416.3
		Bosque seco de lomada	169,070.6
		Bosque Seco de Montaña	844,865.6
		Bosque seco de pie de monte	215,138.4
		Bosque seco tipo sabana	1,318,349.0
		Manglar	5,870.0
A5	Bosques húmedos de montaña	Bosque relicto meso andino de conífera	845.1
		Bosque húmedo de montaña	15,205,506.5
		Bosque relicto alto andino	67,750.7
		Bosque relicto meso andino	143,029.0
		Bosque húmedo de montaña con deforestación al 2009	4,640,468.1
A6	Bosques secos de montaña	Bosque Seco de Montaña	461,295.2
		Bosque seco valle interandino	487,696.9
		Matorral Arbustivo	8,049,261.1
		Matorral esclerófilo	2,524.7

Fuente: Elaboración propia

Como se observa en la Tabla 2, existen dos categorías de la GL1996 que no corresponden a ninguna unidad vegetal del Mapa de Cobertura del 2009⁶, cabe resaltar que recientemente se ha realizado una actualización del Mapa de Cobertura Vegetal siendo necesario un reajuste de esta homologación.

El Mapa de Cobertura Vegetal distingue además coberturas de vegetación con deforestación, las que corresponden a subdivisiones de las categorías A1 y A5, aunque estas han sido reportadas en el análisis de cuantificación de cobertura y pérdida de bosque entre los años 2000-2009⁷, deben permanecer dentro de las categorías de bosque para poder hacer seguimiento de los cambios entre subcategorías

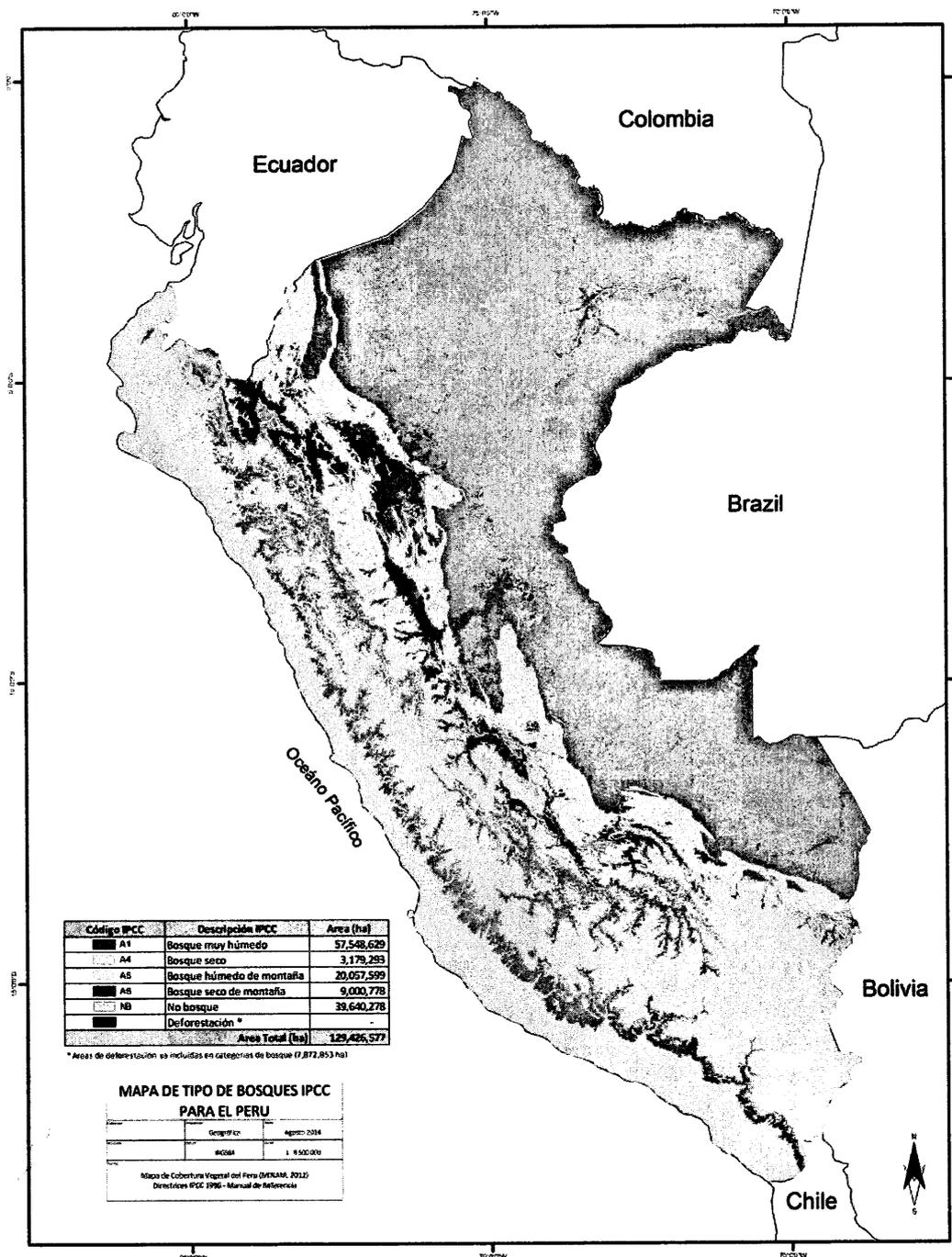
Los nuevos límites de acuerdo a los Sistemas de manejo y uso de la Tierra de la GL1996– Cobertura Vegetal 2009 se pueden ver en el siguiente mapa:

⁶ Cabe señalar que la actualización del Mapa de vegetación, es un trabajo que lo vienen realizando la Dirección General de Evaluación, Valoración y Financiamiento del Patrimonio Natural y la Dirección General de Ordenamiento Territorial del Ministerio del Ambiente; que aún se encuentra en proceso.

⁷ Mapa Nacional de Cobertura Vegetal: Memoria Descriptiva / Ministerio del Ambiente, Dirección General de Evaluación, Valoración y Financiamiento del Patrimonio Natural. MINAM, 2012



Figura 3. Sistemas de manejo y Uso de la Tierra GL1996 aplicables a Perú en base a Mapa de Cobertura Vegetal 2009 (con áreas deforestadas)



Adicionalmente, se consideró necesario establecer una homologación con las Ecozonas que ofrece el Inventario Nacional Forestal (INF) que divide los bosques del país en 6 sub-poblaciones o Ecozonas debido a la complejidad eco sistémica de los bosques del Perú y a las diversas condiciones de accesibilidad⁸, A continuación se describe brevemente cada una de ellas

⁸ Metodología del Inventario Nacional Forestal – Perú. Diseño y Planificación. INF, 2013.



- 1) **Selva Baja.** Ubicada en la zona oriental, desde los 100 a 500 msnm, con vegetación predominantemente arbórea. Es la más extensa del país.
- 2) **Zona Hidromórfica** o formación geológica Ucamará, que contiene los grandes humedales del departamento de Loreto. Se mantiene generalmente inundada, por tanto su vegetación es típica de estas condiciones.
- 3) **Selva Alta Accesible.** Desde los departamentos de Amazonas y Cajamarca por el norte, hasta Puno en el sur, y desde los 500 a 3800 msnm. Son zonas con buena accesibilidad.
- 4) **Selva Alta Difícil.** Parecida a la anterior, pero con accesibilidad limitada debido a su relieve montañoso de fuertes pendientes.
- 5) **Sierra.** Ubicada longitudinalmente entre los 2000 msnm en la vertiente occidental hasta los 3800 msnm en la vertiente oriental. Los bosques son de tipo relicto y de valles interandinos.
- 6) **Costa.** A lo largo del litoral peruano, de 0 a 2000 msnm, predominantemente desértica y con unidades de bosque tipo seco en la zona norte.

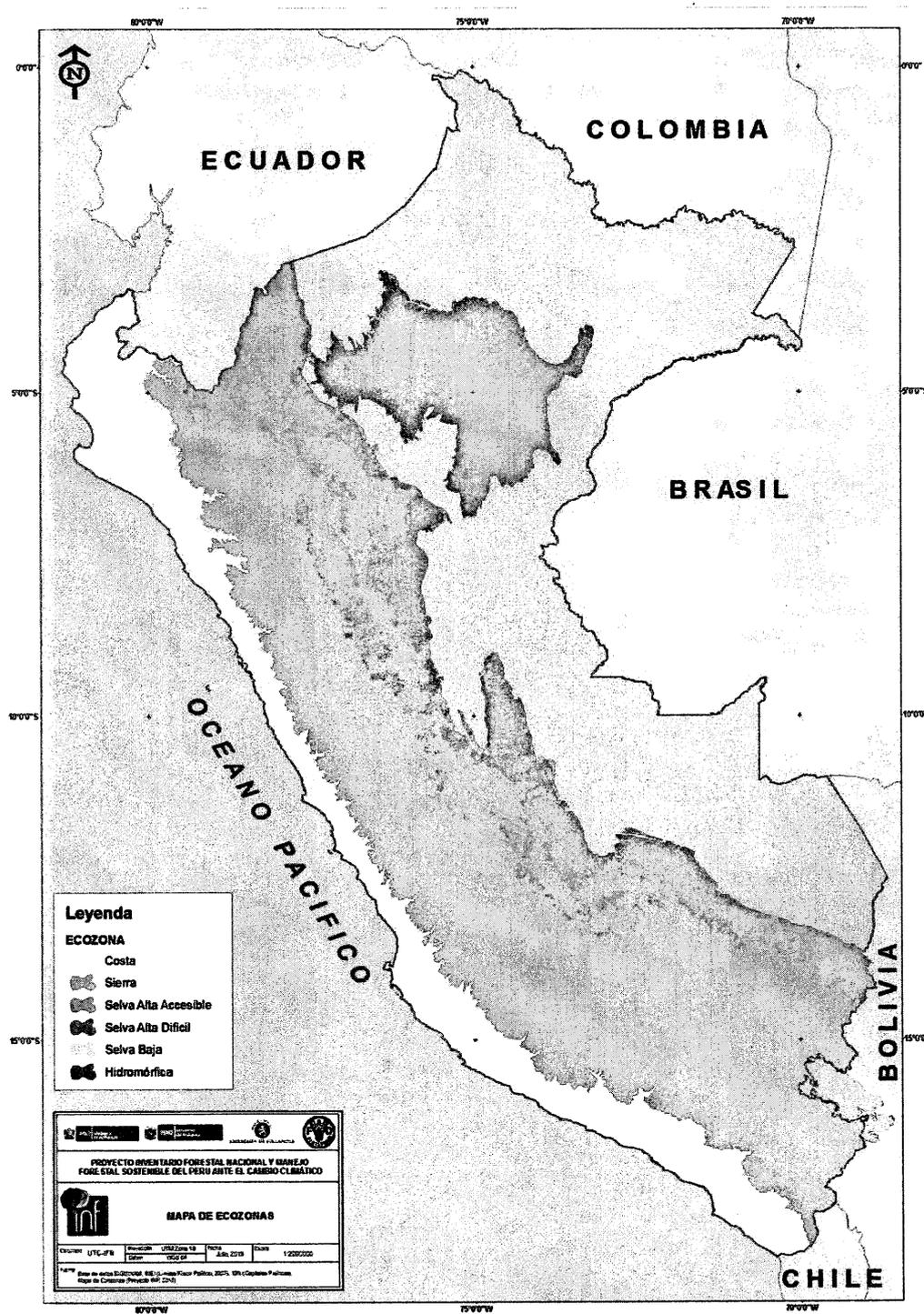
Las ecozonas y el Mapa de Cobertura Vegetal del Perú comparten los mismos límites y han sido desarrollados con los mismos insumos base, La Figura 4 muestra los límites de las Ecozonas, adicionalmente se han definido existencias de carbono a nivel nacional sobre la base de la estratificación de las Ecozonas.

Las metodologías descritas en esta guía consideran las emisiones por los cambios en la Biomasa Aérea, Biomasa Radicular y el Carbono Orgánico del Suelo (mineral y orgánico) como fuente o depósito de CO₂ para todas las subcategorías definidas de la OBP2003: Tierras forestales (TFTF, TTF); Tierras de cultivo (TATA, TFTA), Praderas (TFP), Asentamientos (TFA) y Otras Tierras (TFOT)

Los principales gases de efecto invernadero del Sector USCUS son el Dióxido de Carbono (CO₂), Metano (CH₄) y Óxido Nitroso (N₂O). El flujo de CO₂ entre la atmósfera y los ecosistemas depende del proceso de captación, mediante la fotosíntesis, y de los procesos de liberación, a través de la respiración, descomposición y combustión de materia orgánica. El N₂O es un subproducto de la nitrificación y desnitrificación de suelos gestionados, mientras que el CH₄ es emitido mediante metanogénesis en condiciones anaeróbicas en suelos y depósitos de estiércol, a través de la fermentación entérica y durante la combustión incompleta de materia orgánica.



Figura 4. Ecozonas del Inventario Forestal Nacional



Fuente: INF, 2013



2. CATEGORÍAS Y FUENTES

Las emisiones de GEI del sector Uso de Suelo, Cambio de Uso del Suelo y Silvicultura son el resultado de:

- Las emisiones y absorciones de CO₂ resultantes de los cambios en las existencias de carbono en la biomasa, materia orgánica muerta y suelos minerales, para todas las tierras gestionadas.
- Las emisiones de CO₂ y no-CO₂ producidas por incendios en todas las tierras gestionadas.
- Las emisiones de N₂O de todas las tierras gestionadas.
- Las emisiones de CO₂ y N₂O de humedales gestionados.
- El cambio en las existencias de carbono relacionado con los productos de madera recolectada.

Los flujos de gas de efecto invernadero en este Sector pueden estimarse de dos maneras: 1) como cambios netos en las existencias de C a medida que transcurre el tiempo (lo que se emplea para la mayoría de los flujos de CO₂) y 2) directamente como caudales de flujo de gas hacia y desde la atmósfera (lo que se utiliza para estimar las emisiones de no-CO₂ y algunas emisiones y absorciones de CO₂).

La tabla 3 muestra los depósitos de CO₂ por categoría de uso de la tierra relevantes para el sector USCUS.

Tabla 3. Depósitos de CO₂ por categorías de uso de la tierra relevantes

Fuentes Subcategorías	Biomasa Aérea	Biomasa Subterránea	Materia Orgánica Muerta	Carbono del Suelo
Tierras Forestales	X	X	X	X
Tierras de Cultivo	X			X
Pastizales	X			X
Asentamientos	X			X
Otras Tierras	X			X

Fuente: OBP2003

En este marco, con el fin de reportar las emisiones y/o remociones y mantener un orden y uniformidad con otros inventarios nacionales de GEI se han establecido categorías y fuentes. Aun así es posible cambiar los conceptos de niveles de subcategoría o fuente, de acuerdo a la realidad nacional, siempre que se cubra la totalidad de las fuentes de emisión.

Las fuentes de emisión por categorías considera la codificación en letras y números. El primer nivel⁹ utiliza los números del 1 al 6, correspondientes a los sectores de un inventario; el segundo nivel utiliza las letras mayúsculas, correspondientes a las categorías del sector; el tercer nivel es identificado por números, correspondientes a las subcategorías; el cuarto nivel utiliza letras en minúsculas, correspondientes a las fuentes; y el quinto nivel utiliza letras en números romanos en minúscula¹⁰, que corresponden a las subfuentes.

Tabla 4. Niveles de codificación de las fuentes y denominación

Nivel de codificación de las categorías y fuentes	Denominación en esta guía
5	Primero nivel de categoría: Sector
A	Segundo nivel de categoría: Categoría
1	Tercer nivel de categoría: Subcategoría
a	Cuarto nivel de categoría: Fuente

⁹ Originalmente el IPCC considera 04 sectores, pero se ha modificado tomando las condiciones particulares del país.

¹⁰ GL2006, Volumen 1, Capítulo 8.



i	Quinto nivel de categoría: Subfuente
---	--------------------------------------

Fuente: Elaboración propia

En el presente caso, al sector USCUS le corresponde el número 5. Asimismo, dicho sector esta compuesto por las categorías *Cambios en biomasa y otros stocks leñosos* (códigos: 5A), *conversión de bosques y praderas* (código: 5B), *abandono de tierras cultivadas* (código: 5C), *emisiones y absorciones en el suelo* (código: 5D) y *otros gases no CO₂* (código: 5E). La Tabla 5 muestra los niveles de codificación de las fuentes de acuerdo a las GL1996 y su correspondencia con las OBP 2003.

Tabla 5. Niveles de codificación de las fuentes y denominación categorías, subcategorías para el sector USCUS

Codificación					Nombre de la categoría	Correspondencia OBP 2003
S	C	SC	F	SF		
5					Uso de suelos y cambio de uso de suelos y Silvicultura	
	5A				Cambios en biomasa y otros stocks leñosos	
		5A1			Pérdidas (tala, leña e incendios - bosques primarios)	TFTF,
		5A2			Incremento de biomasa	TTF
		5A3			Cultivos perennes	TATA
	5B				Conversión de Bosques y Praderas	
		5B1			Tierra Forestal a Tierras Agrícolas	TFTA
		5B2			Tierra Forestal a Praderas	TFP
		5B3			Tierra Forestal a Asentamientos	TFA
		5B4			Tierra Forestal a Otros	TFOT
	5C				Abandono de tierras cultivadas	TTF
	5D				Emisiones y absorciones en el suelo	TFTA, TFP
	5E				Otros (gases no CO ₂)	TFTF, TFTA, TFP

La Tabla 6 muestra todas las categorías, subcategorías, fuentes y subfuentes que componen el Sector Uso de Suelo Cambio de Uso de Suelo y Silvicultura, de acuerdo a lo establecido¹¹ por las OBP2003 y GL1996.

En dicha tabla se han colocado algunas notas señalando los casos en que: a) no se tiene información de algunas fuentes; b) la información no está desagregada en el nivel requerido, c) la información no corresponde a la fuente o actividad; d) la información no se desarrolla en el país; o, d) se ha realizado una recategorización, en función a la realidad del país y la disponibilidad de la información.

Asimismo, para diferenciar el nivel de codificación, se ha usado el color rojo para el sector (S), el azul para las categorías (C), el naranja para las sub-categorías (SC), el verde para las fuentes (F), el negro para las sub fuentes (SF) y el gris para aquellos casos que no han sido desarrollados

11



Tabla 6. Codificación y Categorías del sector USCUS – Cambios en biomas y otros Stocks leñosos. Conversión de bosques y praderas, abandono de tierras cultivadas, emisiones y absorciones en el suelos y otros (gases no CO₂)

Codificación ¹		Nombre de la categoría	Explicación	Gases
S	C			
5		Uso del Suelo, Cambio de Uso de Suelo y Silvicultura		
5B		Tierra	Emisiones y absorciones de cinco categorías del uso de la tierra (tierras forestales, tierras de cultivo, pastizales, asentamientos y otras tierras) exceptuando las fuentes enumeradas en 3C (fuentes agregadas y fuentes de emisiones diferentes de CO ₂ sobre tierras). Exceptuando los humedales, el inventario de gases de efecto invernadero implica la estimación de los cambios en las existencias de carbono de cinco depósitos de carbono (a saber: biomasa sobre la superficie, biomasa debajo de la superficie, madera muerta, hojarasca y materia orgánica del suelo) en la medida en que fuera adecuado. Emisiones y absorciones de tierras con vegetación maderera coherente con los umbrales usados para definir las tierras forestales en el inventario nacional de gases de efecto invernadero, subdivididas en gestionadas y no gestionadas, y posiblemente también por región climática, tipo de suelo y tipo de vegetación según fuera adecuado. Incluye también los sistemas con vegetación que actualmente no alcanza, pero que se espera que supere los valores usados por un país para definir la categoría de tierra forestal	CO ₂ , CH ₄ , N ₂ O, NO _x CO, COVDM, SO ₂
5B1		Tierras Forestales		CO ₂ , CH ₄ , N ₂ O, NO _x CO, COVDM, SO ₂
5B1a		Tierras Forestales que permanecen como tales	Emisiones y absorciones de bosques y plantaciones gestionados que siempre fueron para uso como tierra forestal u otras categorías de tierras convertidas en bosques hace más de 20 años (hipótesis por defecto).	CO ₂ , CH ₄ , N ₂ O, NO _x CO, COVDM, SO ₂
5B1b		Tierras convertidas en Tierras Forestales	Emisiones y absorciones de tierras convertidas en tierras forestales. Incluye la conversión de tierras de cultivo, pastizales, humedales, asentamientos y otras tierras en tierras forestales. Se incluyen también las tierras abandonadas que se regeneran como bosques debido a las actividades humanas.	CO ₂ , CH ₄ , N ₂ O, NO _x CO, COVDM, SO ₂
	5B1bi	Tierras de cultivo convertidas en tierras forestales	Emisiones y absorciones de tierras de cultivo convertidas en tierras forestales	CO ₂ , CH ₄ , N ₂ O, NO _x CO, COVDM, SO ₂
	5B1bii	Pastizales convertidos en tierras forestales	Emisiones y absorciones de pastizales convertidos en tierras forestales	CO ₂ , CH ₄ , N ₂ O, NO _x CO, COVDM, SO ₂
	5B1biii	Humedales convertidos en tierras forestales	Emisiones y absorciones de humedales convertidos en tierras forestales	CO ₂ , CH ₄ , N ₂ O, NO _x CO, COVDM, SO ₂
	5B1biv	Asentamientos convertidos en tierras forestales	Emisiones y absorciones de asentamientos convertidos en tierras forestales.	CO ₂ , CH ₄ , N ₂ O, NO _x CO, COVDM, SO ₂
	5B1bv	Otras tierras convertidos en tierras forestales	Emisiones y absorciones de otras tierras convertidas en tierras forestales	CO ₂ , CH ₄ , N ₂ O, NO _x CO, COVDM, SO ₂



Codificación*	Nombre de la categoría	Explicación	Gases
5B2	Tierras de Cultivo	Emisiones y absorciones de tierras arables y de labores de cultivo, arrozales y sistemas de agroforestación, en los que la vegetación se encuentra debajo de los umbrales usados para la categoría de tierra forestal	CO ₂ , CH ₄ , N ₂ O, NO _x CO, COVDM, SO ₂
5B2a	Tierras de cultivo que permanecen como tales	Emisiones y absorciones de las tierras de cultivo que no han sufrido cambio alguno en el uso de la tierra durante el periodo del inventario	CO ₂ , CH ₄ , N ₂ O, NO _x CO, COVDM, SO ₂
5B2b	Tierras convertidas en tierras de cultivo	Emisiones y absorciones de las tierras convertidas en tierras de cultivo. Incluye la conversión de tierras forestales, tierras de cultivo, pastizales, humedales, los asentamientos y otras tierras en tierras de cultivo.	CO ₂ , CH ₄ , N ₂ O, NO _x CO, COVDM, SO ₂
5B2bi	Tierras forestales convertidos en tierras de cultivo	Emisiones y absorciones de las tierras forestales convertidas en tierras de cultivo.	CO ₂ , CH ₄ , N ₂ O, NO _x CO, COVDM, SO ₂
5B2bii	Pastizales convertidos en tierras de cultivo	Emisiones y absorciones de los pastizales convertidos en tierras de cultivo.	CO ₂ , CH ₄ , N ₂ O, NO _x CO, COVDM, SO ₂
5B2biii	Humedales convertidos en tierras de cultivo	Emisiones y absorciones de los humedales convertidos en tierras de cultivo	CO ₂ , CH ₄ , N ₂ O, NO _x CO, COVDM, SO ₂
5B2biv	Asentamientos convertidos en tierras de cultivo	Emisiones y absorciones de los asentamientos convertidos en tierras de cultivo.	CO ₂ , CH ₄ , N ₂ O, NO _x CO, COVDM, SO ₂
5B2bv	Otras tierras convertidas en tierras de cultivo	Emisiones y absorciones de otras tierras convertidas en tierras de cultivo.	CO ₂ , CH ₄ , N ₂ O, NO _x CO, COVDM, SO ₂
5B3	Pastizales	Emisiones y absorciones de las tierras de pastura que no son consideradas tierras de cultivo. Incluye también los sistemas con vegetación maderera que no llega a los valores de los umbrales usados en la categoría de tierras forestales y que no se espera que los supere sin la intervención humana. Esta categoría incluye también todos los pastizales de tierras silvestres para áreas recreativas, así como sistemas agrícolas y de silvipastura, subdivididos en gestionados y no gestionados, conforme a las definiciones nacionales.	CO ₂ , CH ₄ , N ₂ O, NO _x CO, COVDM, SO ₂
5B3a	Pastizales que permanecen como tales	Emisiones y absorciones de los pastizales que permanecen como tales.	CO ₂ , CH ₄ , N ₂ O, NO _x CO, COVDM, SO ₂
5B3b	Tierras convertidas en pastizales	Emisiones y absorciones de las tierras convertidas en pastizales.	CO ₂ , CH ₄ , N ₂ O, NO _x CO, COVDM, SO ₂
5B3bi	Tierras forestales convertidos en pastizales	Emisiones y absorciones de las tierras forestales convertidas en pastizales	CO ₂ , CH ₄ , N ₂ O, NO _x CO, COVDM, SO ₂
5B3bii	Tierras de cultivo convertidos en pastizales	Emisiones y absorciones de las tierras de cultivo convertidas en pastizales	CO ₂ , CH ₄ , N ₂ O, NO _x CO, COVDM, SO ₂
5B3biii	Humedales convertidos en pastizales	Emisiones y absorciones de los humedales convertidos en pastizales.	CO ₂ , CH ₄ , N ₂ O, NO _x CO, COVDM, SO ₂



Codificación ¹	Nombre de la categoría	Explicación	Gases
5B3biv	Asentamientos convertidos en pastizales	Emisiones y absorciones de los asentamientos convertidos en pastizales.	CO ₂ , CH ₄ , N ₂ O, NO _x , CO, COVDM, SO ₂
5B3bv	Otras tierras convertidas en pastizales	Emisiones y absorciones de otras tierras convertidas en pastizales.	CO ₂ , CH ₄ , N ₂ O, NO _x , CO, COVDM, SO ₂
5B5	Asentamientos	Emisiones y extracciones de todas las tierras desarrolladas, incluyendo infraestructuras de transporte y asentamientos humanos de cualquier tamaño, salvo que ya se hayan incluido en otras categorías. Debe hacerse en forma coherente con las definiciones nacionales.	CO ₂
5B5a	Asentamientos que permanecen como tales	Emisiones y absorciones de asentamientos que no han sufrido cambio alguno en el uso de la tierra durante el periodo del inventario.	CO ₂
5B5b	Tierras convertidas en asentamientos	Emisiones y absorciones de tierras convertidas en asentamientos. Incluye la conversión de tierras forestales, tierras de cultivo, pastizales, humedales y otras tierras en asentamientos	CO ₂
5B5bi	Tierras forestales convertidas en asentamientos	Emisiones y absorciones de tierras forestales convertidas en asentamientos	CO ₂
5B5bii	Tierras de cultivo convertidas en asentamientos	Emisiones y absorciones de tierras de cultivo convertidas en asentamientos	CO ₂
5B5biii	Pastizales convertidos en asentamientos	Emisiones y absorciones de pastizales convertidos en asentamientos.	CO ₂
5B5biv	Humedales convertidos en asentamientos	Emisiones y absorciones de humedales convertidos en asentamientos	CO ₂
5B5bv	Otras tierras convertidas en asentamientos	Emisiones y absorciones de otras tierras convertidas en asentamientos.	CO ₂
5B6	Otras Tierras	Emisiones y absorciones de zonas de suelo desnudo, roca, hielo y todas las zonas de tierras no gestionadas que no pertenecen a ninguna de las otras cinco categorías. Permite que la superficie total de tierras identificadas coincida con la superficie nacional, donde hay datos disponibles	CO ₂
5B6a	Otras tierras que permanecen como tales	Emisiones y absorciones de otras tierras que no han sufrido cambio alguno en el uso de la tierra durante el periodo del inventario	CO ₂
5B6b	Tierras convertidas en otras tierras	Emisiones y absorciones de tierras convertidas en otras tierras. Incluye la conversión de tierras forestales, tierras de cultivo, pastizales, humedales y asentamientos en otras tierras.	CO ₂
5B6bi	Tierras forestales convertidas en otras tierras	Emisiones y absorciones de tierras forestales convertidas en otras tierras	CO ₂
5B6bii	Tierras de cultivo convertidas en otras tierras	Emisiones y absorciones de tierras de cultivo convertidas en otras tierras.	CO ₂
5B6biii	Pastizales convertidos en otras	Emisiones y absorciones de pastizales convertidos en otras tierras.	CO ₂

Guía N° 8

Elaboración del Reporte Anual de Gases de Efecto Invernadero - Sector Uso del Suelo, Cambio de Uso de Suelo y Silvicultura.
 Categorías Cambios en Biomasa y otros Stocks Leñosos, Conversión de Bosques y Praderas, Abandono de Tierras Cultivadas, Emisiones y Absorciones en el Suelo y Otros (gases no CO₂)



PERÚ

Ministerio del Ambiente

Codificación ¹	Nombre de la categoría	Explicación	Gases
5B6biv	tierras Humedales convertidos en otras tierras	Emisiones y absorciones de humedales convertidos en otras tierras.	CO ₂
5B6bv	Asentamientos convertidos en otras tierras	Emisiones y absorciones de asentamientos convertidos en otras tierras.	CO ₂

Fuente: OBP2003 y GL1996

¹ En el Perú existen humedales pero no se ha establecido un procedimiento para su cálculo.



3. METODOLOGÍA DE CÁLCULO¹²

La OBP2003, la metodología de cálculo para las categorías cambios en biomasa y otros stocks leñosos (5A), conversión de bosques y praderas (5B), abandono de tierras cultivadas (5C), emisiones y absorciones en el suelo (5D) y otros (gases no CO₂) (5E) establece tres niveles de cálculo, cuyas características se describen a continuación:

- Nivel 1: Es el más sencillo, se usa información básica para el nivel de actividad. Se permite el uso de parámetros por defecto, aunque estos datos pueden ser poco precisos para los casos específicos de cada país.
- Nivel 2: A diferencia del Nivel 1, el nivel 2 requiere establecer factores de emisión específicos del país para las categorías más importantes de uso del suelo. Los factores de emisión definidos por país son más apropiados para las regiones climáticas, los sistemas de uso de la tierra. En este sentido, es típico que en el Nivel 2 se utilicen datos de resolución temporal y espacial.
- Nivel 3: Se utilizan métodos de orden superior, incluidos modelos y sistemas de medición de inventario, hechos a medida para satisfacer las circunstancias nacionales que se repiten con el tiempo, basados en datos de la actividad de alta resolución y desagregados a nivel sub-nacional. Estos métodos de orden superior ofrecen estimaciones de mayor certeza que los niveles más bajos. Estos sistemas pueden incluir muestreos de campo exhaustivos realizados a intervalos regulares, uso de Sistemas de Información Geográfica (GIS, del inglés), datos sobre suelos y datos de la actividad de uso y gestión de la tierra, que integran varios tipos de monitoreo.

Para todos los casos se ha utilizado el Nivel 1 dado que se poseen datos de actividad básicos, tomando factores por defecto en la mayoría de los cálculos¹³. Sin embargo, para todas las categorías de cambio se han utilizado valores de stock de carbono del país para las existencias de carbono en los bosques antes de la conversión a otros usos de la tierra.

3.1. Metodologías Genéricas Aplicables a Múltiples Categorías de Uso del Suelo

La metodología de cálculo descrita a continuación puede aplicarse de manera similar para todos los tipos de uso del suelo (es decir, son métodos genéricos para tierras forestales, tierras de cultivo, pastizales, humedales, asentamientos y otras tierras).

Se presenta un método sistemático para estimar los cambios en las existencias de carbono (y en las emisiones y absorciones de CO₂ relacionadas) producidos por biomasa, materia orgánica muerta y suelos, así como para estimar las emisiones de gases de efecto invernadero no CO₂ producidas por el fuego. Se incluyen ecuaciones generales que representan el nivel de las categorías y estratos de uso de la tierra, seguidas por una breve descripción de los procesos con ecuaciones más detalladas para los cambios de las existencias de carbono en depósitos específicos por categoría de uso de la tierra.

¹² Elaborado sobre la base de las GL1996 y OBP2003.

¹³ Tabla 12 y Anexo 4 de la presente guía.



3.1.1. Perspectiva general de la estimación de cambios en las existencias de carbono

Para el sector USCUS, las emisiones y absorciones de CO₂, basadas en los cambios en la presencia de C en el ecosistema, se estiman para cada una de las categorías de uso de la tierra (incluyendo tanto las tierras que permanecen en una categoría dada de uso de la tierra como las que pasan a otra categoría de uso de la tierra)¹⁴.

Ecuación 1: Cambios en las existencias anuales de carbono para todo el sector USCUS estimadas como la suma de los cambios en todas las categorías de uso de la tierra

$$\Delta C_{USCUS} = \sum_{ijk} [S_{ijk} * (CG - CP)_{ijk}]$$

Donde:

ΔC : cambio en las existencias de carbono

S = superficie de tierra, en ha

ijk = corresponde al tipo de clima i, al tipo de bosque j, a la práctica de gestión k, etc...

CG = tasa de ganancia de carbono, en toneladas de C ha⁻¹ año⁻¹

CP = tasa de pérdida de carbono, en toneladas de C ha⁻¹ año⁻¹

Fuente: OBP2003, Capítulo 3, Página 59

3.1.2. Perspectiva general de la estimación de emisiones de no-CO₂

Las emisiones de no CO₂ se derivan de una variedad de fuentes, incluidas las emisiones de suelos, ganado y estiércol, y de la combustión de biomasa, madera muerta y hojarasca. En contraposición a la forma en la que se estiman las emisiones de CO₂ a partir de los cambios en las existencias de la biomasa, habitualmente, la estimación de los gases de efecto invernadero de no-CO₂ implica una velocidad de emisión desde una fuente directamente a la atmósfera. En general, la velocidad (Ecuación 5) está determinada por un factor de emisión para un gas (p. ej. CH₄, N₂O) y una categoría de fuente específicos, así como por una zona (p. ej. por suelo o superficie quemados), población o masa (p. ej. biomasa) que define a la fuente de emisión.

Ecuación 2: Emisiones de no-CO₂ a la atmósfera¹⁵

$$\text{Emisión} = A * EF$$

Donde:

A : dato de la actividad relacionada a la fuente de emisión (superficie o unidad de masa)

EF : factor de emisión para un gas y una categoría de fuente específicos, es medido en toneladas por unidad de A.

Fuente: GL2006, Volumen 4, Capítulo 2, Página 2.10

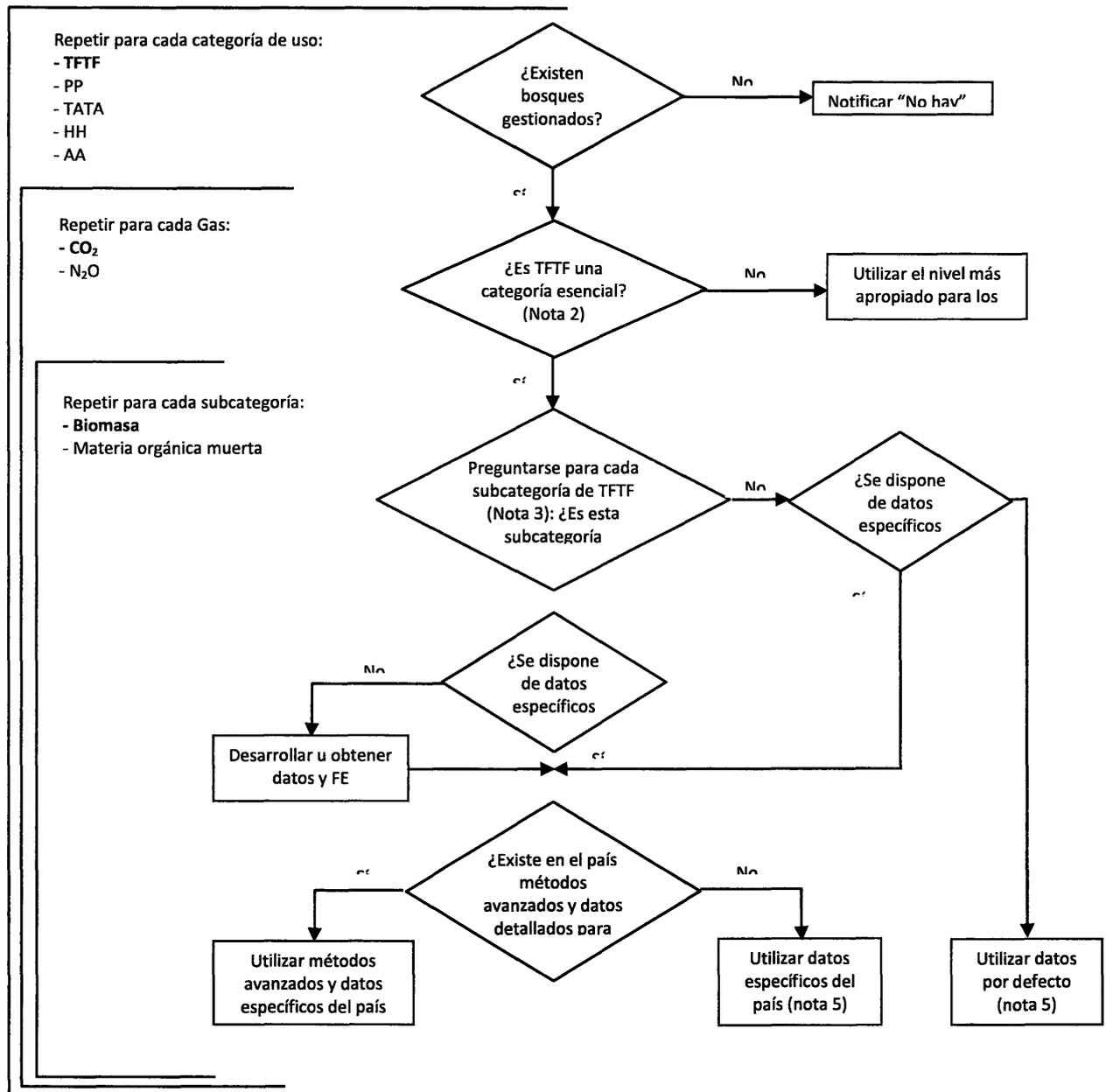
La Figura 5 muestra el árbol de decisiones que facilita la elección del nivel de cálculo para estimar las emisiones en todas las categorías de las tierras que permanecen en la misma categoría de uso y la Figura 6 el de las tierras que se convierten en otra categoría de uso.

¹⁴ GL2006. Volumen 4, capítulo 2 Ecuación 2.1 en

¹⁵



Figura 5. Árbol de decisión para identificar el nivel metodológico apropiado de las tierras que se mantienen en la misma categoría



Nótese que en cada árbol de decisión se indica las categorías vinculadas a los mismos, a fin de definir el nivel de la metodología a emplear.

Nota 1: La utilización de un umbral de 20 años concuerda con los valores por defecto indicados en las Directrices IPCC. Los países pueden usar periodos diferentes, de acuerdo a las circunstancias nacionales.

Nota 2: El concepto de categoría esencial está explicado en el Capítulo 5, Subsección 5.4 de la OBP2003.

Nota 3: Subcategoría entendida aquí como los depósitos de carbono a analizarse.

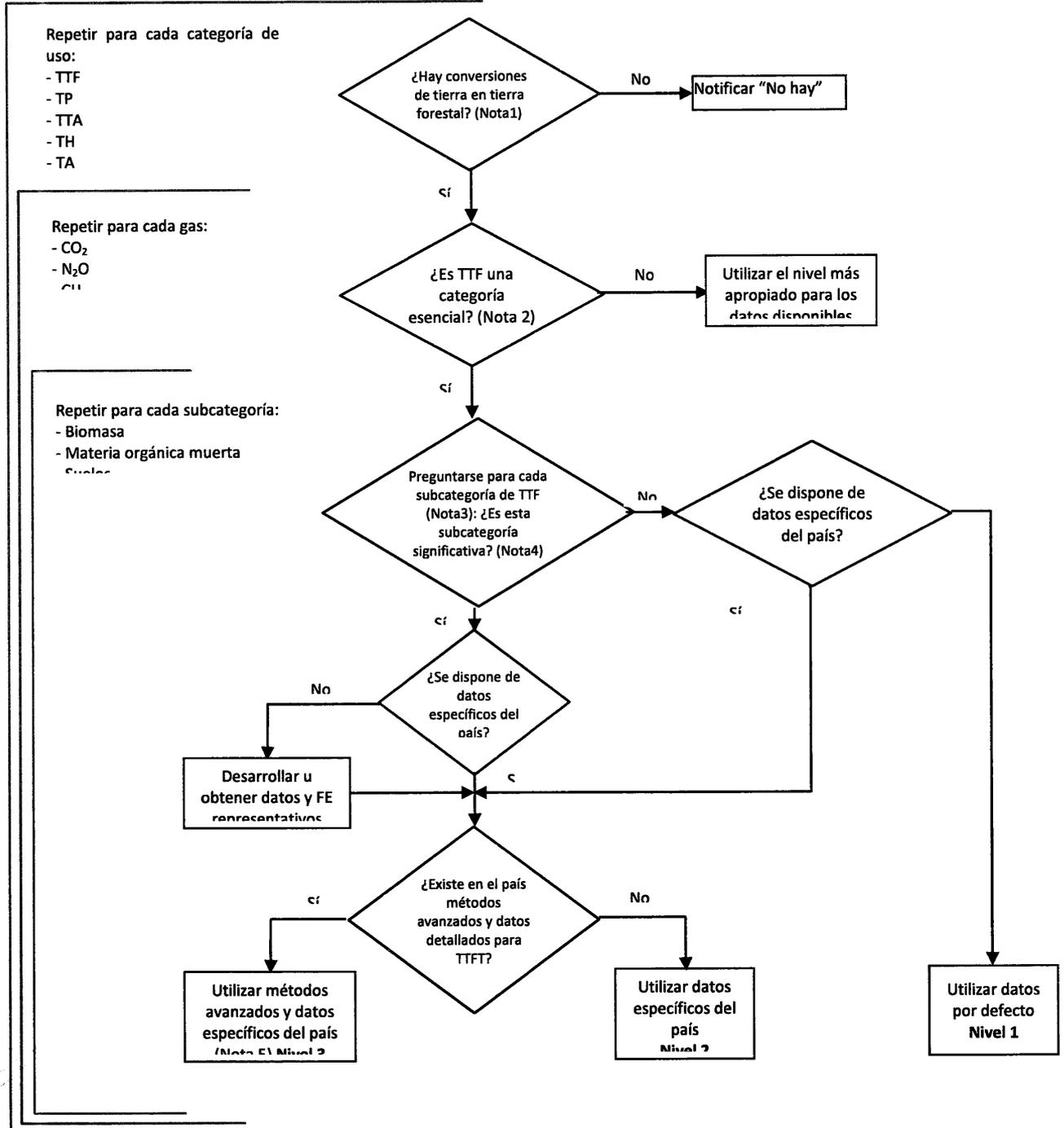
Nota 4: Una subcategoría es significativa cuando representa 20-25% de las emisiones/absorciones de la categoría

Nota 5: Véase en el Recuadro 3.1.1, de la OBP2003, la definición de niveles metodológicos

Fuente: OPB2003



Figura 6. Árbol de decisiones genérico para la identificación del nivel apropiado para estimar los cambios en las existencias de C en la biomasa viva de una categoría de uso de suelo



Nota 1: La utilización de un umbral de 20 años concuerda con los valores por defecto indicados en las Directrices del IPCC. Los países pueden utilizar períodos diferentes, atendiendo a las circunstancias nacionales.

Nota 2: El concepto de categoría esencial está explicado en el Capítulo 5, subsección 5.4, de la OBP2003.

Nota 3: Véase en el Cuadro 3.1.2, de la OBP2003, una caracterización de las subcategorías.

Nota 4: Una subcategoría es significativa cuando representa entre el 25% y el 30% de las emisiones/absorciones para el conjunto de la categoría.

Nota 5: Véase en el Recuadro 3.1.1, de OBP2003, la definición de niveles metodológicos.

Fuente: OBP2003



3.2. Cambios de biomasa y otros Stock de leñosos

Esta categoría comprende las siguientes subcategorías:

- Pérdidas (tala, leña e incendios, bosques primarios)
- Incremento de biomasa
- Cultivos perennes

En este sentido, a continuación se muestran las metodologías de cálculo para cada una de estas categorías.

3.2.1. Pérdidas (tala, leña e incendios, bosques primarios)

Esta subcategoría comprende aquellas pérdidas que se producen **tierras forestales que siguen siendo tierras forestales**¹⁶. Se estiman las emisiones provenientes de la variación de las reservas de carbono en los cinco depósitos de carbono (biomasa sobre el suelo, biomasa bajo el suelo, madera muerta, detritus, y materia orgánica del suelo), y de las emisiones de gases distintos del CO₂ procedentes de esos depósitos.

La ecuación mediante la cual se estima las variaciones de carbono para esta subcategoría es la siguiente:

Ecuación 3: Variación en las reservas de C en tierras forestales que permanecen como tales

$$\Delta C_{TFTF} = (\Delta C_{TFTFBV} + \Delta C_{TFTFMOM} + \Delta C_{TFTFSuelos})$$

Donde:

- ΔC_{TFTF} : variación anual de las reservas de carbono en tierras forestales que siguen siendo tierras forestales, en toneladas de C año⁻¹
- ΔC_{TFTFBV} : variación anual de las reservas de carbono en la biomasa viva (incluye la biomasa sobre el suelo y bajo el suelo) en tierras forestales que siguen siendo tierras forestales; en toneladas de C año⁻¹
- $\Delta C_{TFTFMOM}$: variación anual de las reservas de carbono en la materia orgánica muerta (incluye la madera muerta y los detritus) en tierras forestales que siguen siendo tierras forestales; en toneladas de C año⁻¹
- $\Delta C_{TFTFSuelos}$: variación anual de las reservas de carbono en suelos en tierras forestales que siguen siendo tierras forestales, en toneladas de C año⁻¹

Fuente OBP2003, Capítulo 3, Página 67

A su vez para el cálculo de emisiones por cada componente está determinado por otros cálculos complementarios, los cuales se detallan a continuación.

a) Variación de las reservas de carbono en la biomasa viva

La variación de las reservas de carbono en la biomasa viva depende de la información que se disponga. La OBP2003 ofrece tres niveles metodológicos para la estimación de las emisiones de la biomasa viva en las tierras que permanecen como forestales, las cuales se describen a continuación:

- Nivel 1: Es aplicable cuando la subcategoría (tierras forestales que siguen siendo tierras forestales, o depósito de carbono en la biomasa) no es una categoría esencial, o bien existen pocos datos de actividad o no existen factores de emisión/absorción específicos del país, sin que sea posible obtenerlos.

¹⁶ Término empleado en el OBP2003



- Nivel 2: Es aplicable cuando las tierras forestales que siguen siendo tierras forestales o el carbono de la biomasa constituyen una categoría esencial. El Nivel 2 se utilizará en los casos en los que se disponga de estimaciones de datos de actividad y de factores de emisión/absorción específicos del país.
- Nivel 3: Es aplicable cuando las tierras forestales que lo siguen siendo o el carbono de la biomasa constituyen una categoría esencial. Su elección implica la utilización de datos detallados de inventario de los bosques nacionales, suplementados con modelos dinámicos o ecuaciones alométricas calibradas con arreglo a las circunstancias nacionales que permitan un cálculo directo del incremento de la biomasa. El planteamiento del Nivel 3 respecto de la variación de las reservas de carbono permite utilizar diferentes métodos, y su aplicación podría diferir de un país a otro, debido a las diferencias en cuanto a métodos de inventario y condiciones de los bosques. En este sentido, en el Nivel 3 es esencial documentar adecuadamente la validez y la exhaustividad de los datos, de los supuestos y de las ecuaciones y modelos.

Considerando la información disponible¹⁷ y siguiendo los pasos del árbol de decisiones en las tierras forestales que permanecen como forestales de la Figura 5, el nivel del cálculo a aplicar es el Nivel 1. En ese sentido, la ecuación a aplicar es la siguiente:

Ecuación 4: Variación en el stock de C en la biomasa vida de tierras forestales que permanecen como tales

$$\Delta C_{TFTFBV} = (\Delta C_{TFTFC} - \Delta C_{TTFP})$$

Donde:

ΔC_{TFTFBV} : Variación anual de las reservas de carbono en la biomasa viva (incluye la biomasa sobre el suelo y bajo el suelo) en tierras forestales que siguen siendo tierras forestales, en toneladas de C año⁻¹

ΔC_{TFTFC} : Aumento anual de las reservas de carbono debido al crecimiento de la biomasa, en toneladas de C año⁻¹

ΔC_{TTFP} : Disminución anual de las reservas de carbono debido a la pérdida de biomasa, en toneladas de C año⁻¹

Fuente: OBP2003, Capítulo 3, Página 67

b) Aumento anual de las reservas de carbono debido al incremento de la biomasa en tierras forestales que siguen siendo tierras forestales

Para estimar el aumento anual de las reservas de carbono debido al incremento de biomasa en tierras forestales que siguen siendo tierras forestales se necesita estimar el incremento superficial y anual de la biomasa total para cada tipo de bosque y zona climática del país.

Para el cálculo del aumento anual de reservas de carbono debido al incremento de la biomasa se deberá emplear la siguiente ecuación.

¹⁷ Ver Tabla 10 y Anexo 1 del presente documento

Ecuación 5: Incremento en el stock de C debido al incremento de biomasa en tierras forestales que permanecen como tales

$$\Delta C_{TFFC} = \sum_{ij} (S_{ij} * C_{TOTALij}) * FC$$

Donde:

- ΔC_{TFFC} : Incremento anual de las reservas de carbono debido al incremento de la biomasa en tierras forestales que siguen siendo tierras forestales por tipos de bosque y zonas climáticas, en toneladas de C año⁻¹
- S_{ij} : superficie de tierras forestales que siguen siendo tierras forestales, por tipos de bosque (i = desde 1 hasta n) y zonas climáticas (j = desde 1 hasta m), en ha
- $C_{TOTALij}$: tasa media de incremento anual de la biomasa total, en unidades de materia seca, por tipos de bosque (i = desde 1 hasta n) y zonas climáticas (j = desde 1 hasta m), en toneladas m.s. ha⁻¹ año⁻¹
- FC : fracción de carbono de la materia seca (valor por defecto = 0,5), en toneladas de C (toneladas m.s.)⁻¹

Fuente: OBP2003, Capítulo 3, Página 69

c) Aumento anual medio de la biomasa

El incremento anual medio de la biomasa (C_{TOTAL}) es el valor ampliado que incorpora a la biomasa bajo el suelo (C_W). Si no se dispone del valor de C_W , puede utilizarse el incremento de volumen (I_V) con el factor de expansión de biomasa para convertir el incremento neto anual en el incremento de biomasa sobre el suelo. El C_{TOTAL} puede obtenerse mediante la siguiente ecuación:

Ecuación 6: Incremento de la biomasa viva en el suelo de tierras forestales que permanecen como tales

$$C_{TOTAL} = C_W * (1 + R)$$

A) En caso de que el incremento de biomasa sobre el suelo (materia seca) se utilice directamente. En caso contrario C_W se estimará utilizando la ecuación B o su equivalente

$$C_W = I_V * D * FEB_1$$

B) Para los casos en que se utilice el incremento neto de volumen para estimar C_W

Donde:

- C_{TOTAL} : incremento anual medio de la biomasa sobre el suelo y bajo el suelo, en toneladas m.s. ha⁻¹ año⁻¹
- C_W : incremento anual medio de la biomasa sobre el suelo en toneladas m.s. ha⁻¹ año⁻¹
- R : relación raíz-vástago apropiada para los incrementos, sin dimensiones¹⁸
- I_V : incremento de volumen neto anual medio adecuado para el procesamiento industrial, en m³ ha⁻¹ año⁻¹
- D : densidad de madera básica, en toneladas m.s. m³
- FEB_1 : factor de expansión de biomasa para convertir el incremento neto anual (incluida la corteza) en incremento de biomasa arbórea sobre el suelo, sin dimensiones

Fuente: OBP2003, Capítulo 3, Página 69

La densidad básica (D) y los factores de emisión de biomasa (FEB) varían en función del tipo de bosque, de la edad, las condiciones de crecimiento, la densidad del rodal y del clima. Los FEB sirven como sustituto de los cocientes de expansión de la GL1996, que se utilizan para calcular la biomasa no comercializable (ramas, árboles pequeños, etc.) cortada desde la tala y que se descompone.

¹⁸ OBP2003. Cuadro 3A.1.8

**d) Disminución anual de las reservas de carbono debido a la pérdida de biomasa**

Para el cálculo de la disminución anual de las reservas de carbono debido a la pérdida de biomasa en tierras forestales que permaneces como tales deberá emplearse la siguiente ecuación.

Ecuación 7: Disminución del stock de C debido a la disminución de biomasa en tierras forestales que permanecen como tales

$$\Delta C_{TFTFP} = P_{Talas} + P_{Leña} + P_{Otras\ pérdidas}$$

Donde:

ΔC_{TFTFP} : disminución anual de las reservas de carbono debida a la pérdida de biomasa en tierras forestales que siguen siendo tierras forestales, en toneladas de C año⁻¹

P_{Talas} : pérdida anual de carbono debida a las talas comerciales, en toneladas de C año⁻¹

$P_{Leña}$: pérdida anual de carbono debida a la recogida de leña, en toneladas de C año⁻¹

$P_{Otras\ pérdidas}$: otras pérdidas anuales de carbono, en toneladas de C año⁻¹

Fuente: OBP2003, Capítulo 3, Página 70

3.2.1.1. Pérdidas por tala

De acuerdo a la OBP2003, para la estimación de las emisiones de la pérdida de carbono de la biomasa viva debido a las talas comerciales es la siguiente:

Ecuación 8: Pérdida anual de carbono debida a las talas comerciales

$$P_{Talas} = R * D * FCEB_R * (1 - f_{BD}) * FC$$

Donde:

P_{Talas} : pérdida anual de carbono debida a las talas comerciales, en toneladas de C año⁻¹

R : volumen extraído anualmente, rollizos, en m³ año⁻¹

D : densidad de madera básica, en toneladas m.s. m⁻³

$FCEB_R^{19}$: factor de conversión de biomasa y expansión para conversión de volumen de madera comercial para biomasa de madera retirada (incluida corteza), sin dimensiones

f_{BD} : fracción de biomasa que queda en el bosque y se descompone (transferida a materia orgánica muerta)

FC : fracción de carbono de la materia seca (valor por defecto = 0,5), en toneladas de C (toneladas m.s.)⁻¹

Fuente OBP2003, Capítulo 3, Página 70

Adicionalmente, para esta ecuación, existen 2 posibilidades: i) Se asume que la biomasa total asociada al volumen de madera extraída es emitida inmediatamente ($f_{BD}=0$) o ii) una parte de la biomasa es transferida a las reservas de madera muerta (f_{BD} por dictamen de expertos).

3.2.1.2. Pérdidas por recolección de leña

De acuerdo a la OBP2003, para la estimación de las emisiones de la pérdida de carbono de la biomasa viva debido a las pérdidas por recolección de leña es la siguiente

¹⁹ Nótese que la OBP2003 utiliza el factor BEF_2 = factor de expansión para convertir el volumen de madera retirada en biomasa aérea (incluyendo corteza), sin embargo BEF_2 toma como supuesto que el volumen de tala comercial incluye la corteza, dado que los datos nacionales no la incluyen el $BCEF_R$ reemplaza estos valores solo para este caso.



Ecuación 9: Pérdida anual de carbono debido al recojo de leña

$$P_{Leña} = LR * D * FCEB_2 * FC$$

Donde:

- $P_{Leña}$: pérdida anual de carbono debido al recojo de leña, en toneladas de C año⁻¹
 LR : volumen anual de leña recogida, m³ año⁻¹
 D : densidad de madera básica, en toneladas m.s. m⁻³
 FCEB_R : factor de conversión de biomasa y expansión para conversión de volumen de madera comercial para biomasa de madera retirada (incluida corteza), sin dimensiones
 FC : fracción de carbono de la materia seca (valor por defecto = 0,5)²⁰, en toneladas de C (toneladas m.s.)⁻¹

Fuente: OBP2003, Capítulo 3, Página 70

3.2.1.3. Pérdidas causadas por perturbaciones

Otras pérdidas de carbono son causadas por perturbaciones como vendavales, plagas o incendios. En el caso específico de las pérdidas derivadas de incendios en tierras forestales gestionadas, incluidos los incendios incontrolados y controlados. Los resultados de estos cálculos servirán para el cálculo de emisiones de gases de efecto invernadero distintos al CO₂.

Se debería reportar todas las áreas afectadas por perturbaciones que se produzcan en las tierras gestionadas, sean o no de origen antrópico. No se deben incluir las áreas perturbadas en tierras no gestionadas y que no sea consecuencia de un cambio de uso de la tierra.

La OBP2003, ofrece tres niveles metodológicos para estimar las pérdidas de carbono debido a pérdidas causadas por perturbaciones:

- Nivel 1: En el Nivel 1 se supone que las perturbaciones afectan únicamente a la biomasa sobre el suelo; se supone también que todo el carbono de la biomasa sobre el suelo se pierde con la alteración. Así pues, f_{BD} es igual a 0.
- Nivel 2: Los países que informen con arreglo a niveles superiores, que incluyen las emisiones/absorciones respecto de todos los depósitos forestales, deben distinguir entre la proporción de biomasa previa a la alteración, que es destruida y origina emisiones de gases de efecto invernadero, y la que es transferida a los depósitos de materia orgánica muerta y posteriormente se descompone.
- Nivel 3: Los países que notifiquen con arreglo al Nivel 3 deberían considerar todas las perturbaciones significativas, con sustitución de la población arbórea o sin ella.

Considerando la información disponible²¹ y siguiendo los pasos del árbol de decisiones para las tierras que permanecen en su misma categoría de la Figura 5, el nivel del cálculo a aplicar es el Nivel 1. En ese sentido la ecuación que se debe aplicar es la siguiente:

Ecuación 10: Otras pérdidas de carbono en la biomasa viva

$$P_{Otras\ pérdidas} = S_{alteración} * B_W * (1 - f_{BD}) * FC$$

²⁰ OBP2003. Cuadro 3A.1.8²¹ Ver Tabla 10 y Anexo 1 del presente documento



Donde:

- $P_{\text{otras pérdidas}}$: otras pérdidas anuales de carbono, en toneladas de C año⁻¹
- $S_{\text{alteración}}$: superficies forestales afectadas por perturbaciones, en ha año⁻¹
- BW : valor medio de las reservas de biomasa en áreas forestales en toneladas ms ha⁻¹
- f_{BD} : fracción de biomasa que queda en el bosque y se descompone (transferida a materia orgánica muerta)
- FC : fracción de carbono de la materia seca (valor por defecto = 0,5), en toneladas de C (toneladas m.s.)⁻¹

Fuente: OBP2003, Capítulo 3, Página 71

Esta ecuación presupone que toda la biomasa aérea se pierde debido a la perturbación. Es por ello que sólo se cuantifican las perturbaciones que implican "sustitución de masa forestal".

3.3. Abandono de tierras cultivadas

Esta categoría comprende las siguientes subcategorías:

- Incremento de biomasa en tierras que se convierten en tierras forestales, y
- Abandono de tierras cultivadas.

En el primer caso se refiere a la conversión de tierras en *Bosques Gestionados*, **tierras que se convierten en tierras forestales**, producto de forestación, reforestación y métodos de regeneración natural o artificial. Las áreas convertidas deben cumplir la definición de bosque adoptada por el país; y permanecen en esta categoría durante 20 años, luego pasan a Tierras Forestales que permanecen como Tierras Forestales (TTF).

La ecuación general de esta sub-categoría es:

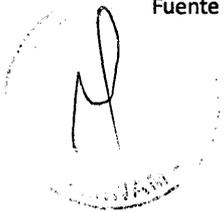
Ecuación 11: Variación del stock de C en tierras convertidas en tierras forestales

$$\Delta C_{TTF} = \Delta C_{TTF_{BV}} + \Delta C_{TTF_{MOM}} + \Delta C_{TTF_{Suelos}}$$

Donde:

- ΔC_{TTF} : variación anual de las reservas de carbono en tierras convertidas en tierras forestales, en toneladas de C año⁻¹
- $\Delta C_{TTF_{BV}}$: variación anual de las reservas de carbono en la biomasa viva (incluye la biomasa sobre el suelo y bajo el suelo) en tierras convertidas en tierras forestales; en toneladas de C año⁻¹
- $\Delta C_{TTF_{MOM}}$: variación anual de las reservas de carbono en la materia orgánica muerta (incluye madera muerta y detritus) en tierras convertidas en tierras forestales; en toneladas de C año⁻¹
- $\Delta C_{TTF_{Suelos}}$: variación anual de las reservas de carbono en el suelo, en tierras convertidas en tierras forestales; en toneladas de C año⁻¹.

Fuente OBP2003, Capítulo 3, Página 96





3.3.1. Incremento de biomasa en tierras que se convierten en tierras forestales

La OBP2003 ofrece tres niveles metodológicos para el cálculo de emisiones provenientes de la variación de las reservas de la biomasa viva de tierras convertidas en tierras forestales. A continuación una breve descripción de los niveles:

- Nivel 1. Se estima con arreglo a la metodología por defecto de las OBP2003. La variación de las reservas de carbono en la biomasa viva en tierras convertidas en bosques mediante regeneración artificial y natural.
- Nivel 2: El Nivel 2 es similar al Nivel 1 aunque con un mayor desglose, que permite una estimación más precisa de la variación de las reservas de carbono en biomasa. La absorción anual neta de CO₂ de la biomasa se calcula sumando las absorciones debidas al crecimiento de la biomasa en las áreas convertidas en bosques, las variaciones de la biomasa debidas a la conversión propiamente dicha (se estima la diferencia entre las reservas de biomasa iniciales en tierras no forestales antes y después de la conversión en bosques, es decir, mediante regeneración artificial), y las pérdidas en áreas convertidas en bosques.
- Nivel 3: En el Nivel 3 se utilizan las mismas ecuaciones y se siguen las mismas etapas que en el Nivel 2, pero debería estar basado en una metodología sustancialmente nacional y utilizar únicamente datos específicos del país. Se utilizará el Nivel 3 cuando la conversión de tierras en bosques constituya una categoría esencial.

Considerando la información disponible²² y siguiendo los pasos del árbol de decisiones para tierras que se convierten en otra categoría el nivel del cálculo a aplicar corresponde al Nivel 1. En ese sentido, la ecuación que se debe aplicar es la siguiente:

Ecuación 12: Variación del stock de carbono en la biomasa viva de tierras convertidas en tierras forestales

$$\Delta C_{TTF\ BV} = \Delta C_{TTF\ CRECIMIENTO} + \Delta C_{TTF\ PÉRDIDA}$$

Donde:

- $\Delta C_{TTF\ BV}$: variación anual de las reservas de carbono en la biomasa viva en tierras convertidas en tierras forestales, en toneladas de C año⁻¹
- $\Delta C_{TTF\ CRECIMIENTO}$: aumento anual de las reservas de carbono en la biomasa viva por efecto del crecimiento en tierras convertidas en tierras forestales, en toneladas de C año⁻¹
- $\Delta C_{TTF\ PÉRDIDA}$: disminución anual de las reservas de carbono en biomasa viva por efecto de las pérdidas derivadas de la recolección, de la recogida de leña y de las perturbaciones, en tierras convertidas en bosques, en toneladas de C año⁻¹

Fuente: OBP2003, Capítulo 3, Página 96

²² Ver Tabla 10 y Anexo 1 del presente documento



a) Incremento anual de las reservas de carbono de la biomasa viva

Para el cálculo del incremento anual de las reservas de carbono de la biomasa viva se aplicará la siguiente ecuación:

Ecuación 13: Incremento de las reservas de C en la biomasa viva

$$\Delta C_{TTF\text{CRECIMIENTO}} = \left[\sum_k S_{GEST_INT_k} \times C_{Total\ GEST_INT_k} + \sum_m S_{GEST_EXT_m} \times C_{Total\ GEST_EXT_m} \right] \times FC$$

Donde:

- $\Delta C_{TTF\text{ CRECIMIENTO}}$: incremento anual de las reservas de carbono en la biomasa viva por efecto del crecimiento en tierras convertidas en tierras forestales, en toneladas de C año⁻¹
- $S_{GEST_INT\ k}$: superficie de tierra convertida en bosques gestionados intensivamente en el estado k (incluidas las plantaciones), en ha
- $C_{Total\ GEST_INT\ k}$: tasa de crecimiento anual de la biomasa en bosques gestionados intensivamente en el estado k (incluidas las plantaciones), en toneladas m.s. ha⁻¹ año⁻¹
- $S_{GEST_EXT\ m}$: superficie de tierra convertida en bosques gestionados extensivamente en el estado m , en ha
- $C_{Total\ GEST_EXT\ m}$: tasa de crecimiento anual de la biomasa en bosques gestionados extensivamente en el estado m , en toneladas m.s. ha⁻¹ año⁻¹ (incluye la regeneración natural)
- k, m : representan las diferentes condiciones en que se desarrollan los bosques gestionados intensiva y extensivamente
- FC : fracción de carbono de la materia seca (valor por defecto: 0,5), en toneladas de C (toneladas m.s.)⁻¹

Fuente OBP2003, Capítulo 3, Página 97

b) Disminución anual de las reservas de carbono debido a la pérdida de biomasa

Para el cálculo de la disminución anual de las reservas de carbono debido a la pérdida de biomasa es la siguiente:

Ecuación 14: Disminución anual de las reservas de C en la biomasa viva

$$\Delta C_{TTF\text{PERDIDA}} = P_{Talas} + P_{Leña} + P_{Otras\ pérdidas}$$

Donde:

- $\Delta C_{TTF\text{ PÉRDIDA}}$: disminución anual de las reservas de carbono en la biomasa viva por efecto de las pérdidas en tierras convertidas en tierras forestales, en toneladas de C año⁻¹
- P_{Talas} : pérdida de biomasa por efecto de la recolección de madera industrial y trozas de madera para aserrar en tierras convertidas en tierras forestales, en toneladas de C año⁻¹
- $P_{Leña}$: pérdida de biomasa por efecto de la recogida de leña en tierras convertidas en tierras forestales, en toneladas de C año⁻¹
- $P_{Otras\ pérdidas}$: pérdida de biomasa por efecto de incendios y otras perturbaciones en tierras convertidas en tierras forestales, en toneladas de C año⁻¹

Fuente OBP2003, Capítulo 3, Página 98



c) Variación de las reservas de carbono en la materia orgánica muerta

Para el cálculo de la variación de las reservas de carbono en la materia orgánica muerta se aplicará la siguiente ecuación:

Ecuación 15: Variación en el stock de C de la madera muerta en tierras convertidas en tierras forestales

$$\Delta C_{TTFMM} = \{ [S_{RNat} * (B_{haciaRNat} - B_{desdeRNat})] + [S_{RArt} * (B_{haciaRArt} - B_{desdeRArt})] \} * FC$$

$$B_{haciaRNat} = B_{en\ pieRNat} * M_{RNat}$$

$$B_{haciaRArt} = B_{en\ pieRArt} * M_{RArt}$$

Donde:

- ΔC_{TTFMM} : variación anual de las reservas de carbono en la madera muerta en tierras convertidas en tierras forestales, en toneladas de C año⁻¹
- S_{RNat} : superficie de tierra convertida en tierra forestal mediante regeneración natural, en ha
- S_{RArt} : superficie de tierra convertida en tierra forestal mediante el establecimiento de plantaciones, en ha
- B_{hacia} : transferencia anual media de biomasa hacia madera muerta para superficie forestal R_{Nat} o R_{Art} , en toneladas m.s. ha⁻¹ año⁻¹
- B_{desde} : transferencia anual media de biomasa desde madera muerta para una superficie forestal R_{Nat} o R_{Art} , en toneladas m.s. ha⁻¹ año⁻¹
- $B_{en\ pie}$: reservas de biomasa en pie, en toneladas m.s. ha⁻¹
- M : tasa de mortalidad, es decir, proporción de $B_{en\ pie}$ transferida anualmente al depósito de maderamuerta, sin dimensiones
- FC : fracción de carbono en la materia seca (valor por defecto: 0,5), en toneladas de C (toneladas m.s.)⁻¹

Fuente: OBP2003, Capítulo 3, Página 98

3.3.2. Variación de las reservas de carbono en Tierras cultivadas

Esta subcategoría comprende los cultivos anuales y perennes, así como las tierras de barbecho (tierras dejadas a descanso por 1 o más años), a menos que ya hayan sido catalogadas como Tierras Forestales. En el OBP2003 esta subcategoría se denomina **Tierras de Cultivo que siguen siendo Tierras de Cultivo**.

Esta diferenciación tiene que ser hecha por cada país y debe ser mantenida a través de todos los inventarios. Los cultivos anuales pueden consistir en cereales, semillas oleaginosas, legumbres, raíces o forrajes. Las tierras arables, habitualmente usadas para cultivos anuales pero que se utilizan temporalmente para forraje o pastoreo, en sistema de rotación anual cultivos-pasto, deben ser incluidas en la categoría de Tierras Agrícolas. Los cultivos perennes, a su vez, pueden consistir en árboles y matorrales combinados con cultivos herbáceos (agrosilvicultura), huertos, viñedos o plantaciones de cacao, café, té, palma leguminosa, coco, caucho, plátano, etc.

El carbono almacenado en la biomasa se debe contabilizar para los cultivos perennes, y dependerá de la especie, densidad, tasas de crecimiento y de las prácticas de recolección y poda. Dado que los cultivos anuales son cosechados permanentemente, no hay acumulación de carbono en la biomasa aérea a largo plazo. Sin embargo las reservas de carbono del suelo podrían ser significativas, y están sometidas a variaciones en la mayoría de las prácticas de gestión, debido a tipos y rotación de cultivos, drenaje, labranza, gestión de residuos y correcciones orgánicas. Las emisiones de CH₄ y N₂O provenientes de la gestión de tierras agrícolas no se tomarán en cuenta, ya que han sido incluidas en el sector Agricultura.



La ecuación que engloba todas las variaciones de las reservas de carbono a ser medidas para esta categoría es:

Ecuación 18: Variación del stock de C en tierras agrícolas que permanecen como tales

$$\Delta C_{TATA} = \Delta C_{TATABV} + \Delta C_{TATA\text{Suelos}}$$

Donde:

ΔC_{TATA} = variación anual de las reservas de carbono en tierras agrícolas que siguen siendo tierras agrícolas, en toneladas de C año⁻¹

ΔC_{TATABV} = variación anual de las reservas de carbono en la biomasa viva, en toneladas de C año⁻¹

$\Delta C_{TATA\text{Suelos}}$ = variación anual de las reservas de carbono en el suelo, en toneladas de C año⁻¹

Fuente: OBP2003, Capítulo 3, Página 118

Para convertir toneladas de C en Gg de CO₂ se debe multiplicar el valor inicial por 44/12 y por 10⁻³

a) Variación de las reservas de biomasa viva

La variación de la biomasa se estima solamente para los cultivos leñosos perennes; para los cultivos anuales, se asume que en un solo año, las ganancias y las pérdidas son iguales.

La metodología a usarse es la misma que la expuesta en la categoría de tierras forestales que permanecen como tales de la OBP2003 para biomasa, con la única diferencia que aquí no se contabiliza la biomasa bajo el suelo, debido a la poca información sobre este depósito. Vale recalcar que existen 2 metodologías disponibles: i) tasas anuales de crecimiento y pérdida y i) estimar reservas de carbono en dos momentos diferentes. La primera es utilizada como método básico del Nivel 1, y con ciertas mejoras en el Nivel 2 y 3. La segunda es parte del Nivel 2 y 3.

- Nivel 1: se utilizan todos los valores por defecto, siendo necesario conocer la superficie cultivada y eliminada de los cultivos perennes.
- Nivel 2: se debe tener las superficies desglosadas por tipo de cultivo y región climática. Además, se debe contar con al menos algunos datos de acumulación de carbono y recolección específicos del país. Para este Nivel las tasas de acumulación, las reservas de biomasa y los ciclos de recolección pueden ser estimados por expertos nacionales, basándose en resultados de investigaciones. Una segunda opción sería estimar las reservas de carbono totales en intervalos de tiempo regulares.
- Nivel 3: demanda más detalle que el nivel anterior, así como valores específicos del país respecto de las reservas de carbono y de la variación del carbono almacenado. Se podría también usar métodos específicos del país, como modelos de crecimiento claramente validados y específicos por especie, junto con información sobre prácticas de recolección y poda, para estimar las tasas de crecimiento anuales. Por lo tanto, sería necesario información de superficies por especie y edades, clima, suelo y otras condiciones que limiten el crecimiento en zonas específicas. Alternativamente, podrían utilizarse estimaciones de reservas mediante muestreos periódicos. Los factores de emisión/absorción necesarios para estos cálculos se muestran en el Anexo 4.

Los datos de superficies con cultivos perennes pueden ser tomados de estudios de campo anuales y estadísticas internacionales, como las bases de datos de la FAO (Nivel 1); estudios de campo más detallados, donde las áreas estén clasificadas por especie y región climática (Nivel 2); y datos de actividad de alta resolución, a escalas locales y clasificados por especie, clima, suelo y otros factores potencialmente importantes. De ser posible, se utilizará estimaciones de superficie espacialmente explícitas (Nivel 3).



b) Variación de las reservas de carbono en el Suelo

Para la estimación de las emisiones en esta categoría, los cálculos para suelos minerales y suelos orgánicos se hacen de manera separada. La variación total de las reservas de carbono en esta categoría es igual a la suma de lo estimado en ambos tipos de suelo.

Para suelos minerales se presenta la ecuación simplificada del Nivel 1, con la cual sólo se podrá estimar las emisiones por conversión de tierras agrícolas o praderas en bosques. Esta ecuación no hace distinción entre una gestión intensiva y una extensiva de los nuevos bosques.

Ecuación 16: Variación del stock de carbono en suelos minerales

$$\Delta C_{TTF\text{Minerales}} = [(COS_{ref} * COS_{Tierra\ no\ forestal}) * S_{For}] / T_{For}$$

Donde:

- $\Delta C_{TTF\text{Minerales}}$: variación anual de las reservas de carbono en suelos minerales en el año de inventario, en toneladas de C año⁻¹
 COS_{ref} : valor de referencia de las reservas de carbono en bosques nativos no gestionados para un suelo dado, en toneladas de C ha⁻¹
 $COS_{Tierra\ no\ forestal}$: carbono orgánico en suelos estables durante el uso anterior de la tierra, tanto agrícola como pradera, en toneladas de C ha⁻¹
 S_{For} : tierra forestada total obtenida de anteriores tierras agrícolas o praderas, en ha
 T_{For} : duración de la transición de $COS_{Tierra\ no\ forestal}$ a COS_{ref} , en años

Fuente: OBP2003, Capítulo 3, Página 110

En el Anexo 4 se proveen valores por defecto de COS_{ref} para vegetaciones nativas y categorías genéricas de suelo y clima. A su vez, los valores de $COS_{Tierra\ no\ forestal}$ deben ser coherentes con lo reportado para tierras agrícolas y praderas. En este nivel pueden usarse datos de superficies totales (agrícolas o praderas) convertidas, deliberadamente o como resultado de abandono.

En el Nivel 2, se debería diferenciar los nuevos bosques en 2 grandes categorías de gestión: prácticas de gestión intensivas (p.ej. plantaciones con preparación y fertilización intensiva del terreno) o prácticas de gestión extensivas (bosques naturales con intervención mínima). Asimismo, se deben generar valores nacionales de los parámetros que intervienen en la ecuación, teniendo en cuenta que deben ser coherentes con los criterios usados para elaborar los valores de COS en la sub-categoría TTF. En este nivel también pueden notificarse conversiones que no ocurren sobre tierra agrícola o praderas.

Para suelos orgánicos la metodología supone que solo se generan emisiones cuando la conversión a bosques ocurre en suelos orgánicos drenados. En ese caso, se debe usar los lineamientos ya descritos en la sección correspondiente a suelos orgánicos en TTF, y la ecuación siguiente:

Ecuación 17: Emisiones de CO₂ procedentes de suelos forestales orgánicos drenados

$$\Delta C_{TTF\text{Orgánicos}} = S_{Drenado\ for} * FE_{Drenaje}$$

Donde:

- $\Delta C_{TTF\text{Orgánicos}}$: emisiones de CO₂ procedentes de suelos forestales orgánicos drenados en tierras convertidas en tierras forestales, en toneladas de C año⁻¹
 $S_{Drenado\ for}$: superficie de suelos orgánicos drenados en tierras convertidas en tierras forestales, en ha
 $FE_{Drenaje}$: factor de emisión de CO₂ en suelos forestales orgánicos drenados, en toneladas de C ha⁻¹ año⁻¹

Fuente: OBP2003, Capítulo 3, Página 110



Además de los datos de superficie de tierras drenadas convertidas en bosques, se necesita información sobre la amplitud y ubicación de las actividades de drenado. De no contar con ella, se podrá complementar con encuestas. Los valores de FE_{Drenaje} por defecto pueden verse en el Anexo 4.

a) Variación de las reservas de carbono en el suelo

Para este depósito, se estima la variación de las reservas de carbono por las emisiones/absorciones de los suelos minerales, suelos orgánicos y las emisiones por encalado de suelos agrícolas. Esto se mide en los primeros 30 cm de suelo (por defecto), sin considerar la biomasa muerta encima del suelo, por ser insignificante, ni el carbono inorgánico. No obstante, podrían ser incluidos en una metodología Nivel 3, a la cual el país debería apuntar. La ecuación general es la siguiente:

Ecuación 19: Variación en el stock de C en el suelo de tierras agrícolas que permanecen como tales

$$\Delta C_{TATA\text{Suelos}} = \Delta C_{TATA\text{Minerales}} - \Delta C_{TATA\text{Orgánicos}} - \Delta C_{TATA\text{Cal}}$$

Donde:

- $\Delta C_{TATA\text{Suelos}}$: variación anual de las reservas de carbono en el suelo en tierras agrícolas que siguen siendo tierras agrícolas, en toneladas de C año⁻¹
- $\Delta C_{TATA\text{Minerales}}$: variación anual de las reservas de carbono en suelos minerales, en toneladas de C año⁻¹
- $\Delta C_{TATA\text{Orgánicos}}$: emisiones de carbono anuales de suelos orgánicos cultivados (estimadas en forma de flujo neto anual), en toneladas de C año⁻¹
- $\Delta C_{TATA\text{Cal}}$: emisiones de C anuales procedentes del encalado con fines agrícolas, en toneladas de C año⁻¹

Fuente: OBP2003, Capítulo 3, Página 123

Un sistema de tierras agrícolas se caracteriza por una combinación específica de clima, suelo y gestión.

Para suelos minerales el método de estimación está basado en la variación de las reservas de C en el suelo durante un periodo finito posterior a los cambios de gestión que inciden en el C del suelo. Las reservas de carbono, antes y después del cambio de gestión, son estimadas en base a un valor referencial (COS_{REF}).

Ecuación 20: Variación en el stock de C en suelos minerales

$$\Delta C_{TATA\text{Minerales}} = [(COS_0 - COS_{(0-T)}) * S] / T$$

$$COS = COS_{REF} * F_{UT} * F_{RG} * F_E$$

Donde:

- $\Delta C_{TATA\text{Minerales}}$: variación anual de las reservas de carbono en suelos minerales, en toneladas de C año⁻¹
- COS₀ : variación de carbono orgánico del suelo en el año de inventario, en toneladas de C ha⁻¹
- COS_(0-T) : reservas de carbono orgánico del suelo T años antes del inventario, en toneladas de C ha⁻¹
- T : período de inventario, en años (valor por defecto: 20 años)
- S : superficie de cada parcela, en ha
- COS_{REF} : valor de referencia de las reservas de carbono, en toneladas de C ha⁻¹ (ver Anexo 4)
- F_{UT} : factor de variación de las reservas para un uso de la tierra o para un cambio de uso de la tierra, sin dimensiones (ver Anexo 4)



F_{RG} : factor de variación de las reservas para un régimen de gestión, sin dimensiones (ver Anexo 4)

F_E : factor de variación de las reservas para una entrada de materia orgánica, sin dimensiones (ver Anexo 4)

Fuente: OBP2003, Capítulo 3, Página 123

El cálculo se inicia con la elección del valor más apropiado de COS_{REF} , en función al tipo de clima y suelo. Luego se debe seleccionar el tipo de uso de la tierra agrícola (cultivo de larga duración, arrozales, barbecho) al inicio del periodo del inventario, y los niveles de labranza (F_{RG}) y entrada de C (F_E) apropiados para dicho uso. La multiplicación de estos parámetros resulta en $COS_{(0-T)}$. Para hallar COS_0 se realiza el mismo procedimiento, pero usando factores de variación que representen las condiciones finales (del año del RAGEI).

En el Nivel 1 se utilizan los valores por defecto (ver Anexo 4) para las principales tierras agrícolas del país, estratificados por tipos de clima y suelo por defecto. La variación de las reservas puede hacerse sobre parcelas individuales o usando datos más generales sobre la distribución superficial de los sistemas de tierra agrícola. Los resultados usando ambas ecuaciones serán iguales, la diferencia reside en los datos de actividad disponibles. La ecuación 19 agrupa a todas las clases de tierras agrícolas.

Ecuación 21: Cálculo de la variación de C en suelos minerales usando datos de zona climática y tipo de suelo.

$$\Delta C_{TATA_{Minerales}} = \sum_c \sum_s \sum_i [(COS_0 - COS_{(0-T)}) * S]_{c,s,i} / T$$

$$\Delta C_{TATA_{Minerales}} = [\sum_c \sum_s \sum_i (COS_0 * S)_{c,s,i} - \sum_c \sum_s \sum_i (COS_{0-T} * S)_{c,s,i}] / T$$

Donde:

$\Delta C_{TATA_{Minerales}}$: variación anual de las reservas de carbono en suelos minerales, en toneladas de C año⁻¹

COS_0 : reservas de carbono orgánico del suelo en el año de inventario, en toneladas de C ha⁻¹

$COS_{(0-T)}$: reservas de carbono orgánico del suelo T años antes del inventario, en toneladas de C ha⁻¹

T : período de inventario, en años (valor por defecto: 20 años)

S : superficie de cada parcela de tierra, en ha

c : representa las zonas climáticas, s los tipos de suelo, e i el conjunto de los principales sistemas de tierras agrícola presentes en un país.

Fuente OBP2003, Capítulo 3, Página 127

En el Nivel 2 se usan las mismas ecuaciones, incorporando valores nacionales de reservas de carbono de referencia y/o de factores de variación de las reservas. Si se dispone de datos suficientes, se debería trabajar con una estratificación más detallada.

En el Nivel 3 se contempla el uso de modelos diseñados para simular la dinámica del carbono del suelo, alimentados por mediciones detalladas de inventarios de emisiones/absorciones de las reservas de C del suelo. Estos modelos deben representar todas las prácticas de gestión que se llevan a cabo en el país, y deben ser validados mediante observaciones independientes en lugares específicos, como los experimentos in-situ de larga duración. Es recomendable establecer un sistema de inventario sobre la base de parcelas permanentes, que abarquen las principales regiones climáticas, tipos de suelos, de gestión y cambios de sistema. Las frecuencias de re-muestreo deben ser cada 3-5 años.

Los datos de actividad (superficie) para tierras agrícolas existentes deben registrar las variaciones de las prácticas de gestión que afectan el almacenamiento de carbono (p. ej. Tipos de cultivo, rotación de

cultivos, prácticas de labranza, regadío, aplicación de estiércol, etc.). Estos datos de actividad pueden estar contenidos en estadísticas nacionales o en inventarios puntuales de uso y gestión de la tierra. Ambas fuentes pueden ser usadas en los 3 niveles. Existen además estadísticas mundiales sobre el uso de la tierra y la producción de cultivos, como las bases de datos de la FAO. De utilizarse, sería necesario información adicional nacional de climas y suelo.

Para suelos orgánicos la metodología consiste en asignar una tasa de pérdida anual de carbono por efectos del drenaje y otras alteraciones (como labranza) para la producción agrícola.

Ecuación 22: Emisiones de CO₂ procedentes de suelos orgánicos

$$\Delta C_{TATAOrgánicos} = \sum_c (S * FE)_c$$

Donde:

- $\Delta C_{TATAOrgánicos}$: emisiones de CO₂ procedentes de suelos orgánicos cultivados en tierras agrícolas que siguen siendo tierras agrícolas, en toneladas de C año⁻¹
- S : superficie de suelos orgánicos para el tipo de clima c, en ha
- FE : factor de emisión para el tipo de clima c (véase el Cuadro 3.3.5), en toneladas de C ha⁻¹ año⁻¹

Fuente: OBP2003, Capítulo 3, Página 128

- Nivel 1: Se usan los factores por defecto (ver Anexo 1) junto con las estimaciones de superficie de suelos orgánicos cultivados en cada región climática existente en el país. Esta información es la mínima necesaria para poder llevar a cabo este cálculo.
- Nivel 2: Se disponen de factores de emisión nacionales, estratificados por regiones climáticas. Este nivel de detalle también debe tener en cuenta en la estimación de superficies.
- Nivel 3: Se usan sistemas más detallados como modelos dinámicos con redes de medición, como lo explicado para suelos minerales.

La fuente de datos es similar a la descrita para suelos minerales. Sería necesario hacer una superposición de mapas de uso de la tierra y mapas de suelo, para conocer la distribución espacial de los histosoles (suelos orgánicos) usados en agricultura.

La aplicación de carbonatos que contienen cal (Encalado) en suelos agrícolas es una fuente de emisión de CO₂. Si bien el efecto de la aplicación puede durar varios años, la metodología supone la emisión total dentro del mismo año. Para ello es necesario contar con la cantidad total de cal usada con fines agrícolas, en un año en el país.

Ecuación 23: Emisiones de C procedentes de la aplicación de cal

$$\Delta C_{TATACal} = M_{Caliza} * FE_{Caliza} + M_{Dolomita} * FE_{Dolomita}$$

Donde:

- $\Delta C_{TATACal}$: emisiones de C anuales procedentes de la aplicación de cal con fines agrícolas, en toneladas de C año⁻¹
- M : cantidad anual de caliza (CaCO₃) o dolomita (CaMg(CO₃)₂), en toneladas año⁻¹
- FE : factor de emisión, en toneladas de C (toneladas de cal o de dolomita)-1 (equivalente al contenido en carbono de los carbonatos del material (12% para el CaCO₃, 12,2% para el CaMg(CO₃)₂)).

Fuente OBP2003, Capítulo 3, Página 129



En el Nivel 1 se puede usar la cantidad total de carbonatos con cal, sin diferenciar las composiciones variables del material, y un factor de emisión por defecto general. En el Nivel 2 se puede separar entre distintas formas de cal y factores de emisión, si se cuenta con información. El Nivel 3 supone más detalle en los cálculos, como por ejemplo, incluir el efecto del clima y suelo. De igual modo, podría derivarse factores de emisión específicos.

3.4. Conversión de Bosques y Praderas

La categoría Conversión de Bosques y Praderas está compuesta por las subcategorías:

- Tierras Forestales a Tierras Agrícolas
- Tierras Forestales a Praderas
- Tierras Forestales a Asentamientos
- Tierras Forestales a Otros

Las metodologías para el cálculo de cada una de ellas se describen a continuación.

3.4.1. Tierra Forestal a Tierras Agrícolas

La conversión en tierras agrícolas de tierras forestales, praderas y humedales suele producir una pérdida neta de carbono de la biomasa y de los suelos hacia la atmósfera. Por el contrario, si la conversión se da desde tierras con escasa vegetación o muy perturbadas (por ejemplo, de minería), puede suceder una ganancia neta en ambos depósitos.

No se considera como “conversión de uso del suelo” a los cambios de cultivo. Estas tierras deberán ser tratadas en la sub-categoría Tierras Agrícolas a Tierras Agrícolas (TATA).

Ecuación 24: Variación total de las reservas de carbono en tierras convertidas en tierras agrícolas

$$\Delta C_{TTA} = \Delta C_{TTABV} + \Delta C_{TTASuelos}$$

Donde:

- ΔC_{TTA} : variación total de las reservas de carbono en tierras convertidas en tierras agrícolas, en toneladas de C año⁻¹
- ΔC_{TTABV} : variación de las reservas de carbono en la biomasa viva en tierras convertidas en tierras agrícolas, en toneladas de C año⁻¹
- $\Delta C_{TTASuelos}$: variación de las reservas de carbono en el suelo en tierras convertidas en tierras agrícolas, en toneladas de C año⁻¹

Fuente: OBP2003, Capítulo 3, Página 133

a) Variación de las reservas de biomasa viva

La variación del carbono almacenado en la biomasa se produce por efecto de la conversión en tierras agrícolas de tierras en estado natural y tierras destinadas a otros usos, y en particular por efecto de la deforestación y de la conversión de pastos y praderas en tierras agrícolas.

Para ello se estima las reservas de carbono en la biomasa viva antes y después de la conversión, sobre la base de las estimaciones de las superficies de tierra convertidas durante el período comprendido entre los estudios de campo sobre el uso de la tierra.

De acuerdo a la OBP2003, la ecuación a aplicar es la siguiente:

Ecuación 25: Variación del stock de carbono en la biomasa viva

$$\Delta C_{TTABV} = S_{\text{Conversión}} * (T_{\text{Conversión}} + \Delta C_{\text{Crecimiento}})$$

$$T_{\text{Conversión}} = (C_{\text{Después}} - C_{\text{Antes}})$$



Donde:

- $\Delta C_{TTA\ BV}$: variación anual de las reservas de carbono en la biomasa viva en tierras convertidas en tierras agrícolas, en toneladas de C año⁻¹
- $S_{Conversión}$: superficie anual de tierras convertidas en tierras agrícolas, en ha año⁻¹
- $T_{Conversión}$: variación de las reservas de carbono por unidad de superficie para ese tipo de conversión cuando la tierra es convertida en tierra agrícola, toneladas de C ha⁻¹
- $\Delta C_{Crecimiento}$: variación de las reservas de carbono en un año de crecimiento en tierras agrícolas, en toneladas de C ha⁻¹
- $C_{Después}$: reservas de carbono en la biomasa inmediatamente después de la conversión en tierras agrícolas, en toneladas de C ha⁻¹
- C_{Antes} : reservas de carbono en la biomasa inmediatamente antes de la conversión en tierras agrícolas, en toneladas de C ha⁻¹

Fuente: OBP2003, Capítulo 3, Página 135

3.4.2. Tierra Forestal a Praderas

En términos de carbono, las implicaciones de la conversión de tierras destinadas a otros usos en praderas son menos claras que para la conversión en tierras agrícolas. El tipo de conversión principal (de tierras forestales en praderas, en los trópicos) indica ganancias y pérdidas netas de carbono en los suelos, y el efecto de la gestión sobre las variaciones del carbono en los suelos de praderas después de la conversión.

Los métodos que a continuación se describen muestran la variación de las reservas en la biomasa y en el suelo asociadas a la conversión del uso de la tierra y al establecimiento de una nueva pradera. Las variaciones posteriores de las reservas deberían estimarse con arreglo al apartado Praderas que siguen siendo Praderas.

La ecuación general para esta sub-categoría es la siguiente:

Ecuación 26: Variación total de C en tierras convertidas en praderas

$$\Delta C_{TP} = \Delta C_{TP\ BV} + \Delta C_{TP\ Suelos}$$

Donde:

- ΔC_{TP} : variación total de las reservas de carbono en tierras convertidas en praderas, en toneladas de C año⁻¹
- $\Delta C_{TP\ BV}$: variación de las reservas de carbono en la biomasa viva en tierras convertidas en praderas, en toneladas de C año⁻¹
- $\Delta C_{TP\ Suelos}$: variación de las reservas de carbono en el suelo en tierras convertidas en praderas, en toneladas de C año⁻¹

Fuente: OBP2003, Capítulo 3, Página 173

a) Variación de las reservas de biomasa viva

La OBP2003 ofrece niveles metodológicos, los cuales se describen a continuación:

- Nivel 1: Utilizar coeficientes por defecto para estimar la variación de las reservas de carbono en la biomasa por efecto de la conversión del uso de la tierra, y el carbono de la biomasa que sustituye a la vegetación eliminada.
- Nivel 2: Utilizar al menos algunos parámetros específicos del país respecto de las reservas de carbono para estimar la variación de las reservas de carbono en la conversión de tierras en praderas. Asignar el carbono asociado a la eliminación de biomasa a los procesos de quemado,



descomposición y otros procesos de conversión importantes a nivel nacional. Estimar las emisiones de gases de traza distintos del CO₂ en la porción de biomasa quemada tanto en el lugar como fuera del lugar. Utilizar estimaciones de superficie desglosadas por zonas climáticas y otras divisiones de interés para el país de modo que coincidan con los parámetros sobre las reservas de carbono específicos del país.

- Nivel 3: Utilizar una metodología específica del país a escala espacial fina (por ejemplo, modelización, medición).

Considerando la información disponible²³ y siguiendo los pasos del árbol de decisiones, el nivel aplicable es el Nivel 2. En ese sentido, la ecuación que se debe aplicar es la siguiente:

Ecuación 27: Variación en las reservas de C en la biomasa viva

$$\Delta C_{TPBV} = S_{\text{Conversión}} * (T_{\text{Conversión}} + \Delta C_{\text{Crecimiento}})$$

$$T_{\text{Conversión}} = (C_{\text{Después}} - C_{\text{Antes}})$$

Donde:

- ΔC_{TPBV} : variación anual de las reservas de carbono en la biomasa viva en tierras convertidas en praderas, en toneladas de C año⁻¹
- $S_{\text{Conversión}}$: superficie anual de tierras convertidas en praderas, en ha año⁻¹
- $T_{\text{Conversión}}$: variación de las reservas de carbono por unidad de superficie para ese tipo de conversión cuando la tierra es convertida en pradera, toneladas de C ha⁻¹
- $\Delta C_{\text{Crecimiento}}$: reservas de carbono resultantes de un año de crecimiento de la vegetación de la pradera tras la conversión, en toneladas de C ha⁻¹
- $C_{\text{Después}}$: reservas de carbono en la biomasa inmediatamente después de la conversión en pradera, en toneladas de C ha⁻¹
- C_{Antes} : reservas de carbono en la biomasa inmediatamente antes de la conversión en pradera, en toneladas de C ha⁻¹

Fuente: OBP2003, Capítulo 3, Página 175

3.4.3. Tierra Forestal a Asentamientos

La metodología del cálculo para estimar la variación de las reservas de carbono depende de la información que se disponga. A continuación una breve descripción de los niveles:

- Nivel 1: Supone que toda la biomasa viva presente antes de la conversión en asentamiento se perderá en el mismo año en que se realiza la conversión, y las reservas de carbono en la biomasa viva después de la conversión ($C_{\text{Después}}$) son iguales a 0.
- Nivel 2: Las reservas de carbono específicas del país se aplican a los datos de actividad desglosados, en las escalas apropiadas.
- Nivel 3: Se utilizan métodos de estimación avanzados que pueden conllevar la utilización de modelos complejos y de datos de actividad muy desglosados.

Considerando la información disponible²⁴ y siguiendo los pasos del árbol de decisiones para estimar la variación de las reservas de carbono en tierras que se convierten de categoría de la Figura 5, el nivel del cálculo a aplicar corresponde al Nivel 2. En ese sentido, la ecuación que se debe aplicar es la siguiente:

²³ Ver Tabla 10 y Anexo 1 del presente documento

²⁴ Ver Tabla 10 y Anexo 1 del presente documento



Ecuación 28: Variación anual de las reservas de C en la biomasa viva en tierras forestales convertidas en asentamientos

$$\Delta C_{TFABV} = S * (C_{\text{después}} + C_{\text{antes}})$$

Donde:

- ΔC_{TFABV} : variación anual de las reservas de carbono en la biomasa viva por efecto de la conversión de tierras forestales en asentamientos, en toneladas de C año⁻¹
- S : superficie de tierras forestales convertidas anualmente en asentamientos, en ha año⁻¹
- $C_{\text{Después}}$: reservas de carbono en la biomasa viva inmediatamente después de la conversión en asentamientos, en toneladas de C ha⁻¹
- C_{Antes} : reservas de carbono en la biomasa inmediatamente antes de la conversión en asentamientos, en toneladas de C ha⁻¹

Fuente: OBP2003, Capítulo 3, Página 197

3.4.4. Tierra Forestal a Otras Tierras

Esta categoría que engloba los suelos desprovistos de vegetación, las rocas, el hielo, etc., y todo tipo de áreas de tierra no incluidas en ninguna de las demás categorías de uso de la tierra examinadas.

Esta conversión de uso de la tierra, tanto si comienza con una actividad humana como si se debe a una causa natural que afecte a las tierras gestionadas, es necesario calcular las emisiones de CO₂, ya que el proceso de conversión libera el carbono previamente retenido en la tierra, y las emisiones y/o absorciones por efecto de las actividades de gestión cesan.

Para el cálculo de esta variación se tiene la siguiente ecuación:

Ecuación 29: Variación anual de las reservas de carbono en tierras convertidas en "otras tierras"

$$\Delta C_{TOT} = \Delta C_{TOTbv} + \Delta C_{TOTsuelos}$$

Donde:

- ΔC_{TOT} : variación anual de las reservas de carbono en tierras convertidas en "Otras tierras", en toneladas de C año⁻¹
- ΔC_{TOTbv} : variación anual de las reservas de carbono en la biomasa viva en tierras convertidas en "Otras tierras", en toneladas de C año⁻¹
- $\Delta C_{TOTsuelos}$: variación anual de las reservas de carbono en suelos en tierras convertidas en "Otras tierras", en toneladas de C año⁻¹

Fuente: OBP2003, Capítulo 3, Página 199

a) Variación de las reservas de biomasa viva

Para esta subcategoría es necesario disponer de estimaciones del carbono presente en las reservas de biomasa viva antes de la conversión, basadas en la estimación de las áreas de tierra convertidas durante el período comprendido entre los estudios sobre el uso de la tierra. En este caso, se supone que la vegetación predominante queda totalmente eliminada, de modo que no subsista carbono en la biomasa viva después de la conversión.

La diferencia entre los depósitos de carbono en la biomasa viva inicial y final se utiliza para calcular la variación de las reservas de carbono por efecto de la conversión del uso de la tierra.



El valor medio de la variación de las reservas de carbono por unidad de superficie se estima suponiéndolo igual a la variación de las reservas de carbono por efecto de la eliminación de biomasa viva en el uso inicial de la tierra.

La metodología del cálculo depende de la información que se disponga. A continuación una breve descripción de los niveles:

- Nivel 1: La cantidad de biomasa sobre el suelo que es eliminada se estima multiplicando la superficie de bosque convertida anualmente en otras tierras por el promedio del contenido de carbono anual en la biomasa de las tierras antes de la conversión. Se supone que la totalidad de la biomasa es eliminada en el año de la conversión. El supuesto por defecto recomendado para los cálculos del Nivel 1 consiste en que la totalidad del carbono de la biomasa es liberado a la atmósfera mediante procesos de degradación tanto en el lugar como fuera de lugar.
- Nivel 2: Se emplea cuando se dispone de datos específicos del país sobre las reservas de carbono en el uso inicial de la tierra. Además, en el Nivel 2 las pérdidas de carbono pueden asignarse a determinados procesos de conversión, como la quema o la recolección. De ese modo, es posible estimar más exactamente las emisiones de gases de efecto invernadero distintos del CO₂. La porción de biomasa eliminada suele utilizarse en forma de productos de madera o como leña. En el caso de los productos de madera, se podrán considerar, como supuesto por defecto, que el carbono de los productos de madera se oxida en el año de la absorción.
- Nivel 3: Es similar al Nivel 2, aunque requieren un mayor número de datos/información que en este último nivel. Por ejemplo: para cada tierra forestal convertida en "Otras tierras" se utilizan las superficies efectivamente convertidas cada año; las densidades de carbono y la variación de las reservas de carbono están basadas en información específica local, posiblemente con un vínculo dinámico entre la biomasa y el suelo; y los volúmenes de biomasa eliminados están basados en inventarios reales y/o en estimaciones obtenidas mediante modelos.

Considerando la información disponible²⁵ y siguiendo los pasos del árbol de decisiones, el nivel aplicable corresponde al Nivel 2. En ese sentido, la ecuación a aplicar es la siguiente:

Ecuación 30: Variación de las reservas de biomasa viva

$$\Delta C_{TOTBV} = S_{Conversión} * (B_{Después} - B_{Antes}) * FC$$

Donde:

- ΔC_{TOTBV} : Variación anual de las reservas de carbono en la biomasa viva en tierras convertidas en "Otras tierras", en toneladas de C año⁻¹
- $S_{Conversión}$: Superficie de tierra convertida anualmente en "Otras tierras" partiendo de ciertos usos iniciales de la tierra, en ha año⁻¹
- $B_{Después}$: Cantidad de biomasa viva inmediatamente después de la conversión en .Otras tierras., en toneladas m.s. ha⁻¹
- B_{Antes} : Cantidad de biomasa viva inmediatamente antes de la conversión en .Otras tierras., en toneladas m.s. ha⁻¹
- FC : Fracción de carbono de la materia seca (valor por defecto: 0,5), en toneladas de C (toneladas m.s.)⁻¹

Fuente: OBP2003, Capítulo 3, Página 200

²⁵ Ver Tabla 10 y Anexo 1 del presente documento



3.5. Emisiones y absorciones en el suelo

Esta categoría está conformada por las emisiones y absorciones en el suelo en los siguientes casos:

- Tierra Forestal a Tierras Agrícolas
- Tierra Forestal a Praderas

3.5.1. Emisiones y absorciones en el suelo en Tierra Forestal a Tierras Agrícolas

La conversión de tierras en tierras agrícolas puede tener lugar en tierras no gestionadas, incluidos los ecosistemas nativos relativamente inalterados (por ejemplo, tierras forestales, praderas, sabanas, humedales), o en tierras gestionadas para otros usos (por ejemplo, bosques gestionados, tierras de pastoreo gestionadas).

La gestión más intensiva que conlleva el uso de tierras agrícolas (es decir, un alto nivel de absorción de biomasa recolectada, y una frecuente alteración del suelo por labranza) redundará normalmente en pérdidas de C en la materia orgánica del suelo y en la materia orgánica muerta (detritus de superficie y restos de madera gruesos).

En el caso de Perú, a la fecha, se deberá tener en cuenta que no se conoce el tipo de suelo en la conversión Bosque Secundario-Tierra Agrícola porque ha sido producto del muestreo aleatorio y no de un análisis especializado. Se asume para efectos de cálculo que todo corresponde a suelos tipo AAA, para evidenciar que no habría cambio en el stock de carbono, porque ambos usos (tierra agrícola y Bosques Secundarios pertenecen a la categoría "Barbecho Acortado", por tanto usan los mismos factores de cambio, dando un diferencial igual a cero.

Para el cálculo de emisiones en esta subcategoría se deberá realizar un análisis a nivel de suelos minerales y agrícolas.

a) Suelos minerales

La OBP2003, ofrece tres niveles metodológicos para el cálculo de cambio de stock de carbono en suelos minerales, los que se describen a continuación:

- Nivel 1: Se basan en los valores de referencia por defecto de las reservas de C y de los factores de variación de las reservas, y en datos relativamente desglosados sobre la ubicación y las tasas de conversión de uso de la tierra.
- Nivel 2: Similar al Nivel 1, aunque utiliza unos factores de referencia específicos del país o de la región con respecto a las reservas de C y/o a la variación de las reservas, además de unos datos de actividad más desglosados.
- Nivel 3: Está basado en modelos más detallados y específicos del país y/o en metodologías basadas en mediciones, que utilizan datos muy desglosados sobre los usos y la gestión de las tierras.

Considerando la información disponible²⁶ y siguiendo los pasos del árbol de decisiones, el nivel aplicable corresponde al Nivel 2. En ese sentido la ecuación a aplicar es la siguiente:

²⁶ Ver Tabla 10 y Anexo 1 del presente documento



Ecuación 31: Variación anual de las reservas de carbono en suelos minerales

$$\Delta C_{TFTA\text{Minerales}} = [(COS_0 \cdot COS_{(0..T)}) \cdot S] / T$$

$$COS = COS_{REF} \cdot F_{UT} \cdot F_{RG} \cdot F_E$$

Donde:

- $\Delta C_{TFTA\text{Minerales}}$: Variación anual de las reservas de carbono en suelos minerales, en toneladas de C año⁻¹
- COS_0 : Variación de carbono orgánico del suelo en el año de inventario, en toneladas de C ha⁻¹
- $COS_{(0..T)}$: Reservas de carbono orgánico del suelo T años antes del inventario, en toneladas de C ha⁻¹
- T : Período de inventario, en años (valor por defecto: 20 años)
- S : Superficie de cada parcela, en ha
- COS_{REF} : Valor de referencia de las reservas de carbono, en toneladas de C ha⁻¹
- F_{UT} : Factor de variación de las reservas para un uso de la tierra o para un cambio de uso de la tierra, sin dimensiones
- F_{RG} : Factor de variación de las reservas para un régimen de gestión, sin dimensiones
- F_E : Factor de variación de las reservas para una entrada de materia orgánica, sin dimensiones.

Fuente: OBP2003, Capítulo 3, Página 202

b) Suelos agrícolas

Las metodologías de los Niveles 1 y 2 para los suelos orgánicos convertidos en tierras agrícolas a partir de otros usos de la tierra en el período de inventario reciben el mismo tratamiento que los suelos orgánicos cultivados durante largos períodos, es decir, se les aplica un factor de emisión constante basado en el régimen climático.

- En el Nivel 2, los factores de emisión se obtienen de datos específicos del país o de la región.
- El Nivel 3 está basado en modelos más detallados y específicos del país y/o en metodologías basadas en mediciones, que utilizan datos muy desglosados sobre los usos y la gestión de las tierras.

Considerando la información disponible²⁷ y siguiendo los pasos del árbol de decisiones, el nivel del cálculo aplicable corresponde al Nivel 2. En ese sentido, la ecuación a aplicar es la siguiente:

Ecuación 32: Emisiones de CO₂ procedentes de suelos orgánicos

$$\Delta C_{TFTA\text{Orgánicos}} = \sum_c (S \cdot FE)_c$$

Donde:

- $\Delta C_{TFTA\text{Orgánicos}}$: Emisiones de CO₂ procedentes de suelos orgánicos cultivados en tierras agrícolas que provienen de Tierra Forestal, en toneladas de C año⁻¹
- S : Superficie de suelos orgánicos para el tipo de clima c, en ha
- FE : Factor de emisión para el tipo de clima c, en toneladas de C ha⁻¹ año⁻¹

Fuente: OBP2003, Capítulo 3, Página 128



²⁷ Ver Tabla 10 y Anexo 1 del presente documento



3.5.2. Emisiones y absorciones en el suelo en Tierra Forestal a Praderas

La metodología tiene en cuenta la variación de las reservas de carbono orgánico (emisiones o absorciones de CO₂) para los suelos minerales, las emisiones de CO₂ procedentes de suelos orgánicos (es decir, suelos de turba o de detritus orgánicos) convertidos en pastos, y las emisiones de CO₂ procedentes del encalado del suelo de las praderas. Aunque en este último caso, no se ha realizado el cálculo correspondiente.

Con respecto a la variación de las reservas de carbono en suelos minerales, estas se definen como reservas de carbono en el suelo como el carbono orgánico incorporado a los horizontes de suelo mineral hasta una profundidad de 30 cm, sin incluir el C de los residuos de superficie (es decir, la materia orgánica muerta) o las variaciones del carbono inorgánico (es decir, los minerales carbonatados). En la mayoría de los suelos de pradera, los residuos de superficie representan un volumen de reservas de carbono menor que el suelo.

En la siguiente ecuación general representa el cálculo correspondiente:

Ecuación 33: Variación anual de las reservas de carbono en el suelo en praderas que siguen siendo praderas

$$\Delta C_{PPSuelos} = \Delta C_{PPMinerales} - \Delta C_{PPOrgánicos} - \Delta C_{PPEncalado}$$

Donde:

$\Delta C_{PPSuelos}$: Variación anual de las reservas de carbono en el suelo en praderas que siguen siendo praderas, en toneladas de C año⁻¹

$\Delta C_{PPMinerales}$: Variación anual de las reservas de carbono en suelos minerales en praderas que siguen siendo praderas, en toneladas de C año⁻¹

$\Delta C_{PPOrgánicos}$: Variación anual de las reservas de carbono en suelos orgánicos en praderas que siguen siendo praderas (estimadas como flujo anual neto), en toneladas de C año⁻¹

$\Delta C_{PPEncalado}$: Emisiones de C anuales procedentes del encalado²⁸ de praderas, en toneladas de C año⁻¹

Fuente: OBP2003, Capítulo 3, Página 162

a) Suelos minerales

Para los suelos minerales, el método de estimación se basa en la variación de las reservas de C en el suelo durante un período finito tras un cambio de gestión que influya en el C del suelo. La OBP2003 ofrece tres niveles metodológicos, los cuales se describen a continuación:

- Nivel 1: Se utilizan valores de referencia por defecto de las reservas de carbono y factores de variación de las reservas para los principales sistemas de praderas de un país, estratificados con arreglo a los tipos de suelo y de clima por defecto.
- Nivel 2: Se utilizan las mismas ecuaciones básicas que en el Nivel 1, aunque con valores específicos del país para las reservas de carbono de referencia y/o los factores de variación de las reservas. Además, las metodologías del Nivel 2 conllevarán probablemente una estratificación más detallada de los sistemas de gestión si se dispone de datos suficientes.
- Nivel 3: Se basan en una combinación de modelos dinámicos y de mediciones detalladas de inventario sobre la variación de las emisiones/reservas de C en el suelo, probablemente no utilizarán *per se* factores simples de variación de las reservas o de emisiones. La estimación de las emisiones mediante metodologías basadas en modelos se obtiene de la interacción de

²⁸ A la fecha no ha sido desarrollado este cálculo.



múltiples ecuaciones que estiman la variación neta de las reservas de C en el suelo en los modelos.

Considerando la información disponible²⁹ y siguiendo los pasos del árbol de decisiones, el nivel del cálculo aplicable es el Nivel 2. En ese sentido, la ecuación a aplicar es la siguiente:

Ecuación 34: Variación anual de las reservas de carbono en suelos minerales para un solo sistema de pradera

$$\Delta C_{TFTPMinerales} = [(COS_0 \cdot COS_{(0..T)}) * S] / T$$

$$COS = COS_{REF} * F_{UT} * F_{RG} * F_E$$

Donde:

- $\Delta C_{TFTPMinerales}$: Variación anual de las reservas de carbono en suelos minerales, en toneladas de C año⁻¹
- COS_0 : Variación de carbono orgánico del suelo en el año de inventario, en toneladas de C ha⁻¹
- $COS_{(0..T)}$: Reservas de carbono orgánico del suelo T años antes del inventario, en toneladas de C ha⁻¹
- T : Período de inventario, en años (valor por defecto: 20 años)
- S : Superficie de cada parcela, en ha
- COS_{REF} : Valor de referencia de las reservas de carbono, en toneladas de C ha⁻¹.
- F_{UT} : Factor de variación de las reservas para un uso de la tierra o para un cambio de uso de la tierra, sin dimensiones.
- F_{RG} : Factor de variación de las reservas para un régimen de gestión, sin dimensiones.
- F_E : Factor de variación de las reservas para una entrada de materia orgánica, sin dimensiones.

Fuente: OBP2003, Capítulo 3, Página 163

Ecuación 35: Variación anual de las reservas de carbono en suelos minerales en la totalidad de praderas que siguen siendo praderas

$$\Delta C_{TFTPMinerales} = [(COS_0 \cdot COS_{(0..T)}) * S] / T$$

$$COS = COS_{REF} * F_{UT} * F_{RG} * F_E$$

Donde:

- $\Delta C_{PPMinerales}$: Variación anual de las reservas de carbono en suelos minerales, en toneladas de C año⁻¹
- COS_0 : Reservas de carbono orgánico en el suelo en el año de inventario, en toneladas de C ha⁻¹
- $COS_{(0..T)}$: Reservas de carbono orgánico en el suelo T años antes del inventario, en toneladas de C ha⁻¹
- T : Período de inventario, en años (valor por defecto: 20 años)
- S : Superficie de tierra de cada parcela, en ha

c representa las zonas climáticas, s los tipos de suelo, e i el conjunto de los principales tipos de praderas presentes en un país.

Fuente: OBP2003, Capítulo 3, Página 164



²⁹ Ver Tabla 10 y Anexo 1 del presente documento



b) Suelos agrícolas

La metodología para estimar la variación de las reservas de carbono en suelos orgánicos utilizada para las praderas gestionadas consiste en asignar una tasa de pérdida anual de C por efecto del drenaje y de otras perturbaciones de la gestión al adaptar los suelos a praderas gestionadas³⁰. La OBP2003 define tres niveles metodológicos, los cuales se describen a continuación

- Nivel 1: Los factores de emisión por defecto se utilizan junto con las estimaciones de superficie en suelos orgánicos gestionados como praderas, para cada región climática presente en el país.
- Nivel 2: Los factores de emisión se estiman a partir de datos específicos del país, estratificados por regiones climáticas.
- Nivel 3: Incluyen sistemas más detallados que integren modelos dinámicos y redes de mediciones.

Considerando la información disponible³¹ y siguiendo los pasos del árbol de decisiones para tierras que se convierten de categoría de la Figura 6, el nivel del cálculo aplicable corresponde al Nivel 2. En ese sentido, la ecuación a aplicar es la siguiente:

Ecuación 36: Emisiones de CO₂ procedentes de suelos orgánicos cultivados en praderas que provienen de Tierra Forestal

$$\Delta C_{TFTA\text{Orgánicos}} = \sum_c (S * FE)_c$$

Donde:

$\Delta C_{TFTA\text{Orgánicos}}$: Emisiones de CO₂ procedentes de suelos orgánicos cultivados en praderas que provienen de Tierra Forestal, en toneladas de C año⁻¹

S : Superficie de suelos orgánicos para el tipo de clima c, en ha

FE : Factor de emisión para el tipo de clima c, en toneladas de C ha⁻¹ año⁻¹

Fuente: OBP2003, Capítulo 3, Página 165

3.6. Otros (gases no CO₂)

Las emisiones de gases de efecto invernadero distintos del CO₂ provienen de suelos forestales y las emisiones procedentes de la quema de la biomasa.

El N₂O y el NO_x se producen principalmente en los suelos como subproducto de la nitrificación y de la desnitrificación.

Estos dos gases se producen en **Tierras Forestales que permanecen como Tierras Forestales** y en el caso que **Tierras que se convierten en Tierras Forestales**.

3.6.1. Tierras Forestales que permanecen como Tierras Forestales

Las emisiones de GEI diferentes al CO₂ se examinan las emisiones de N₂O procedentes de suelos forestales y las emisiones de gases de efecto invernadero del CO₂ procedentes de la quema de la biomasa. El N₂O y el NO_x se producen principalmente en los suelos como subproducto de la nitrificación y la desnitrificación. La OBP2003 ofrece tres niveles metodológicos para el cálculo de emisiones provenientes por esta fuente, los cuales se describen a continuación:

³⁰ Las praderas naturales de tipo .humedal. que pueden utilizarse para el pastoreo estacional pero que no han sido drenadas artificialmente no deberían incluirse en esta categoría.

³¹ Ver Tabla 10 y Anexo 1 del presente documento



- Nivel 1: Se supondrá que la conversión en tierras forestales no origina pérdidas de carbono en el suelo, que las emisiones de N₂O procedentes de la mineralización del carbono en el suelo son también nulas. Las emisiones de N₂O retardadas procedentes de la aplicación de nitrógeno durante el uso de la tierra anterior y el nuevo uso de la tierra (bosques gestionados) se calculan implícitamente en el inventario, y no es necesario notificarlas por separado, evitando así el doble cómputo.
- Nivel 2: Se sugiere que reiteran el inventario de carbono en el suelo que comprueben el supuesto de que la conversión en tierras forestales no ocasiona pérdidas de carbono en el suelo. Si fuera posible documentar las pérdidas de carbono en el suelo, por ejemplo por forestación de praderas, las emisiones de N₂O se notificarán utilizando los mismos niveles y metodologías que para la conversión en tierras agrícolas. Las emisiones de N₂O retardadas procedentes de la aplicación de nitrógeno durante el uso anterior de la tierra se calculan implícitamente en el inventario, y no es necesario informar de ellas por separado, evitando así el doble cómputo. En la actualidad, no existe información adecuada que permita estimar el efecto de la acumulación de carbono en el suelo en el caso de las emisiones de N₂O.
- Nivel 3: En el caso que se notifiquen emisiones de N₂O en términos explícitamente espaciales.

Considerando la información disponible³² y siguiendo los pasos del árbol de decisiones, el nivel del cálculo aplicable corresponde al Nivel 2. En ese sentido, la ecuación que se debe aplicar es la siguiente:

Ecuación 37: Emisiones directas de N₂O procedentes de bosques gestionados

$$N_2O \text{ directo} - N_{TTF} = (N_2O \text{ directo} - N_{\text{fertilizante}} + N_2O \text{ directo} - N_{\text{drenaje}})$$

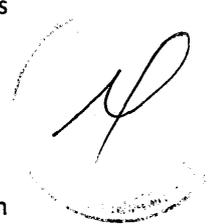
Donde:

- N₂O directo-N_{TTF} : emisiones directas de N₂O procedentes de bosques gestionados, en unidades de nitrógeno, Gg N
- N₂O directo-N_{fertilizante} : emisiones directas de N₂O procedentes de la fertilización de bosques, en unidades de nitrógeno, Gg N
- N₂O directo-N_{drenaje} : emisiones directas de N₂O procedentes del drenaje de suelos forestales húmedos, en unidades de nitrógeno, Gg N

Fuente: OBP2003, Capítulo 3, Página 91

3.6.2. Tierras que se convierten en Tierras Forestales (TTF)

Las emisiones de GEIs provenientes de la quema de biomasa y/o del drenaje y fertilización se calculan usando el mismo procedimiento descrito en el anterior numeral Tierras Forestales que permanecen como Tierras Forestales. Si se dispone de suficientes datos, se deberá analizar por separado cada tipo de conversión de tierra: agrícola en forestal, pradera en forestal, humedal en forestal, asentamiento en forestal y otras tierras en forestal. En todo caso, debe evitarse el doble cómputo.



³² Ver Tabla 10 y Anexo 1 del presente documento



4. INCERTIDUMBRE

El RAGEI deberá incluir un análisis de incertidumbre, cuya metodología adaptada a nuestra realidad nacional será elaborada por el Ministerio del Ambiente en coordinación con el GTA.

La incertidumbre se evalúa para ayudar a priorizar los esfuerzos que se dedican a aumentar la precisión de los inventarios en el futuro y orientar las decisiones sobre la elección de la metodología. Las incertidumbres son también importantes para examinar el grado de coincidencia entre los inventarios nacionales y las estimaciones que han elaborado distintos organismos sobre las emisiones y las absorciones o que se han calculado aplicando un método determinado.

De acuerdo con el Capítulo 6 de OBP2000. La cuantificación de las incertidumbres en la práctica, las incertidumbres deberían presentarse como un intervalo de confianza teniendo en cuenta el rango en el que se considera que el valor real de una cantidad incierta representa una probabilidad determinada. En las Directrices del IPCC se recomienda utilizar un intervalo de confianza del 95%, ya que así existe un 95% de probabilidades de que se obtenga el valor real que se desconoce. Asimismo, puede expresarse en porcentaje de incertidumbre, que equivale a la mitad de la magnitud del intervalo de confianza dividido por el valor de la cantidad estimada. El porcentaje de incertidumbre se utiliza cuando se conoce la función de densidad de probabilidad subyacente o cuando se recurre a un esquema de muestreo o al dictamen de expertos. Además este concepto puede utilizarse para identificar las categorías respecto de las cuales se deberían concentrar todos los esfuerzos para reducir la incertidumbre.



5. CONTROL DE CALIDAD³³

Se requiere asegurar la calidad del RAGEI en todas sus etapas de elaboración, desde la recopilación de la información hasta la elaboración de Reporte.

El control de calidad (CC) es un sistema de actividades técnicas rutinarias destinado a evaluar y mantener la calidad del inventario reporte. Las actividades que se desarrollan para el control de calidad son:

- Realizar controles rutinarios y coherentes que garanticen la integridad de los datos, su corrección y su exhaustividad.
- Detectar y subsanar errores y omisiones;
- Verificar que los procedimientos del IPCC han sido empleados para los cálculos o mediciones de las emisiones y absorciones.
- Documentar y archivar el material de los RAGEI y registrar todas las actividades de CC

La persona que se encargue de elaborar el RAGEI debe definir las responsabilidades y los procedimientos específicos para la planificación, elaboración y gestión de las actividades del inventario, entre los que se incluyen:

- Recopilación de datos.
- Selección de métodos, factores de emisión, niveles de actividad y otros parámetros de estimación.
- Estimación de las emisiones o absorciones.
- Evaluación de la incertidumbre.
- Actividades de control de calidad.
- Documentación y archivo.

El proceso de control de calidad debe delinear las actividades de control de calidad, cada una de las cuales deberá contar con un calendario.

Las técnicas para llevar el CC son de dos tipos las generales y genéricas.

5.1. Técnicas generales de control de calidad

Los procedimientos generales de CC incluyen los controles genéricos de calidad relativos a cálculos, procesamiento de datos, exhaustividad y documentación, aplicables a todas las categorías de fuentes y sumideros del reporte.

La

³³ GL2006, Volumen 1, Capítulo 6: Garantía de calidad / Control de calidad y Verificación



Tabla 7 muestra los procedimientos generales de control de calidad para los inventarios.





Tabla 7. Actividades y procedimientos para el control de calidad

Categoría	Procedimientos
Verificar que las hipótesis y los criterios para la selección de datos de la actividad, factores de emisión y otros parámetros de estimación queden documentados.	<ul style="list-style-type: none"> • Efectuar la verificación cruzada de los datos de la actividad, los factores de emisión y otros parámetros de estimación con la información relativa a las categorías y garantizar que estén registrados y archivados correctamente
Controlar la existencia de errores de transcripción en las entradas de datos y referencias	<ul style="list-style-type: none"> • Confirmar que las referencias bibliográficas estén citadas correctamente en la documentación interna. • Efectuar la verificación cruzada de una muestra de datos de entrada de cada categoría (fuera de mediciones o parámetros utilizados en los cálculos) para detectar errores de transcripción.
Verificar que las emisiones y absorciones se calculen correctamente.	<ul style="list-style-type: none"> • Reproducir un conjunto de cálculos de emisiones y absorciones • Utilizar un método de aproximación simple que arroje resultados similares a los del cálculo original y más complejo, para garantizar que no haya errores de entrada de los datos ni errores de cálculo
Controlar que se registren correctamente los parámetros y las unidades y que se utilicen los factores de conversión adecuados	<ul style="list-style-type: none"> • Controlar que las unidades estén identificadas correctamente en las planillas de cálculos. • Controlar que se mantengan las unidades correctamente desde el comienzo hasta el final de los cálculos. • Controlar que los factores de conversión sean correctos. • Controlar que se usen correctamente los factores de ajuste temporal y espacial.
Comprobar la integridad de los archivos de la base de datos	<ul style="list-style-type: none"> • Examinar la documentación intrínseca incluida (véase también el Recuadro 6.4) para: <ul style="list-style-type: none"> - confirmar que los pasos correctos para el procesamiento de la información se encuentren bien representados en la base de datos. - confirmar que las relaciones de los datos se encuentren bien representadas en la base de datos. - garantizar que los campos de datos estén bien identificados y contengan las especificaciones de diseño correctas. - garantizar que se archive la documentación adecuada de la estructura y el funcionamiento de la base de datos y del modelo.
Comprobar la coherencia de los datos entre las diferentes categorías.	<ul style="list-style-type: none"> • Identificar parámetros (p. ej. datos de la actividad, constantes) comunes a muchas categorías y confirmar que haya coherencia en los valores usados para estos parámetros en los cálculos de emisión/absorción
Verificar que el movimiento de los datos del inventario a través de los pasos del procesamiento sea correcto.	<ul style="list-style-type: none"> • Controlar que los datos de emisiones y absorciones estén agregados correctamente de los niveles inferiores a los niveles superiores de generación de informes, al elaborar los resúmenes. • Controlar que se transcriban correctamente los datos de emisiones y absorciones entre los diferentes productos intermedios.
Corroborar que se estimen y calculen correctamente las incertidumbres de las emisiones y absorciones	<ul style="list-style-type: none"> • Controlar que los antecedentes de quienes proporcionan el dictamen de expertos para las estimaciones de incertidumbres sean adecuados. • Comprobar que se registren los antecedentes, las hipótesis y los dictámenes de expertos. • Comprobar que las incertidumbres calculadas estén completas y hayan sido calculadas correctamente. • De ser necesario, duplicar los cálculos de incertidumbre de una muestra pequeña de las distribuciones de probabilidad usadas por los análisis de Monte Carlo (por ejemplo, mediante los cálculos de incertidumbre según el Método 1).
Controlar la coherencia de la serie temporal	<ul style="list-style-type: none"> • Controlar la coherencia temporal de los datos de entrada de la serie temporal para cada categoría. • Verificar la coherencia del algoritmo/método utilizado para los cálculos a través de la serie temporal. • Verificar los cambios metodológicos y de datos que producen nuevos



	<p>cálculos.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Controlar que los efectos de las actividades de mitigación queden reflejados correctamente en los cálculos de la serie temporal.
Controlar la exhaustividad	<ul style="list-style-type: none"> • Para cada categoría, deben compararse las estimaciones actuales del inventario con las estimaciones anteriores, si están disponibles. Si hay cambios significativos o divergencias de las tendencias esperadas, volver a controlar las estimaciones y explicar las diferencias. La existencia de cambios significativos en las emisiones o absorciones de los años anteriores puede indicar posibles errores de entrada o cálculo. • Controlar el valor de los factores de emisión implícitos (emisiones agregadas divididas por los datos de la actividad) en la serie temporal. <ul style="list-style-type: none"> - ¿Algún año presenta valores erráticos no explicados? - Si se mantienen estáticos en toda la serie temporal, ¿están capturándose los cambios en las emisiones o absorciones? • Verificar si se advierten tendencias inusuales e inexplicadas para los datos de la actividad u otros parámetros en la serie temporal.
Revisión y archivo de la documentación interna	<ul style="list-style-type: none"> • Comprobar que exista documentación interna detallada que respalde las emisiones y permita la reproducción de las estimaciones de emisión, absorción e incertidumbre. • Comprobar que los datos del inventario, los datos de respaldo y los registros del inventario se archiven y guarden para facilitar la revisión detallada. • Controlar que el archivo esté cerrado y se conserve en sitio seguro, una vez finalizado el inventario. • Controlar la integridad de los arreglos para el archivo de datos de los organismos externos participantes en la elaboración del inventario.

Fuente: GL2006, Volumen 1, Capítulo 6, Página 6.11

5.2. Técnicas específicas de control de calidad

El control de calidad específico de la categoría suplementa los procedimientos generales de CC del inventario, y apunta a tipos específicos de datos usados en los métodos para las categorías individuales de fuentes o sumideros. Estos procedimientos exigen el conocimiento de la categoría específica, los tipos de datos disponibles y los parámetros asociados a las emisiones o absorciones, y se los realiza como adicionales a los procedimientos generales de control de calidad. Entre las actividades de CC específicas de la categoría se incluyen el CC de los datos de las emisiones (o absorciones) y el CC de los datos de la actividad. Los procedimientos pertinentes de CC dependen del método usado para estimar las emisiones o absorciones para una categoría dada³⁴.

6. INFORMACIÓN DISPONIBLE PARA LA ELABORACIÓN DEL REPORTE ANUAL DE GEI

En el presente capítulo se muestra la información disponible a la fecha para la elaboración del Reporte Anual de Gases de Efecto Invernadero del sector USCUS. Existe información detallada, pero también existe información parcial o pendiente de desarrollar. En este sentido, se recomienda que el PNCBMCC identifique la información, en corto plazo, que podría ser mejorada o podría obtenerse con el menor costo y se plantee las actividades necesarias para obtener la información no disponible a mediano y largo plazo.

6.1. Información nacional disponible para elaboración del RAGEI

La elaboración del RAGEI se realiza en función de la disponibilidad de información correspondiente a nivel nacional y que pueda corresponder a los niveles de clasificación de Categoría/Sub Categoría y

³⁴ Mayor información en la GL2006



Fuente de emisiones de acuerdo a lo establecido por las guías del IPCC. La Tabla 8 muestra la información que se pudo identificar para realizar los cálculos de emisiones/remociones del sector USCUS aplicando la GL1996.

6.2. Flujo de información

El flujo de información enlaza 4 componentes que explican el direccionamiento de la información necesaria para la elaboración del RAGEI. Estos 4 componentes son: entidad competente, institución informante, dato de generación y documento (Figura 7)

Tabla 8. Información disponible para la elaboración del RAGEI del sector USCUSS

Categoría	Subcategoría	Nivel de actividad	Dato de generación requerido RAGEI	Documento de respaldo para RAGEI	Dato de generación disponible	Instituciones generadoras de información
Tierras Forestales	Tierras Forestales que permanecen como Tierras Forestales	Volumen anual aprovechado de madera rolliza	Producción de madera rolliza por especie	Perú Forestal en Números	Producción de madera rolliza por especie	SERFOR/DGIOFFS
		Consumo anual de leña	Consumo anual de leña per cápita	Perú Forestal en Números	Consumo anual de leña per cápita	SERFOR/DGIOFFS
	Tierras que se convierten en Tierras Forestales	Consumo anual de leña	Porcentaje de población que consume leña por región	Consumo de Leña por Departamento	Porcentaje de población que consume leña por región	INEI
		Ocurrencia de Incendios Forestales a nivel nacional	Tasa de Crecimiento Poblacional	Tasas de Crecimiento de la Población por Departamento ³⁵	Tasa de Crecimiento Poblacional	INEI
Tierras agrícolas	Tierras que se convierten en Tierras Forestales	Superficie acumulada y anual de plantaciones forestales	Superficie de cobertura natural afectada/perdida por incendios Forestales a nivel nacional	---	Estadística de incendios producidos en el país.	INDECI
		Superficie acumulada de bosques secundarios al año de estudio	Superficie reforestada a nivel nacional	Perú Forestal en Números año RAGEI Perú Forestal en Números año anterior al RAGEI	Estadística de reforestación de AGRORURAL	AGRORURAL
	Tierras Agrícolas que permanecen como Tierras Agrícolas	Superficie cultivada de Cultivos Perennes	Superficie instalada de bosques secundarios al año de estudio	Superficie instalada de diferentes cultivos perennes	---	Estimación de absorciones por incrementos en la biomasa viva en bosques secundarios
	Tierras convertidas a Tierras Agrícolas	Tierras deforestadas para instalación de	Superficie instalada de diferentes cultivos perennes	Anuario de Producción Agrícola	Superficie cultivada de cultivos perennes agrícolas	MINAGRI/DGSEP
			Superficie instalada de diferentes cultivos perennes	Anuario de Producción Hortofrutícola	Superficie instalada de diferentes cultivos perennes hortofrutícola	
			Superficie anual eliminada estimada de Bosques Secundarios	---	Superficie anual eliminada estimada de Bosques Secundarios	PNCBMCC-SERFOR/

³⁵ http://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones_digitales/Est/Lib0015/cap-52.htm

³⁶ El Programa Nacional de Conservación de Bosques dispone de la información espacialmente explícita para estimar las superficies de bosques requeridos.

Guía N° 8:

Elaboración del Reporte Anual de Gases de Efecto Invernadero - Sector Uso del Suelo, Cambio de Uso de Suelo y Silvicultura.
Categorías Cambios en Biomasa y otros Stocks Leñosos, Conversión de Bosques y Praderas, Abandono de Tierras Cultivadas, Emisiones y Absorciones en el Suelo y Otros (gases no CO₂)



PERU

Ministerio del Ambiente

Categoría	Subcategoría	Nivel de actividad	Dato de generación requerido RAGEI	Documento de respaldo para RAGEI	Dato de generación disponible	Instituciones generadoras de información
Praderas		cultivos	Superficie de pérdida de Bosque Primario a Tierras Agrícolas	---	Resultados del análisis de interpretación visual de cambio de uso sobre el área anual perdida	DGI/OFFS
		Emisiones de suelo por conversión a tierras agrícolas	Superficie de pérdida de Bosque Primario a Tierras Agrícolas, categorizadas por tipo de suelo	Mapa de Suelos del Perú 1:5'000000, realizado en el año 1996 por el INRENA	Estimación de emisiones por cambio del stock de carbono de suelos minerales y orgánicos por conversión de tierras forestales para instalación de cultivos	
Praderas	Tierras convertidas a Praderas	Superficie de pérdida de Bosque Primario a Praderas	Cambio del stock de carbono de suelos minerales y orgánicos por conversión de tierras forestales para instalación de cultivos	Mapa de Suelos del Perú 1:5'000000, realizado en el año 1996 por el INRENA	Resultados del análisis de interpretación visual de cambio de uso sobre el área anual perdida Se asume que el área perdida es quemada durante el proceso de deforestación	DGI/OFFS
		Superficie de pérdida de Bosque Primario a Praderas, categorizadas por tipo de suelo	Pérdida de biomasa viva de tierras forestales para instalación de pastos	---	Las clases de suelos del mapa se reclasificaron para obtener las clases generales con factores de emisión del IPCC, en base a opinión de experto y la OBP2003	
Asentamientos	Tierras convertidas a asentamientos	Superficie de pérdida de bosque primario a asentamientos	Pérdida de biomasa viva de tierras forestales para creación de asentamientos	---	Análisis de interpretación visual de cambio de uso sobre el área anual perdida	PNCBMCC-SERFOR/DGI/OFFS
Otras Tierras	Tierras convertidas a otras tierras	Superficie de pérdida de bosque primario a otras tierras	Pérdida de biomasa viva de tierras forestales para creación de otras tierras	---	Análisis de interpretación visual de cambio de uso sobre el área anual perdida	

Fuente: Elaboración propia

Leyenda

DGI/OFFS:

DGSEP:

INEI:

INDECI:

AGROBURAL:

PNCBMCC:

DGAA:

DEA:

Dirección General de Información, Ordenamiento, Forestal y Fauna Silvestre del SERFOR

Dirección General de Seguimiento y Evaluación de Políticas del MINAGRI

Instituto Nacional de Estadística e Informática

Instituto de Defensa Civil

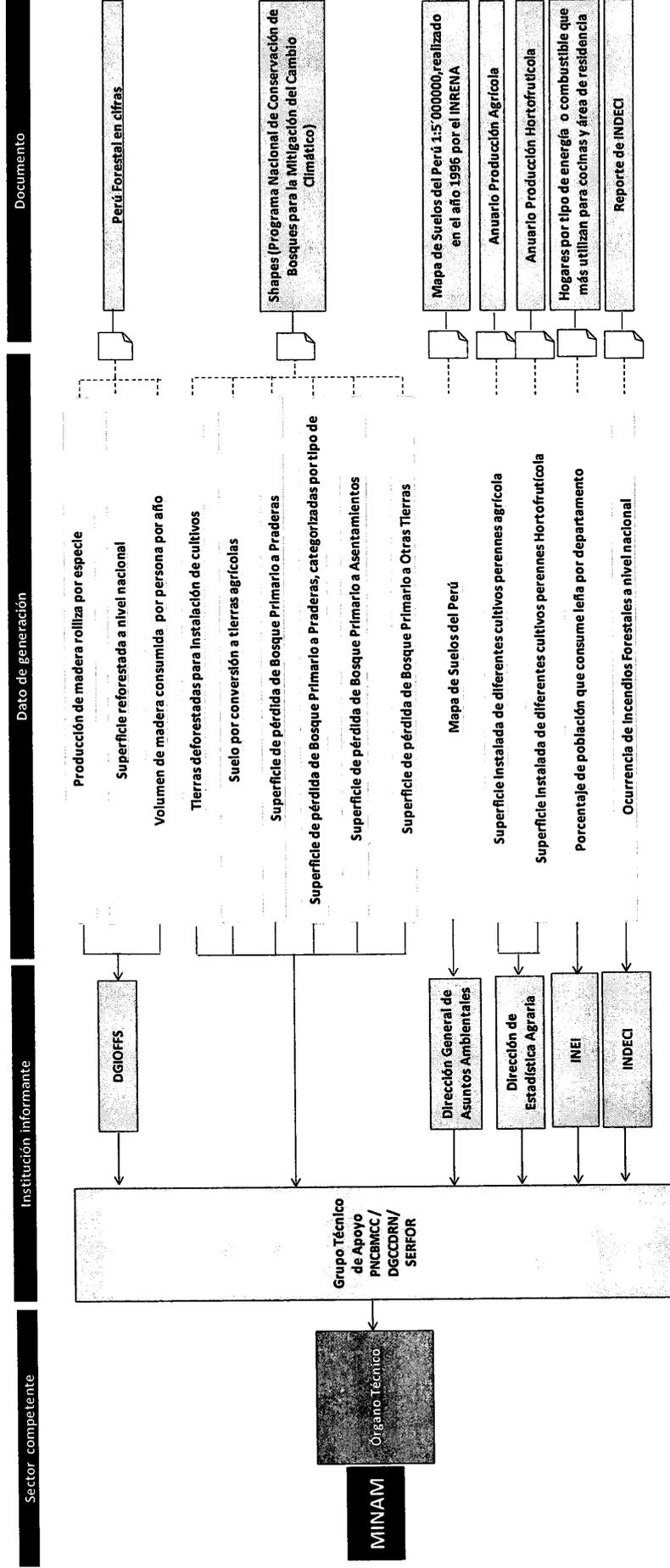
Programa de Desarrollo Productivo Agrario Rural

Programa Nacional de Conservación de Bosques para la Mitigación del Cambio Climático del MINAM

Dirección General de Asuntos Ambientales

Dirección de Estadística Agraria

Figura 7. Flujo de Información de la categoría USCUS, Uso de suelo, Cambio de Uso de Suelo y Silvicultura





7. HOJA DE CÁLCULO PARA EL SECTOR USCUS

La hoja de cálculo del sector USCUS – cambios en biomasa y otros stocks leñosos, conversión de bosques y praderas, abandono de tierras cultivadas, emisiones y absorciones en el suelo y otros (gases no CO₂) que se presenta en el Anexo 3 de la presente guía es una herramienta para facilitar la elaboración del RAGEI. Esta herramienta puede ser mejorada con la actualización o modificación de la presente guía.

Para la elaboración del RAGEI, además de la información mostrada en la Tabla 9 se requiere información sobre la extensión y pérdida de la cobertura del bosque, factores de emisión para ganancias y pérdidas de carbono, entre otros, los cuales se muestran en el Anexo 4 de la presente guía.

7.1. Presentación de hoja de cálculo

La hoja de cálculo del RAGEI muestra la información de base procesada, factores de emisión y de conversión utilizada en el cálculo.

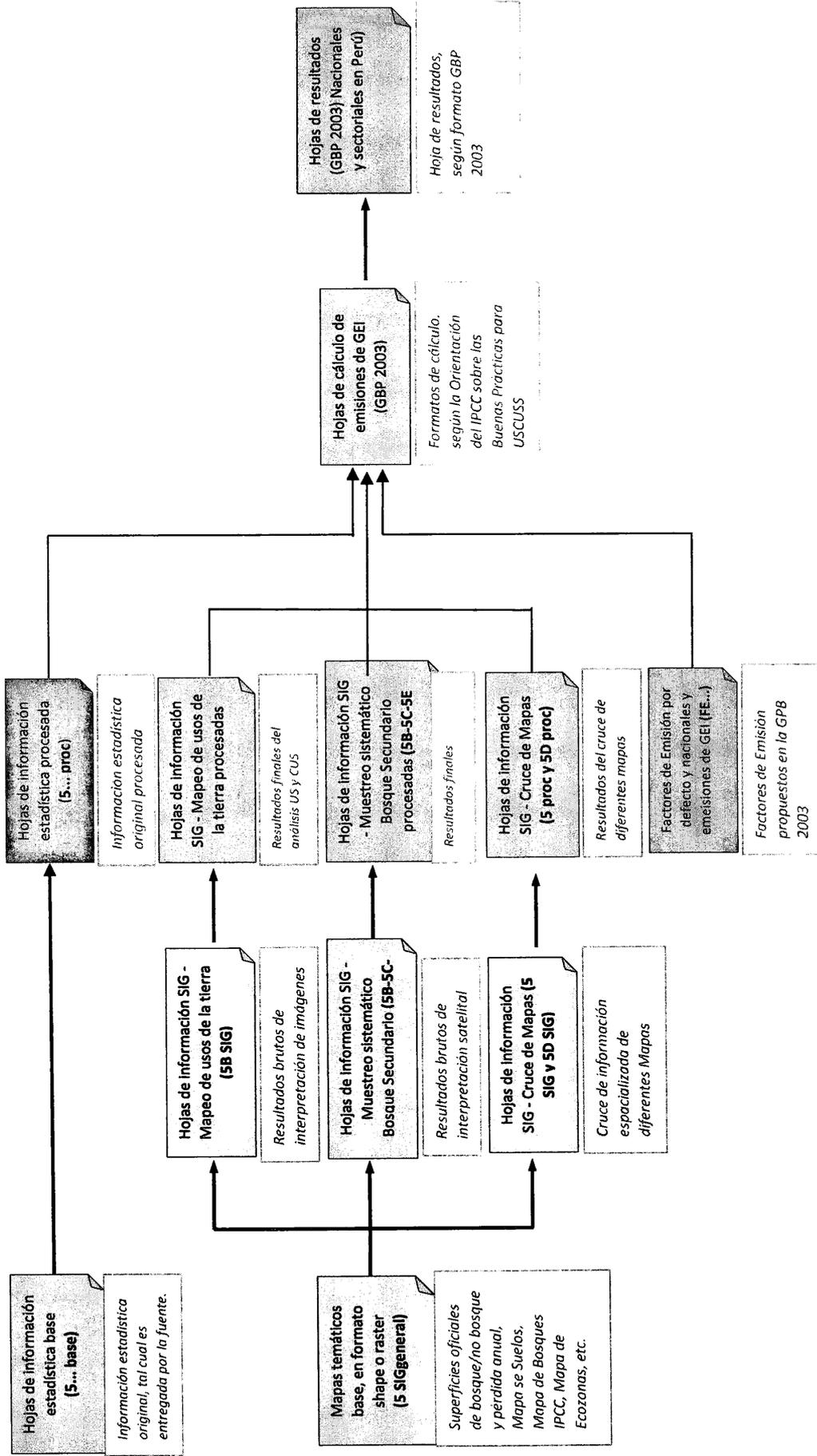
Dicha hoja de cálculo está compuesta por nueve tipos de hojas, identificadas por colores, brevemente descritas en la Tabla 10.

Tabla 10. Estructura de la hoja de cálculo RAGEI_USCUS

Tipo de hoja	Descripción del contenido o función en el Libro de trabajo
Instrucciones	Es una hoja informativa. Presenta las características y descripciones generales del sector, como: descripción breve del sector, presentación del tipo de hojas, comentarios sobre el nivel de cálculo y abreviaturas.
Características de datos	Es una hoja de orientación. Describe para cada una de las fuentes consideradas en el Reporte Anual de GEI del sector USCUS: nivel de actividad y sus unidades, fuentes de información y hojas relacionadas.
infoBase <i>código</i>	Son las hojas de recopilación de información, donde <i>código</i> es la codificación de la fuente, según la GL1996 del IPCC. Contienen la información original de la fuente de información, para el cálculo de las emisiones de GEI. Se debe considerar principalmente que: La información debe ser incluida tal cual la fuente original. ✓ Se debe indicar claramente la fuente de información: nombre del documento, página, hoja y autor. En el caso de información pública se debe indicar el enlace y fecha de ingreso, además se debe adjuntar de manera separada el documento.
infoProc <i>código</i>	Son las hojas de análisis y resumen de la información original, donde <i>código</i> es la codificación de la fuente, según GL1996 del IPCC. La información proveída por las hojas de infoBase, es analizada, sistematizada (ej. Cambio de unidad) y resumida, para ser el insumo adecuado del cálculo.
infoSIG <i>código</i>	Son hojas que presentan información sobre nivel de actividad obtenida usando métodos de sensoramiento remoto y Sistema de Información Geográfica (SIG), donde <i>código</i> es la codificación de la fuente, según el IPCC 1996.
ProcSIG <i>código</i>	Se presenta la información de nivel de actividad procesada. La información proveída por las hojas de infoSIG, es analizada y resumida, para ser el insumo adecuado del cálculo.
Factores de Emisión	Es una hoja que contiene factores de emisión, usadas en el cálculo de las emisiones/remoción de GEI del sector.
Estimaciones GEI <i>código</i>	Son las hojas de cálculo de las emisiones de GEI, donde <i>código</i> es la codificación de la fuente, según la OBP2003.
Resultados USCUS	Es la hoja de cálculo que muestra las emisiones de GEI del sector

En el siguiente diagrama se muestra la relación entre los diferentes tipos de hojas que contiene la hoja de cálculo RAGEI (ver hoja de “Instrucciones”):

Figura 8. Relación entre los tipos de hojas de la hoja de cálculo





7.2. Flujos de cálculo

Para un mejor entendimiento de los cálculos de emisiones/remociones que se muestran en la hoja de cálculo, se ha elaborado el flujo de cálculo para cada una de las fuentes o subfuentes.

Los flujos de cálculo se han diferenciado con colores de acuerdo al tipo de información, tal como se muestra en la Tabla 11

Tabla 11. Leyenda de la información consignada en los flujos de cálculo

Código de color	Característica	Descripción
	Fuente nacional	Información que ha sido recopilada de estadísticas nacionales
	IPCC	Valor por defecto sugerido por el IPCC sino se cuenta con información nacional
	Varias fuentes	Cuando la información está conformada por más de una fuente
	Cálculo	Variable obtenida a partir del resultado de una o más operaciones matemáticas

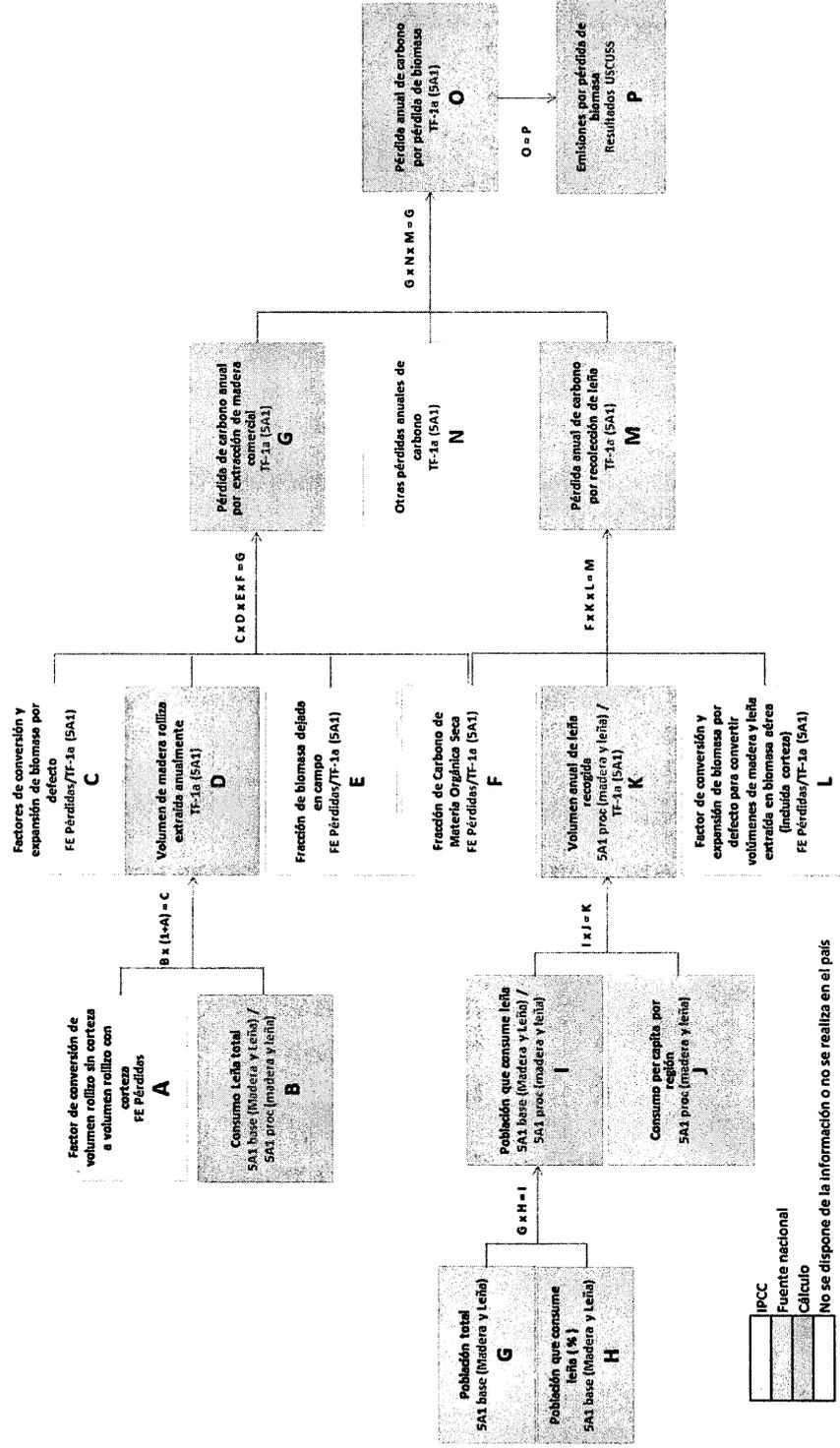
En cada casilla se tiene 3 líneas, la primera vinculada al dato de generación o cálculo o factor de emisión o similar. En la segunda línea se encuentra la pestaña en la que se encuentra el dato de la primera línea y finalmente en la tercera línea se ha colocado una letra que es usada para simplificar la comprensión de la fórmula.



7.2.1. Cambios de biomasa y otros stocks leñosos
7.2.1.1. Pérdidas (tala, leña e incendios - bosques primarios)

Categoría: 5A1

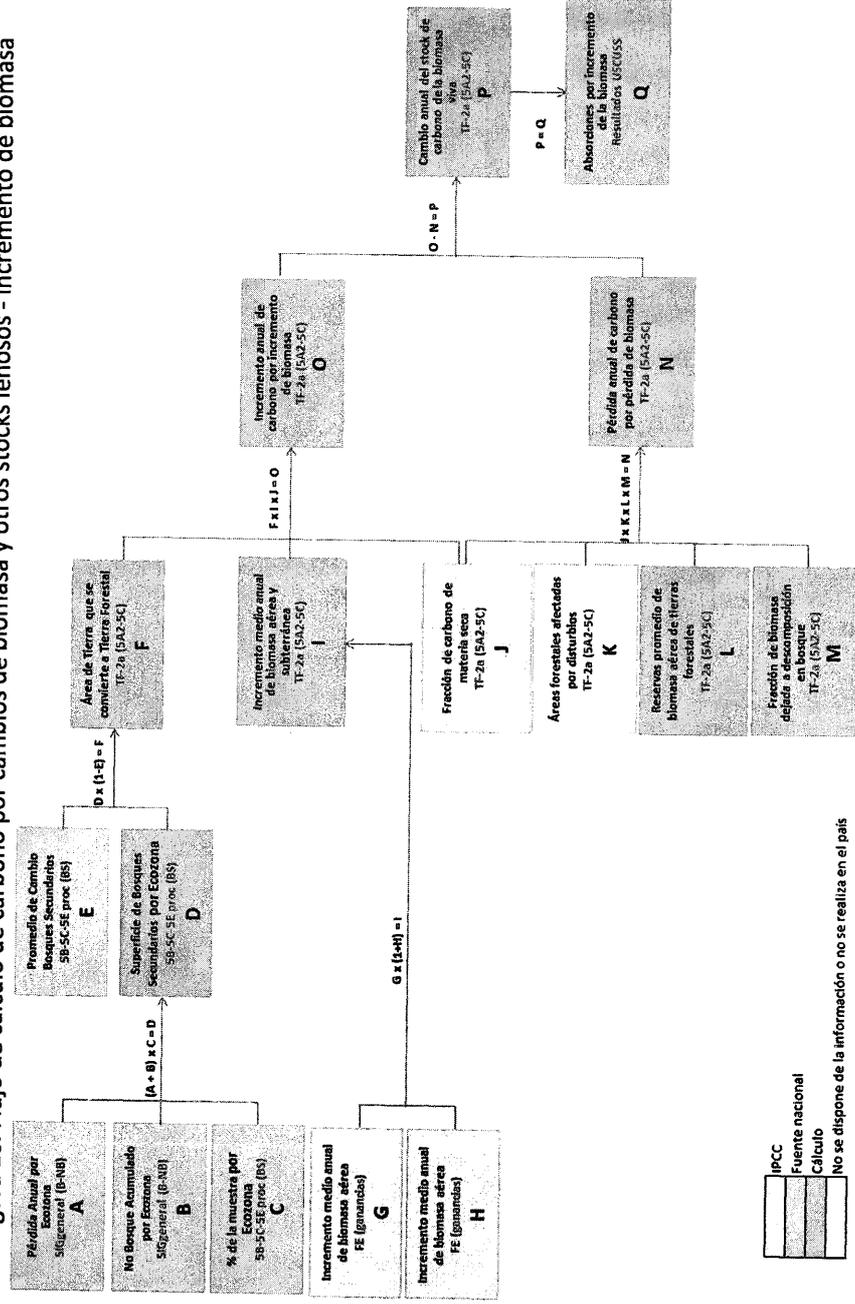
Figura 9. Flujo de cálculo de carbono por cambios de biomasa y otros stocks leñosos - pérdida de biomasa



7.2.1.2. Incremento de biomasa

Categoría: 5A2

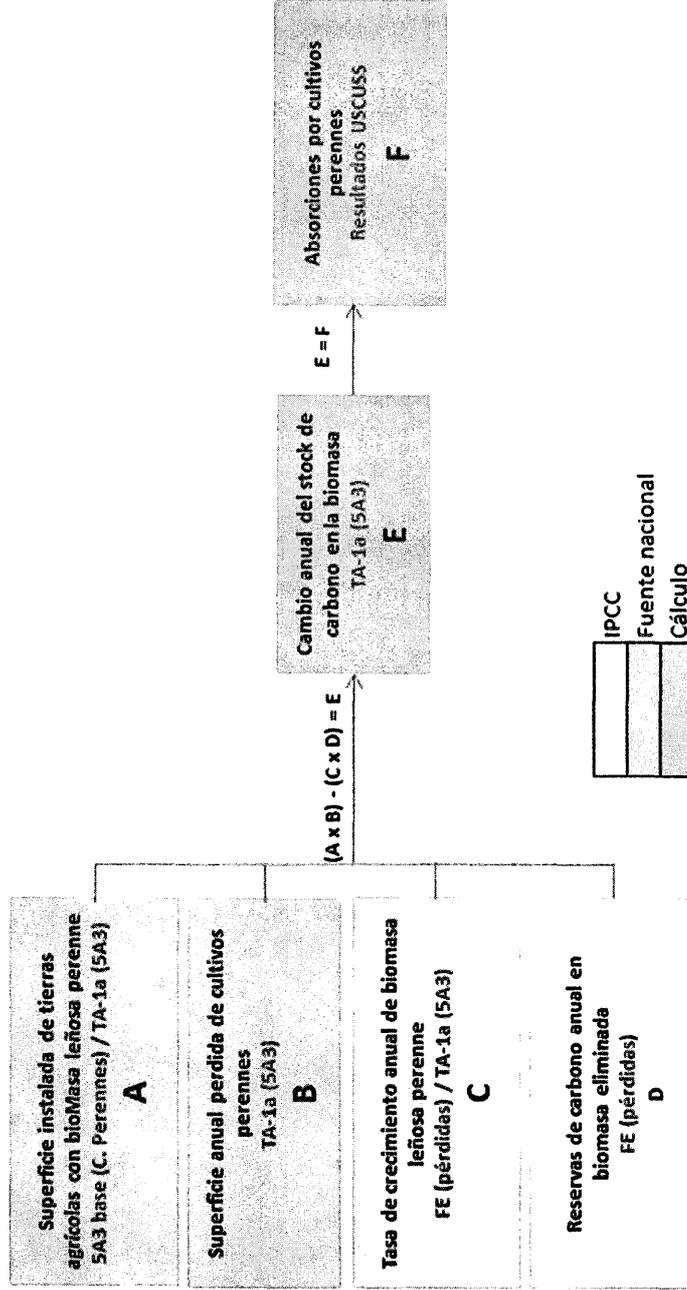
Figura 10. Flujo de cálculo de carbono por cambios de biomasa y otros stocks leñosos - incremento de biomasa



7.2.1.3. Cultivos Perennes

Categoría: 5A3

Figura 1.1. Flujo de cálculo de carbono por cambios de biomasa y otros stocks leñosos - por cultivos perennes

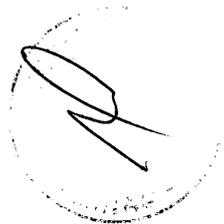
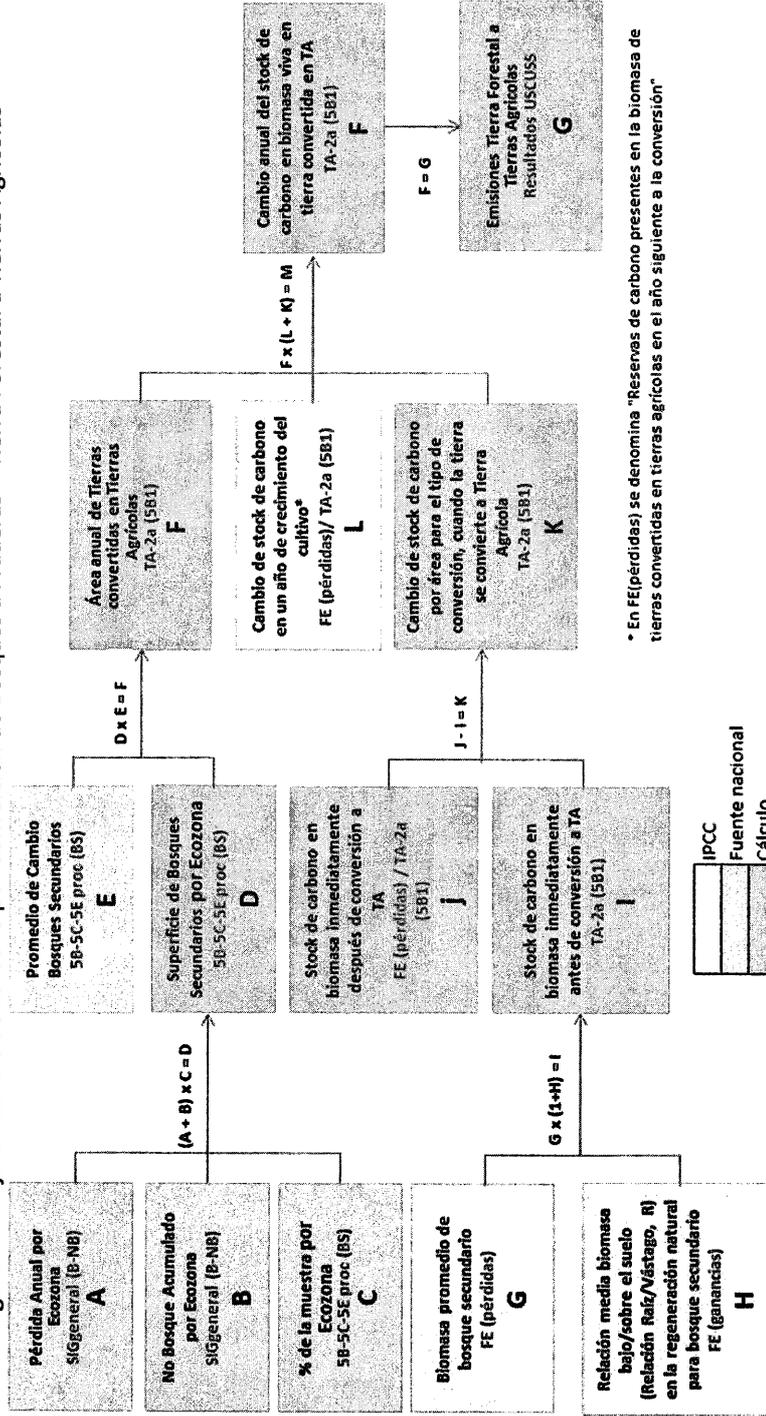



7.2.2. Conversión de Bosques a Praderas

7.2.2.1. Tierra Forestal a Tierras Agrícolas

Categoría: 5B1

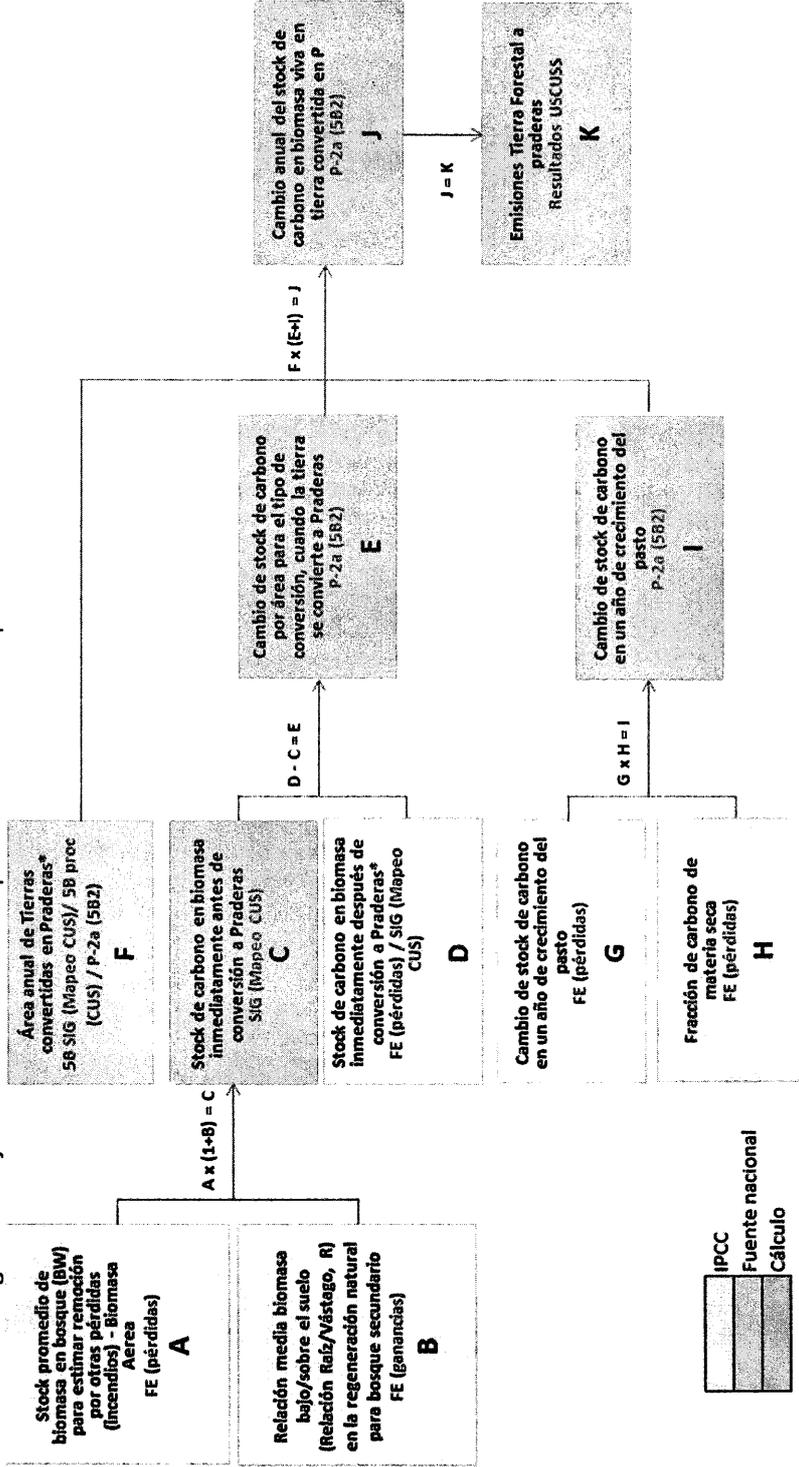
Figura 12. Flujo de cálculo de carbono por Conversión de Bosques a Praderas - Tierra Forestal a Tierras Agrícolas



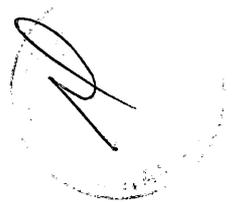
7.2.2.2. Tierra Forestal a Praderas

Categoría: 5B2

Figura 13. Flujo de cálculo de carbono por Conversión de Bosques a Praderas - Tierra Forestal a Praderas



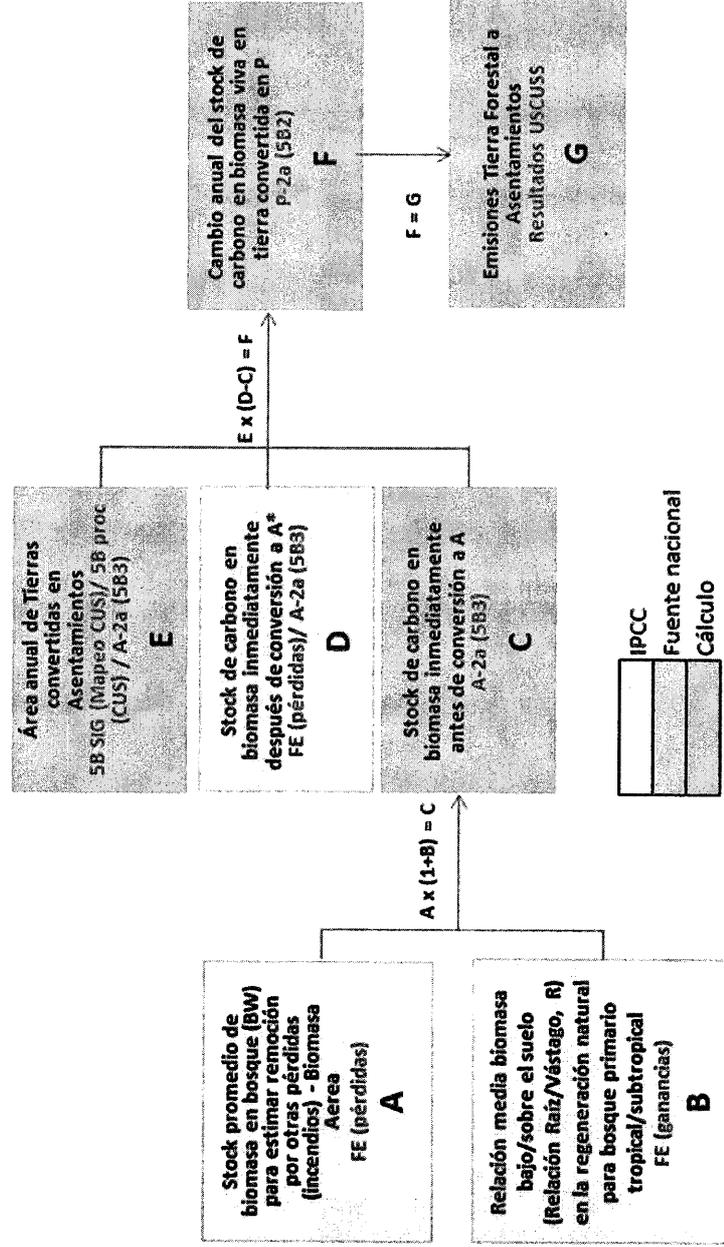
* En FE (pérdidas) la variable tiene como nombre "Biomasa inmediatamente después de la conversión (Cdespués) en TA y P"



7.2.2.3. Tierra Forestal a Asentamientos

Categoría: SB3

Figura 14. Flujo de cálculo de carbono por Conversión de Bosques a Praderas - Tierra Forestal a Asentamientos

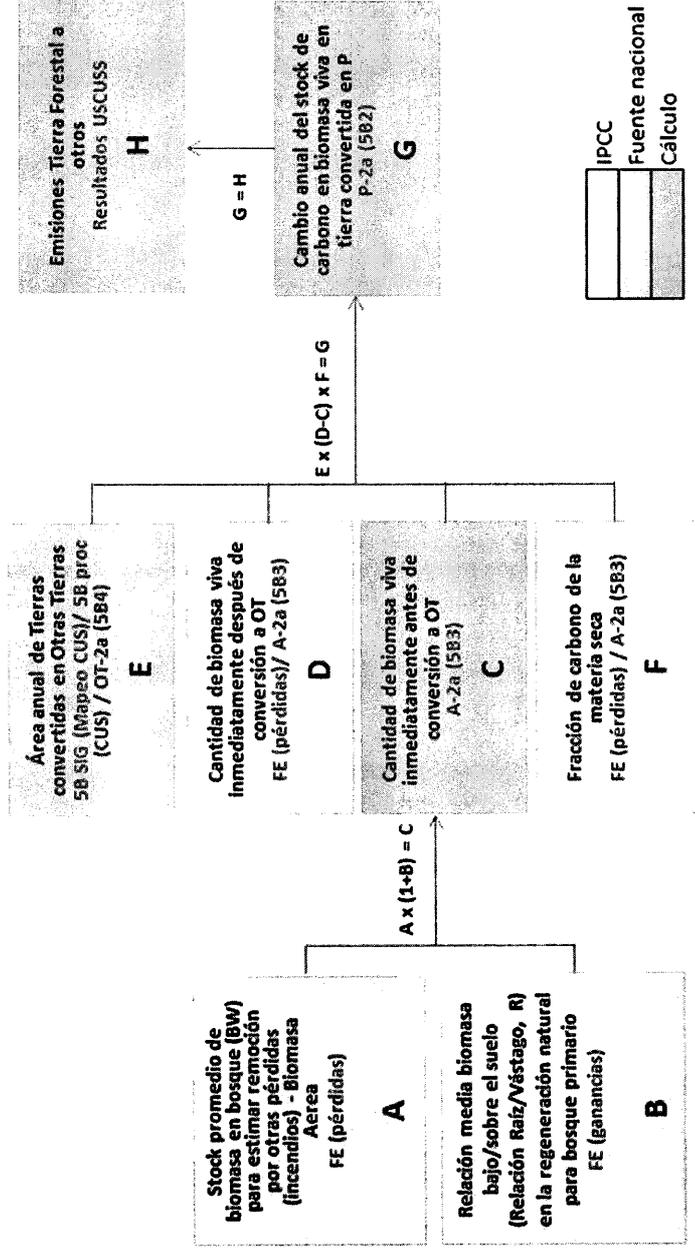


* En FE (pérdidas) la variable tiene como nombre "Biomasa inmediatamente después de la conversión (Coespués) en TA y P"

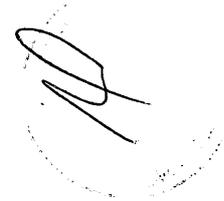
7.2.2.4. Tierra Forestal a Otras Tierras

Categoría: 5B4

Figura 15. Flujo de cálculo de carbono por Conversión de Bosques a Praderas - Tierra Forestal a Otras Tierras

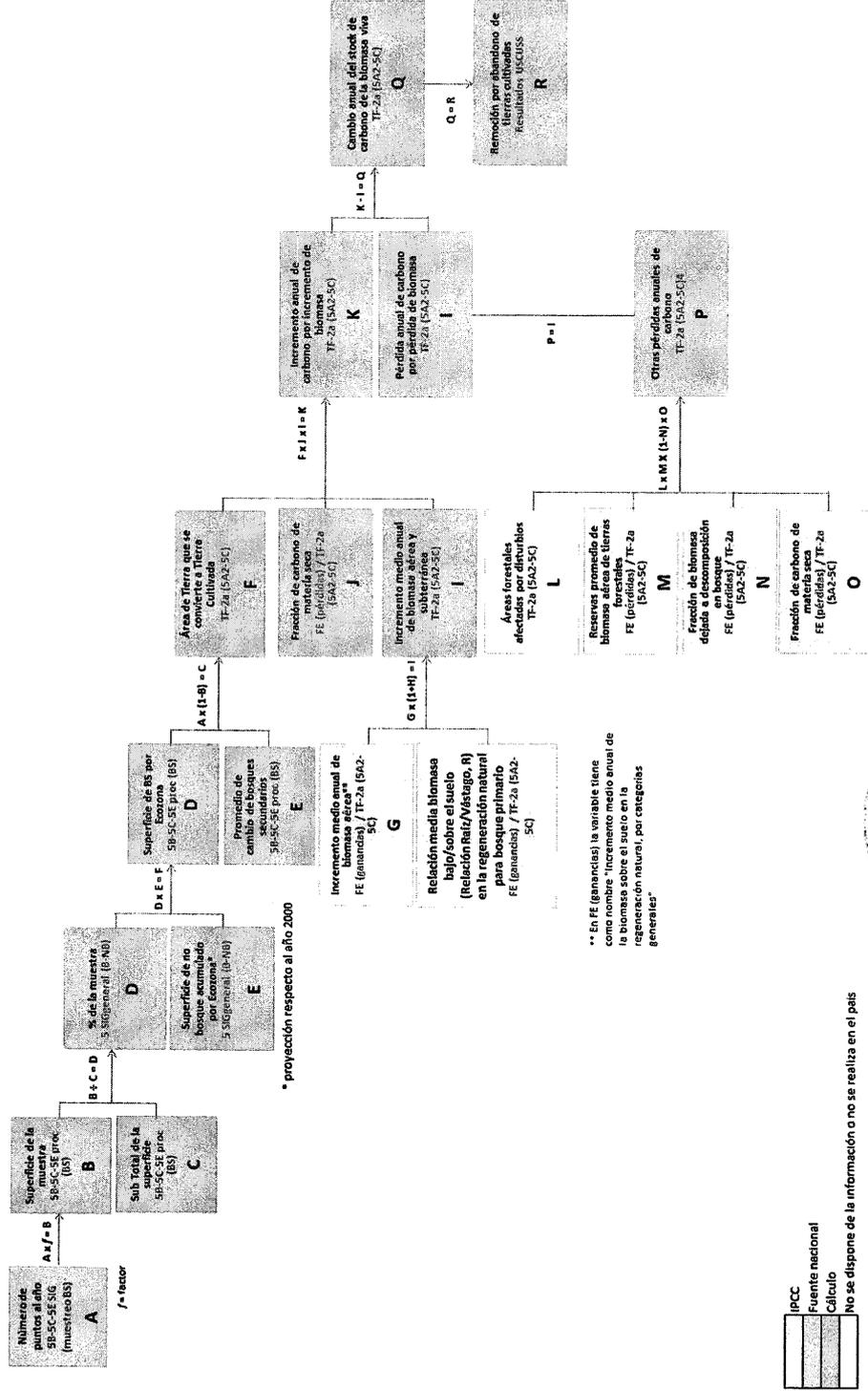


• En FE (pérdidas) la variable tiene como nombre "Biomasa inmediatamente después de la conversión (Cdespués) en TA y P"



7.2.3. Abandono de tierras cultivadas
Categoría: 5C

Figura 16. Flujo de cálculo de carbono por abandono de tierras cultivadas



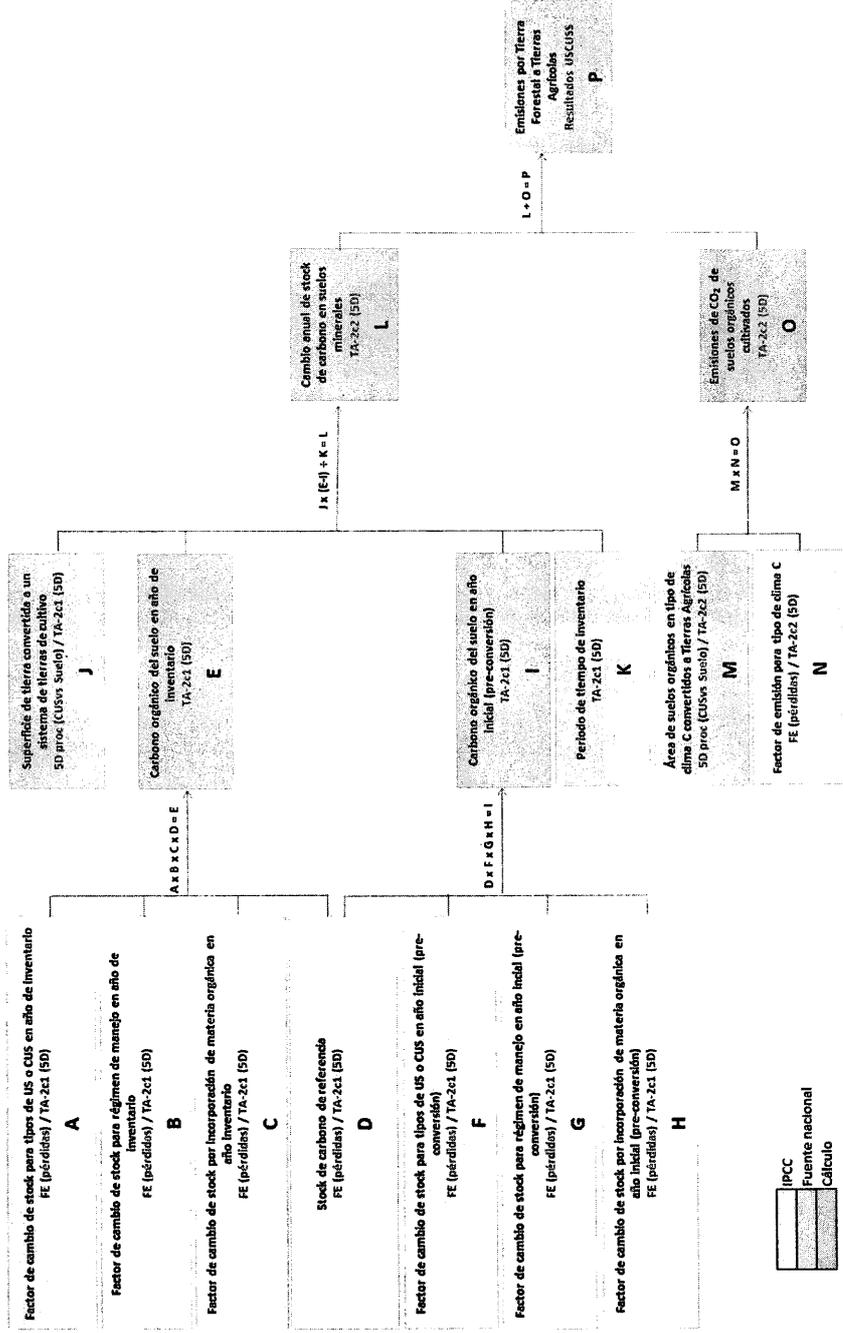


7.2.4. Emisiones y absorciones en el suelo

Categoría: 5D

7.2.4.1. Tierra Forestal a Tierras Agrícolas

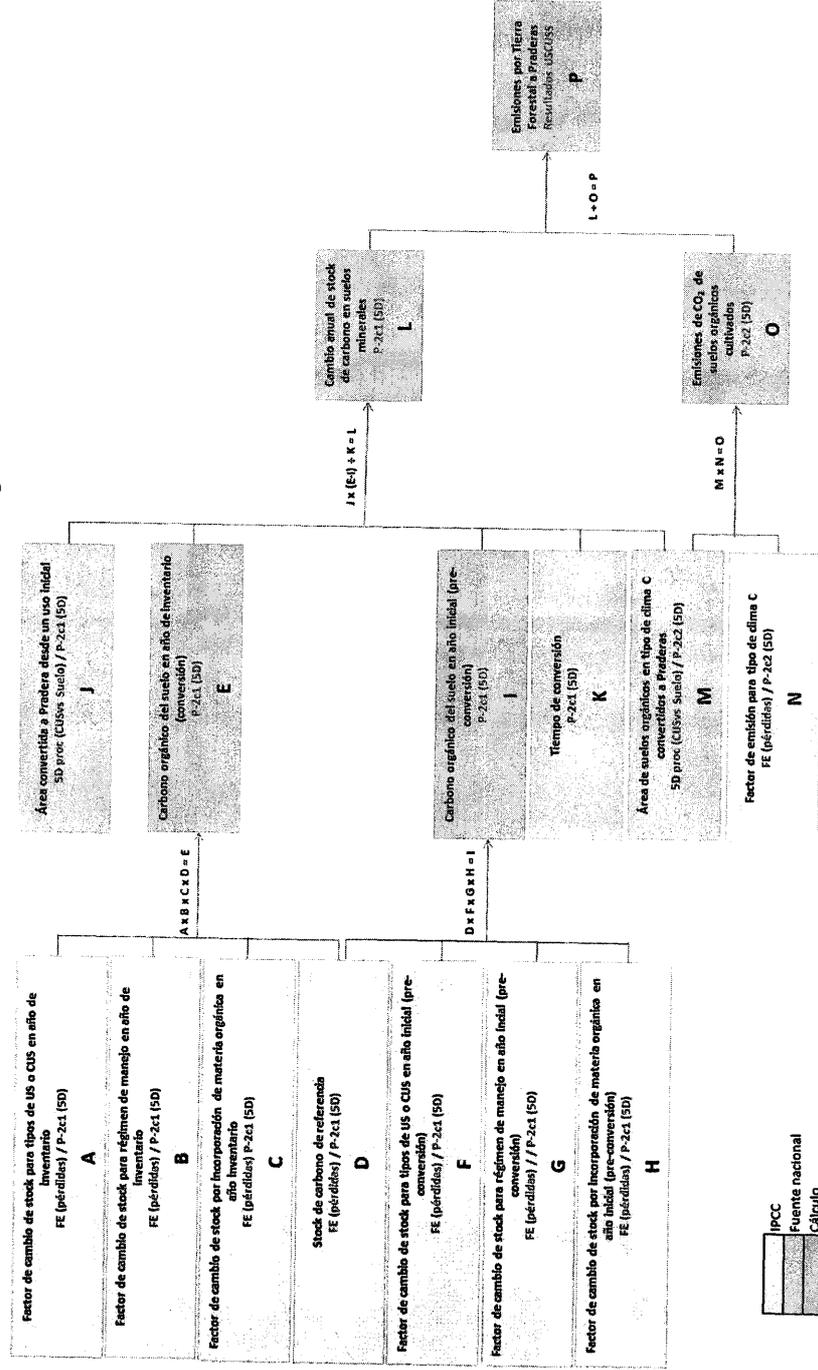
Figura 17. Flujo de cálculo de carbono emisiones y absorciones en el suelo – Tierra Forestal a Tierras Agrícolas





7.2.4.2. Tierra Forestal a Tierras Agrícolas

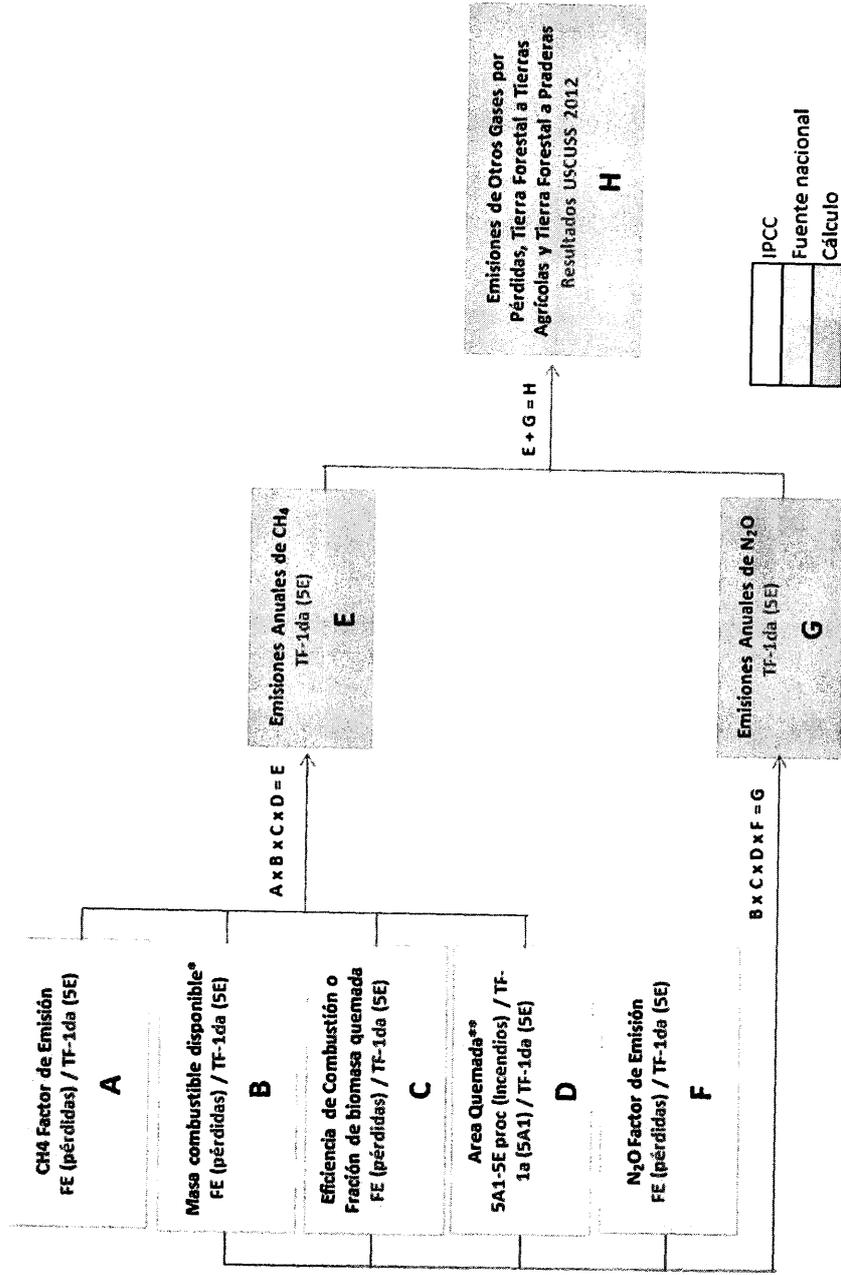
Figura 18. Flujo de cálculo de carbono emisiones y absorciones en el suelo – Tierra Forestal a Tierras Agrícolas





7.2.5. Otros gases

Figura 19. Flujo de cálculo de carbono emisiones y absorciones en el suelo – Tierra Forestal a Tierras Agrícolas



* En FE (pérdidas) se denomina "Stock promedio de biomasa en bosque (BW)" para estimar remoción por otras pérdidas (incendios)
** En 5A1-5E proc (Incendios) es denominado "Áreas Quemadas INDECI por Ecozona" y en TF-1a (5A1) es denominado "Áreas forestales afectadas por disturbios"



8. REPORTE ANUAL DE GASES DE EFECTO INVERNADERO

El RAGEI deberá elaborarse cada año con información de hasta tres años de antigüedad.

A partir de los resultados que se obtengan de cada una de las fuentes y categorías se elaborará una tabla resumen que tiene el formato que se muestra en la Tabla 12, establecido en el marco de la CMNUCC³⁷.

8.1. Características principales de la información

Para la elaboración del RAGEI se deberá tener en cuenta los siguientes principios³⁸:

- a) **Transparencia.** Existe suficiente documentación clara para que las personas o los grupos que no sean los elaboradores del RAGEI entiendan cómo se compiló el inventario.
- b) **Exhaustividad.** Se declaran las estimaciones para todas las categorías pertinentes de fuentes y sumideros, y de gases.
- c) **Coherencia:** Se realizan las estimaciones para diferentes años, gases y categorías de RAGEI, de tal forma que las diferencias de resultados entre los años y las categorías reflejan las diferencias reales en las emisiones. Las tendencias anuales de los inventarios, en la medida de lo posible, deben calcularse por el mismo método y las mismas fuentes de datos en todos los años, y deben tener por objeto reflejar las fluctuaciones anuales reales de emisiones o absorciones, sin estar sujetas a los cambios resultantes de las diferencias metodológicas.
- d) **Comparabilidad.** Se declara el RAGEI de forma tal que permita su comparación con de los sectores y categorías correspondientes a otros países, para lo cual deberá emplearse las categorías, subcategorías similares a los otros países.
- e) **Exactitud.** El RAGEI no debe contener estimaciones excesivas ni insuficientes, en la medida en la que pueda juzgarse.

³⁷ Decisión 17/CP.8. Directrices para la preparación de las comunicaciones nacionales de las Partes no incluidas en el anexo I de la Convención

³⁸ GL2006. Volumen 1, capítulo 1.



Tabla 12. Reporte Anual de Gases de Efecto Invernadero: emisiones antropogénicas por las fuentes y absorción antropogénica por los sumideros de todos los GEI no controlados por el Protocolo de Montreal y los precursores de los GEI

Codificación ¹	Nombre de la categoría		Emisiones de CO ₂ (Gg)	Remoción de CO ₂ (Gg)	CH ₄ (Gg)	N ₂ O (Gg)	CO (Gg)	NO _x (Gg)	NMVOCs (Gg)	SO _x (Gg)		
	S	C										
5	5B	Uso del Suelo, Cambio de Uso de Suelo y Silvicultura										
				Tierra	X							X
				Tierras Forestales	X							X
				Tierras Forestales que permanecen como tales	X							X
				Tierras convertidas en Tierras Forestales	X							X
				Tierras de cultivo convertidas en tierras forestales	X							X
				Pastizales convertidos en tierras forestales	X							X
				Humedales convertidos en tierras forestales	X							X
				Asentamientos convertidos en tierras forestales	X							X
				Otras tierras convertidos en tierras forestales	X							X
				Tierras de Cultivo	X							X
				Tierras de cultivo que permanecen como tales	X							X
				Tierras convertidas en tierras de cultivo	X							X
		Tierras forestales convertidos en tierras de cultivo	X							X		
		Pastizales convertidos en tierras de cultivo	X							X		
		Humedales convertidos en tierras de cultivo	X							X		
		Asentamientos convertidos en tierras de cultivo	X							X		
		Otras tierras convertidas en tierras de cultivo	X							X		
		Pastizales	X							X		
		Pastizales que permanecen como tales	X							X		
		Tierras convertidas en pastizales	X							X		
		Tierras forestales convertidos en pastizales	X							X		
		Tierras de cultivo convertidos en pastizales	X							X		
		Humedales convertidos en pastizales	X							X		



5B5	5B3biv	Asentamientos convertidos en pastizales	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	5B3bv	Otras tierras convertidas en pastizales	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
5B5a	Asentamientos											
	5B5b	Asentamientos que permanecen como tales	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
5B6	5B5bi	Tierras convertidas en asentamientos	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	5B5bii	Tierras forestales convertidos en asentamientos	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	5B5biii	Tierras de cultivo convertidos en asentamientos	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	5B5biv	Pastizales convertidos en asentamientos	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	5B5bv	Humedales convertidos en asentamientos	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	5B5bv	Otras tierras convertidos en asentamientos	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
5B6a	Otras Tierras											
	5B6b	Otras tierras que permanecen como tales	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
5B6b	Tierras convertidas en otras tierras											
	5B6bi	Tierras forestales convertidos en otras tierras	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	5B6bii	Tierras de cultivo convertidos en otras tierras	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	5B6biii	Pastizales convertidos en otras tierras	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	5B6biv	Humedales convertidos en otras tierras	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
5B6bv	Asentamientos convertidos en otras tierras	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	

Fuente: Elaboración propia

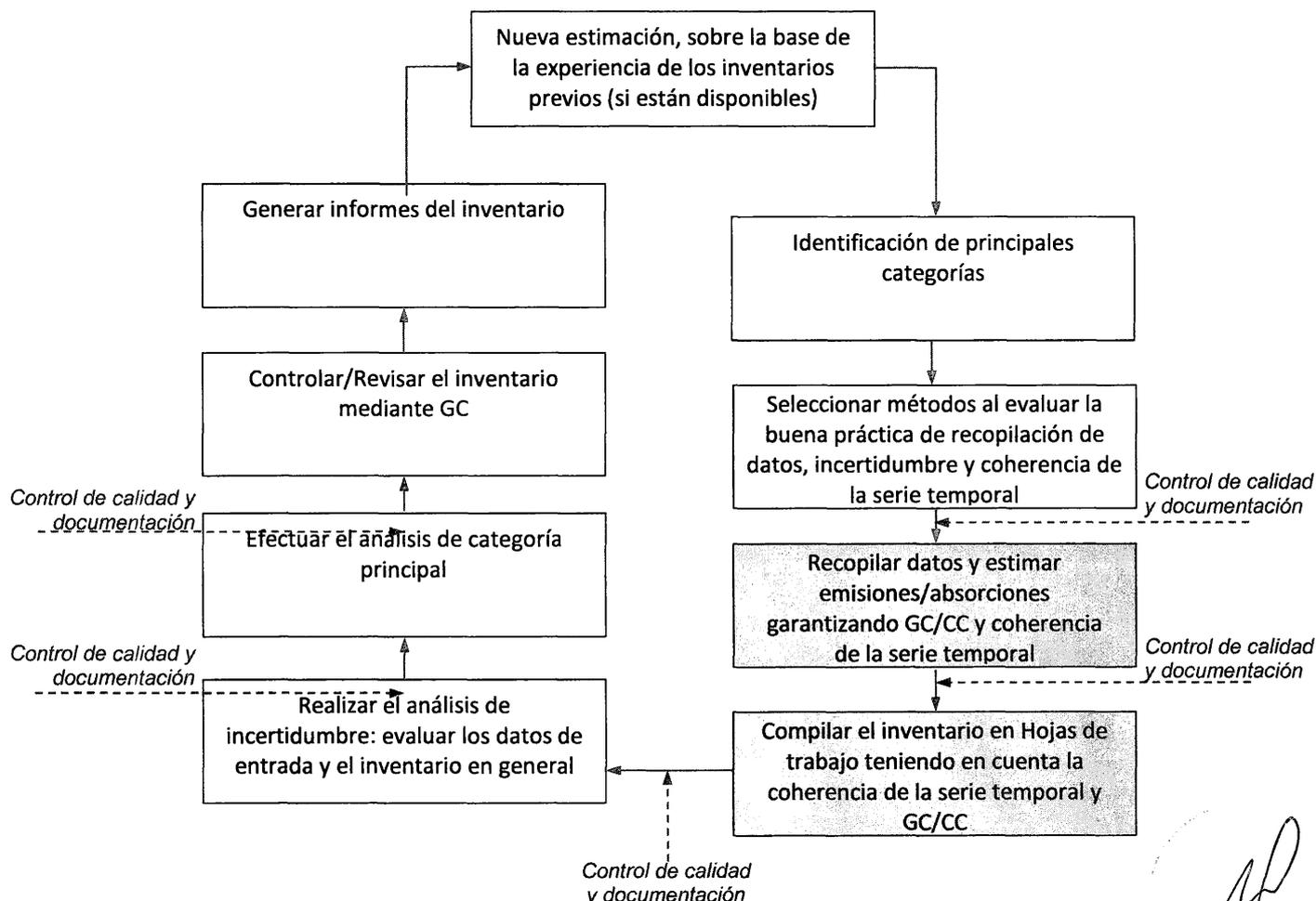
^a No proveer estimaciones de emisiones y remociones al mismo tiempo. Solo uno de ellos.

Nota: Emplear según sea el caso los siguientes términos, para las categorías o fuentes según como corresponda: NA = No aplica; NE = No estimado; NO = No ocurre; C = Confidencial.

8.2. Ciclo para la elaboración del RAGEI

Se recomienda las siguientes etapas para la elaboración del RAGEI

Figura 20. Ciclo de desarrollo del RAGEI



Fuente: Adaptado de GL2006, Volumen 1, Capítulo 1

Nota: en la elección del nivel de cálculo de algunas fuentes se pregunta, en el árbol de decisión, si la fuente es una "categoría principal". Una categoría principal es aquella que en la serie de tiempo (análisis de resultados de varios años de INGEI) se reporta con mayores emisiones en el año. Las categorías principales son establecidas como resultado de este análisis de serie de tiempo.

El RAGEI deberá contar con una primera fase de planeación, estableciéndose un plan de trabajo considerando las necesidades de información que se requieren para la presentación del RAGEI.

En este sentido, es importante la administración de los documentos de respaldo, de preferencia de carácter oficial, los mismos que deberán acompañar al RAGEI. En el caso que el documento provenga de una fuente no oficial o no publicada, se deberá incluir algún comentario en el RAGEI sobre el mismo. Ante la falta de información formal o informal, se deberá considerar los valores asignados en la presente guía con cargo de alcanzar a corto, mediano o largo plazo la información faltante.



8.3. Contenido del Reporte Anual de Gases de Efecto Invernadero

El RAGEI deberá contener con:

- Tablas anuales de emisiones y remociones estimadas por fuente, con estimaciones expresadas en unidades de masa por año, señalando claramente el año que representa la tabla.
- Hojas de cálculo empleada en el que se muestre como fueron calculadas las emisiones, incluyendo todos los parámetros usados para estos cálculos.
- Para cada fuente, se deberá explicar la metodología, las fuentes de información (por ejemplo datos de actividad, factores de emisión, metodologías), la información actual y la descripción de la incerteza, incluyendo, si es posible, la evaluación de la cuantificación de la incerteza; y
- Otra información de respaldo.

9. SUGERENCIAS

En la Tabla 13 se muestra las sugerencias para la mejora de la información vinculada a cada una de las categorías, subcategorías y fuentes.



Tabla 13. Datos de generación, documento de respaldo para RAGEI, su estado y sugerencias

Categoría	Subcategoría	Nivel de actividad	Dato de generación requerido RAGEI	Dato de generación disponible para RAGEI	Documento de respaldo para RAGEI	Instituciones generadoras de información	Recomendaciones para el RAGEI
Tierras Forestales	Tierras Forestales que permanecen como Tierras Forestales	Volumen anual aprovechado de madera rolliza	Producción de madera rolliza por especie a nivel nacional	Producción de madera rolliza por especie formal	Perú Forestal en Números. DGI OFFS	GTA	Las empresas autorizadas para el aprovechamiento legal de madera declaran su producción. La información es remitida por escrito al SERFOR, quien procesa la misma. No se contabiliza la madera que es extraída ilegalmente.
		Consumo anual de leña	Consumo anual de leña per cápita actualizado	Consumo anual de leña per cápita estimado	Perú Forestal en Números. DGI OFFS		Se recomienda hacer estudios para cuantificarla o impulsar medidas para su formalización Estimado realizado sobre la base de los Censos Nacionales 2007. Los valores del consumo de leña pueden sufrir una variación importante por el tiempo transcurrido desde el último censo. Asimismo, debería procurarse establecer valores más específicos, actualmente solo están clasificados bajo tres rubros (costa, sierra y selva). Información que dispone el SERFOR.
			Porcentaje de población que consume leña por región	Porcentaje de población que consume leña por región	Consumo de Leña por Departamento. INEI		Se recomienda realizar estudios en ciertos periodos de tiempo para actualizar indicador el dato de generación y generar el mismo para todos los departamentos La información lo dispone el INEI, el cual se obtiene de las encuestas nacionales a hogares, las mismas que son proyectadas.



Categoría	Subcategoría	Nivel de actividad	Dato de generación requerido RAGEI	Dato de generación disponible para RAGEI	Documento de respaldo para RAGEI	Instituciones generadoras de información	Recomendaciones para el RAGEI
Tierras Forestales		Ocurrencia de perturbaciones a nivel nacional	Superficie de cobertura natural afectada/perdida por perturbaciones a nivel nacional	Tasa de Crecimiento Poblacional Estadística de incendios producidos en el país sin discriminar si son provocados o naturales y tipo de cobertura forestal afectada.	Tasa de crecimiento de la Población por Departamento INEI ³⁹ Reporte de INDECI a solicitud de la entidad	GTA	La información es generada por el INDECI, los gobiernos regionales o locales introducen la información vía web, y es formalizado por escrito. No todos los incendios son informados por las autoridades, solo aquellas que tienen importancia. La información no distingue si el incendio es provocado o es natural, aunque según el INDECI, la mayoría de ellas, casi el 90% proveniente de la quema de los residuos producto de la cosecha. La información de INDECI es parcial y no precisa para los fines del RAGEI. De otro lado, según el GL2006, es importante contabilizar las pérdidas naturales provocadas por tormentas de viento, insectos, enfermedades y otras perturbaciones. En relación a INDECI, se recomienda realizar estudios que permitan cuantificar las emisiones por incendios forestales, en el caso que no se disponga de la información se deberá usar la metodología empleada en el INGEI 2012. por lo que será necesario realizar estudios que permitan valorizar esta variable En relación a las otras perturbaciones se requiere establecer los criterios y metodologías para estimar las mismas y establecer la metodología de estimación de las emisiones.

³⁹ http://www.inei.gov.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones_digitales/Est/Lib0015/cap-52.htm



PERÚ

Ministerio del Ambiente

Categoría	Subcategoría	Nivel de actividad	Dato de generación requerido RAGEI	Dato de generación disponible para RAGEI	Documento de respaldo para RAGEI	Instituciones generadoras de información	Recomendaciones para el RAGEI
Tierras agrícolas que permanecen como Tierras Agrícolas	Tierras que se convierten en Tierras Forestales	Superficie acumulada y anual de plantaciones forestales	Superficie reforestada a nivel nacional	Estadística de reforestación de AGRORURAL	Perú Forestal en Números. DGIOFFS, año RAGEI. Perú Forestal en Números. DGIOFFS, año anterior al RAGEI		En el documento Perú Forestal en Números se publica las superficies reforestadas que reporta AGRORURAL de sus proyectos, información que se recomienda revisar con una mayor exhaustiva para los fines del RAGEI, incluyendo el criterio del IPCC que fija en 20 años para que se considere tierras forestales. Asimismo, se recomienda incluir las otras acciones de reforestación que desarrollan otras entidades públicas, privadas y organizaciones civiles.
	Tierras Agrícolas que permanecen como Tierras Agrícolas	Superficie acumulada de bosques secundarios al año de estudio	Superficie acumulada de bosques secundarios al año de estudios	Superficie de bosques secundarios al año de estudios, estimación con procedimiento no oficial (validado)	No se cuenta con ningún documento que lo exprese, se ha realizado la interpretación visual de los <i>Shapes</i> del PNCBMCC		Estimación de absorciones por incrementos en la biomasa viva en vegetación secundaria Se recomienda que el PNCBMCC elabore el procedimiento para establecer las estimaciones de emisiones por este concepto
Tierras agrícolas	Tierras Agrícolas que permanecen como Tierras Agrícolas	Superficie cultivada de Cultivos Perennes	Superficie instalada de diferentes cultivos perennes	Superficie cultivada de cultivos perennes agrícolas Superficie instalada de cultivos perennes hortofrutícola	Anuario de Producción Agrícola. DGSEP Anuario de Producción Hortofrutícola. DGSEP	GTA	---
	Tierras convertidas a Tierras Agrícolas	Tierras deforestadas para instalación de cultivos	Superficie anual eliminada de Bosques Secundarios	Superficie anual eliminada estimada de Bosques Secundarios, estimación con procedimiento no oficial (validado)	No se cuenta con ningún documento que lo exprese, se ha realizado la interpretación visual de los <i>Shapes</i> del PNCBMCC		Se ha desarrollado una metodología, muestreos multitemporal del cambio de uso del suelo en la Amazonía para estimar la superficie anual eliminada estimada de vegetación secundaria. Se recomienda elaborar un procedimiento para establecer las estimaciones de emisiones por este concepto



Categoría	Subcategoría	Nivel de actividad	Dato de generación requerido RAGEI	Dato de generación disponible para RAGEI	Documento de respaldo para RAGEI	Instituciones generadoras de información	Recomendaciones para el RAGEI
			Superficie de pérdida de Bosque Primario a Tierras Agrícolas	Superficie de pérdida de Bosque Primario a Tierras Agrícolas, procedimiento no validado, estimación con procedimiento no oficial (validado)	No se cuenta con ningún documento que lo exprese, se ha realizado la interpretación visual de los <i>Shapes</i> del PNCBMCC		Resultados obtenido a partir del análisis de interpretación visual de cambio de uso sobre el área anual perdida. No existe una validación o procedimiento del sector competente. Se recomienda elaborar un procedimiento para establecer las estimaciones de emisiones por este concepto
		Emisiones de suelo por conversión a tierras agrícolas	Superficie de pérdida de Bosque Primario a Tierras Agrícolas, categorizadas por tipo de suelo	Superficie de pérdida de Bosque Primario a Tierras Agrícolas, categorizadas por tipo de suelo, estimación con procedimiento no oficial (validado)	Mapa de Suelos del Perú 1:5'000000, realizado en el año 1996 por el INRENA No se cuenta con ningún documento que lo exprese, se ha realizado la interpretación visual de los <i>Shapes</i> del PNCBMCC		Se sugiere actualizar el mapa de suelos del Perú debido a que tiene una antigüedad superior a 18 y la disponibilidad de mejores herramientas para elaborar este mapa de suelos. Estimación de emisiones por cambio del stock de carbono de suelos minerales y orgánicos por conversión de tierras forestales para instalación de cultivos Se recomienda elaborar un procedimiento para establecer las estimaciones de emisiones por este concepto
Praderas	Tierras convertidas a Praderas	Superficie de pérdida de Bosque Primario a Praderas	Cambio del stock de carbono de suelos minerales y orgánicos por conversión de tierras forestales para instalación de cultivos	Cambio del stock de carbono de suelos minerales y orgánicos por conversión de tierras forestales para instalación de cultivos, estimación con procedimiento no oficial (validado)	Mapa de Suelos del Perú 1:5'000000, realizado en el año 1996 por el INRENA No se cuenta con ningún documento que lo exprese, se ha realizado la interpretación visual de los <i>Shapes</i> del PNCBMCC	GTA	Se sugiere actualizar el mapa de suelos del Perú debido a que tiene una antigüedad superior a 18 y la disponibilidad de mejores herramientas para elaborar este mapa de suelos. Resultados del análisis de interpretación visual de cambio de uso sobre el área anual perdida. Se asume que el área perdida es quemada durante el proceso de deforestación Se recomienda elaborar un procedimiento para establecer las estimaciones de emisiones por este concepto
		Superficie de pérdida de	Pérdida de biomasa viva	Pérdida de biomasa viva de tierras	No se cuenta con ningún documento		Las clases de suelos del mapa se reclasificaron para obtener las clases generales con factores de emisión

Guía N° 8:

Elaboración del Reporte Anual de Gases de Efecto Invernadero - Sector Uso del Suelo, Cambio de Uso de Suelo y Silvicultura.
Categorías Cambios en Biomasa y otros Stocks Leñosos, Conversión de Bosques y Praderas, Abandono de Tierras Cultivadas, Emisiones y Absorciones en el Suelo y Otros (gases no CO₂)



Categoría	Subcategoría	Nivel de actividad	Dato de generación requerido RAGEI	Dato de generación disponible para RAGEI	Documento de respaldo para RAGEI	Instituciones generadoras de información	Recomendaciones para el RAGEI
Asentamientos	Tierras convertidas a asentamientos	Superficie de pérdida de bosque primario a asentamientos	de tierras forestales para instalación de pastos	forestales para instalación de pastos, estimación con procedimiento no oficial (validado)	que lo exprese, se ha realizado la interpretación visual de los <i>Shapes</i> del PNCBMCC		del IPCC, en base a opinión de experto y la GBP 2003 Se recomienda elaborar un procedimiento para establecer las estimaciones de emisiones por este concepto
			Pérdida de biomasa viva de tierras forestales para creación de asentamientos	Pérdida de biomasa viva de tierras forestales para creación de asentamientos, estimación con procedimiento no oficial (validado)	No se cuenta con ningún documento que lo exprese, se ha realizado la interpretación visual de los <i>Shapes</i> del PNCBMCC		Análisis de interpretación visual de cambio de uso sobre el área anual perdida Se recomienda elaborar un procedimiento para establecer las estimaciones de emisiones por este concepto
Otras Tierras	Tierras convertidas a otras tierras	Superficie de pérdida de bosque primario a otras tierras	Pérdida de biomasa viva de tierras forestales para creación de otras tierras	Pérdida de biomasa viva de tierras forestales para creación de otras tierras, estimación con procedimiento no oficial (validado)	No se cuenta con ningún documento que lo exprese, se ha realizado la interpretación visual de los <i>Shapes</i> del PNCBMCC	GTA	Análisis de interpretación visual de cambio de uso sobre el área anual perdida. Se recomienda elaborar un procedimiento para establecer las estimaciones de emisiones por este concepto

Fuente: Elaboración propia

Leyenda

- DGIOFFS: Dirección General de Información, Ordenamiento, Forestal y Fauna Silvestre
- DGSEPP: Dirección General de Seguimiento y Evaluación de Política
- INEI: Instituto Nacional de Estadística e Informática
- INDECI: Instituto de Defensa Civil
- AGRORURAL: Programa de Desarrollo Productivo Agrario Rural
- PNCBMCC: Programa Nacional de Conservación de Bosques para la Mitigación del Cambio Climático
- DGAA: Dirección General de Asuntos Ambientales
- DEA: Dirección de Estadística Agraria





V. GLOSARIO

- a. Cambio climático⁴⁰: alteración del clima atribuido, directa o indirectamente, a la actividad humana, que altera la composición de la atmósfera mundial y que se suma a la variabilidad natural del clima observada durante períodos de tiempo comparables.
- b. Control de Calidad: Actividades técnicas de rutina para medir y controlar la calidad de la información utilizada para la elaboración de las estimaciones, durante el proceso de elaboración del Reporte Anual de Gases de Efecto Invernadero, a fin de garantizar la integridad y precisión de los datos, detectar y subsanar errores y omisiones, y documentar y registrar dichas actividades. El control de calidad debe realizarlo la entidad que elabore el reporte.
- c. Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático: Instrumento internacional suscrito por el Perú, que tiene por objetivo estabilizar las concentraciones de gases de efecto invernadero en la atmósfera a un nivel que impida interferencias antropógenas peligrosas en el sistema climático, señalándose que este nivel debería lograrse en un plazo para permitir que los ecosistemas se adapten naturalmente al cambio climático, asegurar que la producción de alimentos no se vea amenazada y lograr que el desarrollo económico prosiga de manera sostenible.
- d. Directrices del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático para la elaboración de inventarios nacionales de gases de efecto invernadero: documentos⁴¹ técnicos emitidos por el Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático que contienen metodologías acordadas internacionalmente para estimar los INGEI, a fin de que los mismos sean informados a la CMNUCC.
- e. Efecto invernadero⁴²: proceso natural que regula la temperatura de la Tierra para hacer posible la vida. Mediante el efecto invernadero, la atmósfera que rodea la Tierra permite que una parte de la radiación solar se acumule en la superficie del planeta para calentarlo y mantener una temperatura aproximada de 15°C.
- f. Entidad Competente: Entidad pública del gobierno nacional que ejerce competencias sobre actividades, obras e instalaciones susceptibles de generar gases de efecto invernadero.
- g. Emisiones de GEI: Liberación de gases de efecto invernadero y/o de sus precursores en la atmósfera, en una zona y por un período determinado⁴³. Los GEI pueden clasificarse⁴⁴ de la siguiente manera:
 - Directos⁴⁵.- dióxido de carbono (CO₂), metano (CH₄) y óxido nitroso (N₂O); estos gases generan el efecto invernadero.

⁴⁰ Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático. Naciones Unidas, 1992.

⁴¹ Decreto Supremo N° 013-2014-MINAM

⁴² <http://cambioclimatico.minam.gob.pe/cambio-climatico/sobre-cambio-climatico/que-lo-origina/>

⁴³ GL2006, Anexo 3: Glosario

⁴⁴ GL2006, Volumen 1, Capítulo 7: Precursores y emisiones indirectas



- Precusores de ozono.- monóxido de carbono (CO), los óxidos de nitrógeno (NO_x), compuestos orgánicos volátiles distintos del metano (COVDM) y dióxido de azufre (SO₂). Los tres primeros, ante la presencia de radiación solar, contribuyen a la formación de ozono (O₃).
 - Indirectos.- Las emisiones indirectas se generan debido a la volatilización o emisión de nitrógeno en forma de NH₃ y NO_x y la consiguiente deposición de estas formas de nitrógeno en suelos y aguas con forma de amonio (NH₄) y nitrógeno oxidado (NO_x); la lixiviación y el escurrimiento del nitrógeno de las entradas de fertilizantes de nitrógeno sintético y orgánico; los residuos de cultivo; la mineralización de nitrógeno mediante el cambio de uso de la tierra o las prácticas de gestión; y, la disposición de estiércol y orina de los animales de pastoreo, en aguas subterráneas, áreas ribereñas, humedales, ríos y océano.
- h. Factor de emisión⁴⁶: Coeficiente que relaciona los datos de actividad con la cantidad del compuesto químico que constituye la fuente de emisiones. Los factores de emisión se basan a menudo en una muestra de datos sobre mediciones, calculados como promedio para determinar una tasa representativa de las emisiones correspondientes a un determinado nivel de actividad en un conjunto dado de condiciones de funcionamiento.
- i. Gases de efecto invernadero (GEI): componentes gaseosos⁴⁷ de la atmósfera, naturales y/o antropógenos, que absorben y reemiten radiación infrarroja. Los GEI establecidos por el IPCC⁴⁸ son: dióxido de carbono (CO₂), metano (CH₄), óxido de nitrógeno (N₂O), hidrofluorocarbonos (HFC), perfluorocarbonos (PFC), hexafluoruro⁴⁹ de azufre (SF₆), trifloruro de nitrógeno (NF₃), trifluorometil pentafluoruro de azufre (SF₅CF₃), éteres halogenados y otros halocarbonos no cubiertos por el Protocolo de Montreal relativo a las sustancias que agotan la capa de ozono.
- j. Generadores de datos: Personas naturales o jurídicas, públicas, privadas o de capital mixto, que producen datos referidos a la emisión o remoción de GEI.
- k. Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC): Organismo internacional encargado de analizar la información científica, técnica y socioeconómica relevante para entender los elementos científicos del riesgo que supone el cambio climático provocado por las actividades humanas, sus posibles repercusiones y las posibilidades de adaptación y atenuación del mismo.
- l. Inventario de Gases de Efecto Invernadero: Base de datos que cuantifica, en un espacio y periodo determinado, la emisión antropogénica de GEI, por fuentes, y la remoción de GEI, a través de sumideros.

⁴⁵ Los GEI directos son aquellos que tienen largo tiempo de residencia en la atmósfera, alto potencial de calentamiento atmosférico y son importantes fuentes directas e indirectas de emisiones en actividades humanas; mientras que los GEI indirectos presentan las características contrarias a las de los GEI directos

⁴⁶ GL2006, Anexo 3: Glosario

⁴⁷ GL2006, Volumen 1, Capítulo I

⁴⁸ ídem.

⁴⁹ Los HFCs, PFCs y SF₆s tienen origen industrial, es decir que no se encuentran naturalmente en la atmósfera, sino que fueron producidos por el hombre.



Los inventarios nacionales de GEI (INGEI) deben⁵⁰ incluir las emisiones y absorciones de GEI que se producen dentro del territorio nacional y en otras áreas extraterritoriales sobre las cuales el país tiene jurisdicción. No obstante, existen algunas cuestiones específicas que deben ser tomadas en cuenta.

- Las emisiones procedentes de los combustibles para uso en barcos o aeronaves dedicados al transporte internacional no deben incluirse en los totales nacionales. Para garantizar la exhaustividad mundial, estas emisiones deben declararse por separado.
- Las emisiones de CO₂ de los vehículos terrestres deben atribuirse al país que vende el combustible al usuario final. El mismo principio de asignación puede aplicarse a otros gases, según el nivel usado para estimar las emisiones.
- La pesca incluye las emisiones del combustible que se usa en pesca de bajura, pesca costera y pesca de gran altura.. Las emisiones procedentes del combustible usado en la pesca costera y en la pesca de gran altura deben asignarse al país que expende el combustible.
- El informe del uso de combustible militar incluye el expendio de combustibles para todos los consumos móviles y estacionarios del país (por ejemplo: barcos, aeronaves, transporte terrestre y la energía usada en áreas de vivienda). Las emisiones de las operaciones multilaterales, de conformidad con la Carta de las Naciones Unidas, no se incluyen en los totales nacionales. Es una buena práctica documentar claramente qué actividades fueron incluidas en la categoría de operaciones multilaterales e informar acerca de ellas como un elemento recordatorio en los cuadros para la generación de informes.
- Las emisiones fugitivas de tuberías de transporte (por ejemplo: oleoductos, gasoductos o de CO₂) deben asignarse según el territorio nacional de la tubería, incluidas las áreas extraterritoriales. Ello implica que las emisiones de una tubería pueden distribuirse entre dos o más países.
- Las emisiones vinculadas a la inyección y posible fuga subsiguiente de CO₂ almacenado en formaciones geológicas deben vincularse al país en cuya jurisdicción nacional o en cuyo derecho internacional se encuentra el punto de inyección. Esto incluye cualquier emisión que surgiera de una fuga de CO₂ desde una formación geológica que cruce una frontera nacional.
- La metodología del IPCC para el carbono almacenado en productos no combustibles fabricados a partir de combustibles fósiles o de otras fuentes no biogénicas de carbono toma en cuenta las emisiones emanadas de su producción, uso y destrucción. Las emisiones se estiman en cada etapa cuando y donde ocurren; por ejemplo, en la incineración de desechos.
- En los casos en los que las emisiones de CO₂ se capturan en los procesos industriales o en grandes fuentes de combustión, se deben asignar las emisiones al sector que genera el CO₂, a menos que se pueda demostrar que éste está almacenado en sitios de almacenamiento geológico correctamente monitoreados. Las emisiones de CO₂ que se capturan, por ejemplo, para su uso en invernaderos y en refrescos y se transportan fuera de las instalaciones, deben asignarse al sector en el que fue capturado el CO₂.
- Las emisiones de CO₂ de la combustión de biomasa para energía se informan en el Sector AFOLU (Agriculture, Forestry and Other Land Use, AFOLU por sus siglas en Inglés) como parte de los cambios netos en las existencias de carbono.

⁵⁰ GL2006, Volumen 1, Capítulo 8: Orientación y cuadros para la generación de informes



- Al declarar los productos de madera recolectada (PMR), los países pueden elegir cualquiera de los métodos reflejados en el Capítulo 12 del Volumen 4 de la GL 2006 para el Sector AFOLU al estimar sus emisiones/absorciones de PMR.
 - El N₂O resultante de la deposición atmosférica de nitrógeno se asigna al país que emite óxidos de nitrógenos y amoníaco, y se supone que el N₂O se emite en el mismo año.
- m. Método de cálculo: Procedimiento utilizado para cuantificar, en base a información o datos específicos y el uso de fórmulas y factores determinados, las emisiones y remociones de gases de efecto invernadero.
- n. Nivel de actividad: Datos sobre la magnitud de las actividades humanas que dan lugar a las emisiones o absorciones que se producen durante un periodo de tiempo determinado⁵¹. Es importante señalar que, en ocasiones, no se dispone de la información del dato de actividad, pero sí información que permite estimar el dato de actividad, el cual se denomina dato de generación de información o dato de generación.
- o. Potencial de calentamiento atmosférico: Se calculan⁵² los potenciales de calentamiento atmosférico (PCA) como la relación entre el forzamiento radiactivo de un kilogramo de gas de efecto invernadero emitido a la atmósfera y el de un kilogramo de CO₂ a través de un período de tiempo.

El PCA permite expresar los resultados del reporte de GEI en unidades de dióxido de carbono equivalente (CO_{2e} o CO_{2-eq}). Generalmente, el PCA de un GEI es expresado en equivalente de una tonelada de dióxido de carbono. Los valores de los PCA por tipo de GEI se muestran⁵³ en la Tabla 14.

Tabla 14 . Valores de potencial de calentamiento atmosférico por gas de efecto invernadero

Gases de Efecto Invernadero	Descripción	PCA
Dióxido de carbono (CO ₂)	Gas natural liberado como producto de la combustión de combustibles fósiles, algunos procesos industriales y cambios en el manejo de los diversos usos del suelo.	1
Metano (CH ₄)	Gas emitido en la minería de carbón, rellenos sanitarios, ganadería, extracción de gas y petróleo, y de cualquier fuente de descomposición anaeróbica de residuos orgánicos.	21
Óxido nitroso (N ₂ O)	Gas producido durante la elaboración de fertilizantes y la combustión de combustibles fósiles, cuyo contribuyente más significativo es el sector transporte.	310
Hidrofluorocarbonados (HFC)	Se emiten en algunos procesos industriales y se usa con frecuencia en refrigeración y equipos de aire acondicionado.	140 - 11,700

⁵¹ GL2006, Anexo 3: Glosario.

⁵² ídem.

⁵³ https://www.ipcc.ch/publications_and_data/ar4/wg1/en/ch2s2-10-2.html



Gases de Efecto Invernadero	Descripción	PCA
Perfluorocarbonados (PFC)	Desarrollados e introducidos como una alternativa para reemplazar algunos gases que destruían la capa de ozono; estos gases son emitidos en una variedad de procesos industriales.	6,500 - 9,200
Hexafluoruro de azufre (SF ₆)	Este gas, considerado el más potente de los GEI, es emitido durante la producción de magnesio y se aplica en algunos equipos eléctricos.	23,900

Fuente: IPCC, Segundo Reporte del grupo de trabajo I

Los resultados finales son expresados como Gigagramos de dióxido de carbono equivalente (GgCO_{2e}), considerando como factor de conversión el PCA, empleando la siguiente ecuación:

$$GgCO_{2e} = GgCO_2 + GgCH_4 \times 21 + GgN_2O \times 310 + GgSF_6 \times 23,900 + GgHFC \times a + GgPFC$$

- p. Protocolo de Kyoto: Tratado internacional con fuerza legal que, basándose en los principios de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático, establece que los países Partes del Anexo I del Protocolo (en su mayoría desarrollados) se comprometen a alcanzar objetivos cuantificables de reducción de emisiones de gases de efecto invernadero. Asimismo, establece que todos los países Partes deben presentar una actualización periódica y reporte de las emisiones antropogénicas por las fuentes y la remoción por los sumideros de todos los gases de efecto invernadero no controlados por el Protocolo de Montreal, utilizando las metodologías comparables que convenga la Conferencia de las Partes y de conformidad con las directrices para la preparación de las comunicaciones nacionales adoptadas por la Conferencia de las Partes.
- q. Reporte Anual de Gases de Efecto Invernadero: Documento elaborado por las entidades competentes, sobre la base de la información obtenida de los generadores de datos bajo su competencia, de acuerdo a las disposiciones emitidas por el Ministerio del Ambiente.
- r. Remoción de GEI⁵⁴: Absorción o secuestro de gases de efecto invernadero de la atmósfera.
- s. Sistema Nacional de Información Ambiental (SINIA): Es una red de integración tecnológica, institucional y humana que facilita la sistematización, acceso y distribución de la información ambiental, así como el uso e intercambio de ésta.
- t. Sumidero⁵⁵: Todo proceso, actividad o mecanismo que elimine de la atmósfera un gas de efecto invernadero, un aerosol o un precursor de un gas de efecto invernadero.

⁵⁴ Decreto Supremo N° 013-2014-MINAM

⁵⁵ ídem

Guía N° 8

Elaboración del Reporte Anual de Gases de Efecto Invernadero - Sector Uso del Suelo, Cambio de Uso de Suelo y Silvicultura.

Categorías Cambios en Biomasa y otros Stocks Leñosos, Conversión de Bosques y Praderas, Abandono de Tierras Cultivadas, Emisiones y Absorciones en el Suelo y Otros (gases no CO₂)



PERÚ

Ministerio
del Ambiente

VI. ANEXO

1. Anexo 1: Sugerencia de perfil de especialista para la elaboración del RAGEI
2. Anexo 2: información a solicitar para elaborar el RAGEI
3. Anexo 3: Hoja de cálculo del RAGEI
4. Anexo 4: Factores de emisión y conversión
5. Anexo 5: Contenido del RAGEI



Anexo 1

PERFIL DE APOYO EN EL PROCESO DE ELABORACIÓN DEL RAGEI DEL SECTOR USCUS – CAMBIOS EN BIOMASA Y OTROS STOCKS LEÑOSOS, CONVERSIÓN DE BOSQUES Y PRADERAS, ABANDONO DE TIERRAS CULTIVADAS, EMISIONES Y ABSORCIONES EN EL SUELO Y OTROS (GASES NO CO₂)

I. PERFIL DEL PUESTO: REQUISITOS

a) Experiencia

- Experiencia General: Mínimo 3 años de experiencia laboral en el sector público o privado
- Experiencia Específica: Mínimo 2 años de experiencia en las funciones a desarrollar

b) Competencias

- Vocación de servicio al ciudadano
- Ética y transparencia (Responsabilidad y confiabilidad)
- Iniciativa proactividad
- Trabajo en equipo y facilidad de coordinación con otras dependencias de la entidad.
- Planificación y organización
- Sentido de urgencia

c) Formación académica, grado académico y/o nivel de estudios

- Profesional en ingeniería agronómica, forestal o afines

d) Cursos y/o estudios de especialización

- Capacitaciones o cursos relacionados a cambio climático o temas relacionados al puesto
- Capacitaciones relacionadas a estimación de emisiones de GEI

e) Conocimientos para el puesto y/o cargo

- Conocimiento del sector forestal
- Conocimiento de gestión de emisiones de GEI y metodologías para la estimación de emisiones de GEI
- Manejo de herramientas de excel y bases de datos
- De preferencia, nivel intermedio del idioma inglés oral y escrito

II. FUNCIONES DEL PUESTO Y/O CARGO:

Principales Funciones a Desarrollar:

1. Recopilar la información que se requiere para elaborar el Reporte Anual de GEI de las entidades generadores de información.
2. Asesorar al PNCBMCC en temas referidos a cambio climático y el procedimiento de provisión de información para la elaboración del Reporte Anual de Gases de Efecto Invernadero.
3. Elaborar el Reporte Anual de Gases de Efecto invernadero del sector USCUS y actualizar los anteriores reportes, de ser el caso.
4. Hacer seguimiento una vez elaborado el Reporte Anual de Gases de Efecto Invernadero, hasta su remisión al Ministerio del Ambiente y absolver cualquier consulta formulada por el mismo.
5. Considerar los procedimientos, metodologías y requerimientos establecidos en la "Guía N° 8: Elaboración de Reporte Anual de Gases de Efecto Invernadero - sector USCUS. Categorías: Cambios en biomasa y otros



stocks leñosos, conversión de bosques y praderas, abandono de tierras cultivadas, emisiones y absorciones en el suelo y otros gases no CO₂”, elaborada por el MINAM; así como las directrices y buenas prácticas del IPCC.

6. Elaborar propuesta de actualización de la la “Guía N° 8: Elaboración de Reporte Anual de Gases de Efecto Invernadero - sector USCUS” y sus hojas de cálculo, de ser el caso.
7. Preparar reportes técnicos respecto al estado de la información recopilada a consignarse en el Reporte Anual de Gases de Efecto Invernadero, proporcionando recomendaciones respecto al estado de la información del sector y su mejora.
8. Coordinar con instituciones de investigación, universidades, academia u otros sectores, la realización de investigación sobre efectos del cambio climático en las actividades correspondientes al sector, así como la provisión de información necesaria para incluir en el Reporte Anual de Gases de Efecto Invernadero del sector USCUS.
9. Participar en reuniones convocadas por el Ministerio del Ambiente u otros sectores, en lo referido al Infocarbono y al Reporte Anual de Gases Efecto Invernadero correspondiente al sector.
10. Preparar informes de avances, presentaciones de ser requerido la dirección.
11. Trabajar de manera proactiva y en equipo tanto con las dependencias de la entidad como con los órganos adscritos al sector de ser el caso.
12. Otras actividades que le sean asignadas.



Anexo 2

Información a solicitar para la elaboración del RAGEI

A) Cambios en biomasa y otros stocks leñosos

- a) Volumen anual aprovechado de madera rolliza
- b) Porcentaje de Población que consume leña por departamento
- c) Ocurrencia de incendios forestales a nivel nacional
- d) Superficie cultivada de cultivos perennes

B) Conversión de Bosques y praderas

- a) Superficie acumulada y anual de plantaciones forestales
- b) Superficie anual eliminada estimada de bosques secundarios
- c) Superficie de pérdida de bosque primario a tierras agrícolas
- d) Superficie de pérdida de bosque primario a praderas
- e) Superficie de pérdidas de bosque primario a asentamientos
- f) Superficie de pérdida de bosque primario a otras tierras

C) Abandono de tierras cultivadas

- a) Superficie anual eliminada estimada de bosques secundarios

D) Emisiones y absorciones en el suelo y otros

- a) Superficie anual eliminada estimada de bosques secundarios categorizadas por tipo de suelo
- b) Superficie de pérdida de bosque primario a tierras agrícolas categorizadas por tipo de suelo
- c) Superficie de pérdida de bosque primario a praderas categorizadas por tipo de suelo

E) Otros (Gases no CO₂)

- a) Ocurrencia de incendios forestales a nivel nacional
- b) Superficie anual eliminada estimada de bosques secundarios
- c) Superficie de pérdida de bosque primario a tierras agrícolas
- d) Superficie de pérdida de bosque primario a praderas



Guía N° 8

Elaboración del Reporte Anual de Gases de Efecto Invernadero - Sector Uso del Suelo, Cambio de Uso de Suelo y Silvicultura.

Categorías Cambios en Biomasa y otros Stocks Leñosos, Conversión de Bosques y Praderas, Abandono de Tierras Cultivadas, Emisiones y Absorciones en el Suelo y Otros (gases no CO₂)



PERÚ

Ministerio
del Ambiente

Anexo 3

Hoja de cálculo del RAGEI⁵⁶

(En digital)

⁵⁶ Esta hoja de cálculo está disponible en el siguiente link: <http://infocarbono.minam.gob.pe/uscuss/>



Anexo 4

Factores de emisión y conversión

Tabla 15 . Re- categorización de de tipos de bosque IPCC en base a unidades de vegetación del Mapa de Cobertura Vegetal del Perú

Cód. IPCC	Categoría IPCC	Unid. Vegetación Mapa Cobertura Vegetal 2009
A1	Bosque muy húmedo	Aguajal
		Bosque húmedo de colina alta
		Bosque húmedo de colina baja y lomada
		Bosque húmedo de superficie plana inclinada
		Bosque húmedo de terraza alta
		Bosque húmedo de terraza baja y media
		Bosque muy húmedo con deforestación al 2009
A2	Bosque húmedo con corto período seco	No existe
A3	Bosque húmedo con largo período seco	No existe
A4	Bosque seco	Algarrobal ribereño
		Bosque seco de colina alta
		Bosque seco de colina baja
		Bosque seco de lomada
		Bosque Seco de Montaña
		Bosque seco de pie de monte
		Bosque seco tipo sabana
Manglar		
A5	Bosques húmedos de montaña	Bosque relicto meso andino de conífera
		Bosque húmedo de montaña
		Bosque relicto alto andino
		Bosque relicto meso andino
		Bosque húmedo de montaña con deforestación al 2009
A6	Bosques secos de montaña	Bosque Seco de Montaña
		Bosque seco valle interandino
		Matorral Arbustivo
		Matorral esclerófilo

Fuente: INGEI 2012

Tabla 16. Superficie de Bosque, No-Bosque y Pérdidas Anuales en los años de inventario, medido en hectáreas

Clasificación	2000	2005	2010	2012
Bosque Remanente	71,093,013.5	70,615,570.4	70,041,125.5	69,767,534.5
No-Bosque Acumulado	5,697,439.9	6,174,882.9	6,749,327.9	7,022,918.8
Pérdida anual	83,597.5	147,133.6	135,915.7	150,036.3

Fuente: INGEI 2012



Factores de Emisión para Pérdidas y Ganacias en Biomasa Viva y Suelos

Factores de Emisión para Ganancias de C en Biomasa Viva y Suelos

Tabla 17. Incremento medio anual de la biomasa sobre el suelo en la regeneración natural, por categorías generales. La parte sombreada indica el valor más adecuado para el país.

América / Bosques Tropicales y Subtropicales	≤ 20 años (t m.s./ha)	> 20 años (t m.s./ha)
Muy húmedo	10	1.9 (1.2 - 2.6)
Húmedo con periodo seco corto	7	2
Húmedo con periodo seco largo	4	1
Seco	4	1
Montano húmedo	5	1.4 (1 - 2)
Montano seco	1.8	0.4

Fuente: GL1996. Tabla 5-6. Pág 5.24

Tabla 15. Incremento medio anual de la biomasa sobre el suelo en las plantaciones (tn/ha/año). La parte sombreada indica el valor más adecuado para el país.

América	Clase de Edad	Muy Húmedo	Húmedo con estación seca corta	Húmedo con estación seca larga	Seco	Montano Húmedo	Montano Seco
Pinus	-	18.0	14.5 (5.0 - 19.0)	7.0 (4.0 - 10.3)	5	14	-
Eucalipto ⁵⁷	-	21.0 (6.4 - 38.4)	16.0 (6.4 - 32.0)	16.0 (6.4 - 32.0)	16	13	-
Tectona	-	15.0	8.0 (3.8 - 11.5)	8.0 (3.8 - 11.5)	-	2.2	-
Otras de hoja ancha	-	17.0 (5.0 - 35.0)	18.0 (8.0 - 40.0)	10.5 (3.2 - 11.8)	-	4	-

Fuente: OBP2003. Cuadro 3A.1.7. Pág 218

Tabla 16. Relación media biomasa bajo/sobre el suelo (Relación Raíz/Vástago, R) en la regeneración natural. La parte sombreada indica el valor más adecuado para el país.

	Tipo de Vegetación	Biomasa sobre el suelo (t/ha)	Media	DE	Tramo Inferior	Tramo Superior
Bosque Tropical/Subtropical	Bosque Secundario Tropical/Subtropical	<125	0.42	0.22	0.14	0.83
	Bosque Primario Tropical/Subtropical	NE	0.24	0.03	0.22	0.33
	Bosque Seco Tropical/Subtropical	NE	0.27	0.01	0.27	0.28
Bosque / Plantaciones de Coníferas	Bosque/Plantación de Coníferas	50-150	0.32	0.08	0.24	0.5

Fuente: OBP2003. Cuadro 3A.1.8. Pág 222

⁵⁷ Eucalipto es la especie más usada en los programas de reforestación de AGRORURAL, que sólo se llevan a cabo en sierra, según comunicación oral de especialistas de la DGFFS.



Factores de Emisión para Pérdidas de C en Biomasa Viva y Suelos

Tabla 17. Valores por defecto para constantes usadas en el cálculo de emisiones.

Indicadas en la OBP 2003 (texto)			
Factor	Valor	Unidad	Fuente
Fracción de carbono de materia seca (FC)	0.5	t C/ tn	Valor por defecto, OBP 2003 (Pág. 3.25)
Densidad de madera básica (DB) para madera	0.52	tn/m ³ vol. fresco	Promedio ponderado de especies aprovechadas en año 2010, fuentes varias
Densidad de madera básica (DB) para leña	0.52	tn/m ³ vol. fresco	Promedio ponderado de especies aprovechadas en año 2010, fuentes varias
Fracción de biomasa dejada en el bosque para descomposición (f _{BD}) por recolección de madera	0	Sin dimensión	Valor por defecto para cálculos del Nivel 1, OBP 2003 (Pág. 3.27)
Fracción de biomasa dejada en el bosque para descomposición (f _{BD}) por incendios	0	Sin dimensión	Valor por defecto para cálculos del Nivel 1, OBP 2003 (Pág. 3.27)
Factor de conversión de volumen rollizo sin corteza a volumen rollizo con corteza	0.15	Sin dimensión	Valor por defecto para volúmenes sin corteza, OBP 2003 (Pág. 3.30)
Fracción de biomasa quemada (C)	0.5	Sin dimensión	Valor por defecto, OBP 2003 (Pág. 3.52 y 3.95)
Biomasa inmediatamente después de la conversión (C _{después}) en TA y P	0	t C/ha	Valor por defecto para conversiones a TA (Pág. 3.92) y P (Pág. 3.131)

Tabla 18. Valores por defecto de los factores de expansión de la biomasa (FEB₂). La parte sombreada indica el valor más adecuado para el país.

Zona climática	Tipo de bosque	Valor min del DAP (cm)	FEB ₂ (con corteza) para utilizar en relación con los datos de la biomasa en pie	FEB ₁ (con corteza) para utilizar en relación con los datos incrementales
Región Boreal	Coníferas	0 - 8.0	1.35 (1.15 - 3.8)	1.15 (1 - 1.3)
	Hoja Ancha	0 - 8.0	1.3 (1.15 - 4.2)	1.1 (1 - 1.3)
Templada	Coníferas: Picea y Abtos	0 - 12-5	1.3 (1.15 - 4.2)	1.15 (1 - 1.3)
	Pinos	0 - 12-5	1.3 (1.15 - 3.4)	1.05 (1 - 1.2)
	Hoja Ancha	0 - 12-5	1.4 (1.15 - 3.2)	1.2 (1.1 - 1.3)
Tropical	Pinos	10	1.3 (1.2 - 4.0)	1.2 (1.1 - 1.3)
	Hoja Ancha	10	3.4	1.5 (1.3 - 1.7)

Fuente: OBP2003. Cuadro 3A.1.10. Pág232



Tabla 19. Stock promedio de biomasa en bosque (BW) para estimar remoción por otras pérdidas (incendios)

Ecozona	Biomasa Aérea (tn/ha)	Biomasa Aérea (Kg/ha)	Biomasa Aérea (t C/ha)
Costa	17.09	17,090.0	8.37
Sierra	63.96	63,960.0	31.34
Selva Alta Transitable	172.53	172,530.0	84.54
Selva Alta de Difícil Acceso	200.11	200,110.0	98.06
Selva Baja	238.24	238,240.0	116.74
Ucamará	143.39	143,390.0	70.26

Fuente: Existencias de Carbono para el Reservorio de Biomasa Aérea Arbórea. MINAM 2014

Tabla 20. Valores por defecto de las reservas de carbono presentes en la biomasa de tierras convertidas en tierras agrícolas en el año siguiente a la conversión. La parte sombreada indica el valor más adecuado para el país.

Tipo de Cultivo por Regiones Climáticas	Reservas de C en la Biomasa después de 1 año (Δacrecimiento) (t C/ha)
Tierra Agrícola Anual	5
Tierra Agrícola Perenne	
-Templada (todos los regímenes de humedad)	2.1
-Tropical, Seca	1.8
-Tropical, Húmeda	2.6
-Tropical, Muy Húmeda	10

Fuente: OBP2003. Cuadro 3.3.8. Pág 138

Tabla 21. Coeficientes por defecto para la biomasa boscosa sobre el suelo y los ciclos de recolección en sistemas de cultivo que contienen especies perennes. La parte sombreada indica el valor más adecuado para el país.

Región Climática	Reservas de C en AGB en la recolección (t C/ha)	Ciclo de recolección /madurez (años)	Tasa de acumulación de biomasa (C) (t C/ha/año)	Pérdida de C de biomasa (P) (t C/ha)
Templada (todos los regímenes de humedad)	63	30	2.1	63
Tropical, Seca	9	5	1.8	9
Tropical, Húmeda	21	8	2.6	21
Tropical, Muy Húmeda	50	5	10	50

Guía N° 8

Elaboración del Reporte Anual de Gases de Efecto Invernadero - Sector Uso del Suelo, Cambio de Uso de Suelo y Silvicultura.

Categorías Cambios en Biomasa y otros Stocks Leñosos, Conversión de Bosques y Praderas, Abandono de Tierras Cultivadas, Emisiones y Absorciones en el Suelo y Otros (gases no CO₂)



PERÚ

Ministerio del Ambiente

Fuente: OBP2003. Cuadro 3.3.2. Pág 119





Tabla 22. Valores por defecto de las reservas de carbono en la biomasa presentes en tierras convertidas en praderas. La parte sombreada indica el valor más adecuado para el país.

Zona Climática IPCC	Biomasa no boscosa total (AGB y BGB) (tn/ha)
Boreal - Seca y Muy Húmeda	8.5
Templada Fría -Seca	6.5
Templada Fría - Muy Húmeda	13.6
Templada Cálida - Seca	6.1
Templada Cálida - Muy Húmeda	13.5
Tropical - Seca	8.7
Tropical - Húmeda y Muy Húmeda	16.1

Fuente: OBP2003. Cuadro 3.4.9. Pág 178

Tabla 23. Stock de carbono en biomasa de Bosques Secundarios

	Biomasa promedio (t m.s./ha)	Biomasa promedio (Kg m.s./ha)	Biomasa promedio (t C/ha)
Bosque Secundario	100.0	100,000.00	50.0

Fuente: INGEI 2012

Tabla 24. Factores de emisión aplicable a los combustibles quemados en diversos incendios de vegetación (g/Kg m.s. quemada). La parte sombreada indica el valor más adecuado para el país.

Tipos	CO ₂	CO	CH ₄	NO _x	N ₂ O	NMHC
Sabana de hoja ancha húmeda/yerma	1523	92	3	6	0.11	-
Sabana de hoja fina fértil árida	1524	73	2	5	0.11	-
Pradera húmeda yerma	1498	59	2	4	0.1	-
Pradera fértil árida	1540	97	3	7	0.11	-
Humedal	1554	58	2	4	0.11	-
Todos los tipos de vegetación	1403-1503	67-120	4-Jul	0.5-0.8	0.1	-
Incendios Forestales	1531	112	7.1	0.6-0.8	0.11	8-12
Incendios Sabana	1612	152	10.8	-	0.11	-
Incendios Forestales	1580	130	9	0.7	0.11	10
Incendios Sabana	1640	65	2.4	3.1	0.15	3.1

Fuente: OBP2003. Cuadro 3A.1.16. Pág 239



Tabla 25. Valor por defecto (con vegetación nativa) de las reservas de C orgánico en el suelo (COS_{REF}). La parte sombreada indica el valor más adecuado para el país.

Región	Suelos AAA	Suelos ABA	Suelos Arenosos	Suelos Espódicos	Suelos Volcánicos	Suelos de Humedal
Boreal	68	NA	10	117	20	146
Templada fría, seca	50	33	34	NA	20	87
Templada fría, húmeda	95	85	71	115	130	
Templada cálida, seca	38	24	19	NA	70	88
Templada cálida, húmeda	88	63	34	NA	80	
Tropical, seca	38	35	31	NA	50	86
Tropical, húmeda	65	47	39	NA	70	
Tropical, muy húmeda	44	60	66	NA	130	

Fuente: OBP2003. Cuadro 3.3.3. Pág 125

Tabla 26. Factores de conversión y expansión de biomasa por defecto (BCEF) para Bosques Naturales en zonas tropicales húmedas. La parte sombreada indica el valor más adecuado para el país.

BCEF	Nivel de Existencias en Crecimiento (m ³)							
	<10	11-20	21-40	41-60	61-80	80-120	120-200	>200
BCEF _S	9	4	2.8	2.05	1.7	1.5	1.3	0.95
CBEF _I	4.5	1.6	1.1	0.93	0.9	0.87	0.86	0.85
CBEF_R	10	4.44	3.11	2.28	1.89	1.67	1.44	1.05

Fuente: GL2006. Cuadro 4.5. Pág4.59

Tabla 27. Factores relativos de variación de reservas (F_{UT}, F_{RG} y F_E) para diferentes actividades de gestión de tierras agrícolas. La parte sombreada indica el valor más adecuado para el país.

Tipo de valor del factor	Nivel	Régimen de temperatura	Régimen de humedad	Valor revisado OBP 2003
Uso de la tierra (F _{UT})	Cultivo de larga duración	Templado	Seco	0.82
			Muy húmedo	0.71
		Tropical	Seco	0.69
			Muy húmedo	0.58
Uso de la tierra (F _{UT})	Arrozal	Templado y Tropical	Seco y Muy húmedo	1.1
Uso de la tierra (F _{UT})	Barbecho (<20 años)	Templado y Tropical	Seco	0.93
			Muy húmedo	0.82
Labranza (F _{RG})	Completo	Templado	Seco y Muy húmedo	1
		Tropical	Seco y Muy húmedo	1
Labranza (F _{RG})	Reducido	Templado	Seco	1.03
			Muy húmedo	1.09
		Tropical	Seco	1.1
			Muy húmedo	1.16
Labranza (F _{RG})	Sin Labranza	Templado	Seco	1.1
		Tropical	Muy húmedo	1.16
			Seco	1.17



Entrada (F _E)	Bajo	Templado	Muy húmedo	1.23
			Seco	0.92
		Tropical	Muy húmedo	0.91
			Seco	0.92
Entrada (F _E)	Medio	Templado	Seco y Muy húmedo	1
		Tropical	Seco y Muy húmedo	1
Entrada (F _E)	Alto - Sin estiércol	Templado y Tropical	Seco	1.07
			Muy húmedo	1.11
Entrada (F _E)	Alto - Con estiércol	Templado y Tropical	Seco	1.34
			Muy húmedo	1.38

Fuente: OBP2003. Cuadro 3.3.4. Pág 126

Tabla 28. Factores de emisión anuales para suelos orgánicos cultivados. La parte sombreada indica el valor más adecuado para el país.

Régimen de temperatura climático	Valor (t C/ha/año)
Templado frío	1
Templado cálido	10
Tropical/subtropical	20

Fuente: OBP2003. Cuadro 3.3.5. Pág 128

Tabla 29. Factores de variación relativa de las reservas en el suelo (F_{UT}) para tierras convertidas en Tierras Agrícolas. La parte sombreada indica el valor más adecuado para el país.

Tipo de valor del factor	Nivel	Régimen Climático	Valor por defecto IPCC
Uso de la Tierra	Bosque o pradera nativa (no degradada) ⁵⁸	Templado	1
		Tropical	1
Uso de la Tierra	Cambio de cultivo (barbecho acortado) ⁵⁹	Tropical	0.64
	Cambio de cultivo (barbecho maduro)	Tropical	0.8

Fuente: OBP2003. Cuadro 3.3.9. Pág 143

⁵⁸ En un "Barbecho maduro", la vegetación retorna hasta un estado maduro o casi maduro antes de ser eliminada nuevamente para instalar cultivos. En un "Barbecho acortado", la vegetación no se recupera antes de ser nuevamente eliminada.

⁵⁹ En los casos donde el uso inicial antes de la conversión es Bosque Natural, se debe usar factores de variación iguales a 1, por tanto, las reservas de C en el suelo antes de la conversión serán iguales a COS_{REF}.



Tabla 30. Factores de variación relativa de las reservas para la gestión de las praderas. La parte sombreada indica el valor más adecuado para el país.

Factor	Nivel	Régimen Climático	Valor revisado OBP 2003
Uso de la tierra (F _{UT})	Todos	Todos	1
Gestión (F _{RG})	Gestionado nominalmente (no degradado)	Todos	1
Gestión (F _{RG})	Pradera moderadamente degradada	Templado/Boreal	0.95
		Tropical	0.97
Gestión (F _{RG})	Muy degradado	Todos	0.7
Gestión (F _{RG})	Pradera mejorada	Templado/Boreal	1.14
		Tropical	1.17
Aporte (aplicado sólo a las praderas)	Nominal	Todos	1
Aporte (aplicado sólo a las praderas mejoradas) (F _E)	Alto	Templado/Boreal	1.11
		Tropical	1.11

Fuente: OBP2003. Cuadro 3.4.5. Pág 170

Tabla 31. Factores de emisión anuales para suelos orgánicos en praderas gestionadas. La parte sombreada indica el valor más adecuado para el país.

Régimen de temperatura climático	Valor (t C/ha/año)
Templado frío	0.25
Templado cálido	2.5
Tropical/subtropical	5

Fuente: OBP2003. Cuadro 3.4.6. Pág 170

Guía N° 8

Elaboración del Reporte Anual de Gases de Efecto Invernadero - Sector Uso del Suelo, Cambio de Uso de Suelo y Silvicultura.

Categorías Cambios en Biomasa y otros Stocks Leñosos, Conversión de Bosques y Praderas, Abandono de Tierras Cultivadas, Emisiones y Absorciones en el Suelo y Otros (gases no CO₂)



PERÚ

Ministerio
del Ambiente

Anexo 5

REPORTE ANUAL DE GASES DE EFECTO INVERNADERO

SECTOR USCUS

CAMBIOS EN BIOMASA Y OTROS STOCKS LEÑOSOS, CONVERSIÓN DE BOSQUES Y PRADERAS, ABANDONO DE TIERRAS CULTIVADAS, EMISIONES Y ABSORCIONES EN EL SUELO Y OTROS (GASES NO CO₂)

MES, AÑO



1. INTRODUCCIÓN

2. RESUMEN EJECUTIVO

3. METODOLOGÍA

3.1. Mejoras metodológicas implementadas y acciones pendientes

Describir cómo se ha identificado y abordado las recomendaciones del ICA. Asimismo, realizar una descripción de las acciones que no se han podido implementar en el periodo de la ejecución del RAGEI y desarrollo de las acciones a futuro.

3.2. Metodología de cálculo aplicada

Breve descripción de metodología IPCC aplicada, indicando los mix de versiones usadas y su justificación. Descripción de metodologías complementarias usadas (si corresponde) y supuestos generales aplicados en los cálculos.

3.3. Análisis de incertidumbre

Breve descripción de metodología aplicada.

3.4. Gestión de calidad y Control de calidad

Breve descripción de los lineamientos aplicados.

3.5. Coherencia de la serie temporal

Descripción de los procesos de actualización aplicados en los cálculos del RAGEI y de los ajustes realizados a los anteriores reportes.

4. RESULTADO DEL SECTOR USCUS

4.1. Análisis de la situación sectorial

Describir las principales variables que influyen en el nivel de emisión de gases de efecto invernadero del sector y sus actores correspondientes.

4.2. Base para la Representación coherente del Uso del Suelo

Describir la clasificación de las tierras de acuerdo a la clasificación nacional y desarrollar la respectiva homologación con las categorías del uso de la tierra del IPCC.

4.3. Cambios en Biomasa Forestal y Otros Stocks Leñosos

4.3.1. Elección del nivel de cálculo

Indicar el nivel de cálculo aplicado para la estimación de emisiones de GEI con su respectiva justificación (Ver la sección Metodología de Cálculo de la presente guía).

4.3.2. Descripción del nivel de actividad



Listar la codificación, los niveles de actividad y la fuente de información⁶⁰ utilizada para la estimación de emisiones de GEI, según la información establecida la hoja "Características de datos" de la hoja de cálculo.

Codificación	Nivel de Actividad	Fuente de información
5B1bi (ejemplo)	Tierras de cultivo convertidas en tierras forestales	Análisis del Reporte de la Pérdida de los Bosques Húmedos Amazónicos al 2011-2013

4.3.3. Factores de emisión y conversión

Listar los factores de conversión utilizados (por ejemplo: FCEB, Densidad de la madera, factores de emisión, entre otros) para la estimación de emisiones de GEI, según la información establecida en las hojas "FE 5a ganancias" y "FE 5B pérdidas" de la hoja de cálculo.

Dato	Valor	Unidad	Fuente de información
Densidad de madera básica (DB) para madera	0.52	t m.s./m3 vol. fresco	Promedio ponderado de especies aprovechadas en año 2010, fuentes varias

4.3.4. Análisis de incertidumbre

Realizar el análisis de incertidumbre, en la medida de lo posible, usando como referencia la Orientación del IPCC sobre las buenas prácticas y la gestión de la incertidumbre en los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero (OBP2000)

4.3.5. Gestión de calidad y control de calidad

Descripción del proceso de control de calidad seguido para verificar la consistencia entre la información original, la información procesada y los resultados obtenidos. Usar de referencia las Directrices del IPCC de 2006 para los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero.

4.3.6. Análisis de resultado sectorial

Los resultados del RAGEI deberán mostrarse según el formato del Anexo B con su respectivo análisis.

4.3.7. Sigüientes pasos

Indicar las acciones a futuro para mejorar los resultados del Reporte Anuales de GEI (por ejemplo necesidad de actualización de estudios, entre otros) y plantear las necesidades de capacitación técnica relacionada a la estimación de emisiones de GEI, análisis de incertidumbre, entre otros.

4.4. Conversión de Bosques y Pasturas

4.4.1. Elección del nivel de cálculo

4.4.2. Descripción de datos de actividad

⁶⁰ Toda la información utilizada deberá ser proporcionada al momento de la entrega oficial del Reporte Anual de GEI.



- 4.4.3. Factores de emisión y conversión**
- 4.4.4. Análisis de incertidumbre**
- 4.4.5. Gestión de calidad y Control de calidad**
- 4.4.6. Análisis de resultado sectorial**
- 4.4.7. Sigüientes pasos**
- 4.5. Abandono de Tierras Cultivadas**
 - 4.5.1. Elección del nivel de cálculo**
 - 4.5.2. Descripción de datos de actividad**
 - 4.5.3. Factores de emisión y conversión**
 - 4.5.4. Análisis de incertidumbre**
 - 4.5.5. Gestión de calidad y Control de calidad**
 - 4.5.6. Análisis de resultado sectorial**
 - 4.5.7. Sigüientes pasos**
- 4.6. Emisiones y Absorciones en el Suelo**
 - 4.6.1. Elección del nivel de cálculo**
 - 4.6.2. Descripción de datos de actividad**
 - 4.6.3. Factores de emisión y conversión**
 - 4.6.4. Análisis de incertidumbre**
 - 4.6.5. Gestión de calidad y Control de calidad**
 - 4.6.6. Análisis de resultado sectorial**
 - 4.6.7. Sigüientes pasos**
- 4.7. Otros (gases no CO₂)**
 - 4.7.1. Elección del nivel de cálculo**
 - 4.7.2. Descripción de datos de actividad**
 - 4.7.3. Factores de emisión y conversión**
 - 4.7.4. Análisis de incertidumbre**
 - 4.7.5. Gestión de calidad y Control de calidad**
 - 4.7.6. Análisis de resultado sectorial**
 - 4.7.7. Sigüientes pasos**

Guía N° 8

Elaboración del Reporte Anual de Gases de Efecto Invernadero - Sector Uso del Suelo, Cambio de Uso de Suelo y Silvicultura.

Categorías Cambios en Biomasa y otros Stocks Leñosos, Conversión de Bosques y Praderas, Abandono de Tierras Cultivadas, Emisiones y Absorciones en el Suelo y Otros (gases no CO₂)



PERÚ

Ministerio del Ambiente

4.8. Actualización de la Serie Temporal

Los resultados de la actualización de la serie temporal deben mostrarse según el formato del Anexo C, con su respectivo análisis.

5. ANEXO:

Anexo A: Datos del responsable del RAGEI

Datos	Descripción
<i>Nombres y Apellidos</i>	
<i>Cargo</i>	
<i>Correo Electrónico</i>	
<i>Teléfono - Anexo</i>	
<i>Dirección de Línea</i>	
<i>Institución</i>	



Codificación				Nombre de la categoría									
S	C	SC	F	SF	Emisiones de CO ₂ (Gg)	Remoción de CO ₂ (Gg)	CH ₄ (Gg)	N ₂ O (Gg)	CO (Gg)	NOx (Gg)	NMVOCS (Gg)	SO _x (Gg)	
				5B3biv	X	X	X	X	X	X	X	X	
				5B3bv	X	X	X	X	X	X	X	X	
		5B5			X	X							
			5B5a		X	X							
			5B5b		X	X							
				5B5bi	X	X							
				5B5bii	X	X							
				5B5biii	X	X							
				5B5biv	X	X							
				5B5bv	X	X							
		5B6			X	X							
			5B6a		X	X							
			5B6b		X	X							
				5B6bi	X	X							
				5B6bii	X	X							
				5B6biii	X	X							
				5B6biv	X	X							
				5B6bv	X	X							

Nota: Emplear según sea el caso los siguientes términos, para las categorías o fuentes según como corresponda: NA = No aplica; NE = No estimado; NO = No ocurre; C = Confidencial.

