



DOCUMENTO METODOLÓGICO SECTOR AFOLU

BCRo003

**Actividades que evitan el cambio de uso del
suelo y mejoran las prácticas de manejo de
turberas y otros humedales, en ecosistemas de
alta montaña**

BIOCARBON CERT[®]

CONSULTA PÚBLICA VERSIÓN 4.0 | 9 de septiembre de 2025

BIOCARBON CERT

www.biocarbonstandard.com

Documento para consulta pública

© 2025 BIOCARBON CERT®. Este documento metodológico puede ser usado únicamente para proyectos que se certifiquen y registren con BIOCARBON CERT. Todos los derechos reservados. Prohibida su reproducción total o parcial sin autorización expresa de BIOCARBON CERT.

BIOCARBON CERT. 2025. DOCUMENTO METODOLÓGICO SECTOR AFOLU. Actividades que evitan el cambio de uso del suelo y mejoran las prácticas de manejo de turberas y otros humedales, en ecosistemas de alta montaña. Consulta pública Versión 4.0. 9 de septiembre de 2025. 69 p. <http://www.biocarbonstandard.com>

Tabla de contenido

1	Introducción.....	8
2	Objetivos.....	9
3	Versión y vigencia	10
4	Alcance	10
4.1	Actividades elegibles.....	10
4.2	Reservorios y fuentes incluidos	11
4.3	Exclusiones	11
4.4	Enfoque metodológico	11
5	Referencias normativas.....	12
5.1	Herramientas de BIOCARBON.....	12
6	Condiciones de aplicabilidad	13
6.1	Exclusiones	14
7	Términos y definiciones.....	15
8	Límites del proyecto	23
8.1	Límites espaciales.....	23
8.1.1	Áreas elegibles.....	23
8.1.2	Área de referencia.....	25
8.1.3	Área de fugas	26
8.2	Reservorios de carbono y fuentes de GEI	26
8.2.1	Reservorios de carbono	26
8.2.1.1	Fuentes de GEI	27
8.3	Límites temporales y periodos de análisis.....	28
8.3.1	Periodo histórico de cambios de uso del suelo	28
8.3.2	Periodos de cuantificación de las reducciones/remociones del proyecto.....	29
9	Identificación del escenario de línea base y adicionalidad	29
10	Impulsores que generan cambios en el uso del suelo	30

10.1	Dimensiones espaciales y temporales.....	31
10.2	Contexto.....	31
10.3	Actores clave, intereses y motivaciones	31
10.4	Actividades económicas y su importancia	32
10.5	Impacto directo e indirecto	32
10.6	Relaciones y sinergias	32
10.7	Cadena de eventos de cambio de uso del suelo	33
11	Actividades de proyecto	33
11.1	Actividades elegibles.....	33
11.2	Diseño de las actividades	35
12	Cuantificación de las reducciones/remociones de GEI.....	35
12.1	Estratificación.....	35
12.1.1	Estratificación en áreas de turberas.....	36
12.2	Plan de muestreo.....	37
12.2.1	Diseño de muestreo	37
12.2.2	Tamaño de muestra y precisión.....	37
12.2.3	Parámetros a medir.....	38
12.2.4	Frecuencia de muestreo.....	38
12.2.5	Procedimientos de calidad	38
12.2.6	Documentación y archivo	38
12.2.7	Incertidumbre.....	39
12.3	Datos de actividad.....	39
12.3.1	Estimación de los cambios en el uso del suelo	39
12.3.1.1	Periodo histórico y datos	39
12.3.1.2	Cambios de superficie (transiciones de cobertura)	40
12.3.1.3	Degradación persistente y de severidad	40
12.3.1.4	Información complementaria.....	41
12.3.1.5	Proyección de los cambios en el escenario con proyecto	41
12.3.1.6	Área de fugas	42
12.4	Factores de emisión	43

12.4.1	Fuentes de factores de emisión.....	44
12.4.2	Estratificación y aplicabilidad.....	44
12.4.3	QA/QC y trazabilidad.....	44
12.4.4	Biomasa total (Aérea y subterránea).....	45
12.4.5	Suelos orgánicos y turberas.....	45
12.4.6	Factores de emisión y cambios en el carbono orgánico del suelo (COS).....	46
12.4.7	Pérdida de COS por cambio de uso del suelo.....	48
12.4.7.1	Turberas y suelos orgánicos degradados.....	48
12.4.8	Factores de emisión para CH ₄ y N ₂ O.....	49
12.5	Cuantificación de las reducciones/remociones atribuibles a las actividades de proyecto 50	
12.5.1	Emisiones de GEI en el escenario de línea base.....	50
12.5.2	Emisiones de GEI en el escenario con proyecto.....	51
12.5.3	Emisiones de GEI en el área de fugas.....	51
12.6	Reducción de emisiones de GEI esperadas.....	51
12.6.1	Cuantificación de remociones por actividades de restauración.....	52
13	Manejo de fugas.....	53
13.1	Identificación de fugas.....	53
13.2	Cuantificación de fugas.....	53
13.3	Monitoreo y reporte de fugas.....	53
14	Permanencia y riesgo de reversión.....	54
14.1	Análisis de riesgos de reversión.....	54
14.2	Plan de gestión de riesgos.....	54
14.3	Reserva.....	55
14.4	Monitoreo de permanencia.....	55
15	Manejo de la incertidumbre.....	55
15.1	Fuentes de incertidumbre a considerar.....	55
15.1.1	Datos de actividad.....	55
15.1.2	Factores de emisión y de existencias:.....	55
15.1.3	Cálculos y modelos.....	56

15.1.4	Muestreo estadístico	56
15.2	Herramienta de incertidumbre de BioCarbon	56
15.3	Requisitos de reporte	56
15.4	Consistencia con inventarios nacionales	57
15.5	Datos específicos para ecosistemas de alta montaña (EAM)	57
15.6	Redondeo conservador	57
16	Monitoreo	57
16.1	Alcance del monitoreo	58
16.2	Periodicidad y responsabilidades	58
16.3	Parámetros a monitorear	59
16.3.1	Uso del suelo y degradación	59
16.3.2	Biomasa	59
16.3.3	Carbono del suelo (COS)	59
16.3.4	Condiciones hidrológicas en turberas	60
16.3.5	Fugas	60
16.3.6	Salvaguardas sociales y ambientales	60
16.3.7	Procedimientos de control de calidad (QA/QC)	63
16.3.8	Registro y archivo de datos	63
16.3.9	Reportes de Monitoreo	63
17	Referencias	64

Listado de tablas

Tabla 1.	Reservorios de carbono	27
Tabla 2.	Fuentes de emisión y GEI	27
Tabla 3.	Valor de referencia por defecto (con vegetación nativa) de las reservas de C orgánico en el suelo (COS _{REF}) en toneladas de C por ha, para una profundidad de 0 - 30 cm	46
Tabla 4.	Valores por defecto del factor de emisión de carbono en forma de CO ₂ para suelos orgánicos drenados en bosques gestionados (toneladas C ha ⁻¹ año ⁻¹)	47
Tabla 5.	Parámetros y procedimientos de monitoreo	61

Siglas y acrónimos

AFOLU	Agricultura, Silvicultura y Otros Usos de la Tierra (por su sigla en inglés)
BA	Biomasa aérea
BS	Biomasa subterránea
BT	Biomasa total
CBF	Contenido de carbono de la biomasa total
CCV	Créditos de Carbono Verificados
CH ₄	Metano
CMNUCC	Convención Marco de Naciones Unidas sobre Cambio Climático
CO ₂	Dióxido de carbono
COS	Carbono orgánico del suelo
CSCN	Cambio en la superficie con cobertura vegetal natural
EAM	Ecosistemas de Alta Montaña
FAO	Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura
FC	Fracción de carbono de la materia seca
GEI	Gases de Efecto Invernadero
IPCC	Panel Intergubernamental de Expertos sobre Cambio Climático (Intergovernmental Panel on Climate Change)
N ₂ O	Óxido nitroso
ONU	Organización de las Naciones Unidas
REDD+	Reducción de las Emisiones debidas a la Deforestación, la Degradación y la Conservación del bosque, el manejo sostenible o la mejora de las reservas de carbono en los bosques.
SIG	Sistema de Información Geográfica
QA/QC	Sistema de medidas y control de calidad (Quality Control/Assurance Control)

1 Introducción

De acuerdo con la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura FAO (2015) (FAO), *“los ecosistemas de montaña son más frágiles que las tierras bajas. La creciente demanda de agua y otros recursos naturales, las consecuencias del cambio climático global, el crecimiento del turismo y de las presiones de la industria, la minería y la agricultura amenazan la extraordinaria red de vida que sustentan las montañas y los servicios ambientales mundialmente importantes que ofrecen las montañas”*.

Se reconoce entonces que, a pesar de su legítimo valor ecológico y socioeconómico, los ecosistemas de alta montaña (EAM) están siendo sometidos a presiones, cada vez mayores, por actividades antrópicas. Es por ello por lo que, en su agenda de desarrollo sostenible, la ONU determina acciones para la conservación de los ecosistemas montañosos, tales como lo menciona el objetivo 15,4 de las Naciones Unidas (2015b): *“De aquí a 2030, asegurar la conservación de los ecosistemas montañosos, incluida su diversidad biológica, a fin de mejorar su capacidad de proporcionar beneficios esenciales para el desarrollo sostenible”*.

El cambio climático exige reducciones profundas e inmediatas de las emisiones, complementadas con la implementación de tecnologías y prácticas de remoción de dióxido de carbono (CDR). De acuerdo con el Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático (IPCC), la remoción de CO₂ es necesaria en todos los escenarios que limitan el calentamiento global a 1,5 °C o 2 °C, junto con la protección de los ecosistemas que almacenan carbono de manera natural y duradera.

Los Ecosistemas de Alta Montaña (EAM), incluyendo humedales y turberas, son reservorios estratégicos de carbono. La degradación de estos ecosistemas produce emisiones significativas de dióxido de carbono (CO₂) y metano (CH₄), mientras que su conservación y restauración contribuyen a la mitigación del cambio climático y generan beneficios en conservación de biodiversidad y regulación hídrica.

La presente metodología establece los requisitos normativos para la cuantificación, monitoreo, reporte y verificación (MRV) de las reducciones y remociones netas de gases de efecto invernadero (GEI) derivadas de actividades de conservación, restauración y manejo mejorado en EAM. Asimismo, define las condiciones de elegibilidad, la demostración de adicionalidad, el manejo de fugas, la gestión de riesgos de reversión y el tratamiento de la incertidumbre, asegurando la integridad ambiental de los resultados.

Esta metodología se fundamenta en las Directrices IPCC 2006 y su Refinamiento 2019, en las herramientas metodológicas del Mecanismo de Desarrollo Limpio (CDM), y en las herramientas normativas del ESTÁNDAR BIOCARBON.

Su aplicación garantiza que los créditos emitidos bajo el ESTÁNDAR BIOCARBON sean adicionales, permanentes, verificables y libres de doble contabilidad, cumpliendo con los criterios de calidad e integridad requeridos por los más altos estándares internacionales y las mejores prácticas reconocidas en los mercados globales de carbono.

2 Objetivos

Esta metodología tiene como objetivo establecer un marco normativo, transparente y replicable para la cuantificación de reducciones y remociones netas de gases de efecto invernadero (GEI) en Ecosistemas de Alta Montaña (EAM), incluyendo humedales y turberas. En particular, la metodología

- (a) Define las condiciones de elegibilidad de las actividades aplicables de conservación, restauración y manejo mejorado en EAM, asegurando que las acciones implementadas sean consistentes con la legislación nacional y con las salvaguardas ambientales y sociales del ESTÁNDAR BIOCARBON;
- (b) Establece los procedimientos de línea base y adicionalidad, mediante la aplicación obligatoria de la Herramienta de Línea Base y Adicionalidad del *ESTÁNDAR BIOCARBON*, garantizando que las reducciones y remociones certificadas sean adicionales a las que ocurrirían en ausencia del proyecto;
- (c) Determina los métodos de cuantificación de GEI, incluyendo emisiones y absorciones de CO₂, CH₄ y N₂O, con base en las Directrices del IPCC 2006 y su Refinamiento 2019, y en las herramientas metodológicas del CDM (ej. Tool04, Tool12, Tool21);
- (d) Incorpora la evaluación y gestión de fugas, considerando desplazamiento de actividades, cambios en el uso del suelo y alternativas de uso de biomasa, aplicando enfoques conservadores;
- (e) Integra la gestión de permanencia y riesgo de reversión, estableciendo la aplicación obligatoria de la Herramienta de Permanencia y Riesgo de Reversión del ESTÁNDAR BIOCARBON y la contribución a la reserva de buffer;
- (f) Exige la aplicación de la Herramienta de Manejo de Incertidumbre, asegurando que los resultados sean conservadores, estadísticamente robustos y aplicables en procesos de validación y verificación;

- (g) Establece los requisitos de monitoreo, reporte y verificación (MRV), a través de parámetros medibles, trazables y verificables, alineados con la Herramienta MRV del ESTÁNDAR BIOCARBON;
- (h) Asegura la integridad contable y evita la doble contabilidad, mediante la aplicación obligatoria de la Herramienta de Evitar la Doble Contabilidad (ADC), y garantiza la trazabilidad de los créditos en el registro del ESTÁNDAR BIOCARBON.

3 Versión y vigencia

Este documento constituye la Consulta pública de la Versión 4.0. Septiembre 9 de 2025.

La presente versión del documento metodológico está sujeta a revisiones y actualizaciones periódicas, en función de avances técnicos, normativos o de gestión relacionados con las actividades en alta montaña. Por lo tanto, es responsabilidad de los usuarios previstos asegurarse de consultar y emplear siempre la versión más reciente oficialmente publicada por BIOCARBON.

4 Alcance

Esta metodología aplica a proyectos desarrollados en Ecosistemas de Alta Montaña (EAM), incluyendo humedales y turberas. Dichos proyectos podrán realizar actividades de conservación, restauración y manejo mejorado, con el fin de evitar emisiones y/o generar remociones netas de gases de efecto invernadero (GEI). El alcance de la metodología se detalla a continuación.

4.1 Actividades elegibles

- (a) Conservación de ecosistemas de alta montaña para evitar la degradación y pérdida de carbono en biomasa y suelos;
- (b) Restauración ecológica de humedales y turberas;
- (c) Mejoramiento de prácticas de manejo que incrementen el almacenamiento de carbono y reduzcan emisiones de CO₂, CH₄ y N₂O;
- (d) Actividades complementarias de monitoreo hidrológico y de vegetación, cuando estén directamente relacionadas con la cuantificación de GEI.

4.2 Reservorios y fuentes incluidos

- (a) Biomasa aérea viva y muerta;
- (b) Biomasa subterránea;
- (c) Carbono orgánico del suelo (suelos minerales y orgánicos/turberas);
- (d) Emisiones de CO₂, CH₄ y N₂O asociadas al uso de suelos y a procesos de drenaje, fertilización, combustión y descomposición;
- (e) Emisiones de combustibles fósiles y electricidad consumidos por las actividades del proyecto (transporte, maquinaria, insumos).

4.3 Exclusiones

- (a) Actividades de drenaje, desecación o transformación de turberas u otros humedales;
- (b) Proyectos que generen cambios de uso del suelo incompatibles con la conservación de EAM;
- (c) Usos energéticos de biomasa que no resulten en almacenamiento de carbono permanente;
- (d) Actividades que dependan de importación de biomasa o insumos fuera de la región del proyecto, salvo justificación técnica y aprobación expresa.

4.4 Enfoque metodológico

La metodología corresponde al sector Agricultura, Silvicultura y Otros Usos de la Tierra (AFOLU), según las Directrices IPCC 2006 y su Refinamiento 2019.

Se aplicará obligatoriamente en conjunto con las herramientas normativas del ESTÁNDAR BIOCARBON:

- (a) Herramienta de Línea Base y Adicionalidad
- (b) Herramienta MRV
- (c) Herramienta de Manejo de Incertidumbre
- (d) Herramienta de Permanencia y Riesgo de Reversión

- (e) Herramienta de Evitar la Doble Contabilidad (ADC)

5 Referencias normativas

Las siguientes referencias deberán utilizarse para la implementación de esta metodología:

- (a) *El ESTÁNDAR BIOCARBON, incluyendo todas las reglas del programa pertinentes, las condiciones de elegibilidad y los procedimientos aplicables para las actividades de mitigación de GEI;*
- (b) *Las Directrices del IPCC 2003, 2006 y 2019 para los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero. Volumen 4. Agricultura, silvicultura y otros usos del suelo, o aquellas que las modifiquen o actualicen;*
- (c) *La legislación nacional aplicable en materia de GEI y las regulaciones de uso del suelo;*
- (d) *Las decisiones relevantes de la CMNUCC, de ICAO-CORSIA (OACI, s.f.), y de los mecanismos del Artículo 6 del Acuerdo de París (CMNUCC, 2015)¹;*
- (e) *ISO 14064-2 e ISO 14064-3, para la cuantificación y verificación de GEI a nivel de proyecto.*

5.1 Herramientas de BIOCARBON

Esta metodología deberá aplicarse en conjunto con el ESTÁNDAR BIOCARBON y con todas las herramientas oficiales emitidas por BIOCARBON que resulten aplicables. Las siguientes herramientas son de carácter obligatorio y deberán aplicarse en su totalidad, de acuerdo con el alcance y las características del proyecto

- (a) Herramienta de Línea Base y Adicionalidad;
- (b) Herramienta de Permanencia y Gestión de Riesgo de Reversión;
- (c) Herramienta de Monitoreo, Reporte y Verificación (MRV);
- (d) Herramienta de Evaluación de Incertidumbre;

¹ Cuando los resultados de mitigación estén destinados a la transferencia internacional en el marco del Artículo 6, el Documento de Proyecto y los Reportes de Monitoreo deberán incluir: (i) la autorización de la Parte Anfitriona, (ii) la indicación del alcance “dentro/fuera de la NDC”, y (iii) la evidencia de que la Parte Anfitriona aplicará los ajustes correspondientes, de conformidad con la Herramienta ADC de BioCarbon y los procedimientos del registro.

- (e) Herramienta de Evitar la Doble Contabilidad (ADC);
- (f) Herramienta de Salvaguardas de Desarrollo Sostenible (SDSs);
- (g) Herramienta de Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS).

Estas herramientas forman parte del marco normativo del ESTÁNDAR BIOCARBON. No se permite su aplicación selectiva ni su modificación. Mediante la documentación del proyecto, el titular deberá demostrar la aplicación completa y consistente de cada herramienta, en su versión más reciente al momento de la validación o verificación. El incumplimiento de estos instrumentos resultará en la inelegibilidad para el registro, la verificación o la emisión de créditos.

BIOCARBON se reserva el derecho de desarrollar, aprobar y publicar herramientas adicionales, formatos o documentos de orientación que complementen el ESTÁNDAR BCR y sus metodologías. Cualquier instrumento de este tipo, una vez oficialmente emitido y publicado por el administrador del Programa, se considerará vinculante y deberá ser aplicado por todos los titulares de proyectos a partir de su fecha de entrada en vigor, salvo que se indique lo contrario en disposiciones transitorias.

6 Condiciones de aplicabilidad

Esta Metodología aplica a proyectos en Ecosistemas de Alta Montaña (EAM), incluyendo humedales y turberas, que cumplan con las siguientes condiciones:

- (a) El área de proyecto se ubica en ecosistemas altoandinos u otros ecosistemas de alta montaña, reconocidos por el país anfitrión;
- (b) Las actividades del proyecto evitan el cambio de uso del suelo en ecosistemas de alta montaña y/o las actividades del proyecto mejoran las prácticas de manejo de las turberas y otros humedales, reduciendo la degradación y favoreciendo su restauración;
- (c) Las actividades del proyecto corresponden a una o más de las siguientes: conservación de ecosistemas para evitar su degradación o conversión; restauración ecológica de humedales y turberas; y/o manejo mejorado de pastizales, suelos y aguas altoandinas.
- (d) El proyecto demuestra que contribuye a la reducción o remoción neta de GEI en al menos uno de los siguientes reservorios: biomasa aérea, biomasa subterránea, carbono orgánico de suelos minerales o de suelos orgánicos (turberas);

- (e) Los impulsores² de los cambios de uso del suelo y la degradación de la cobertura vegetal natural pueden incluir: agricultura de subsistencia y comercial, ganadería y otras actividades agropecuarias, minería de superficie, quemas, desarrollo de infraestructuras y expansión urbana;
- (f) Las actividades que causan la degradación de las turberas pueden incluir, entre otras: el drenaje, la eliminación o alteración de la cobertura vegetal, la construcción de infraestructuras, la extracción de turba, la eutrofización, la extracción o desviación del agua, y los incendios;
- (g) En ausencia de las actividades del proyecto (es decir, bajo el escenario de línea base), las reservas de carbono en la materia orgánica del suelo (incluida la turba), la hojarasca y la necromasa disminuirían o, como máximo, permanecerían estables.

6.1 Exclusiones

Los siguientes proyectos o actividades no son elegibles para aplicar esta metodología:

- (a) Proyectos que impliquen drenaje, desecación, quema, extracción de turba o conversión de turberas y humedales;
- (b) Actividades que conlleven deforestación, degradación intencional de ecosistemas, o cambios de uso del suelo incompatibles con la conservación de los Ecosistemas de Alta Montaña (EAM);
- (c) Proyectos ubicados en áreas en las que las actividades propuestas generen impactos ambientales negativos significativos, irreversibles o incompatibles con la conservación de la biodiversidad, los servicios ecosistémicos o el patrimonio cultural;
- (d) Proyectos que dependan de subsidios o políticas públicas que obliguen a realizar las actividades del proyecto, de manera que no puedan demostrar adicionalidad frente al escenario de línea base;
- (e) Actividades que impliquen introducción de especies invasoras, o prácticas que afecten la integridad ecológica de los EAM o sus servicios ecosistémicos.

² Término adaptado de la metodología del Programa ONU-REDD para identificar los impulsores de la deforestación y la degradación forestal, definidos como los procesos que originan el cambio en el uso del suelo (Naciones Unidas, 2015a). uso del suelo

7 Términos y definiciones

A los efectos de esta metodología, se aplican las siguientes definiciones.

Adicionalidad

Es el efecto de la actividad de proyecto para reducir las emisiones antropogénicas de GEI por debajo del nivel que habría ocurrido en ausencia del proyecto de GEI o de la actividad de proyecto.

En el sector AFOLU, para los proyectos diferentes a REDD+, la adicionalidad es el efecto de la actividad de proyecto para aumentar las remociones netas reales de GEI por los sumideros, por encima de la suma de los cambios en las reservas de carbono en los reservorios de carbono dentro de los límites del proyecto, que habrían ocurrido en ausencia de la actividad de proyecto.

Fuente: Adaptado del Glosario del MDL.

AFOLU (Sector de agricultura, silvicultura y otros usos de la tierra)

Sector que comprende las emisiones y/o remociones de gases efecto invernadero atribuibles a actividades de proyecto en los sectores agricultura, silvicultura y otros usos de la tierra.

Alta montaña

El término “alta montaña” se refiere a un espacio geográfico caracterizado por relieves moldeados por la acción del frío actual o reciente (en particular, durante la última glaciación). La identificación de áreas de alta montaña se establece con independencia de la latitud, atendiendo a dos criterios principales:

- (i) el límite superior del bosque (upper forest limit o timberline), ya sea actual, si el ecosistema no ha sido alterado significativamente, o potencial, cuando el bosque ha sido modificado en extensión o posición altitudinal por actividades antropogénicas;
- (ii) el límite inferior alcanzado por los glaciares durante la última glaciación, reflejado en el modelado glaciario actual (ej. morrenas, conos fluvio-glaciares), así como en depósitos volcánicos y otras geoformas observables en el relieve.

En regiones tropicales, la alta montaña incluye una compleja transición altitudinal que abarca bosques altoandinos, subpáramos, páramos dominados por vegetación abierta, humedales altoandinos, zonas periglaciares y glaciares (Sarmiento et al., 2017). La

posición altitudinal varía según la latitud, la estacionalidad de la temperatura y la topografía local. Así, en latitudes bajas, el límite superior del bosque puede encontrarse por debajo de los 1.000 m s.n.m., mientras que en regiones tropicales se ubica típicamente por encima de los 3.000 m s.n.m. (Berdanier, 2010).

Fuente: Adaptado de Sarmiento et al. (2017) y Berdanier (2010).

Área de referencia

Son los límites geográficos sobre los que se analizan los patrones históricos de cambios en el uso del suelo, los cuales serán proyectados en el área del proyecto para obtener los valores de cambio de cobertura, para el escenario de línea base, en el área del proyecto.

Áreas elegibles

Áreas que cumplen con la condición de presencia de coberturas vegetales naturales, diferentes a bosque, en las fechas de referencia establecidas esta metodología. Es decir, las áreas dentro de los límites geográficos del proyecto corresponden a la categoría de coberturas vegetales naturales, al inicio de las actividades del proyecto, y mínimo cinco años antes de la fecha de inicio del proyecto. Las áreas elegibles pueden incluir turberas u otros humedales.

Bosque Natural (Bosque)

Superficie mínima de tierras de entre 0,05 y 1,0 hectáreas (ha) con una cubierta de copas (o una densidad de población equivalente) que excede del 10 al 30% y con árboles que pueden alcanzar una altura mínima de entre 2 y 5 metros (m) a su madurez in situ. Un bosque puede consistir en formaciones forestales densas, donde los árboles de diversas alturas y el sotobosque cubren una proporción considerable del terreno, o bien en una masa boscosa clara (Naciones Unidas, 2001).

El titular del proyecto de GEI debe demostrar la consistencia de los análisis de elegibilidad, de acuerdo con las definiciones nacionales de bosque, siguiendo los criterios definidos por la CMNUCC en su decisión 11/COP.7.

Cambio de uso del suelo

Los cambios de uso del suelo que constituyen pérdida de cobertura natural. Es decir, cambios generados por actividades antrópicas, que resultan en la conversión de bosques o coberturas vegetales naturales a otros usos de la tierra.

Para el propósito de esta metodología, el término cambio de uso del suelo también incluye (cuando aplique) la degradación de la cobertura vegetal natural. Igualmente,

cuando el cambio de uso del suelo es de cobertura de bosque a otro tipo de cobertura, se denomina deforestación.

Carbono del suelo

Carbono orgánico contenido en suelos minerales y orgánicos (incluyendo la turba) hasta una profundidad dada elegida por el país y aplicada de forma coherente a lo largo de la serie temporal. Las raíces finas vivas de menos de 2 mm (o de otro diámetro elegido por el país para biomasa subterránea) se incluyen con la materia orgánica del suelo cuando no se las puede distinguir de esta última empíricamente.

Fuente: Directrices del IPCC de 2006 para los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero (IPCC, 2006b)

Causas directas de cambios de uso del suelo

Las causas directas se relacionan con actividades humanas que afectan directamente los bosques o coberturas vegetales naturales. Éstas agrupan los factores que operan a escala local, diferentes a las condiciones iniciales estructurales o sistémicas, los cuales se originan en el uso del suelo y que afectan la cobertura natural mediante el aprovechamiento del recurso natural, o su eliminación para dar paso a otros usos.

Causas subyacentes de cambios de uso del suelo

Las causas subyacentes son factores que refuerzan las causas directas. Agrupan variables sociales, políticas, económicas, tecnológicas y culturales, que constituyen las condiciones iniciales en las relaciones estructurales existentes entre sistemas humanos y naturales. Estos factores influyen en las decisiones tomadas por los agentes y ayudan a explicar por qué se presentan los cambios de uso del suelo.

Coberturas vegetales naturales, diferentes a bosque

Categoría de uso del suelo que comprende coberturas vegetales de origen natural o resultantes de procesos de sucesión natural, con hábito de crecimiento predominantemente arbustivo y herbáceo, desarrolladas sobre distintos sustratos y pisos altitudinales, y con escasa o nula intervención antrópica.

Dentro de esta categoría se incluyen áreas cubiertas principalmente por vegetación arbustiva de dosel irregular, con presencia variable de arbustos, palmas, enredaderas y especies de bajo porte, que no cumplen con los criterios establecidos para ser clasificadas como “bosque”.

Nota: En algunos países, como en la Unión Europea, estas coberturas corresponden a la categoría definida en CORINE Land Cover; sin embargo, en otras jurisdicciones pueden ser identificadas a partir de clasificaciones nacionales o regionales equivalentes.

Degradación

Se entiende por degradación el proceso mediante el cual las coberturas vegetales naturales diferentes a bosque pierden parcial o progresivamente su estructura, composición y/o funcionalidad ecológica, debido a factores antrópicos o naturales.

Entre los procesos de degradación más comunes en ecosistemas de alta montaña y otras coberturas no boscosas se incluyen:

- (a) Praderización: sustitución progresiva de la vegetación nativa por pastizales dominados por especies introducidas o de menor diversidad;
- (b) Sobrepastoreo: reducción de la cobertura vegetal y compactación del suelo debido a una carga ganadera superior a la capacidad de carga del ecosistema;
- (c) Fragmentación: pérdida de continuidad espacial de la cobertura natural, generando parches aislados y pérdida de conectividad ecológica.

Otros procesos asociados, como erosión del suelo, alteración hidrológica, expansión agrícola o infraestructura que reduzca la capacidad de provisión de servicios ecosistémicos.

La degradación se diferencia de la deforestación en que no implica la conversión total de la cobertura a otro uso, sino la pérdida de su integridad y funcionalidad ecológica.

Escenario de línea base

El escenario para el proyecto de GEI que representa razonablemente la suma de los cambios en las reservas de carbono en los reservorios de carbono dentro del límite del proyecto, que ocurrirían en ausencia del proyecto de GEI.

Fuente: Adaptado de Glossary CDM terms. Version 10.0

Fecha de inicio del proyecto

Fecha en la cual comienzan las actividades que se traducirán en reducciones de emisiones o remociones efectivas de GEI. Para los proyectos de GEI que apliquen esta metodología, la fecha de inicio corresponde a la fecha en la cual comienza la implementación de las actividades del proyecto para generar la reducción de emisiones por evitar cambios de uso del suelo en las áreas elegibles, en los límites del proyecto. Éstas pueden ser, por

ejemplo, acuerdos con los actores que tienen el derecho de uso del suelo y/o el inicio de las acciones de manejo de las áreas en los límites del proyecto.

Fracción de carbono

Toneladas de carbono por tonelada de biomasa seca. De acuerdo con IPCC (2006) la fracción de carbono es de 0,47.

Fugas

Las posibles emisiones que ocurrirían fuera de los límites del proyecto, por las actividades de mitigación de GEI. Por fuga se entiende el cambio neto de las emisiones antropógenas por las fuentes de gases de efecto invernadero (GEI) que se produce fuera de los límites del proyecto, y que es medible y atribuible a la actividad de proyecto.

Humedal degradado

Humedal que ha sido alterado de manera que se evidencia el deterioro de sus propiedades físicas, químicas, biológicas y ecológicas, lo que conlleva a una reducción de la diversidad de especies, de las reservas de carbono en el suelo, de la calidad del agua o de la complejidad de otras funciones ecosistémicas.

En el contexto de los ecosistemas de alta montaña, la degradación de humedales puede manifestarse también a través de procesos como la praderización, el sobrepastoreo, la fragmentación de la cobertura vegetal, la compactación y erosión del suelo, o alteraciones en la hidrología.

Las causas más frecuentes son actividades humanas (ej. drenaje, quema, pastoreo excesivo, infraestructura, extracción de recursos) o perturbaciones naturales demasiado frecuentes o severas para permitir la recuperación natural del ecosistema.

Humedales

Los humedales son ecosistemas permanente o estacionalmente saturados de agua, incluyendo manglares, marismas intermareales y praderas marinas, en los cuales el encharcamiento crea condiciones anaeróbicas que favorecen el almacenamiento de carbono a largo plazo en los suelos y sedimentos. Para los fines de esta metodología, los humedales se definen de conformidad con la Convención de Ramsar (1987) y las Directrices del IPCC (2006, Suplemento de Humedales 2013, Refinamiento 2019).

En el contexto de ecosistemas de alta montaña, esta definición se aplica específicamente a humedales altoandinos, bofedales, turberas y otros sistemas hídricos similares.

Materia orgánica del suelo

Según la FAO (2019) “la materia orgánica del suelo comprende todos los materiales orgánicos de origen vegetal o animal, descompuestos, parcialmente descompuestos y no descompuestos. Es generalmente sinónimo de humus, aunque este último es más comúnmente usado para referir a la materia orgánica bien descompuesta, denominada sustancias húmicas. La materia orgánica del suelo es un indicador primario de calidad de suelo”.

Permanencia

Es la condición resultante de las actividades del proyecto, por la cual el sistema establecido dentro de los límites del proyecto se extiende de manera continua, garantizando que a lo largo del tiempo se mantiene la función de conservar las reservas de carbono.

Proyecto de GEI (Proyecto de gases de efecto invernadero)

Actividad o actividades que alteran las condiciones de una línea base de GEI y causan la reducción de las emisiones de GEI o el aumento de las remociones de GEI.

[FUENTE: ISO 14064-3:2019(es), 3.4.1.]

Reservorio de gas de efecto invernadero (reservorio de GEI)

Componente, distinto a la atmósfera, que tiene la capacidad de acumular los GEI y de almacenarlos y liberarlos.

Nota 1 a la entrada: La masa total del carbono contenido en un reservorio de GEI en un punto específico en el tiempo se puede referir como depósito de carbono del reservorio.

Nota 2 a la entrada: Un reservorio de GEI puede transferir GEI a otro reservorio de GEI.

Nota 3 a la entrada: La recolección de un GEI de una fuente de GEI antes de que entre en la atmósfera y el almacenamiento del GEI recolectado en un reservorio de GEI se podría denominar como captura de GEI y almacenamiento de GEI.

[FUENTE: ISO 14064-3:2019(es), 3.3.5]

Restauración ecológica

La restauración ecológica es el proceso de asistir a la recuperación de un ecosistema que ha sido degradado, dañado o destruido, con el fin de restablecer su integridad, salud y sostenibilidad. De acuerdo con la Sociedad para la Restauración Ecológica (SER, 2019), este proceso busca recuperar la composición, estructura y funcionalidad del ecosistema, fortalecer su resiliencia y asegurar la provisión de servicios ecosistémicos, en armonía con el contexto social, cultural y económico en el que se desarrolla.

Suelos arenosos

Incluye todos los suelos (independientemente de su clasificación taxonómica) que tienen >70% de arena y <8% de arcilla con base en análisis de textura estándar (en la clasificación de la FAO incluye: Arenosoles, Regosoles arenosos) (IPCC, 2006a).

Suelos espódicos (Espodosoles)

Según el Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (USDA, 2014), los espodosoles son suelos minerales que no tienen un epipedón plagénico ni un horizonte argílico o kanádico sobre un horizonte espódico, y cumplen con una o más de las siguientes condiciones:

1. Presentan un horizonte espódico, acompañado de un horizonte álbico en el 50 % o más de cada pedón, y un régimen de temperatura del suelo crómico; o
2. Presentan un horizonte Ap que contiene al menos 85 % de materiales espódicos; o
3. Presentan un horizonte espódico que cumple simultáneamente con todas las siguientes propiedades:
 - a) Una de las siguientes condiciones:
 - Un espesor ≥ 10 cm; o
 - Un horizonte Ap suprayacente; o
 - Cementación en el 50 % o más de cada pedón; o
 - Una clase de tamaño de partícula franco-gruesa, franco-esquelética o más fina, con régimen de temperatura gélido; o
 - Un régimen de temperatura crómico.
 - b) Un límite superior dentro de las siguientes profundidades desde la superficie mineral del suelo:
 - Menos de 50 cm; o
 - Menos de 200 cm si el suelo presenta una clase de tamaño de partícula esquelética arenosa o arenosa entre la superficie y el horizonte espódico.
 - c) Un límite inferior definido como:

- A una profundidad de 25 cm o más por debajo de la superficie mineral del suelo, en la parte superior de un duripan, fragipan, contacto désico, lítico, saprolito o petroférico (lo que ocurra a menor profundidad); o
 - A cualquier profundidad, si el horizonte espódico tiene una clase de tamaño de partícula gruesa-arcillosa, franco-esquelética o más fina y el suelo presenta régimen de temperatura gélido; o si el suelo tiene un régimen de temperatura crómico.
4. Además, se cumple una de las siguientes condiciones adicionales:
- Existe un horizonte álbico directamente superpuesto en al menos el 50 % de cada pedón; o
 - No se observan propiedades ándicas del suelo en el 60 % o más del espesor dentro de:
 - a) Los primeros 60 cm de la superficie mineral del suelo (o de la parte superior de una capa orgánica con propiedades ándicas), salvo que haya un contacto désico, lítico, saprolito, duripan o horizonte petrocálcico dentro de esa profundidad; o
 - b) La zona comprendida entre la superficie mineral del suelo (o la parte superior de una capa orgánica con propiedades ándicas) y un contacto dinásico, lítico o paralítico, un duripan o un horizonte petrocálcico.

Suelos minerales

De acuerdo al IPCC (2013) todo suelo que no se ajuste a la definición de suelo orgánico (véase el anexo 3A.5, capítulo 3, volumen 4 de las Directrices del IPCC 2006).

Suelos orgánicos

De acuerdo con la definición de IPCC (2014), los suelos orgánicos son aquellos con un alto contenido de carbono orgánico, típicamente $\geq 12\%$ en peso, formados bajo condiciones de mal drenaje y saturación de agua, como en turberas, manglares y marismas intermareales. Estos suelos almacenan grandes cantidades de carbono en condiciones anaeróbicas y son altamente vulnerables a emisiones de GEI cuando son drenados, degradados o convertidos. Para los fines de esta metodología, los suelos orgánicos deberán ser identificados y contabilizados de acuerdo con las Directrices del IPCC (2006).

Titular del proyecto de GEI (Proponente del proyecto de gases de efecto invernadero)

La persona u organización responsable del diseño, validación, monitoreo, verificación y registro de un proyecto de GEI.

El titular del proyecto cuenta con los acuerdos necesarios para representar a todos los participantes del proyecto ante el registro de BIOCARBON.

Nota: El titular del proyecto actúa como la Parte Responsable.

Turba

Depósito sedimentario blando, poroso o comprimido, compuesto en gran parte por material vegetal parcialmente descompuesto, con un alto contenido de agua en su estado natural (hasta aproximadamente el 90%).

Turberas

Las turberas son ecosistemas caracterizados por la presencia de suelo de turba, compuesto en al menos un 30% por restos vegetales muertos o parcialmente descompuestos acumulados in situ bajo condiciones de encharcamiento, generalmente en ambientes ácidos. Se distribuyen en diversas regiones del mundo, desde altas montañas hasta zonas costeras, en latitudes tanto altas como bajas (Ramsar, 2018).

Diversos tipos de vegetación pueden formar turba, incluyendo briófitas como musgos del género *Sphagnum*, especies herbáceas (ciperáceas y gramíneas) y, en algunos casos, árboles en bosques pantanosos. Según el sistema de clasificación de humedales de Ramsar, las turberas se encuentran principalmente en las categorías U (turberas no arboladas) y Xp (turberas arboladas), aunque también se presentan en otras categorías de humedales (IPCC, 2013; Ramsar, 2018).

8 Límites del proyecto

8.1 Límites espaciales

8.1.1 Áreas elegibles

El titular del proyecto de GEI deberá demostrar que las áreas en los límites geográficos del proyecto se ubican en ecosistemas de alta montaña, de acuerdo con la definición establecida en este documento o, en su defecto, con la definición formal adoptada por el país. Asimismo, deberá demostrar que dichas áreas presentan coberturas vegetales naturales y/o humedales (incluidas las turberas) en las fechas de referencia establecidas por el ESTÁNDAR BCR. En consecuencia, al inicio de las actividades del proyecto, y al menos cinco (5) años antes de la fecha de inicio del mismo, las áreas deberán haber correspondido a dichas coberturas, admitiéndose que estas puedan encontrarse en estado de degradación.

Esto deberá demostrarse mediante un análisis multitemporal de coberturas de la tierra, realizado a escala 1:25.000 o superior. Las coberturas deberán identificarse conforme a las clasificaciones oficiales de uso y/o cobertura de la tierra aplicables en el país donde se desarrollen las actividades del proyecto.

Asimismo, los humedales deberán identificarse y delimitarse cartográficamente mediante modelos que integren la respuesta espectral de imágenes satelitales (sensores activos o pasivos), modelos digitales de terreno y modelos hidrológicos, complementados con información de cobertura de la tierra, geomorfología y estudios de suelos, cuando esta se encuentre disponible a escala 1:25.000 o superior. Dicho modelamiento deberá ser verificado con datos de campo, garantizando un nivel de exactitud en la clasificación superior al 80%. La identificación de áreas de turberas deberá incluir información adicional sobre suelos y tipos de vegetación, de manera consistente con las definiciones establecidas en este documento.

La clasificación ecológica de las turberas deberá basarse en tipologías reconocidas internacionalmente, como las de la Convención de Ramsar, distinguiendo entre sistemas minerotróficos y ombrotroféuticos, debido a sus diferencias en la dinámica de emisiones de gases de efecto invernadero. Los datos de campo deberán validar una precisión mínima del 85% al ser contrastados con imágenes de alta resolución o estudios detallados de suelos.

Orientaciones para la delimitación de turberas y coberturas

A manera de orientación, para la delimitación de turberas, el titular del proyecto podrá utilizar los métodos descritos en la literatura científica, entre ellos:

Hribljan, J.A., Suárez, E., Bourgeau-Chavez, L. et al. (2017). Multidate, multisensor remote sensing reveals high density of carbon-rich mountain peatlands in the páramo of Ecuador. *Global Change Biology*, 23: 5412–5425. <https://doi.org/10.1111/gcb.13807>

Chimner, R.A., Bourgeau-Chavez, L., Grelik, S. et al. (2019). Mapping Mountain Peatlands and Wet Meadows Using Multi-Date, Multi-Sensor Remote Sensing in the Cordillera Blanca, Peru. *Wetlands* 39, 1057–1067. <https://doi.org/10.1007/s13157-019-01134-1>

Bourgeau-Chavez, L.L., Endres, S.L., Graham, J.A. et al. (2018). Mapping Peatlands in Boreal and Tropical Ecoregions. In S. Liang (Ed.), *Comprehensive Remote Sensing*, vol. 6, pp. 24–44. Oxford: Elsevier.

Cuando existan, el titular del proyecto podrá emplear mapas oficiales de humedales como insumos recientes para la delimitación. Se recomienda que dichos mapas no sean anteriores a dos (2) años a la fecha de inicio del proyecto. En todo caso, el titular deberá verificar que la cartografía oficial cumpla con la escala mínima requerida (1:25.000 o superior) y que represente adecuadamente los humedales en la región de referencia y el área del proyecto. En caso contrario, deberán aplicarse los procedimientos establecidos en esta metodología.

Los insumos cartográficos para la identificación de coberturas y usos de la tierra, así como el proceso metodológico para generar información sobre cambios de uso del suelo y degradación de la cobertura vegetal natural, deberán basarse en información confiable y en categorías de uso del suelo reconocidas internacionalmente (por ejemplo, las definidas por el IPCC para los inventarios nacionales de GEI), que a su vez sean consistentes con las categorías aplicables en el país en el cual se desarrollen las actividades del proyecto.

8.1.2 Área de referencia

El titular del proyecto deberá delimitar un área de referencia para la estimación de los cambios en el uso del suelo y en las existencias de carbono en ausencia del proyecto. El área de referencia deberá ser comparable al área del proyecto en términos de accesibilidad, impulsores de cambio en el uso del suelo, categorías de uso y/o cambio de uso del suelo, tipos de áreas degradadas, condiciones ambientales y socioeconómicas, así como en su contexto local y regional.

Los límites geográficos del área de referencia deben cumplir con los siguientes criterios:

- (a) El área de referencia deberá ubicarse en la misma región de alta montaña que el área del proyecto o en áreas contiguas, cuando la identificación de impulsores de transformación demuestre que las presiones (actividades que modifican los ecosistemas naturales) provienen de áreas externas a la región, pero que razonablemente podrían afectarla en el futuro.
- (b) Los agentes y causantes de los cambios en el uso del suelo identificados en el área de referencia deberán tener acceso al área del proyecto;
- (c) Las figuras de tenencia de la tierra y los derechos de uso del suelo deben estar claramente identificadas en el área de referencia.

El titular del proyecto deberá contar con información cartográfica adecuada para evaluar el uso del suelo y los cambios en la cobertura vegetal natural durante el período de referencia histórico en el área de referencia. Este análisis deberá realizarse para al menos tres (3) momentos en el tiempo, con el fin de proyectar una aproximación creíble de los posibles patrones futuros de cambio en el uso del suelo en el área del proyecto.

En el caso de proyectos ubicados en áreas de alta importancia ecológica, se podrán emplear como insumo técnico mapas geográficos y bases de datos que documenten zonas con procesos de degradación ambiental. En particular, pueden utilizarse productos cartográficos que delimiten con alta resolución áreas afectadas por fragmentación, praderización o pérdida de cobertura vegetal debido a la intervención antrópica, lo cual resulta útil para identificar dinámicas históricas en la cobertura natural.

Estos mapas pueden ser generados mediante técnicas de interpretación multibanda de imágenes satelitales (como PLANETSCOPE o SENTINEL), análisis de índices de vegetación como el NDVI, y validación en campo, lo que les otorga un alto grado de representatividad y confiabilidad para la selección de la región de referencia.

8.1.3 Área de fugas

Área de cobertura vegetal natural³, turberas u otros humedales en la que puede generarse un desplazamiento de las actividades que provocan cambios en el uso del suelo, y que se encuentra fuera del control del titular del proyecto de GEI. Es decir, el área hacia la cual pueden trasladarse los agentes que inducen cambios en el uso del suelo o degradación de ecosistemas de alta montaña, turberas y otros humedales, como consecuencia de las actividades del proyecto

El área de fugas deberá incluir todas las áreas con cobertura vegetal natural, turberas u otros humedales que se encuentren dentro del rango de movilidad de los agentes identificados, de acuerdo con lo establecido en la Sección 10 de este documento.

8.2 Reservorios de carbono y fuentes de GEI

8.2.1 Reservorios de carbono

El Panel Intergubernamental de Expertos sobre Cambio Climático (IPCC) prevé la estimación de cambios en las reservas de carbono en los siguientes reservorios: biomasa aérea, biomasa subterránea, necromasa, hojarasca y carbono orgánico del suelo. Los titulares de los proyectos de GEI pueden elegir uno o más reservorios de carbono, siempre y cuando proporcionen información transparente y verificable y demuestren que tal elección no conducirá a un aumento en las reducciones de emisiones o remociones de GEI, cuantificadas por el proyecto.

La elección de los reservorios de carbono, para cuantificar los cambios en las reservas de carbono en los límites del proyecto se muestra en la Tabla 1.

³ Término que en este documento designa exclusivamente a las áreas que cumplen con los criterios de elegibilidad establecidos para los límites del proyecto.

Tabla 1. Reservorios de carbono

Depósito de carbono	Incluir (Sí/No/Opcional)	Justificación
Biomasa aérea	Sí	El cambio en las reservas de carbono en este reservorio es significativo.
Biomasa subterránea	Sí	El cambio en las reservas de carbono en este reservorio es significativo.
Necromasa y hojarasca	Opcional	El cambio en las reservas de carbono en este reservorio puede aumentar debido a las actividades del proyecto.
Carbono orgánico del suelo	Sí	El cambio en las reservas de carbono en este reservorio es significativo en los ecosistemas de alta montaña.

1.1.1 Fuentes de GEI

Las fuentes de emisión y los GEI asociados, se presentan en la Tabla 2.

Tabla 2. Fuentes de emisión y GEI

Fuente	GEI	Incluir (Sí/No)	Justificación
Combustión de biomasa leñosa ⁴	CO ₂	Sí	Las emisiones de CO ₂ debidas a la combustión de biomasa leñosa son cuantificadas como cambios en las reservas de carbono.
	CH ₄	Sí	La emisión de CH ₄ debe ser incluida si la presencia de incendios fue identificada en el periodo de monitoreo.
	N ₂ O	Sí	La emisión de N ₂ O debe ser incluida si la presencia de incendios fue identificada en el periodo de monitoreo.
Alteración del régimen hídrico	CH ₄	Sí	Las emisiones de CH ₄ y CO ₂ deben ser incluidas si se identifica que, en el área del proyecto es una práctica común la alteración del régimen hídrico, mediante cambios a otros usos del suelo
	CO ₂		

⁴ La metodología para estimar las emisiones de CH₄ y N₂O (excluyendo al CO₂) de esta fuente se basa en los lineamientos para el quemado de biomasa, detallados en el Volumen 4 (AFOLU) de las Directrices del IPCC de 2006 (IPCC, 2006c).

Fuente	GEI	Incluir (Sí/No)	Justificación
			(p.e. para usos agrícolas o de infraestructura).
Drenaje de turberas ⁵	CO ₂	Sí	La emisión de CO ₂ debe ser incluida, si en el escenario de línea base se presenta el drenaje de turberas como una actividad probable.
	N ₂ O	Sí	La emisión de N ₂ O debe ser incluida, si en el escenario de línea base se presenta el drenaje de turberas como una actividad probable.
	CH ₄	Sí	La emisión de CH ₄ debe ser incluida, si en el escenario de línea base se presenta el drenaje de turberas como una actividad probable.

8.3 Límites temporales y periodos de análisis

Los límites temporales del proyecto corresponden a los periodos durante los cuales las actividades del proyecto evitan los cambios en el uso del suelo y para los cuales son cuantificadas las reducciones de emisiones de GEI. Los periodos de cuantificación están definidos en la sección 10.5 del Estándar BCR.

Los límites temporales del proyecto deben definirse considerando lo siguiente:

- (a) la fecha de inicio del proyecto,
- (b) el periodo de cuantificación de las reducciones/remociones, y
- (c) los periodos de monitoreo.

8.3.1 Periodo histórico de cambios de uso del suelo

El análisis del periodo histórico de cambios en el uso del suelo en el área de referencia deberá realizarse, como mínimo, para tres (3) fechas de referencia: la fecha de inicio del proyecto, diez (10) años antes y quince (15) años antes de la fecha de inicio.

⁵ De acuerdo con las Directrices del IPCC (2006c) “el drenaje de los humedales produce una reducción en las emisiones de CH₄, un incremento en las emisiones de CO₂ debido a la mayor oxidación del material orgánico del suelo, y un aumento en las emisiones de N₂O en humedales minerotróficos”.

En el caso de procesos de degradación de ecosistemas de páramo u otras coberturas vegetales naturales diferentes a bosque, el período de referencia podrá ampliarse de manera justificada, cuando se evidencie que la degradación ha estado presente por lapsos más extensos y se ha mantenido de forma constante en el área del proyecto, dado que la finalidad del proyecto es revertir dicha condición.

8.3.2 Periodos de cuantificación de las reducciones/remociones del proyecto

La reducción de emisiones del proyecto se contabiliza durante el periodo de cuantificación. Es decir, el período durante el cual el titular del proyecto cuantifica las reducciones/remociones de GEI, medidas con respecto a la línea base, a fines de solicitar la emisión de los Créditos de Carbono Verificados (CCV).

El periodo de análisis para el área del proyecto, durante la verificación, corresponde al periodo de monitoreo.

9 Identificación del escenario de línea base y adicionalidad

Los titulares del proyecto de GEI deben identificar el escenario de línea base para demostrar que el proyecto es adicional.

Para ser elegibles bajo el Programa de GEI de BioCarbon, los proyectos en ecosistemas de alta montaña deben demostrar que las reducciones o remociones de GEI no habrían ocurrido sin los ingresos por créditos de carbono. Esto excluye actividades que sean prácticas comunes, obligatorias por ley o financieramente viables sin dichos incentivos.

En estos ecosistemas, la adicionalidad suele estar limitada por barreras económicas, técnicas, institucionales o sociales que dificultan la conservación o el manejo sostenible de ecosistemas de alta montaña, turberas y humedales, incluyendo problemas de tenencia de la tierra, acceso a tecnología o ausencia de mecanismos financieros adecuados.

Los titulares del proyecto deben aplicar de forma obligatoria la herramienta BCR Tool v1.0 – Identificación del escenario de línea base y demostración de adicionalidad. Esta herramienta estandariza el análisis de adicionalidad para garantizar que los Créditos de Carbono Verificados (CCV) representan beneficios reales, medibles y atribuibles, alineados con principios de integridad ambiental.

La herramienta contempla cinco pasos secuenciales:

- (a) Identificación de escenarios alternativos realistas y viables;

- (b) Análisis de barreras (financieras, tecnológicas, institucionales, sociales);
- (c) Análisis de inversión (opcional, pero alternativo al paso 2);
- (d) Evaluación de práctica común (obligatoria en todos los casos);
- (e) Selección del escenario de línea base más probable y conservador.

Para proyectos de pequeña escala (≤ 10.000 tCO₂e/año), se permite el uso de una versión simplificada incluida en el Anexo B de la herramienta, que considera barreras predefinidas, penetración de mercado y, si aplica, inclusión en listas positivas específicas.

Toda la documentación generada durante la aplicación de la herramienta deberá ser verificable, transparente y auditada por un Organismo de Evaluación de la Conformidad (CAB) acreditado.

10 Impulsores que generan cambios en el uso del suelo

El titular del proyecto deberá identificar, describir y analizar los impulsores que generan cambios en el uso del suelo, en el área de proyecto como insumo para:

- (a) diseñar las actividades para reducir los cambios en el uso del suelo;
- (b) definir estrategias, medidas y acciones para mejorar las prácticas de manejo de ecosistemas de alta montaña, incluyendo turberas y otros humedales; y
- (c) delimitar el área de referencia.

Este documento metodológico sugiere la aplicación de los lineamientos conceptuales para la caracterización de impulsores de la deforestación y degradación forestal propuestos por el Programa ONU-REDD de las Naciones Unidas (2015a). En el caso de proyectos localizados en ecosistemas de alta montaña, el cambio de la vegetación natural hacia otros usos del suelo se considerará equivalente a la deforestación y degradación forestal.

En estos proyectos podrá aprovecharse el análisis causal previamente desarrollado por organizaciones dedicadas a la gestión y conservación de territorios de alta montaña. Dichos análisis suelen identificar causas directas de degradación, como quemas, sobrepastoreo, fragmentación, minería y apertura de caminos, así como causas subyacentes como tenencia informal de tierras y déficit de gobernanza. Estos elementos podrán incorporarse directamente al análisis de impulsores de cambio en el ecosistema, dado que han sido verificados en campo y sistematizados en distintas regiones de alta montaña.

A continuación, se presentan los elementos clave para la caracterización de causas y agentes del cambio de uso del suelo.

10.1 Dimensiones espaciales y temporales

El cambio de uso del suelo presenta dimensiones espaciales y temporales que deberán ser caracterizadas. En términos espaciales, será necesario identificar y analizar su localización y extensión, tanto en el área del proyecto como en el área de referencia. En términos temporales, la caracterización deberá considerar los antecedentes históricos, la dinámica actual y el comportamiento probable futuro (período histórico de cambio de uso del suelo).

10.2 Contexto

Una caracterización adecuada de las causas y agentes de cambio de uso del suelo, en un área particular, implica reconocer y comprender el entorno socioambiental del fenómeno, así como analizar su influencia en la dinámica de cambio de uso del suelo.

- a) El *contexto territorial* se refiere al entorno biofísico y a la forma como las sociedades se relacionan con éste y construyen su espacio de vida. Incluye elementos como la ocupación, el uso del suelo y la interacción social, así como aspectos legales y normativos que rigen estas dinámicas.
- b) El *contexto sociocultural* se basa en las relaciones que se dan entre las sociedades y en cómo los diferentes grupos humanos interactúan y se organizan para vivir y para establecer los medios de producción en comunidad.
- c) El *contexto económico* hace referencia al uso de los medios de producción para generar y transar bienes y servicios, que agregados contribuyen al crecimiento (económico) de una región.
- d) El *contexto histórico* condiciona los otros tipos de contexto descritos con anterioridad, ya que se basa en la construcción de las sociedades humanas como un proceso que se da y que cambia en el tiempo y en el espacio. En él tienen especial relevancia los procesos de ocupación y producción en el territorio por parte de los diferentes grupos humanos.

10.3 Actores clave, intereses y motivaciones

El proceso de cambio de uso de del suelo involucra a múltiples actores oficiales, organizaciones no gubernamentales y de la sociedad civil, entre otros. Dentro de este

conjunto se encuentran, tanto los agentes de cambio, como aquellos actores que indirectamente promueven los procesos de transformación de la cobertura natural. Es fundamental caracterizar los intereses o motivaciones que determinan sus decisiones y las relaciones que establecen con los demás actores clave. En este sentido, es necesario incluir dentro del análisis las causas subyacentes de cambio de uso del suelo identificadas para el área de estudio, señalando su importancia dentro del grupo de factores que motivan a los agentes a modificar la cobertura natural.

Cada actor clave, con injerencia en la dinámica de cambio de la cobertura natural, no solo tiene un grado de responsabilidad e influencia, sino también una expresión geográfica que debe ser caracterizada y relacionada con el fenómeno de cambio de cobertura natural a antrópica.

10.4 Actividades económicas y su importancia

Las actividades que causan de forma directa el cambio de uso del suelo deben ser caracterizadas en términos de los patrones espaciales asociados a su presencia, pero también por su importancia económica y sociocultural para los agentes y demás actores clave involucrados. Es claro que actividades con un nivel de arraigo sociocultural alto requieren de medidas y acciones diferentes a aquellas donde prevalece el beneficio económico sobre otros intereses.

10.5 Impacto directo e indirecto

Cada causa y agente tiene un impacto diferencial sobre la vegetación natural. El impacto puede ser evaluado de forma cualitativa o cuantitativa. Las estimaciones cuantitativas de impacto pueden realizarse por medio de un análisis espacial que determine la relación entre la causa identificada y el cambio calculado en el uso del suelo. Las estimaciones cualitativas se realizan a través del uso de técnicas de participación de actores en el territorio.

10.6 Relaciones y sinergias

El titular del proyecto debe identificar y analizar las interacciones y sinergias entre todos los elementos, para definir las actividades que permitirán una disminución en el cambio de uso del suelo.

10.7 Cadena de eventos de cambio de uso del suelo

El análisis de cadenas de eventos busca identificar las relaciones entre grupos principales de agentes y causas, para tratar de explicar la secuencia de eventos que usualmente conduce a la pérdida y/o degradación de cobertura natural en un área particular.

Para cada actividad que cause la pérdida y/o degradación de una cobertura natural, debe identificarse una cadena causal de al menos 3 eslabones, que se compone de una secuencia diferencial de hechos o condiciones que resultan en la ocupación del territorio, de la siguiente forma:

- a) Identificar cada una de las actividades que generan pérdida y/o degradación de la cobertura natural. De ser posible, éstas deben agruparse de acuerdo con las causas directas de cambio y/o degradación más comunes;
- b) Identificar los agentes asociados a las acciones y causas directas de cambio y/o degradación establecidas;
- c) Identificar las causas subyacentes que promueven o facilitan las decisiones de los agentes para realizar las acciones resultantes en la pérdida y/o degradación de cobertura natural.

11 Actividades de proyecto

Las actividades para evitar los cambios en el uso del suelo, en el área del proyecto, deben diseñarse a partir de los resultados del análisis de los impulsores identificados con base en lo descrito en la sección 10 (arriba). Asimismo, deberán considerarlos acuerdos alcanzados con las comunidades locales, cuando corresponda, en el marco de procesos de construcción participativa.

11.1 Actividades elegibles

Las actividades del proyecto deberán corresponder a una o más de las siguientes categorías elegibles, de acuerdo con las condiciones establecidas en esta metodología:

Conservación de ecosistemas de alta montaña

Las actividades de conservación en ecosistemas de alta montaña incluyen medidas destinadas a evitar el cambio de uso del suelo en coberturas vegetales naturales, humedales y turberas.

Estas acciones comprenden la protección legal y comunitaria de áreas estratégicas, el control de actividades que ejercen presión sobre el ecosistema y la implementación de acuerdos de conservación, con el fin de evitar emisiones por la pérdida de biomasa aérea y subterránea y por la liberación de carbono orgánico del suelo.

Restauración de turberas y humedales degradados

Las actividades de restauración en turberas y humedales degradados comprenden acciones de rehidratación, revegetación con especies nativas, control de incendios y recuperación de la cobertura natural, cuyo impacto principal es el aumento de las remociones netas de carbono y la reducción de emisiones de CO₂ y CH₄ asociadas al drenaje o la degradación de estos ecosistemas.

Manejo mejorado de pastizales y suelos altoandinos

El manejo mejorado de pastizales y suelos altoandinos se orienta a reducir prácticas insostenibles como el sobrepastoreo, la praderización y la fragmentación, mediante la rotación planificada de potreros, el cierre temporal de áreas, la revegetación con especies herbáceas y arbustivas, y el control de quemas, lo que contribuye a disminuir las emisiones de N₂O derivadas de prácticas inadecuadas y a incrementar el almacenamiento de carbono en la biomasa y en los suelos.

Actividades de fortalecimiento comunitario y monitoreo (complementarias)

Las actividades de fortalecimiento comunitario y monitoreo, complementarias a las anteriores, abarcan la implementación de sistemas de monitoreo hidrológico y de vegetación, así como la capacitación y organización de actores locales, siempre que estén directamente vinculadas con la cuantificación y verificación de reducciones y remociones de GEI, asegurando la trazabilidad y la transparencia en el marco del plan de MRV del proyecto.

Exclusiones

No serán elegibles las actividades que impliquen drenaje, desecación o conversión de turberas y humedales, la deforestación o degradación deliberada de ecosistemas, la introducción de especies invasoras, la conversión de coberturas naturales a usos agropecuarios intensivos, ni aquellas que dependan del uso de biomasa importada de otras regiones o países, salvo justificación técnica y autorización expresa. Estas exclusiones aseguran que las actividades del proyecto mantengan la integridad ambiental y sean plenamente consistentes con los principios del *ESTÁNDAR BIOCARBON*.

11.2 Diseño de las actividades

El diseño de cada actividad del proyecto deberá incluir, como mínimo, la siguiente información:

- (a) Identificador de la actividad (ID);
- (b) Relación de la actividad con la causa directa o subyacente identificada;
- (c) Mecanismo de consulta para la definición de la actividad y aspectos de la construcción participativa;
- (d) Responsabilidad y rol de los actores que participan en la implementación;
- (e) Cronograma de implementación;
- (f) Indicadores para reportar los avances de la actividad: nombre, tipo⁶, meta⁷, unidad de medida y responsable de la medición.

12 Cuantificación de las reducciones/remociones de GEI

12.1 Estratificación

Con el propósito de mejorar la precisión con respecto a las estimaciones de los cambios en las existencias de carbono, si la distribución de los reservorios de carbono considerados en las áreas del proyecto, no es homogénea, debe llevarse a cabo un proceso de estratificación. El titular del proyecto debe definir diferentes estratos para el escenario de línea base y para el escenario con proyecto. De este modo se optimiza la precisión en la estimación de las reducciones/remociones de GEI.

La estratificación para los cambios de las existencias de carbono en las coberturas vegetales naturales se relaciona con la distribución de la biomasa en los límites del proyecto. La presente metodología permite el uso de un solo estrato. La inclusión de otros estratos requiere la estimación de contenidos de carbono a partir de datos de inventarios de vegetación en el área del proyecto⁸.

⁶ Se refiere a la clasificación del indicador según su alcance, que puede ser de producto, resultado o impacto.

⁷ Se refiere al valor esperado del indicador y al plazo definido para su cumplimiento.

⁸ El titular del proyecto de GEI debe presentar la aproximación metodológica para la estimación de carbono en los diferentes estratos e incluir la evaluación de la incertidumbre.

La estratificación de las áreas identificadas como humedales deberá llevarse a cabo según el tipo de vegetación asociada, tal como se describe en el sistema de clasificación para humedales propuesto por Ricaurte et. al (2019)⁹, cuyas categorías se describen a continuación:

- Leñosa: unidades de vegetación dominadas por plantas con una altura > 5 m, caracterizadas por tener tallo o eje principal, incluye árboles y palmas;
- Arbustiva: unidades de vegetación dominadas por plantas con altura entre 1.5 a 5 m, incluye arbustos y pastos;
- Herbácea: unidades de vegetación dominadas por plantas con una altura entre 0.3 a 1.5 m;
- A nivel de suelo: unidades de vegetación dominadas por plantas herbáceas con una altura < 30 cm;
- Acuática: todos los tipos de macrófitas asociadas a humedales de aguas dulces;
- Dispersa: no hay cobertura de vegetación continua, las plantas se encuentran separadas y ampliamente dispersas. Incluyen árboles, palmas, arbustos, hierbas y especies de pastos que no forman una cobertura o capa continua.

La estratificación para las áreas de turberas se establece por profundidad de la turba y los niveles de agua. Esto debe llevarse a cabo mediante datos de teledetección y de campo, en combinación con un modelo hidrológico.

Para la cuantificación de carbono orgánico en el suelo, las áreas en los límites del proyecto deben clasificarse por estratos, de acuerdo con la zona climática y tipos de suelo (orgánicos o minerales).

Para calcular los cambios en las existencias de carbono, en los estratos identificados, se multiplica el carbono total del estrato por su correspondiente área (ha).

12.1.1 Estratificación en áreas de turberas

La estratificación debe basarse en los siguientes criterios:

- (a) tipo de vegetación (por ejemplo, leñosa, arbustiva, herbácea, según Ricaurte et. al., 2019);
- (b) profundidad de la turba (por ejemplo, <1 m, entre 1–3 m, >3 m);

(c) condiciones hidrológicas (por ejemplo, saturado permanentemente, saturado de forma intermitente); y

(d) zona climática (por ejemplo, tropical húmedo, tropical seco).

Cada estrato debe ser validado mediante al menos 5 puntos de muestreo por hectárea, en los cuales se deberá medir biomasa, carbono del suelo y nivel freático. El uso de un único estrato solo será permitido si la variabilidad de las existencias de carbono es inferior al 10%, determinada mediante análisis estadístico (por ejemplo, ANOVA). Los límites de los estratos deberán ser cartografiados mediante sistemas de información geográfica (SIG), a una escala mínima de 1:25,000 y con una precisión de al menos 90 %.

De este modo, el titular del proyecto se asegura de que la estratificación refleje la heterogeneidad de las turberas, mejorando la precisión en la estimación de las existencias de carbono.

12.2 Plan de muestreo

El plan de muestreo tiene por objeto garantizar que los datos recolectados para la estimación de cambios en las reservas de carbono y las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) sean representativos, estadísticamente robustos y verificables. El diseño de muestreo deberá ser presentado en el Documento del Proyecto y aprobado durante la validación.

12.2.1 Diseño de muestreo

El muestreo deberá ser estratificado en función de los tipos de cobertura, condiciones hidrológicas, profundidad de la turba y otras variables biofísicas relevantes.

Cada estrato deberá ser homogéneo en cuanto a características de vegetación, suelo y clima, y deberá ser delimitado mediante Sistemas de Información Geográfica (SIG).

12.2.2 Tamaño de muestra y precisión

El número de parcelas o puntos de muestreo por estrato deberá calcularse de modo que se alcance, como mínimo, una precisión del 90 % de nivel de confianza con un error relativo ≤ 10 %.

En caso de no alcanzarse dicho nivel de precisión, se deberá aplicar un factor de incertidumbre conforme a la Herramienta de Manejo de Incertidumbre del *ESTÁNDAR BioCARBON*.

12.2.3 Parámetros a medir

Biomasa aérea y subterránea: deberán medirse variables dendrométricas (DAP, altura, densidad de la madera) o aplicar ecuaciones alométricas validadas para la región o área de proyecto.

Carbono orgánico del suelo: deberán recolectarse muestras a profundidades de 0–30 cm en suelos minerales y hasta la capa de turba activa en suelos orgánicos, con registro de densidad aparente y humedad.

Nivel freático: en áreas de turberas, se instalarán piezómetros o instrumentos equivalentes para monitorear la profundidad de la capa freática al menos una vez por trimestre.

12.2.4 Frecuencia de muestreo

Los muestreos de campo deberán realizarse al inicio del proyecto y repetirse en cada periodo de monitoreo (mínimo cada 5 años).

Los datos de variables hidrológicas y climáticas deberán recolectarse con una frecuencia mínima anual, salvo que existan redes oficiales que permitan actualizar la información.

12.2.5 Procedimientos de calidad

Todo muestreo deberá contar con protocolos estandarizados de campo y laboratorio, incluyendo calibración de equipos y registro de metadatos.

Deberán aplicarse controles cruzados en al menos un 10 % de las parcelas para verificar consistencia en la recolección de datos.

Los datos de laboratorio deberán analizarse bajo normas reconocidas (ISO, FAO, ASTM) y conservarse en registros digitales y físicos por al menos siete (7) años después de la última verificación.

12.2.6 Documentación y archivo

El plan de muestreo deberá incluir mapas de estratificación, ubicación georreferenciada de parcelas, protocolos de campo, métodos de laboratorio y plan de manejo de datos.

Toda la información generada deberá ser archivada de forma organizada y puesta a disposición de los Organismos de Evaluación de la Conformidad (CAB) durante los procesos de validación y verificación.

12.2.7 Incertidumbre

Los resultados obtenidos a partir del plan de muestreo deberán ser evaluados conforme a lo establecido en la sección de Manejo de la incertidumbre de la presente metodología.

En particular, la información recolectada deberá permitir el cálculo de intervalos de confianza al 90 %, y cuando la semi-amplitud relativa exceda los umbrales establecidos por el *ESTÁNDAR BIOCARBON*, se aplicarán los descuentos conservadores correspondientes.

De esta manera, el plan de muestreo asegura la representatividad de los datos y la sección de Incertidumbre establece los procedimientos para garantizar que las reducciones y remociones reportadas sean conservadoras, estadísticamente robustas y verificables.

12.3 Datos de actividad

Los datos de cambio y/o degradación en la superficie con cobertura vegetal natural (CDSCN) constituyen los datos de actividad para la estimación de los cambios en el uso del suelo. La estimación de la CDSCN dependerá del área de referencia identificada según lo dispuesto en la sección 8.1.2.

Estos datos de actividad incluyen los cambios y/o degradación en la cobertura vegetal asociada a las áreas identificadas como humedales, en el área del proyecto. Igualmente, los cambios por degradación de turberas.

12.3.1 Estimación de los cambios en el uso del suelo

12.3.1.1 Periodo histórico y datos

El titular del proyecto deberá llevar a cabo el análisis de uso del suelo entre, al menos, dos fechas: la fecha de inicio del proyecto y quince (15) años antes de dicha fecha.

Cuando existan evidencias de que los cambios relevantes en el uso del suelo ocurrieron en un período anterior, y siempre que se disponga de insumos cartográficos o imágenes satelitales de calidad suficiente (por ejemplo, archivos Landsat), el período de análisis podrá ampliarse, con la debida justificación técnica y documental.

Los análisis deberán realizarse con cartografía a escala mínima de 1:25.000 o superior, con validación de campo que garantice un nivel de exactitud $\geq 80\%$.

Las pérdidas y/o degradación de cobertura natural detectadas después de períodos sin información no deberán incluirse en el cálculo, con el fin de evitar tasas sobrestimadas (por ejemplo, en épocas de alta nubosidad o fallas de sensores satelitales).

12.3.1.2 Cambios de superficie (transiciones de cobertura)

Para calcular la superficie con pérdida de cobertura vegetal natural entre dos fechas, deberán considerarse únicamente las áreas que:

- Presenten cobertura vegetal natural en la primera fecha, y
- Uso del suelo antrópico en la segunda fecha,

de manera que exista certeza de que el cambio ocurrió en el período analizado.

La tasa anualizada de cambio en el escenario sin proyecto se estimará mediante la ecuación de Puyravaud (2003):

$$CSCN_{año} = \frac{1}{t_2 - t_1} \ln\left(\frac{A_2}{A_1}\right) \times A_p$$

Donde:

$CSCN_{año}$ = Cambio en la superficie con cobertura vegetal natural y/o humedales/turberas en el escenario sin proyecto; ha año⁻¹

t_2 = Año final del periodo de referencia;

t_1 = Año inicial del periodo de referencia;

A_1 = Superficie en cobertura vegetal natural y/o humedales/turberas, en el área de referencia, en t_1 ; ha

A_2 = Superficie en cobertura vegetal natural y/o humedales/turberas, en el área de referencia, en t_2 ; ha

A_p = Área elegible; ha

El valor obtenido representa el cambio promedio histórico anual en el área del proyecto y será utilizado en el escenario de línea base. El resultado puede expresarse como una tasa porcentual (%/año) o, al multiplicarse por el área elegible del proyecto (A_p), como una superficie promedio en hectáreas por año (ha/año).

12.3.1.3 Degradación persistente y de severidad

Cuando no se observe un cambio de cobertura, pero sí procesos de degradación persistente (ej. praderización, fragmentación, sobrepastoreo), el titular del proyecto deberá:

- Identificar y mapear áreas degradadas mediante indicadores remotos (NDVI, NBR, SAR, fracción de suelo desnudo) validados con datos de campo.

- (b) Diferenciar niveles de severidad (leve, moderada, severa) o, alternativamente, construir un Índice de Severidad de Degradación (ISD) validado en campo.
- (c) Calcular tasas de cambio de área por clase de severidad (aplicando Puyravaud por estratos) o tasas de evolución del ISD en el tiempo.
- (d) Vincular cada clase o nivel de severidad con factores de carbono (suelo, hojarasca, necromasa), para estimar las variaciones de existencias en el escenario de línea base.

En ambos casos, la zonificación de degradación podrá usarse para definir unidades de muestreo diferenciadas por severidad, uso y presión antrópica.

12.3.1.4 Información complementaria

Como insumo alternativo o complementario, podrán utilizarse polígonos digitalizados de zonas degradadas generados por organizaciones especializadas en ecosistemas de alta montaña, siempre que:

- (a) Estén validados en campo, y
- (b) Cuenten con información atribuida sobre tipo de degradación, causa y grado de severidad.

Bases geográficas elaboradas con PLANETSCOPE, SENTINEL o LANDSAT han demostrado ser efectivas para identificar tanto transiciones de cobertura hacia estados de fragmentación/praderización, como la persistencia de coberturas praderizadas cuya extensión se modifica en el tiempo.

12.3.1.5 Proyección de los cambios en el escenario con proyecto

El titular del proyecto deberá determinar el porcentaje de reducción proyectada en la tasa de pérdida o degradación de la cobertura vegetal natural y/o humedales/turberas, atribuible a la implementación de las actividades del proyecto ($\%DC_{proy}$), expresado como proporción entre 0 y 1.

El parámetro deberá determinarse con base en evidencia técnica que demuestre la reducción de los impulsores de cambio lograda por el proyecto. El valor podrá establecerse mediante una o más de las siguientes fuentes:

- (a) Planes de manejo y restauración del proyecto, indicando la superficie a intervenir, el tipo de actividad y su eficacia esperada.

- (b) Evidencia empírica o bibliográfica sobre la efectividad de medidas similares en ecosistemas de alta montaña o humedales.
- (c) Opinión de expertos independientes y/o validación por el OEC, cuando no existan datos locales disponibles.
- (d) Valores por defecto conservadores, en ausencia de datos específicos, tales como:
 - (i) Exclusión de pastoreo: 30%
 - (ii) Restauración pasiva: 20%
 - (iii) Restauración activa (revegetación, control de erosión): 40-50%
 - (iv) Manejo integral de agua (rehidratación de turberas): 40%

El valor adoptado deberá ser debidamente justificado en el Documento de Proyecto, acompañado de las fuentes de información y supuestos aplicados.

La estimación de los cambios anuales en el escenario con proyecto se calculará mediante:

$$CSCN_{proy} = CSCN_{lb} \times (1 - \%DC_{proy})$$

Donde:

$CSCN_{proy}^{10}$ = Cambio anual en la superficie en el escenario con proyecto; ha año⁻¹

$CSCN_{lb}$ = Cambio anual en el escenario sin proyecto; ha año⁻¹

$\%DC_{proy}$ = Reducción proyectada de los cambios atribuible a la implementación de las actividades del proyecto.

12.3.1.6 Área de fugas

El área de fugas deberá incluir todas las áreas con cobertura vegetal natural, turberas u otros humedales dentro del rango de movilidad de los agentes identificados (Sección 10).

La estimación de los cambios históricos en el área de fugas podrá calcularse con la ecuación:

$$CSCN_{f,año} = \left(\frac{1}{t_2 - t_1} \right) \times (A_{1f} - A_{2f})$$

Donde:

$CSCN_{f,año}$	= Cambio promedio anual de la superficie con cobertura vegetal natural y/o humedales/turberas en el área de fugas, en el escenario sin proyecto; ha año ⁻¹
t_2	= Año inicial del periodo de referencia; año
t_1	= Año final del periodo de referencia; año
$t_2 - t_1$	= Duración del período histórico; años.
A_{1f}	= Superficie con cobertura vegetal natural y/o humedales/turberas en el área de fugas, en el año t_1 ; ha
A_{2f}	= Superficie con cobertura vegetal natural y/o humedales/turberas en el área de fugas, en el año t_2 ; ha

El riesgo de fugas deberá evaluarse mediante el análisis de los agentes identificados y el monitoreo anual de las áreas de fugas. En ausencia de datos específicos, podrá aplicarse un valor por defecto conservador del 5%, debidamente justificado con estudios regionales o consultas a expertos. El monitoreo anual mediante percepción remota y validación en campo será obligatorio para actualizar este valor y demostrar desplazamientos de actividades.

Los titulares deberán cuantificar las fugas observadas en cada período de monitoreo, reportando desplazamientos de actividades.

12.4 Factores de emisión

Los cambios en las existencias de carbono en el escenario de línea base y en el escenario con proyecto deberán estimarse mediante la aplicación de factores de emisión (EF) asociados a cada reservorio de carbono relevante (biomasa aérea, biomasa subterránea, hojarasca, necromasa y carbono del suelo).

El titular del proyecto debe presentar una descripción detallada de la estimación de los cambios en las existencias de carbono en dichos reservorios, de acuerdo con los lineamientos del IPCC y demostrar que su uso no genera sobreestimación de las emisiones en la línea base.

Los factores de emisión se determinan con base en las buenas prácticas de IPCC, bajo los siguientes supuestos:

- Se incluye la biomasa subterránea de manera diferencial al contenido de carbono orgánico en el suelo.

- Se asume que todo el carbono contenido en el depósito de biomasa aérea y subterránea se emite el mismo año que ocurre el evento de cambio de uso del suelo.
- Se asume una emisión bruta en la que el contenido de carbono del suelo (COS) a 30 cm¹¹ se emite en proporciones iguales durante 20 años una vez sucede el evento de cambio de uso del suelo.

12.4.1 Fuentes de factores de emisión

Los factores de emisión deberán seleccionarse siguiendo el siguiente orden de preferencia:

- Tier 3: datos empíricos generados en el área del proyecto o en áreas comparables, mediante inventarios de campo o modelos calibrados.
- Tier 2: factores de emisión nacionales desarrollados oficialmente por las Autoridades del país anfitrión o por instituciones de investigación reconocidas.
- Tier 1: valores por defecto del IPCC (2006, Volumen 4 AFOLU; Suplemento de Humedales 2013; Refinamiento 2019).

12.4.2 Estratificación y aplicabilidad

Los factores deberán aplicarse de manera consistente con las clases de cobertura y los niveles de degradación definidos en esta metodología.

En el caso de turberas y suelos orgánicos, deberán aplicarse factores específicos del Suplemento de Humedales 2013, incluyendo emisiones por CO₂, CH₄ y N₂O.

En áreas de praderización, sobrepastoreo o fragmentación, los factores deberán reflejar las diferencias entre niveles de severidad de degradación

12.4.3 QA/QC y trazabilidad

Todo factor de emisión utilizado deberá estar documentado y referenciado en el Documento de Proyecto.

Cuando se utilicen factores nacionales o datos de campo, se deberán describir los protocolos de muestreo, análisis y calidad aplicados.

El OEC verificará que la selección de factores sea conservadora y consistente con las directrices del IPCC y con la estratificación del proyecto.

¹¹ El titular del proyecto puede incluir la estimación de COS a una profundidad mayor a 30 cm. En ese caso, deberá realizar la estimación de COS en áreas con y sin cobertura natural y será la diferencia en COS entre ambas coberturas la que se utilizará en la ecuación presentada en la sección 11.3.2.

12.4.4 Biomasa total (Aérea y subterránea)

La biomasa total (BT) se estima como la suma de la biomasa aérea (BA) y la biomasa subterránea (BS). El carbono en biomasa total (CBT) se calcula como:

$$CBT = BT \times FC$$

Donde FC es la fracción de carbono de la materia seca (valor por defecto: 0,47).

El dióxido equivalente en la biomasa total (CBT_{eq}) se calcula como:

$$CBT_{eq} = BT \times FC \times \frac{44}{12}$$

Donde:

CBT_{eq}	Dióxido de carbono equivalente contenido en la biomasa total; tCO ₂ e ha ⁻¹
BT	Biomasa total; t ha ⁻¹ , proveniente de inventarios de campo o ecuaciones alométricas
FC	Fracción de carbono de la materia seca (0,47, IPCC 2006)
$\frac{44}{12}$	Constante de la proporción molecular entre el carbono (C) y el dióxido de carbono (CO ₂).

12.4.5 Suelos orgánicos y turberas

La estimación del carbono en turberas y suelos orgánicos se basará en la medición de parámetros físicos y químicos del suelo, de conformidad con el IPCC 2013 Wetlands Supplement.

- La profundidad de la turba deberá medirse en al menos diez (10) puntos por hectárea;
- Deberán recolectarse muestras para análisis de carbono orgánico y densidad aparente en laboratorio;
- Las condiciones hidrológicas (nivel freático, patrones de saturación estacional) deberán registrarse mensualmente en puntos de monitoreo representativos, con un mínimo de una estación por cada 100 hectáreas;
- Los factores de emisión derivados se aplicarán a cada estrato de suelo o tipo de turbera identificado en el área del proyecto.

12.4.6 Factores de emisión y cambios en el carbono orgánico del suelo (COS)

Las tasas anuales de emisiones por el carbono orgánico del suelo pueden determinarse mediante las siguientes opciones: (a) usando valores por defecto, (b) estimaciones propias del proyecto. Éstas se describen a continuación.

(a) Usando valores por defecto

De conformidad con las 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories (Volumen 4 – AFOLU), el 2013 Wetlands Supplement y el 2019 Refinement, los proyectos deberán priorizar siempre el uso de los factores de emisión más recientes y consistentes con el tipo de suelo, cobertura y manejo identificados en el área del proyecto.

Los valores del IPCC 2003 Good Practice Guidance for LULUCF se presentan únicamente como referencia histórica y podrán emplearse de manera complementaria cuando no existan datos actualizados, nacionales o específicos de sitio.

Suelos minerales

Se aplicarán los valores de referencia de reservas de COS (≈ -30 cm) por tipo de suelo y por región climática (ver Tabla 3).

Tabla 3. Valor de referencia por defecto (con vegetación nativa) de las reservas de C orgánico en el suelo (COS_{REF}) en toneladas de C por ha, para una profundidad de 0 - 30 cm

Región climática	Suelos AAA ⁽¹⁾	Suelos ABA ⁽²⁾	Suelos arenosos ⁽³⁾	Suelos espódicos ⁽⁴⁾	Suelos volcánicos ⁽⁵⁾	Suelos de humedal ⁽⁶⁾
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 [#]	

Nota: Los datos han sido obtenidos de bases de datos sobre suelos descritas por Jobbagy y Jackson (2000) y Bernoux et al. (2002). Las reservas están expresadas en valores medios. Para los tipos de suelo-clima se utiliza una estimación de error por defecto del 95% (expresada como el doble de la desviación estándar, en forma de porcentaje de la media). NA significa "no aplicable", ya que estos suelos no suelen darse en algunas zonas climáticas.

indica que no se disponía de datos y que se ha conservado los valores por defecto de las Directrices del IPCC.

⁽¹⁾ Los suelos con minerales de arcilla de alta actividad (AAA) son suelos con un nivel de desgaste entre leve y moderado, en los que predominan minerales de arcilla silicatada 2:1 (en la clasificación de la Base mundial de referencia para los recursos edáficos (BMR), este grupo abarca los leptosoles, vertisoles, kastanozems, chernozems, phaeozems, luvisoles,

Región climática	Suelos AAA ⁽¹⁾	Suelos ABA ⁽²⁾	Suelos arenosos ⁽³⁾	Suelos espódicos ⁽⁴⁾	Suelos volcánicos ⁽⁵⁾	Suelos de humedal ⁽⁶⁾
<p>alisoles, albeluvisoles, solonetz, calcisoles, gypsisoles, umbrisoles, cambisoles, y regosoles; en la clasificación del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (USDA) se incluyen también los mollisoles, vertisoles, alfisoles muy alcalinos, aridisoles e inceptisoles).</p> <p>⁽²⁾ Los suelos con minerales de arcilla de baja actividad (ABA) son suelos muy desgastados en los que predominan los minerales de arcilla 1:1 y el hierro amorfo, así como los óxidos de aluminio (en la clasificación de la BMR, se incluyen los acrisoles, lxisoles, nitisoles, ferralsoles, y durisoles; en la clasificación del USDA se incluyen también los ultisoles, los oxisoles y los alfisoles ácidos).</p> <p>⁽³⁾ Incluye todo tipo de suelos (con independencia de su clasificación taxonómica) que contengan más de un 70% de arena y menos de un 8% de arcilla, en base a análisis de textura tipificados (en la clasificación de la BMR se incluyen los arenosoles; en la clasificación del USDA se incluyen los psammentos).</p> <p>⁽⁴⁾ Suelos muy podzolizados (en la clasificación de la BMR se incluyen los podzoles; en la clasificación del USDA, los espodosoles)</p> <p>⁽⁵⁾ Suelos derivados de cenizas volcánicas con mineralogía alofánica (en la clasificación de la BMR, andosoles; en la clasificación del USDA, andisoles).</p> <p>⁽⁶⁾ Suelos con drenaje restringido que ocasiona crecidas periódicas y condiciones anaeróbicas (en la clasificación de la BMR, gleysoles; en la clasificación del USDA, los subórdenes ácuicos)</p>						

Fuente: 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories (Volumen 4 – AFOLU); valores adaptados de bases de datos de Jobbagy & Jackson (2000) y Bernoux et al. (2002). En ausencia de datos nacionales o locales, podrán aplicarse también los valores por defecto del IPCC (2013 Wetlands Supplement; 2019 Refinement)

Suelos orgánicos/turberas

Se aplicarán factores de emisión por drenaje ($\text{tCO}_2\text{ha}^{-1}\text{año}^{-1}$) según bioma, con base en IPCC (2013), hasta que existan factores nacionales o locales (Tabla 4).

Tabla 4. Valores por defecto del factor de emisión de carbono en forma de CO_2 para suelos orgánicos drenados en bosques gestionados (toneladas $\text{C ha}^{-1}\text{año}^{-1}$)

Biomás	Factores de emisión ($\text{ton C ha}^{-1}\text{año}^{-1}$)	
	Valores	Rangos
Bosques tropicales	1,36	0,82 – 3,82
Bosques de regiones templadas	0,68	0,41 – 1,91
Bosques boreales	0,16	0,08 – 1,09

Fuente: 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories (Volumen 4 – AFOLU); 2013 Wetlands Supplement; 2019 Refinement. Los valores del IPCC (2003) se incluyen como referencia histórica, pero deberán priorizarse los factores actualizados en las directrices más recientes

Se supondrá que las emisiones prosiguen mientras subsista la capa orgánica aeróbica y el suelo esté considerado como suelo orgánico.

(b) Estimaciones propias del proyecto

Cuando el proyecto genere factores específicos, estos deberán basarse en muestreos y análisis de laboratorio representativos (Tier 3), documentando incertidumbres y aplicando QA/QC.

Los titulares de proyectos que determinen sus propios factores de emisión deben proporcionar pruebas con base científica de su fiabilidad y representatividad, y documentar los procedimientos experimentales utilizados para derivarlos y proporcionar estimaciones de incertidumbre.

Las reservas de carbono en el suelo deben determinarse a partir de mediciones. Las cuales deben llevarse a cabo por separado para cada unidad cartográfica de suelo identificada en los límites del proyecto. Para el cálculo de COS a partir de datos del proyecto debe usarse una metodología que cumpla con la rigurosidad técnica y estadística adecuadas para este tipo de estimaciones.

12.4.7 Pérdida de COS por cambio de uso del suelo

Cuando un cambio de uso implique la pérdida total de las reservas de COS, se asumirá que estas se emiten en proporciones iguales durante 20 años:

$$COSeq = \frac{COS}{20} \times \frac{44}{12}$$

Donde:

$COSeq$ = Emisiones anuales de dióxido de carbono equivalente por pérdida de carbono orgánico del suelo; tCO_{2e} ha⁻¹año⁻¹

COS = Contenido total de carbono orgánico del suelo perdido como consecuencia de un cambio de uso del suelo; tC ha⁻¹

20 = Periodo de liberación asumido (años), de acuerdo con las directrices IPCC para distribuir las pérdidas de carbono en suelos minerales

$\frac{44}{12}$ = Constante de conversión de C a CO₂.

12.4.7.1 Turberas y suelos orgánicos degradados

Para suelos orgánicos en turberas, las emisiones de CO₂ deben modelarse en función de las tasas de oxidación del carbono, las cuales están influenciadas por el nivel freático y la profundidad de la turba. Las emisiones anuales se calculan mediante la siguiente fórmula:

$$SOC_{eq} = SOC \times k \times \frac{44}{12}$$

Donde:

SOC_{eq} = Emisiones anuales de CO₂ provenientes del suelo; tCO₂e ha⁻¹ año⁻¹

SOC = Reserva inicial de carbono orgánico en el suelo; tC ha⁻¹

k = Tasa anual de oxidación del carbono; año⁻¹, determinada a partir de mediciones en campo o valores por defecto del IPCC (por ejemplo, 0.02–0.05 año⁻¹ para turberas drenadas, Suplemento de Humedales del IPCC 2013)

$\frac{44}{12}$ = Constante de conversión de C a CO₂

La tasa de oxidación (k) deberá ajustarse considerando condiciones hidrológicas y climáticas locales, lo cual requiere monitoreo anual del nivel freático en al menos 5 puntos por hectárea.

Esta ecuación permite modelar la dinámica no lineal de la oxidación del carbono, incorporando factores ambientales críticos como el nivel del agua subterránea, lo que mejora la precisión en la estimación de emisiones respecto a enfoques lineales o uniformes.

12.4.8 Factores de emisión para CH₄ y N₂O

Las emisiones de CH₄ y N₂O provenientes de turberas y humedales deberán cuantificarse utilizando mediciones en campo o factores de emisión validados regionalmente. Para turberas intactas, las emisiones de CH₄ se estiman mediante la siguiente ecuación:

$$E_{CH_4} = A \times FE_{CH_4} \times PCG_{CH_4}$$

Donde:

E_{CH_4} = Emisiones de CH₄; tonCO₂e ha⁻¹ año⁻¹

A = Área de la turbera; ha

FE_{CH_4} = Factor de emisión de CH₄; Kg CH₄ ha⁻¹ año⁻¹; obtenido a partir de estudios regionales o valores por defecto del IPCC (por ejemplo, 16–48 kg CH₄ ha⁻¹ año⁻¹ para turberas tropicales, Suplemento de Humedales del IPCC 2013)

PCG_{CH_4} = Potencial de calentamiento global del CH_4 (25, según el Cuarto Informe de Evaluación del IPCC - AR4)

Para emisiones de N_2O provenientes de turberas drenadas, se aplica:

$$E_{N_2O} = FE_{N_2O} \times PCG_{N_2O}$$

Donde:

E_{N_2O} = Emisiones de N_2O ; $tonCO_2e\ ha^{-1}\ año^{-1}$

A = Área de la turbera; ha

FE_{N_2O} = Factor de emisión de N_2O ; $Kg\ N_2O\ ha^{-1}\ año^{-1}$; conforme a valores del IPCC (por ejemplo, 0.3–3 $kg\ N_2O-N\ ha^{-1}\ año^{-1}$ para suelos orgánicos drenados)

PCG_{N_2O} = Potencial de calentamiento global del N_2O (298, según el Cuarto Informe de Evaluación del IPCC - AR4)

Los proponentes del proyecto deberán dar prioridad a las mediciones en campo, recolectando al menos 5 muestras por hectárea de manera trimestral, para derivar los valores de FE_{CH_4} y FE_{N_2O} . Los protocolos de medición deberán seguir las directrices del Suplemento de Humedales del IPCC 2013.

12.5 Cuantificación de las reducciones/remociones atribuibles a las actividades de proyecto

12.5.1 Emisiones de GEI en el escenario de línea base

La emisión anual por cambios en el uso del suelo en el escenario sin proyecto se calcula siguiendo la ecuación:

$$EA_{lb} = CSCN_{lb} \times (CBF_{eq} + COS_{eq})$$

Donde:

EA_{lb} = Emisiones anuales en el escenario sin proyecto; $tCO_2e\ ha^{-1}\ año^{-1}$

$CSCN_{lb}$ = Cambios anuales de superficie en el escenario sin proyecto; $ha\ año^{-1}$

CBF_{eq} = Dióxido de carbono equivalente contenido en la biomasa total; $tCO_2e\ ha^{-1}$

COS_{eq} = Dióxido de carbono equivalente contenido en el suelo; tCO₂e ha⁻¹

12.5.2 Emisiones de GEI en el escenario con proyecto

La emisión anual por cambios en el escenario con proyecto se calculará como:

$$EA_{proy} = CSCN_{proy} \times (CBF_{eq} + COS_{eq})$$

Donde:

$E_{proy,año}$ = Emisiones anuales en el escenario con proyecto; tCO₂ ha⁻¹

$CSCN_{proy}$ = Cambios anuales de superficie en el escenario con proyecto; ha año⁻¹

CBF_{eq} = Dióxido de carbono equivalente en biomasa total; tCO₂e ha⁻¹

COS_{eq} = Dióxido de carbono equivalente en suelo; tCO₂e ha⁻¹

12.5.3 Emisiones de GEI en el área de fugas

La emisión anual uso del suelo en el área de fugas se calculará como:

$$EA_f = CSCN_f \times (CBF_{eq} + COS_{eq})$$

Donde:

$E_{f,año}$ = Emisiones anuales en el área de fugas; tCO₂ ha⁻¹ año⁻¹

$CSCN_f$ = Cambios anuales de superficie en el área de fugas; ha año⁻¹

CBF_{eq} = Dióxido de carbono equivalente en biomasa total; tCO₂e ha⁻¹

COS_{eq} = Dióxido de carbono equivalente en suelo; tCO₂e ha⁻¹

Las emisiones del escenario de línea base ($E_{f,lb}$) deberán calcularse por separado utilizando la metodología establecida en la Sección 9, y solo podrán restarse si existe evidencia sólida de que las actividades del proyecto han logrado una reducción efectiva de emisiones en dicha área.

12.6 Reducción de emisiones de GEI esperadas

La reducción total de emisiones de GEI en el escenario con proyecto se calculará como uso del suelo:

$$RE_{proy} = n \times (EA_{lb} - EA_{proy} - EA_f)$$

Donde:

RE_{proy} = Reducción neta de emisiones uso del suelo logradas por el proyecto; tCO₂e

n = duración del período contable (periodo de monitoreo); años

EA_{lb} = Emisiones anuales en el escenario de línea base; tCO₂e año⁻¹

EA_{proy} = Emisiones anuales en el escenario con proyecto; tCO₂e año⁻¹

EA_f = Emisiones anuales en el área de fugas; tCO₂e año⁻¹

12.6.1 Cuantificación de remociones por actividades de restauración

Los proyectos que incluyan la restauración de turberas o humedales degradados deben cuantificar la captura de carbono utilizando la siguiente fórmula:

$$Remociones_{proyecto,año} = A \times R \times \frac{44}{12}$$

Donde:

$Remociones_{proyecto}$ = Remociones atribuibles a las actividades de restauración; tCO₂e ha⁻¹ año⁻¹

A = Área restaurada; ha/año

R = Tasa anual de acumulación de carbono (tC ha⁻¹ año⁻¹), determinada mediante mediciones en campo o literatura científica (por ejemplo, 0.5–2 tC ha⁻¹ año⁻¹ para turberas restauradas, Suplemento de Humedales del IPCC 2013)

$\frac{44}{12}$ = Relación molecular entre CO₂ y C

Las actividades de restauración deberán ser monitoreadas anualmente, incluyendo mediciones de biomasa, carbono del suelo y nivel freático en un mínimo de 5 puntos por hectárea, o lo que determine un plan de muestreo que cumpla con los criterios estadísticos requeridos.

13 Manejo de fugas

El manejo de fugas tiene por objeto identificar, cuantificar y controlar las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) que ocurren fuera de los límites del proyecto y que son atribuibles a sus actividades.

13.1 Identificación de fugas

El titular del proyecto deberá identificar posibles fuentes de fuga vinculadas con:

- (a) Desplazamiento de actividades agropecuarias (ej. agricultura, ganadería) a otras áreas;
- (b) Extracción o uso alternativo de biomasa que hubiera ocurrido en ausencia del proyecto;
- (c) Actividades de transporte o procesamiento fuera de los límites del proyecto.

13.2 Cuantificación de fugas

Cuando existan datos empíricos, las fugas deberán estimarse mediante análisis espacial con sistemas de información geográfica (SIG), percepción remota y verificación en campo. En ausencia de información suficiente, podrá aplicarse un valor por defecto del cinco por ciento (5 %) de las reducciones netas del proyecto, únicamente durante el primer periodo de monitoreo; en los periodos posteriores, este valor deberá ser reemplazado por estimaciones empíricas o estudios específicos, debidamente documentados y verificables.

En todos los casos, la estimación de fugas deberá expresarse en toneladas de CO₂ equivalente por año (tCO₂e/año) y aplicarse como deducción a las reducciones netas de GEI reportadas por el proyecto.

13.3 Monitoreo y reporte de fugas

- (a) El área de fugas deberá monitorearse de manera anual, utilizando herramientas de percepción remota validadas en campo.
- (b) El monitoreo deberá incluir evidencia documental de actividades desplazadas y sus impactos (ej. aumento de áreas agrícolas, intensificación de pastoreo).

- (c) Los resultados deberán presentarse en los informes de monitoreo y verificación, con una descripción de los métodos utilizados y las medidas de mitigación aplicadas.

14 Permanencia y riesgo de reversión

La permanencia se entiende como la capacidad del proyecto de mantener en el tiempo las reducciones y remociones de GEI alcanzadas conforme a los plazos, obligaciones y compromisos que determine el ESTÁNDAR BIOCARBON y su Herramienta de Permanencia y Gestión de Riesgo de Reversión, incluyendo los periodos de cuantificación, monitoreo y, cuando aplique, los compromisos de permanencia posteriores a la emisión.

El horizonte temporal aplicable, los supuestos de reversión, los mecanismos de prevención, la cuantificación del riesgo y la contribución obligatoria a la reserva se determinarán mediante la aplicación obligatoria de dicha herramienta en su versión vigente al momento de la validación o verificación.

En este contexto, el manejo del riesgo de reversión busca reducir y compensar posibles pérdidas de carbono por causas naturales o antrópicas, incluyendo la definición de las medidas de manejo necesarias para garantizar la integridad ambiental del proyecto.

14.1 Análisis de riesgos de reversión

- (a) El titular del proyecto deberá identificar riesgos potenciales en tres dimensiones:
- (b) Ambientales: incendios, sequías, inundaciones, plagas, enfermedades.
- (c) Antrópicos: drenaje de turberas, expansión agrícola o urbana, cambio de políticas de uso del suelo.
- (d) Institucionales y sociales: conflictos de tenencia, falta de gobernanza, incumplimiento de acuerdos comunitarios.

14.2 Plan de gestión de riesgos

El proyecto deberá implementar medidas de prevención y mitigación, como restauración hidrológica, control de incendios, vigilancia comunitaria, acuerdos de uso sostenible y seguros cuando estén disponibles.

El plan deberá actualizarse al menos cada cinco (5) años o cuando cambien significativamente las condiciones ambientales o socioeconómicas del área del proyecto.

14.3 Reserva

Todos los proyectos deberán contribuir a la Reserva de Riesgo de Reversión del ESTÁNDAR BIOCARBON, de acuerdo con la calificación de riesgo asignada por la Herramienta de Permanencia y Gestión de Riesgo de Reversión.

En caso de una reversión verificada, los créditos equivalentes serán retirados automáticamente de la reserva de buffer para mantener la integridad ambiental del programa.

14.4 Monitoreo de permanencia

Los titulares del proyecto deberán incluir indicadores específicos de permanencia en sus planes de monitoreo (ej. estado hidrológico de turberas, frecuencia de incendios, tasas de degradación).

Se requiere un monitoreo quinquenal del riesgo climático con base en proyecciones regionales (ej. modelos CMIP6), integrando medidas de adaptación.

15 Manejo de la incertidumbre

El manejo de la incertidumbre tiene como objetivo garantizar que las estimaciones de emisiones y remociones de GEI sean transparentes, consistentes y conservadoras, de conformidad con las 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories y con los requisitos de integridad de los mercados de carbono.

15.1 Fuentes de incertidumbre a considerar

15.1.1 Datos de actividad

- (a) Mapas de cobertura y degradación (clasificación remota, exactitud, resolución).
- (b) Muestreos de campo (biomasa, suelo, hidrología).

15.1.2 Factores de emisión y de existencias:

- (a) Uso de valores por defecto (Tier 1).
- (b) Factores nacionales (Tier 2).
- (c) Datos propios del proyecto (Tier 3).

15.1.3 Cálculos y modelos

- (a) Aplicación de ecuaciones (alométricas, de oxidación en turberas, etc.).
- (b) Proyecciones de línea base.

15.1.4 Muestreo estadístico

- (a) Diseño de parcelas y error de muestreo.
- (b) Intervalos de confianza reportados.

15.2 Herramienta de incertidumbre de BioCarbon

El proyecto deberá aplicar la Herramienta de Incertidumbre del BioCarbon Standard, la cual establece procedimientos para:

- (a) Cuantificar la incertidumbre asociada a cada parámetro (datos de actividad y factores de emisión);
- (b) Combinar las incertidumbres mediante fórmulas de propagación estadística (suma cuadrática, según IPCC);
- (c) Determinar la incertidumbre total a nivel de proyecto con un intervalo de confianza del 90%;
- (d) Aplicar un ajuste conservador (descuento) en caso de que la incertidumbre total supere el umbral del 20%.

15.3 Requisitos de reporte

Los titulares de proyecto deberán presentar en el Reporte de Monitoreo una sección específica de incertidumbre, indicando:

- (a) Parámetros medidos y supuestos;
- (b) Nivel de Tier utilizado para cada factor;
- (c) Resultados de la aplicación de la Herramienta de Incertidumbre del BioCarbon;
- (d) Ajustes conservadores aplicados, en caso de corresponder.

El OEC verificará que la aplicación de la herramienta sea consistente y que los ajustes aplicados garanticen la integridad ambiental del proyecto.

15.4 Consistencia con inventarios nacionales

Si los datos y parámetros aplicados para estimar la reducción o remoción de emisiones de GEI son consistentes con los factores de emisión, datos de actividad, proyecciones de emisiones de GEI y demás parámetros utilizados para construir el inventario nacional de GEI y el escenario de referencia nacional, entonces no será necesario aplicar los porcentajes definidos para el factor de descuento asociado a la gestión de la incertidumbre.

15.5 Datos específicos para ecosistemas de alta montaña (EAM)

Se sugiere a los titulares de proyectos a desarrollar factores de emisión específicos para ecosistemas de alta montaña (EAM), basados en mediciones en campo y estudios regionales.

Estos factores deberán ser validados por instituciones académicas o científicas independientes y presentados al comité técnico de BioCarbon para su aprobación antes de su aplicación. Se dará prioridad al uso de datos que reflejen las condiciones altitudinales, climáticas y edáficas particulares de los EAM.

15.6 Redondeo conservador

Finalmente, la cantidad neta de Créditos de Carbono Verificados (VCC, por sus siglas en inglés) elegibles para su emisión deberá redondearse hacia abajo al número entero más cercano de toneladas métricas de CO₂ equivalente antes de su emisión.

16 Monitoreo

El plan de monitoreo de los proyectos deberá aplicarse de manera obligatoria en coherencia con la Herramienta de Monitoreo, Reporte y Verificación (MRV) del ESTÁNDAR BIOCARBON, en su versión vigente al momento de la validación o verificación. Esta herramienta establece los procedimientos normativos para la definición de parámetros, periodicidad, responsabilidades, aseguramiento de la calidad (QA/QC), archivo de datos y elaboración del Reporte de Monitoreo. El incumplimiento de esta herramienta implica la inelegibilidad del proyecto para la verificación o emisión de créditos.

Ahora bien, el objetivo del plan de monitoreo es establecer procedimientos estandarizados y verificables para cuantificar de forma precisa, transparente y consistente las reducciones de emisiones de GEI y los aumentos de remociones

atribuibles al proyecto. En consecuencia, el plan de monitoreo deberá generar información suficiente para:

- (a) Verificar el cumplimiento de las reglas metodológicas y del ESTÁNDAR BIOCARBON;
- (b) Asegurar la integridad ambiental conforme a las reglas y procedimientos del ESTÁNDAR BIOCARBON;
- (c) Hacer seguimiento a los cambios en las reservas de carbono en los depósitos seleccionados;
- (d) Verificar las emisiones del proyecto y las fugas.

16.1 Alcance del monitoreo

El plan de monitoreo abarca:

- (a) Área del proyecto: todas las unidades de cobertura vegetal natural y/o humedales elegibles, incluyendo turberas, sujetas a actividades del proyecto;
- (b) Área de referencia: zonas comparables utilizadas como contraste para validar tendencias de cambio en el uso del suelo;
- (c) Área de fugas: zonas fuera del control del titular donde puedan desplazarse las actividades que impulsan cambios de uso del suelo;
- (d) Variables clave: coberturas de la tierra, degradación, biomasa, carbono del suelo, condiciones hidrológicas, agentes de presión y salvaguardas sociales y ambientales.

16.2 Periodicidad y responsabilidades

El monitoreo deberá realizarse como mínimo cada cinco (5) años, coincidiendo con los períodos de verificación. En el caso de parámetros críticos (ej. nivel freático en turberas), la recolección deberá ser anual o continua.

El titular del proyecto será responsable de implementar el plan de monitoreo, con apoyo de entidades técnicas especializadas y garantizando el acceso a los datos para la verificación independiente (OEC acreditado).

16.3 Parámetros a monitorear

Cada período de monitoreo debe ser de máximo 5 años, y deberá comprender lo descrito en las siguientes secciones.

16.3.1 Uso del suelo y degradación

Los parámetros a monitorear, como mínimo, serán los siguientes: superficie por clase de cobertura (natural, degradada, no elegible, otros usos); niveles de severidad de degradación; extensión y conectividad de fragmentación.

El monitoreo de estos parámetros deberá llevarse a cabo mediante análisis multitemporal de imágenes satelitales ($\geq 1:25.000$), integrando sensores ópticos (Sentinel, Landsat, PlanetScope) y radar (SAR).

Deberán incluirse procesos de validación de campo en parcelas permanentes, con exactitud $\geq 80\%$.

En proyectos de conservación o manejo del territorio, el monitoreo podrá fortalecerse mediante la comparación anual con insumos actualizados sobre la degradación, proporcionados por entidades u organismos con capacidades técnicas en observación y análisis espacial. Dichos insumos pueden incluir capas geográficas, imágenes satelitales y reportes de campo, y se recomienda su uso especialmente en áreas donde se presentan procesos dinámicos de fragmentación del paisaje o expansión ganadera.

16.3.2 Biomasa

Los parámetros clave a monitorear incluyen la biomasa aérea y subterránea, que se cuantifican mediante inventarios forestales y de vegetación arbustiva o herbácea establecidos en parcelas permanentes, utilizando ecuaciones alométricas apropiadas para cada especie y condición ecológica. Estos inventarios deberán repetirse en cada período de monitoreo, con una frecuencia mínima de cinco años, garantizando así la consistencia temporal de los datos y la trazabilidad de los resultados expresados en tCO_2e .

16.3.3 Carbono del suelo (COS)

En el caso de los suelos minerales, el muestreo deberá realizarse hasta una profundidad de 30 cm, recolectando y analizando muestras para determinar el contenido de carbono orgánico y la densidad aparente.

Para los suelos orgánicos y turberas, se deberá medir la profundidad de la turba con una intensidad mínima de diez puntos por hectárea, además de analizar la densidad aparente y el carbono orgánico, complementado con el monitoreo del nivel freático mediante piezómetros u otros dispositivos equivalentes, con una frecuencia mensual.

La periodicidad del muestreo será de al menos cada diez años para los suelos minerales, mientras que en los suelos orgánicos el nivel freático deberá monitorearse de forma anual y las reservas de carbono se reevaluarán en cada período de monitoreo.

16.3.4 Condiciones hidrológicas en turberas

El monitoreo hidrológico deberá incluir la medición del nivel de agua, la identificación de patrones de saturación estacional y el registro de la presencia y funcionamiento de drenajes artificiales. Para este fin se instalarán estaciones de monitoreo hidrológico con una densidad mínima de una estación por cada 100 hectáreas del área del proyecto. Las mediciones deberán realizarse de forma mensual o continua cuando se disponga de equipos automáticos, de manera que se asegure la caracterización representativa de las dinámicas hidrológicas del ecosistema y su influencia en la estabilidad del carbono almacenado en suelos y turberas.

16.3.5 Fugas

El monitoreo de fugas deberá considerar los cambios de uso del suelo en el área de fugas, así como el desplazamiento de actividades agrícolas, de pastoreo o de extracción que puedan estar asociados a la implementación del proyecto.

La información será obtenida mediante el análisis anual de imágenes de percepción remota, complementado con verificaciones de campo sistemáticas. Adicionalmente, se aplicarán encuestas comunitarias y consultas locales para identificar posibles desplazamientos de actividades que no sean detectables por medios remotos.

La frecuencia de este monitoreo será anual y los resultados deberán incorporarse en los informes de seguimiento y verificación del proyecto.

16.3.6 Salvaguardas sociales y ambientales

El monitoreo de salvaguardas deberá verificar el cumplimiento de los derechos de las comunidades locales e indígenas, garantizando la aplicación del principio de Consentimiento Libre, Previo e Informado (CLPI), así como la ausencia de impactos negativos significativos sobre la biodiversidad y los servicios ecosistémicos.

Para ello se utilizarán encuestas participativas, la revisión documental de acuerdos y reportes, y la recopilación de información proveniente de los informes sociales y ambientales elaborados durante la implementación del proyecto.

Este monitoreo se llevará a cabo de manera anual y los resultados deberán incluirse en un reporte público accesible a todas las partes interesadas, en concordancia con las salvaguardas del ESTÁNDAR BIOCARBON.

La Tabla 5 resume los principales parámetros a monitorear en los proyectos desarrollados bajo esta metodología, junto con los métodos de medición, la frecuencia de aplicación, los procedimientos de aseguramiento y control de calidad (QA/QC) y las referencias normativas que respaldan cada componente.

Tabla 5. Parámetros y procedimientos de monitoreo

Parámetro	Método de monitoreo	Frecuencia	QA/QC	Referencia
Uso de la tierra y degradación	Análisis multitemporal de imágenes satelitales (Sentinel, Landsat, PlanetScope, SAR) a escala $\geq 1:25.000$; validación en campo en parcelas permanentes	Cada período de monitoreo (≥ 5 años)	Exactitud $\geq 80\%$; matriz de confusión; verificación cruzada en campo	IPCC 2006, Vol. 4 AFOLU; BioCarbon Metodología Alta Montaña
Severidad de degradación	Clasificación por niveles (leve, moderada, severa) mediante índices espectrales (NDVI, NBR, SAR) validados en campo	Cada período de monitoreo (≥ 5 años)	QA/QC de clasificación supervisada; validación de campo	IPCC 2006; IPCC 2019 Refinement
Biomasa aérea y subterránea	Inventarios de vegetación en parcelas permanentes; ecuaciones alométricas validadas	Cada período de monitoreo (≥ 5 años)	Protocolos de campo estandarizados; análisis de error de muestreo	IPCC 2006, Vol. 4; VCS AFOLU

Parámetro	Método de monitoreo	Frecuencia	QA/QC	Referencia
Carbono en suelos minerales	Muestreo 0–30 cm; análisis de carbono orgánico y densidad aparente en laboratorio	Cada 10 años	Procedimientos de laboratorio acreditados; control estadístico de muestras	IPCC 2006, Cap. 2; 2019 Refinement
Turberas y suelos orgánicos	Medición de profundidad (≥ 10 puntos/ha); análisis de carbono orgánico y densidad aparente; monitoreo de nivel freático	Profundidad y reservas: cada período de monitoreo; nivel freático: mensual	Validación en laboratorio; monitoreo hidrológico con mínimo 1 estación/100 ha	IPCC 2013 Wetlands Supplement; 2019 Refinement
Condiciones hidrológicas	Medición de nivel de agua en estaciones hidrológicas representativas	Mensual	Calibración de sensores; mantenimiento de estaciones	IPCC 2013 Wetlands Supplement
Fugas	Monitoreo remoto anual del área de fugas; validación en campo; encuestas comunitarias	Anual	Revisión por OEC; evidencia de actividades desplazadas	ICVCM CCPs; BioCarbon Estándar
Salvaguardas sociales y ambientales	Encuestas participativas; revisión de documentación; reportes sociales y ambientales	Anual	Declaración de cumplimiento CLPI; verificación independiente	ICVCM CCPs; Art. 6 PA; CORSIA

Estos parámetros han sido definidos conforme a las Directrices del IPCC (2006 y 2019), el Suplemento de Humedales (2013), así como a las disposiciones específicas del ESTÁNDAR BIOCARBON para ecosistemas de alta montaña. La aplicación de estos lineamientos busca garantizar la trazabilidad, la consistencia técnica y la verificabilidad independiente de los resultados reportados, asegurando la integridad ambiental y social de las reducciones y remociones certificadas.

La aplicación de la Herramienta de Monitoreo, Reporte y Verificación (MRV) del ESTÁNDAR BIOCARBON es obligatoria para todos los proyectos, y el OEC verificará su cumplimiento en cada proceso de validación y verificación.

16.3.7 Procedimientos de control de calidad (QA/QC)

Todos los datos generados por el proyecto deberán someterse a controles de calidad estadísticos, incluyendo pruebas de consistencia, verificación cruzada de parcelas y validación de las imágenes satelitales mediante el uso de matrices de confusión.

Los factores de emisión y las existencias de carbono aplicados en la cuantificación deberán documentarse indicando de manera explícita el nivel metodológico utilizado (Tier 1, 2 o 3) y la fuente correspondiente, de conformidad con las Directrices del IPCC.

Los resultados finales deberán expresarse con intervalos de incertidumbre que garanticen, como mínimo, un nivel de confianza del noventa por ciento (90 %), aplicando los ajustes conservadores previstos en la Herramienta de Manejo de Incertidumbre del ESTÁNDAR BIOCARBON cuando corresponda.

16.3.8 Registro y archivo de datos

El titular del proyecto deberá archivar toda la información de monitoreo (datos brutos, procesados, informes técnicos, imágenes satelitales) durante al menos 15 años después del último período de cuantificación.

Toda esta información deberá mantenerse organizada y estar disponible en todo momento para auditorías, verificaciones y revisiones independientes, garantizando la trazabilidad y la transparencia de los resultados reportados.

16.3.9 Reportes de Monitoreo

Cada período de monitoreo culminará con un Reporte de Monitoreo, preparado por el titular del proyecto y validado por el OEC, que deberá incluir como mínimo:

- (a) Descripción del área del proyecto, área de referencia y área de fugas;
- (b) Metodología aplicada en cada parámetro;
- (c) Datos recolectados y resultados procesados;

- (d) Estimación de emisiones y remociones netas;
- (e) Evaluación de fugas;
- (f) Evaluación de incertidumbre;
- (g) Salvaguardas sociales y ambientales.

Toda esta información deberá mantenerse organizada y sistematizada en formatos accesibles, respaldada en medios físicos y digitales, y estar disponible en todo momento para auditorías, verificaciones y revisiones independientes.

La gestión documental deberá asegurar la trazabilidad de los datos desde su recolección en campo hasta su procesamiento y reporte final, de manera que se garantice la transparencia, la reproducibilidad de los resultados y la confianza en la integridad ambiental de las reducciones y remociones de GEI reportadas.

El Informe de Monitoreo será de acceso público, salvo información confidencial justificada, y será revisado por el OEC para emitir el Informe de Verificación (VVR).

17 Referencias

- Berdanier, A. B. (2010). Global Treeline Position. *Nature Education Knowledge* 3(10):11. <https://www.nature.com/scitable/knowledge/library/global-treeline-position-15897370/>
- BioCarbon Standard. (2025). BCR STANDARD. In *BioCarbon Standard*. https://biocarbonstandard.com/es_es/estandar-bcr/
- European Topic Centre on Urban, land and soil systems; (2019). *Updated CLC illustrated nomenclature guidelines*.
- FAO. (2015). Bosques y montañas. In *La FAO y la agenda de desarrollo POST-2015 y ODS Alimentar a las personas, nutrir al planeta*. https://www.fao.org/fileadmin/user_upload/post-2015/14_themes_Issue_Papers/SP/14_themes_december_2014/10._montanas_es-1.pdf
- FAO. (2019). *Procedimiento operativo estándar para el análisis de carbono orgánico del suelo* (p. 3). <https://openknowledge.fao.org/server/api/core/bitstreams/3e255ffi-5a67-4d60-af9d-a3a37cb16a1f/content>
- FAO. (2025). *Las turberas | REDD+ Reducción de las emisiones derivadas de la deforestación y la degradación de los bosques | Organización de las Naciones Unidas para la*

Alimentación y la Agricultura. Fao.org. <https://www.fao.org/redd/areas-of-work/las-turberas/es/>

IPCC. (2003). *Good Practice Guidance for Land Use, Land-Use Change and Forestry.* Institute for Global Environmental Strategies (IGES). https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/03/GPG_LULUCF_FULLEN.pdf

IPCC. (2006a). CAPITULO 4 TIERRAS FORESTALES. In *Directrices del IPCC de 2006 para los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero* (p. 4.87). IPCC. https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/spanish/pdf/4_Volume4/V4_04_Ch4_Forest_Land.pdf

IPCC. (2006b). *Directrices del IPCC de 2006 para los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero.* 4, 8.12. <https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/spanish/index.html>

IPCC. (2006c). HUMEDALES. In *Directrices del IPCC de 2006 para los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero.* https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/spanish/pdf/4_Volume4/V4_07_Ch7_Wetlands.pdf

IPCC. (2006d). REPRESENTACIÓN COHERENTE DE LAS TIERRAS. In *Directrices del IPCC de 2006 para los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero* (p. 3.7). https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/spanish/pdf/4_Volume4/V4_03_Ch3_Representation.pdf

IPCC. (2013). *2013 Supplement to the 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories Glossary* (p. G.3). https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/wetlands/pdf/Wetlands_separate_files/WS_Glossary.pdf

IPCC. (2014). *2013 supplement to the 2006 IPCC guidelines for national greenhouse gas inventories: wetlands.* Ipcc, Intergovernmental Panel On Climate Change, Cop. <https://www.ipcc.ch/publication/2013-supplement-to-the-2006-ipcc-guidelines-for-national-greenhouse-gas-inventories-wetlands/>

Jobbagy, E. G., & Jackson, R. B. (2000). The Vertical Distribution of Soil Organic Carbon and Its Relation to Climate and Vegetation. *Ecological Applications*, 10(2), 423-436. <https://doi.org/10.2307/2641104>

Junk, W., Bayley, P. B., & Sparks, R. E. (1989). The Flood Pulse Concept in River-Floodplain Systems.). *Canadian Special Publication of Fisheries and Aquatic Sciences* 106, 110-127.

https://www.researchgate.net/publication/256981220_The_Flood_Pulse_Concept_in_River-Floodplain_Systems

Luisa Fernanda Ricaurte, Patino, J. E., Fernando, D., Juan Carlos Arias-G, Acevedo, O., Aponte, C., Medina, R., González, M., Rojas, S., Florez, C., Estupiñán-Suárez, L. M., Jaramillo, Ú., Santos, A., Lasso, C. A., Duque, A., Santiago Restrepo Calle, Jaime Ignacio Vélez, Caballero, H., Duque, S. R., & Núñez-Avellaneda, M. (2019). A Classification System for Colombian Wetlands: an Essential Step Forward in Open Environmental Policy-Making. *Wetlands*, 39(5), 971–990. <https://doi.org/10.1007/s13157-019-01149-8>

Martial Bernoux, Maria, Volkoff, B., & Carlos Clemente Cerri. (2002). Brazil's Soil Carbon Stocks. *Soil Science Society of America Journal*, 66(3), 888–896. <https://doi.org/10.2136/sssaj2002.8880>

Naciones Unidas. (2001). INFORME DE LA CONFERENCIA DE LAS PARTES SOBRE SU SÉPTIMO PERÍODO DE SESIONES, CELEBRADO EN MARRAKECH DEL 29 DE OCTUBRE AL 10 DE NOVIEMBRE DE 2001. In <https://unfccc.int/resource/docs/spanish/cop7/cp713a03s.pdf>.

Naciones Unidas. (2009). *UNFCCC/CCNUCC CDM -Executive Board EB 50 Report Annex 23 Annex 23 GUIDELINES ON CONSERVATIVE CHOICE AND APPLICATION OF DEFAULT DATA IN ESTIMATION OF THE NET ANTHROPOGENIC GHG REMOVALS BY SINKS (Version 02)*. https://cdm.unfccc.int/Reference/Guidclarif/ar/methAR_guid26.pdf

Naciones Unidas. (2015a). Módulo 3 IMPULSORES DE LA DEFORESTACIÓN Y LA DEGRADACIÓN FORESTAL. In *ACADEMIA REDD+ REDUCCIÓN DE EMISIONES DE CARBONO CAUSADAS POR LA DEFORESTACIÓN Y LA DEGRADACIÓN DE LOS BOSQUES*. https://www.un-redd.org/sites/default/files/2021-10/UN-REDD%20ACADEMY%203_ES_Low%20ores.pdf

Naciones Unidas. (2015b). *Resolución aprobada por la Asamblea General el 25 de septiembre de 2015. Transformar nuestro mundo: la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible, Objetivo 15, 15.4. A/res/70/1* (pp. 28–40). https://unctad.org/system/files/official-document/ares70d1_es.pdf

Naciones Unidas. (2016). *COP22 Marrakech*. <https://unfccc.int/event/cop-22>

Puyravaud, J.-P. (2003). Standardizing the calculation of the annual rate of deforestation. *Forest Ecology and Management*, 177(1-3), 593–596. [https://doi.org/10.1016/s0378-1127\(02\)00335-3](https://doi.org/10.1016/s0378-1127(02)00335-3)

- Ramsar. (2015). *Convention on Wetlands, Keep Peatlands wet for a better future* (p. Fact sheet 8.1). Ramsar.org. https://www.ramsar.org/sites/default/files/documents/library/fs_8_peatlands_en_v5.pdf
- Ramsar. (2018). *13ª Reunión de la Conferencia de las Partes Contratantes en la Convención de Ramsar sobre los Humedales* (p. 4). https://www.ramsar.org/sites/default/files/documents/library/xiii.12_identifying_peatlands_ramsar_sites_s.pdf
- Ramsar. (1997). *Convención Relativa a los Humedales de Importancia Internacional Especialmente como Hábitat de Aves Acuáticas* (Vol. 1, p. 1). https://www.ramsar.org/sites/default/files/documents/library/current_convention_s.pdf
- Sarmiento, C., Osejo, A., & Ungar, P. (2017). *Biodiversidad en la práctica documento de trabajo del instituto humboldt* (Vol. 2). INSTITUTO DE INVESTIGACIÓN DE RECURSOS BIOLÓGICOS ALEXANDERVON HUMBOLDT. <https://revistas.humboldt.org.co/index.php/BEP/issue/view/53/26>
- SER. (2025). *Society for Ecological Restoration*. Wwww.ser.org. <https://www.ser.org/>
- USDA. (2014). *Claves para la Taxonomía de Suelos* (12th ed.). Servicio de Conservación de Recursos Naturales. <https://www.nrcs.usda.gov/sites/default/files/2022-10/Spanish-Keys-to-Soil-Taxonomy.pdf>

Historial del documento

Tipo de documento

Documento Metodológico Sector AFOLU

Versión	Fecha	Naturaleza de la revisión
Versión para consulta pública	25 de junio de 2020	Documento sometido a consulta pública
Versión 1.0	13 de agosto de 2020	Documento ajustado después de consulta pública
Versión 1.1	3 de marzo de 2021	Versión ajustada Cambios editoriales Notación en algunas ecuaciones
Versión 2.0	13 de junio de 2022	Versión ajustada Cambio de nombre a: Actividades que evitan el cambio de uso de la tierra y mejoran las prácticas de manejo de turberas y otros humedales, en ecosistemas de alta montaña. Inclusión de apartes para la cuantificación de cambios en las existencias de carbono en turberas y humedales en alta montaña Sección salvaguardas REDD+ eliminada Impulsores que generan cambios en el uso de la tierra Algunas consideraciones adicionales sobre el manejo de la incertidumbre Definiciones Cambios en algunas notaciones en las ecuaciones Cambios editoriales
Versión 3.0	31 de agosto de 2022	Versión ajustada Fuentes de GEI Escala requerida para el análisis multitemporal de usos de la tierra Identificación humedales Estimación de COS Ajustes editoriales menores

<p>Consulta pública de la Versión 4.0</p>	<p>9 de septiembre de 2025</p>	<p>Versión ajustada</p> <p>Cambio del título a: Actividades que evitan el cambio de uso del suelo y mejoran las prácticas de manejo de turberas y otros humedales, en ecosistemas de alta montaña.</p> <p>Ampliación y reorganización del alcance, incluyendo actividades de conservación, restauración y manejo mejorado.</p> <p>Inclusión obligatoria de las herramientas del Estándar BioCarbon (línea base y adicionalidad, MRV, permanencia, fugas, incertidumbre, ADC, ODS).</p> <p>Fortalecimiento de las secciones de condiciones de aplicabilidad y exclusiones.</p> <p>Definiciones actualizadas y ampliadas (ej. degradación, suelos orgánicos, turberas, permanencia).</p> <p>Inclusión de nuevos apartados: plan de muestreo, degradación persistente y severidad, emisiones CH₄ y N₂O, cuantificación de remociones por restauración, manejo de fugas, permanencia y riesgo de reversión.</p> <p>Sección de monitoreo ampliada, incluyendo parámetros hidrológicos, sociales y ambientales.</p> <p>Referencias normativas actualizadas (IPCC 2019 Refinement, CORSIA, Art. 6 PA).</p> <p>Ajustes editoriales y de consistencia normativa.</p>
---	--------------------------------	---