



DOCUMENTO METODOLÓGICO SECTOR AFOLU

BCR0001 Cuantificación de las
Remociones de GEI

**ACTIVIDADES DE FORESTACIÓN,
REFORESTACIÓN Y REVEGETALIZACIÓN**

BIOCARBON CERT[®]

VERSIÓN 4.0 | 9 de febrero de 2024



© 2024 BIOCARBON CERT®. Todos los derechos reservados. Prohibida su reproducción total o parcial sin autorización expresa de BIOCARBON CERT.

BIOCARBON CERT®. 2024. DOCUMENTO METODOLÓGICO. SECTOR AFOLU. BCR0001
Cuantificación de las Remociones de GEI. Actividades de forestación, reforestación y
revegetalización. Versión 4.0. 9 de febrero de 2024. Bogotá, Colombia. 56 p.
<http://www.biocarbonstandard.com>

Tabla de contenido

1	Introducción	8
2	Objetivo	8
3	Fuente	9
4	Versión y vigencia	9
5	Alcance	9
6	Condiciones de aplicabilidad	9
7	Referencias normativas	10
8	Términos y definiciones	11
9	Reservorios y fuentes de GEI.....	17
9.1	Reservorios de GEI.....	17
9.2	Fuentes de GEI	18
10	Áreas elegibles para proyectos ARR.....	19
10.1	Requerimientos de la información geográfica para el análisis de elegibilidad	20
11	Adición de áreas con posterioridad a la validación.....	20
12	Identificación del escenario de línea base y adicionalidad	21
13	Selección conservadora de los valores por defecto	21
14	Estratificación	22
15	Manejo de la incertidumbre.....	22
15.1	Diferencia entre dos estimaciones de las reservas de carbono	24
15.2	Estimación directa del cambio mediante una nueva medición de las parcelas de muestreo	25
16	Remoción de GEI por los sumideros.....	27
16.1	Remociones de GEI por los sumideros en el escenario de línea base.....	27
16.2	Remociones de GEI por los sumideros	29
16.2.1	Árboles y arbustos.....	30

16.2.2	Madera muerta y hojarasca	32
16.2.3	Carbono orgánico del suelo (COS)	36
16.3	Fugas.....	43
16.4	Remociones netas de GEI por los sumideros.....	44
17	Plan de monitoreo	45
17.1	Monitoreo de los límites del proyecto	46
17.2	Monitoreo de la ejecución de las actividades de proyecto	46
17.3	Monitoreo del manejo de los cultivos y el crecimiento en biomasa.....	47
17.3.1	Estratificación y diseño del muestreo en campo	48
17.3.1.1	Estratificación	48
17.3.1.2	Parcelas de muestreo	48
17.3.1.3	Tamaño de las parcelas o unidades de muestreo	48
17.3.1.4	Tamaño de la muestra	48
17.3.1.5	Cálculo del número de parcelas.....	50
17.3.1.6	Localización de las parcelas en campo.....	51
17.3.1.7	Frecuencia de monitoreo	51
17.3.1.8	Medición y estimación de los cambios en los contenidos de carbono.....	51
17.4	Monitoreo de la cuantificación de las remociones del proyecto	52
17.5	Procedimientos de control y aseguramiento de la calidad de la información	53
17.5.1	Verificación de los datos de campo	53
17.5.2	Revisión del procesamiento de la información.....	54
17.5.3	Registro y sistema de archivo de los datos.....	54

Listado de tablas

Tabla 1. Selección de los reservorios de GEI	18
Tabla 2. Fuentes de emisión y GEI seleccionados	18
Tabla 3. Descuentos por calidad y aplicabilidad de modelos de estimación de GEI	23
Tabla 4. Factores de descuento por incertidumbre.....	27
Tabla 5. Parámetros madera muerta y hojarasca	32
Tabla 6. Valores por defecto usados para la estimación del carbono en madera muerta y hojarasca ...	34
Tabla 7. Referencia por defecto (en caso de vegetación natural) de existencias de C orgánico (COS_{REF}) para suelos minerales ($tC\ ha^{-1}$ entre 0 y 30 cm de profundidad).....	38
Tabla 8. Factores por defecto para cambios relativos en las reservas de C orgánico, por actividades de manejo sobre cultivos (neto efectivo durante un periodo de 20 años)	39
Tabla 9. Factores para cambios relativos en las reservas de C orgánico, por diferentes niveles de insumos sobre cultivos (neto efectivo durante un periodo de 20 años)	41
Tabla 10. Factores relativos para cambios en las reservas de C orgánico (fLU , fMG y fIN) en pastos manejados (neto efectivo durante un periodo de 20 años)	42
Tabla 11. Variables para monitorear establecimiento de los cultivos.....	46
Tabla 12. Parámetros determinados por la herramienta, para el muestreo.....	50

Siglas y acrónimos

AFOLU	Agricultura, Silvicultura y Otros Usos del Suelo
ARR	Forestación, Reforestación y Revegetalización (Forestation, Reforestation and Revegetation)
AR-ACM	Metodología consolidada MDL para proyectos de forestación y reforestación
CH ₄	Metano
CLC	CORINE Land Cover
COS	Carbono orgánico del suelo
CCV	Créditos de Carbono Verificados
CMNUCC	Convención Marco de Naciones Unidas sobre Cambio Climático
CO ₂	Dióxido de carbono
FAO	Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura
GEI	Gases de Efecto Invernadero
IPCC	Panel Intergubernamental de Expertos sobre Cambio Climático (Intergovernmental Panel on Climate Change)
MDL	Mecanismo de Desarrollo Limpio (Clean Development Mechanism)
N ₂ O	Óxido Nitroso

1 Introducción

Esta metodología provee a los titulares de proyectos de GEI, en el sector AFOLU, las buenas prácticas relacionadas con los procedimientos, ecuaciones, parámetros y datos para cuantificar las remociones de GEI, atribuibles a las actividades de proyecto.

La metodología contempla restricciones en cuanto a la alteración de los suelos orgánicos y algunas prácticas de uso del suelo que determinan cambios en las reservas de carbono, dependiendo tanto de las acciones de manejo como de las condiciones climáticas o tipos de suelo en las que se encuentran las áreas del proyecto.

Los titulares de los proyectos de GEI que aplican esta metodología pueden optar por excluir o incluir la cuantificación de algunos de los reservorios de GEI considerados en las actividades relacionadas con forestación, reforestación y revegetalización.

La metodología determina los aspectos relacionados con la identificación del escenario de línea base, las consideraciones de adicionalidad, la estratificación, la remoción de GEI (incluyendo fugas) y el plan de monitoreo, teniendo en cuenta procedimientos de control y aseguramiento de la calidad.

Con lo descrito en este documento, los titulares de los proyectos de GEI, que llevan a cabo actividades ARR, cuentan con una orientación completa y detallada para estimar las remociones de GEI.

2 Objetivo

El objetivo de este documento metodológico (en adelante esta Metodología) es brindar:

- (a) las condiciones de aplicabilidad de la metodología;
- (b) los requerimientos para identificar las áreas elegibles, en los límites geográficos del proyecto;
- (c) los requisitos para la identificación del escenario de línea base y para demostrar adicionalidad;
- (d) las condiciones y métodos relacionados con el manejo de la incertidumbre;
- (e) las consideraciones requeridas, para el manejo de fugas;
- (f) los requisitos para la cuantificación de las remociones de GEI, atribuibles a las actividades de proyecto;

- (g) los requisitos para el monitoreo y seguimiento de las actividades de proyecto, y de los resultados de mitigación;
- (h) los procedimientos de control y aseguramiento de la calidad de la información.

3 Fuente

El presente documento metodológico está basado¹ en la metodología MDL²: “AR-ACM0003. *A/R Large-scale Consolidated Methodology. Afforestation and reforestation of lands except wetlands. Version 02.0 AR*”, en las herramientas consideradas en dicha metodología, así como en otras herramientas del MDL, aplicables a proyectos en el sector AFOLU.

4 Versión y vigencia

Este documento constituye la Versión 4.0. 9 de febrero de 2024.

La presente versión podrá ser actualizada periódicamente y los usuarios previstos deberán asegurarse de emplear la versión más reciente del documento.

5 Alcance

Esta metodología constituye una metodología de: línea base, cuantificación de las remociones y el monitoreo de las actividades del proyecto y de los resultados de mitigación.

Esta Metodología se limita a las siguientes actividades de proyecto:

- (a) forestación, reforestación y revegetalización;
- (b) restauración, rehabilitación y recuperación.

Esta metodología debe ser empleada por los titulares de los proyectos de GEI, para certificarse y registrarse con el ESTÁNDAR BCR.

6 Condiciones de aplicabilidad

Esta Metodología es aplicable bajo las siguientes condiciones:

¹ Aunque el presente documento no corresponde a una traducción idéntica del inglés de la metodología AR-ACM0003, contempla los elementos fundamentales que la constituyen.

² Aprobada por la Junta Ejecutiva del Mecanismo de Desarrollo Limpio de la Convención Marco de Naciones Unidas sobre Cambio Climático

³ Metodología disponible en: <https://cdm.unfccc.int/methodologies/DB/C9QS5G3CS8FW04MYXXDFOQDPXWM4OE>

- (a) Las áreas, en los límites geográficos del proyecto, no corresponden a la categoría de bosque (de acuerdo con la definición nacional adoptada por el país en el que se propone la actividad de proyecto), ni a coberturas vegetales naturales diferentes a bosque, al inicio de las actividades del proyecto ni cinco años antes de la fecha de inicio del proyecto⁴;
- (b) Las actividades del proyecto no generan transformación de ecosistemas naturales;
- (c) Las áreas en los límites geográficos del proyecto no corresponden a la categoría de humedales⁵;
- (d) Las áreas en los límites geográficos del proyecto no contienen suelos orgánicos⁶;
- (e) Es posible que las reservas de carbono en la materia orgánica del suelo, la hojarasca y la madera muerta disminuyan, o permanezcan estables, en ausencia de las actividades del proyecto, es decir, en relación con el escenario de línea base;
- (f) No se emplea riego por inundación;
- (g) Las actividades de proyecto no incluyen la siembra y/o manejo de especies reportadas como invasoras⁷;
- (h) Los efectos del drenaje son insignificantes, por lo que se pueden omitir las emisiones de GEI, diferentes a CO₂;
- (i) Las alteraciones del suelo, debidas a las actividades del proyecto, si las hay, se realizan de acuerdo con prácticas adecuadas de conservación del suelo y no se repiten en menos de 20 años.

7 Referencias normativas

Las siguientes referencias son indispensables para la aplicación de esta Metodología:

- (a) El ESTÁNDAR BCR, en su versión más reciente;
- (b) Directrices del IPCC 2003, 2006 y 2019 para los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero. Volumen 4. Agricultura, silvicultura y otros usos de la tierra;

⁴ Excepto para los casos en los que las actividades en el proyecto corresponden a restauración, rehabilitación y recuperación.

⁵ Según el Convenio RAMSAR (Artículo 1) "son humedales las extensiones de marismas, pantanos y turberas, o superficies cubiertas de aguas, sean éstas de régimen natural o artificial, permanentes o temporales, estancadas o corrientes, dulces, salobres o saladas, incluidas las extensiones de agua marina cuya profundidad en marea baja no exceda de seis metros" (RAMSAR, 1971). En: https://ramsar.org/documents?field_quick_search=2550

⁶ Según la definición de FAO (adoptada por IPCC), los suelos orgánicos son suelos con contenidos de carbono orgánico igual o mayor que 12%.

⁷ <https://www.gisp.org/>

- (c) La legislación nacional vigente, relacionada con actividades forestales, cultivos permanentes arbóreos y proyectos de GEI, o aquella que la modifique o actualice;
- (d) Las directrices, otras orientaciones y/o guías que defina BIOCARBON CERT[®], en el ámbito de los proyectos en el sector AFOLU.

8 Términos y definiciones

Actividades de forestación, reforestación y revegetalización (ARR)

Son acciones de mitigación de GEI, en el sector AFOLU, basadas en actividades agrícolas y forestales. Estas pueden incluir: sistemas silvopastoriles (pastos y árboles plantados), sistemas agroforestales (cultivos agroforestales), plantaciones comerciales (plantaciones forestales), y otras herramientas de manejo del paisaje, así como cultivos de palma de aceite y otros cultivos, siempre y cuando se desarrollen en áreas diferentes a bosque natural o coberturas vegetales naturales diferentes a bosque⁸.

Las actividades ARR también pueden incluir acciones conducentes a la restauración de ecosistemas degradados, tales como: (a) restauración ecológica, (b) rehabilitación ecológica y, (c) recuperación ecológica.

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.

⁸ Los nombres en paréntesis corresponden a las definiciones contenidas en CORINE Land Cover.

Áreas elegibles

Áreas que cumplen con la condición de ausencia de bosque o cobertura natural diferente a bosque, en las fechas de referencia establecidas por el Estándar BCR.

Es decir, las áreas en los límites geográficos del proyecto no corresponden a la categoría de bosque o cobertura natural diferente a bosque⁹, ni al inicio de las actividades del proyecto, ni cinco años antes de la fecha de inicio del proyecto.

Para las áreas en las cuales se propongan actividades de restauración ecológica, rehabilitación ecológica y recuperación ecológica, las áreas elegibles deben determinarse mediante el análisis de uso del suelo, para las mismas fechas de referencia. Sin embargo, estas no deben demostrar, necesariamente, el cumplimiento de la definición de bosque.

Si desde la validación se incluye el análisis de elegibilidad en el total de los límites del proyecto, el titular del proyecto de GEI debe demostrar la elegibilidad cinco años antes y a la fecha de inicio de las actividades del proyecto.

En el caso de que se incluyan posteriormente áreas, que no fueron incluidas en el análisis inicial (en validación), para demostrar la elegibilidad de las áreas en los límites del proyecto, deben identificarse las coberturas de la tierra, en todas y cada una de las fechas en las cuales se establecen las actividades ARR.

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.¹⁰

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.

⁹ De acuerdo con las definiciones nacionales de bosque y de las coberturas vegetales naturales diferentes a bosque

¹⁰ UNFCCC. Acuerdo de Marruecos. Disponible en <https://unfccc.int/sites/default/files/resource/docs/spanish/cop7/cp713a01s.pdf>. El titular del proyecto de GEI debe usar la definición que aplique en su país.

Coberturas vegetales naturales, diferentes a bosque

Comprende un grupo de coberturas vegetales de tipo natural y producto de la sucesión natural, cuyo hábito de crecimiento es arbustivo y herbáceo, desarrolladas sobre diferentes sustratos y pisos altitudinales, con poca o ninguna intervención antrópica. De acuerdo con CORINE Land Cover, en esta clase se incluyen otros tipos de cobertura tales como las áreas cubiertas por vegetación principalmente arbustiva con dosel irregular y presencia de arbustos, palmas, enredaderas y vegetación de bajo porte.

Cultivos agroforestales

Zonas ocupadas por arreglos o combinaciones de cultivos de diferentes especies, con otros de hábitos herbáceos, arbustivos y arbóreos, donde la característica principal de la cobertura es que el aumento en el detalle no implica la subdivisión en unidades puras, porque éstas se encuentran combinadas en la misma área, alternadas por surcos o hileras de árboles con cultivos o de árboles con pastos.

Cultivo de palma de aceite

Cobertura compuesta por cultivo de palma de aceite (*Elaeis* spp), planta perenne de tronco solitario y hojas pinnadas perteneciente a la familia Arecaceae, que puede alcanzar alturas de hasta 12 m.

Cultivos y árboles plantados

Cobertura ocupada por arreglos espaciales donde se combinan cultivos con plantaciones arbóreas destinadas a todo tipo de producción (madera, leña, frutales, resinas, etc.); donde la característica principal de la cobertura es que el aumento en el detalle no implica la subdivisión en unidades puras, porque éstas se encuentran combinadas en la misma área, alternadas por surcos o hileras de árboles con cultivos.

Desnitrificación

Es la transformación biológica del nitrato en gas nitrógeno, óxido nítrico y óxido nitroso. La desnitrificación puede darse por dos vías: la de reducción diferenciada del nitrato en condiciones anóxicas. Bajo condiciones aeróbicas, la desnitrificación sigue la vía asimilativa o de acumulación de nitrógeno en la biomasa.

Fecha de inicio del proyecto

La fecha de inicio de los proyectos de GEI es la fecha en la cual comienzan las actividades que se traducirán en reducciones de emisiones y/o remociones efectivas de GEI. Para las actividades de remoción de GEI, esta fecha de inicio corresponde a la fecha en la cual

comienza la preparación del sitio, el establecimiento del cultivo, el inicio de las actividades de restauración u otras acciones relacionadas con el comienzo de las actividades del proyecto.

NOTA: La evidencia documental puede incluir contratos de prestación de servicios relacionados con el establecimiento de las actividades forestales y/o cultivos, facturas de compra de material vegetal, registro en planillas de ejecución de actividades, contratación de mano de obra, entre otros.

Fracción de carbono

Toneladas de carbono por tonelada de biomasa seca.

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 del ámbito del proyecto, y que es mensurable y atribuible a la actividad de proyecto.

Herramientas de manejo del paisaje

Las herramientas de manejo del paisaje son elementos del paisaje que constituyen o mejoran el hábitat, incrementan la conectividad funcional o cumplen simultáneamente con estas funciones para la biodiversidad nativa. Las herramientas de manejo del paisaje pueden incluir corredores biológicos y de conservación y cercas vivas.

Los corredores (biológicos y de conservación) constituyen herramientas de manejo del paisaje que favorecen el movimiento y el intercambio genético entre poblaciones locales aisladas espacialmente, por efectos de la fragmentación y pérdida de hábitat. Pueden constituirse siguiendo rutas naturales de dispersión y migración, como cursos de agua, o ser constituidos mediante estrategias de restauración sobre zonas abiertas. Los corredores biológicos pueden ser remanentes cuando se conserva la conexión entre parches de bosque o, restaurados cuando son nuevamente establecidos.

Las cercas vivas son una herramienta clave para incrementar la conectividad estructural, el aprovisionamiento de recursos y la disminución de costos de mantenimiento de cercas. Con las cercas vivas se busca generar las mayores y más eficientes conexiones posibles de los fragmentos de bosque, como en áreas fuertemente limitadas, sin alterar a gran escala las actividades productivas existentes. Las cercas vivas disminuyen la presión sobre los bosques al disminuir la demanda de maderas finas.

Humedales

Según el Convenio RAMSAR (Artículo 1) "son humedales las extensiones de marismas, pantanos y turberas, o superficies cubiertas de aguas, sean éstas de régimen natural o artificial, permanentes o temporales, estancadas o corrientes, dulces, salobres o saladas, incluidas las extensiones de agua marina cuya profundidad en marea baja no exceda de seis metros" (RAMSAR, 1971).¹¹.

El IPCC define los humedales así: *"Esta categoría incluye las zonas de extracción de turba y la tierra que está cubierta o saturada de agua durante todo el año o durante parte de éste (por ejemplo, las turberas) y que no está dentro de las categorías de tierras forestales, tierras de cultivo, pastizal o asentamientos. Incluye los reservorios como subdivisión gestionada y los ríos naturales y los lagos como subdivisiones no gestionadas"*¹².

Línea base o Escenario de referencia

La línea base o escenario de referencia es el escenario que razonablemente representa la suma de las variaciones en las reservas de carbono, incluidas en los límites del proyecto, que ocurrirían en ausencia de las actividades del proyecto.

Pastos y árboles plantados

Cobertura ocupada por arreglos espaciales donde se combinan pastos destinados a ganadería con plantaciones arbóreas destinadas a todo tipo de producción (madera, leña, frutales, resinas, etc.), frecuentemente llamados silvopastoriles; la característica principal de esta cobertura radica en que el aumento en el detalle no implica la subdivisión en unidades puras, porque éstas se encuentran combinadas en la misma área, alternadas por surcos o hileras de árboles con pastos.

Plantación forestal

Son coberturas constituidas por plantaciones de vegetación arbórea, realizada por la intervención directa del hombre con fines de manejo forestal. En este proceso se constituyen rodales forestales, establecidos mediante la plantación y/o la siembra durante el proceso de forestación o reforestación, para la producción de madera (plantaciones comerciales) o de bienes y servicios ambientales (plantaciones protectoras).

¹¹ En: https://ramsar.org/documents?field_quick_search=2550

¹² https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/spanish/pdf/4_Volume4/V4_03_Ch3_Representation.pdf

Permanencia

Es la condición resultante de las actividades del proyecto por la cual el sistema implantado dentro de los límites de éste se extiende de manera continua y a lo largo del tiempo la función de remover GEI de la atmósfera.

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

De acuerdo con la Sociedad para la Restauración Ecológica (SER), la restauración ecológica es el proceso de ayudar a la recuperación de un ecosistema que ha sido degradado, dañado o destruido.¹³

Suelos orgánicos

Según la definición de FAO (adoptada por IPCC)¹⁴, los suelos orgánicos son suelos con contenidos de carbono orgánico igual o mayor que 12%. Los suelos orgánicos (p. ej. turba y estiércol) tienen, como mínimo, entre un 12 y un 20 por ciento de materia orgánica por masa

¹³ <https://www.ser.org/>

¹⁴ Hiraishi, Takahiko, et al. "2013 supplement to the 2006 IPCC guidelines for national greenhouse gas inventories: Wetlands." *IPCC, Switzerland* (2014).

y se desarrollan bajo condiciones de mal drenaje en humedales. Los suelos orgánicos son identificados a partir de los criterios 1 y 2 o 1 y 3 presentados a continuación:

1. Espesor del horizonte orgánico mayor o igual a 10 cm. Un horizonte de menos de 20 cm debe tener 12% o más de carbono orgánico cuando se mezcla a una profundidad de 20 cm.
2. Los suelos que nunca están saturados de agua durante más de unos pocos días deben contener más del 20% de carbono orgánico en peso (es decir, alrededor del 35% de materia orgánica).
3. Los suelos están sujetos a episodios de saturación de agua y cumplen con el criterio a, b o c:
 - a) Al menos un 12% de carbono orgánico en peso (es decir, alrededor del 20% de materia orgánica) si el suelo no tiene arcilla.
 - b) Al menos un 18% de carbono orgánico en peso (es decir, alrededor del 30% de materia orgánica) si el suelo tiene más de 60% de arcilla; o
 - c) Una cantidad proporcional intermedia de carbono orgánico para cantidades intermedias de arcilla.

Territorios agrícolas

Los territorios agrícolas son los terrenos dedicados principalmente a la producción de alimentos, fibras y otras materias primas industriales, ya sea que se encuentren con cultivos, con pastos, en rotación y en descanso o barbecho. Comprende las áreas dedicadas a cultivos permanentes, transitorios, áreas de pastos y las zonas agrícolas heterogéneas, en las cuales también se pueden dar usos pecuarios además de los agrícolas.

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

individuo u organización que tiene control y responsabilidad totales de un proyecto de GEI.

[FUENTE: ISO 14064-2:2019(es), 3.3.2.]

9 Reservorios y fuentes de GEI

9.1 Reservorios de GEI

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, madera muerta, hojarasca y carbono orgánico del suelo. Sin embargo, los

titulares de los proyectos de GEI pueden elegir no tener en cuenta 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 remociones de GEI, cuantificadas por el proyecto.

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

Tabla 1. Selección de los reservorios de GEI

Depósito de carbono	Seleccionado (Sí/No)	Justificación
Biomasa aérea	Sí	Se espera que debido a las actividades del proyecto las reservas de carbono en este depósito aumenten.
Biomasa subterránea	Sí	Se espera que debido a las actividades del proyecto las reservas de carbono en este depósito aumenten.
Madera muerta y hojarasca	Opcional	Las reservas de carbono en este depósito pueden aumentar debido a las actividades del proyecto.
Carbono orgánico del suelo	Opcional	Las reservas de carbono en este depósito pueden aumentar debido a las actividades del proyecto.

9.2 Fuentes de GEI

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

Tabla 2. Fuentes de emisión y GEI seleccionados

Fuente	GEI	Seleccionado (Sí/No)	Justificación
Combustión de biomasa leñosa	CO ₂	No	Las emisiones de CO ₂ debidas a la combustión de biomasa leñosa no son cuantificadas como cambios en las reservas de carbono.
	CH ₄	Sí	La combustión de biomasa leñosa debida a la preparación del sitio como parte de la preparación del suelo es permitida por esta metodología. En caso de realizarse, deben cuantificarse las emisiones de CH ₄ .
	N ₂ O	Sí	La combustión de biomasa leñosa, debida a la preparación del sitio, como parte de la preparación del suelo, es permitida por esta metodología. En caso de realizarse, deben cuantificarse las emisiones de N ₂ O.

10 Áreas elegibles para proyectos ARR

Para las actividades diferentes a restauración, recuperación y rehabilitación, el titular del proyecto de GEI debe demostrar que las áreas en los límites geográficos del proyecto no corresponden a la categoría de bosque, ni a coberturas vegetales naturales diferentes a bosque, al inicio de las actividades del proyecto, ni cinco años antes de la fecha de inicio del proyecto.

Esto debe demostrarse mediante el análisis multitemporal de coberturas de la tierra (en escalas 1:10.000 o superiores), para la fecha de inicio del proyecto y cinco años atrás (contando desde la fecha de inicio del proyecto), de acuerdo con las clasificaciones de uso y/o cobertura de la tierra que apliquen para el país en el cual se proponen las actividades del proyecto. Adicionalmente, debe identificarse la cobertura de la tierra para cada fecha de siembra de las áreas en el proyecto, si el análisis no se desarrolló para todas las áreas en el proyecto, al momento de la validación.

Los insumos cartográficos para la identificación de las coberturas/ usos del suelo y el proceso metodológico para la generación de la información sobre los cambios en el uso del suelo deben basarse en información confiable, con base en categorías de uso definidas, por ejemplo, por el IPCC para los inventarios nacionales de Gases de Efecto Invernadero -GEI. Éstas, a su vez, deben ser consistentes con las categorías de uso del suelo aplicables en el país en el cual se encuentre el proyecto de GEI propuesto. Para la identificación de las coberturas vegetales naturales diferentes a bosque, el titular del proyecto de GEI debe utilizar las categorías definidas por la metodología CORINE Land Cover, o aquella aplicable en el país en el cual se desarrolla el proyecto.

Ahora bien, para actividades diferentes a restauración ecológica (incluyendo recuperación y rehabilitación) para la identificación y selección de áreas elegibles, el titular del proyecto debe proveer evidencia de que la tierra en los límites del proyecto, al inicio del proyecto y cinco años atrás de la fecha de inicio¹⁵:

- (a) no se encuentra cubierta por bosque ni coberturas vegetales naturales diferentes a bosque; y
- (b) no se encuentra temporalmente sin bosques o coberturas vegetales naturales diferentes a bosque, como un resultado de intervención humana tal como cosechas o causas naturales, o no se encuentra cubierta por coberturas naturales en estados juveniles, los cuales pudieran alcanzar una densidad de copas o una altura igual a los

¹⁵ Adaptado de la herramienta MDL "A/R Methodological tool Demonstration of eligibility of lands for A/R CDM project activities" Version 2.0. <https://cdm.unfccc.int/methodologies/ARmethodologies/tools/ar-am-tool-19-v1.pdf>

valores nacionales y las cuales tengan el potencial de convertirse a bosques sin intervención humana.

10.1 **Requerimientos de la información geográfica para el análisis de elegibilidad**

Para demostrar la elegibilidad de las tierras, los titulares del proyecto de GEI deben llevar a cabo un análisis multitemporal de imágenes de satélite, a través de lo cual se determinan los cambios en las coberturas de uso de la tierra, siguiendo las metodologías de actualización de estudios de cobertura de la tierra del país en el que se proponen las actividades de proyecto.

11 **Adición de áreas con posterioridad a la validación**

Los titulares de los proyectos de GEI, en el sector AFOLU, podrán sumar áreas al proyecto bajo las siguientes condiciones:

- a) El titular del proyecto debe identificar el área de expansión del proyecto durante el proceso de validación y definir los criterios para adición de áreas nuevas;
- b) Los criterios por defecto que debe cumplir un área nueva para ser agregada al proyecto son:
 - i) Cumplir con las directrices del ESTÁNDAR BCR, en su versión más reciente;
 - ii) Dar cumplimiento a todo lo dispuesto en este Documento Metodológico;
 - iii) Incluir la reducción de emisiones de GEI, solamente para las actividades de proyecto validadas¹⁶;
 - iv) Implementar las actividades ARR, descritas en el documento del proyecto validado;
 - v) Demostrar que la adicionalidad, la tenencia de la tierra y el escenario de línea base (en las nuevas áreas) son consistentes con las descripciones validadas en el documento de proyecto;
 - vi) Tener una fecha de inicio posterior a la fecha de inicio de las áreas incluidas en la validación.

Los titulares de los proyectos de GEI (en el sector AFOLU) podrán adicionar áreas al proyecto, solamente durante los dos (2) años siguientes al registro y, demostrando que se cumplen tanto

¹⁶ Una actividad excluida en la validación no puede ser contemplada en un área nueva.

la condición de elegibilidad de las áreas como las características de adicionalidad y lo relacionado con la legislación aplicable.

12 Identificación del escenario de línea base y adicionalidad

Para determinar el escenario de línea base y demostrar adicionalidad, el titular del proyecto debe aplicar la Herramienta “BCR GUIDELINES. BASELINE AND ADDITIONALITY”, en su versión más reciente.

13 Selección conservadora de los valores por defecto

De acuerdo con las directrices de la Junta Ejecutiva del MDL¹⁷, los titulares de los proyectos de GEI deben garantizar que la aplicación de los datos por defecto, para la estimación de las remociones da lugar a estimaciones conservadoras.

Así, cuando se usen datos por defecto, al seleccionar la fuente de los datos para estimar las remociones netas, deben aplicarse las siguientes consideraciones:

- Si una metodología aprobada requiere la aplicación de un dato por defecto y proporciona su valor numérico, entonces el valor se considerará como el conservador;
- Los valores deben ser, en la medida de lo posible, específicos para cada especie, con una selección de las siguientes fuentes de datos (por orden de prioridad, primero la más alta):
 - Estudios locales revisados por expertos. De áreas con condiciones climáticas y de suelos similares a las del área del proyecto. Esto, siempre que los conjuntos pequeños de datos más típicos, de los estudios locales, se consideren suficientemente fiables;
 - Inventario forestal o de GEI regional o nacional para la misma zona ecológica (es decir, la misma zona climática amplia y una fertilidad y profundidad del suelo similares);
 - Inventario forestal o de GEI internacional o mundial, incluida la literatura del IPCC, para la misma zona ecológica.
- Si no se dispone de datos por defecto específicos de la especie, se pueden seleccionar datos de estudios de la misma zona ecológica para el mismo género y se consideran conservadores. Los datos por defecto también pueden seleccionarse de estudios en la misma zona ecológica para la misma familia, siempre que se compruebe la aplicabilidad

¹⁷ https://cdm.unfccc.int/Reference/Guidclarif/ar/methAR_guid26.pdf

de los datos (véase la sección 3.c. (i), en la guía). La prioridad para la selección de las fuentes de datos por defecto debe ser la indicada en el punto anterior.

14 Estratificación

Si la distribución de la biomasa, en las áreas del proyecto (o debida a las actividades del proyecto) no es homogénea, debe llevarse a cabo un proceso de estratificación, con el propósito de mejorar la precisión con respecto a las estimaciones de biomasa en el proyecto.

El titular del proyecto debe definir diferentes estratos para el escenario de línea base y para el cálculo de los resultados de mitigación. De este modo se optimiza la precisión en la estimación de las remociones de GEI. En particular:

- (a) Para el escenario de línea base, usualmente es suficiente estratificar el área de acuerdo con las categorías de uso del suelo, en el área del proyecto;
- (b) Para el escenario con proyecto, la estratificación puede basarse en los planes de establecimiento de los cultivos (especie / año de siembra).

15 Manejo de la incertidumbre

En el marco del ESTÁNDAR BCR, el manejo de la incertidumbre está determinado por una guía para la aplicación de descuentos por calidad y aplicabilidad de los datos y parámetros usados para la estimación de la reducción y/o remoción de emisiones de GEI.

Implícitamente se considera que las metodologías empleadas en la cuantificación de las remociones de GEI conllevan diferentes grados de incertidumbre, originada por la calidad y aplicabilidad, ya sea de las ecuaciones alométricas para la estimación de la biomasa, o de las ecuaciones de volumen que, en conjunto con valores de densidad básica y factores de expansión, se emplean para estimar la biomasa de árboles individuales.

Igualmente se acepta que, dada la naturaleza de los proyectos en el sector Agricultura, Silvicultura y Otros Usos del Suelo y sus métodos de estimación de la biomasa, es deseable que los métodos, modelos y datos empleados no generen sobrestimaciones.

En consecuencia, el propósito de esta guía es que los titulares de los proyectos de GEI consideren, al seleccionar los datos para la estimación de las remociones de GEI, factores de descuento relacionados con la incertidumbre. Estos descuentos deben aplicarse de acuerdo con la calidad y origen de los datos de estimación empleados.

Se advierte que en este caso la incertidumbre no corresponde con la relacionada con el valor de la media, definida en 3.6.a del A/R Tool 14¹⁸.

En la Tabla 3 se presentan los datos de estimación de las remociones de GEI y los factores de descuento asociados a cada uno de ellos.

Tabla 3. Descuentos por calidad y aplicabilidad de modelos de estimación de GEI

Origen del modelo de estimación y los datos/parámetros	Factor de descuento (%)
Datos de biomasa (aérea y subterránea) y valores de densidad propios del proyecto	0
Datos de biomasa aérea propias del proyecto y factor (R:S) ⁽ⁱ⁾ para biomasa subterránea	5
Datos de biomasa aérea y subterránea regionales	10
Datos de biomasa aérea regionales ⁽ⁱⁱ⁾ y factor (R:S) para biomasa subterránea	15
Datos de biomasa aérea y subterránea nacionales	15
Datos de biomasa aérea nacionales y factor (R:S) para biomasa subterránea	20
Datos de biomasa aérea y subterránea de otros países o regiones con similares condiciones ambientales (clima- suelos)	25
Datos de biomasa aérea y factor (R:S) para biomasa subterránea de otros países o regiones con similares condiciones ambientales (clima- suelos)	30
Valores de densidad propios del proyecto y factor (R:S) para biomasa subterránea	15
Valores de densidad IPCC y factor (R:S) para biomasa subterránea	20
Densidad IPCC y factor (R:S) para biomasa subterránea	30
Ecuaciones de volumen de otros países o datos de IPCC, en áreas con similares condiciones ambientales (clima- suelos), densidad IPCC y factor (R:S) para biomasa subterránea	40
(i) Relación entre biomasa aérea y biomasa subterránea (ii) Se entenderá por regional al área en que se encuentra el proyecto en que se mantienen aproximadamente las mismas condiciones de clima.	

Fuente: BioCarbon Registry, 2022

Ahora bien, si los datos y parámetros empleados para el cálculo de la reducción y/o remoción de emisiones de GEI son consistentes con los factores de emisión, datos de actividad, variables de proyección de las emisiones de GEI y los demás parámetros empleados para la construcción del inventario nacional de GEI, no será necesaria la aplicación de los porcentajes definidos para el factor de descuento.

No obstante, en aquellos casos en los que no se apliquen los descuentos relacionados en la Tabla (arriba), debe estimarse la incertidumbre de acuerdo con la sección 6.1 o 6.2 de la

¹⁸ A/R Methodological tool: Estimation of carbon stocks and change in carbon stocks of trees and shrubs in A/R CDM project activities. Version 04.1. En: <https://cdm.unfccc.int/methodologies/ARmethodologies/tools/ar-am-tool-14-v4.1.pdf>

herramienta metodológica del MDL para la estimación de las reservas de carbono en árboles y arbustos (según aplique)¹⁹, como se describe en los siguientes numerales.

15.1 Diferencia entre dos estimaciones de las reservas de carbono

El cambio en las reservas de carbono en árboles se estima como la diferencia entre dos estimaciones sucesivas e independientes, de las reservas de carbono.

Este método es eficaz cuando la correlación entre los valores de biomasa de las parcelas en las dos ocasiones es inexistente o débil (por ejemplo, cuando se ha producido una cosecha o una perturbación en un estrato después de la primera estimación, lo que da lugar a una redistribución espacial de la biomasa arbórea en el estrato).

Con este método, el cambio en las existencias de carbono en los árboles y la incertidumbre asociada se estiman de la siguiente manera:

$$\Delta C_{ARB} = C_{ARB,t2} - C_{ARB,t1} \quad \text{Ecuación (1)}$$

$$\mu_{\Delta C} = \frac{\sqrt{(\mu_1 \times C_{ARB,t1})^2 + (\mu_2 \times C_{ARB,t2})^2}}{|\Delta C_{ARB}|} \quad \text{Ecuación (2)}$$

Donde:

ΔC_{ARB} = Cambio en las reservas de carbono de árboles durante el periodo comprendido entre dos puntos en el tiempo t_1 y t_2 ; t CO_{2e}

$C_{ARB,t1}$ = Reserva de carbono de árboles en el tiempo t_1 ; t CO_{2e}
 Nota 1. Al momento de la primera verificación $C_{ARB,t1}$, es igual a las reservas de carbono en la biomasa, en el escenario de línea base (i.e. $C_{ARB,t1} = C_{ARB,lb}$). Sin embargo, esta puede ser igual a 0, si todas las condiciones especificadas en el parágrafo 10 de la herramienta se cumplen.

Nota 2. Aun si $C_{ARB,t1}$ se estimó de manera conservadora al momento de la verificación previa, es el valor estimado de $C_{ARB,t1}$ (no el descontado) el valor que debe usarse aquí.

$C_{ARB,t2}$ = Reserva de carbono de árboles en el tiempo t_2 ; t CO_{2e}

¹⁹ Con base en AR-TOOL14 Methodological tool: Estimation of carbon stocks and change in carbon stocks of trees and shrubs in A/R CDM project activities Version 04.2

$$\begin{aligned}\mu_{\Delta C} &= \text{Incertidumbre en } \Delta C_{ARB} \\ \mu_1, \mu_2 &= \text{Incertidumbre } C_{ARB,t1} \text{ y } C_{ARB,t2} \text{ respectivamente}\end{aligned}\quad \text{en}$$

15.2 Estimación directa del cambio mediante una nueva medición de las parcelas de muestreo

Este método es aplicable solamente para la estimación ex-post del cambio en las reservas de carbono en los árboles, para el seguimiento de las actividades del proyecto. Con este método, las mismas parcelas de muestreo se miden en dos ocasiones sucesivas. El cambio en la biomasa, a nivel de parcela, se obtiene restando la biomasa de la parcela en la primera medición de la biomasa de la parcela en la segunda medición.

Este método es eficaz cuando existe una correlación significativa entre los valores de biomasa de las parcelas en las dos mediciones. Por ejemplo, cuando no ha habido cosecha o perturbación en un estrato y, por tanto, no se ha producido una redistribución espacial significativa de la biomasa en el estrato después de la primera estimación.

Con este método, el cambio en las existencias de carbono en los árboles y la incertidumbre asociada se estiman de la siguiente manera:

$$\Delta C_{ARB} = \frac{44}{12} \times FC_{ARB} \times \Delta B_{ARB} \quad \text{Ecuación (3)}$$

$$\Delta B_{ARB} = A \times \Delta b_{ARB} \quad \text{Ecuación (4)}$$

$$\Delta b_{ARB} = \sum_{i=1}^M w_i \times \Delta b_{ARB,i} \quad \text{Ecuación (5)}$$

$$\mu_{\Delta C} = \frac{t_{VAL} \times \sqrt{\sum_{i=1}^M w_i^2 \times \frac{s_{\Delta,i}^2}{n_i}}}{|\Delta b_{ARB}|} \quad \text{Ecuación (6)}$$

Donde:

ΔC_{ARB}	=	Cambio en las reservas de carbono de árboles, entre dos mediciones sucesivas; t CO ₂ e
$C_{F_{ARB}}$	=	Fracción de carbono de biomasa de árboles; t C (t d.m.) ⁻¹ El valor por defecto es 0,47. Puede usarse otro valor si se provee información verificable y transparente, que justifica el uso de un valor diferente.
ΔB_{ARB}	=	Cambio en la biomasa de árboles, de acuerdo con la estimación de biomasa por cada estrato; t d.m.
A		Suma de las áreas de los estratos definidos para la estimación de la biomasa; ha
Δb_{ARB}	=	Media del cambio en la biomasa de árboles por hectárea, en las estimaciones por estrato; t d.m. ha ⁻¹
w_i		Relación entre el área del estrato i y la suma de las áreas de los estratos de estimación de la biomasa (es decir, $w_i = A_i/A$); adimensional
$\Delta b_{ARB,i}$	=	Media del cambio en las reservas de carbono por hectárea, en la biomasa de árboles en el estrato i; t d.m. ha ⁻¹
$\mu_{\Delta C}$	=	Incertidumbre en ΔC_{ARB}
t_{VAL}	=	Valor t de Student de dos lados para un nivel de confianza del 90% y grados de libertad iguales a n - M, donde n es el número total de parcelas de muestreo dentro de los estratos de estimación de la biomasa arbórea, y M es el número total de estratos de estimación de la biomasa arbórea
$s_{\Delta,i}^2$	=	Varianza del cambio medio de la biomasa arbórea por hectárea en el estrato i; (t d.m. ha ⁻¹) ²
n_i	=	Número de parcelas de muestreo, en el estrato i, en las cuales la biomasa de árboles fue remedida

El cambio medio en la biomasa arbórea por hectárea en un estrato y la varianza asociada se estiman de la siguiente manera:

$$\Delta b_{ARB,i} = \frac{\sum_{p=1}^{n_i} \Delta b_{ARB,p,i}}{n_i} \quad \text{Ecuación (7)}$$

$$s_{\Delta,i}^2 = \frac{n_i \times \sum_{p=1}^{n_i} \Delta b_{ARB,p,i}^2 - \left(\sum_{p=1}^{n_i} \Delta b_{ARB,p,i}\right)^2}{n_i \times (n_i - 1)} \quad \text{Ecuación (8)}$$

Donde:

$\Delta b_{ARB,i}$	=	Media del cambio en la biomasa de árboles por hectárea, en el estrato i; t d.m. ha ⁻¹
$\Delta b_{ARB,p,i}$		Cambio en la biomasa de árboles por hectárea en la parcela p, en el estrato i; t d.m. ha ⁻¹
$s_{\Delta,i}^2$	=	Varianza del cambio medio de la biomasa arbórea por hectárea en el estrato i; (t d.m. ha ⁻¹) ²
n_i	=	Número de parcelas de muestreo, en el estrato i, en las cuales la biomasa de árboles fue remedida

Para los dos casos anteriores (secciones 14.1 y 14.2), si la estimación de $\mu_{\Delta C}$ es superior al 10%, se convierte en una estimación conservadora aplicando el descuento por incertidumbre según el procedimiento previsto en la Tabla 4.

Tabla 4. Factores de descuento por incertidumbre

Incertidumbre	Descuento (% de μ)	Cómo se aplica
$\mu \leq 10\%$	0%	Media estimada = 60 ± 9 t d.m./ha i.e. $\mu = 9/60 \times 100 = 15\%$ Descuento = $25\% \times 9 = 2,25$ t d.m./ha Descuento por incertidumbre: En línea base = $60 \pm 2,25 = 62,25$ t d.m./ha Con proyecto = $60 - 2,25 = 57,75$ t d.m./ha
$10 < \mu \leq 15$	25%	
$15 < \mu \leq 20$	50%	
$20 < \mu \leq 30$	75%	
$\mu > 30$	100%	

16 Remoción de GEI por los sumideros

16.1 Remociones de GEI por los sumideros en el escenario de línea base

Para considerar las remociones de GEI, en el escenario de línea base, deben considerarse las coberturas en el área del proyecto (definidas con las categorías de uso del suelo).

De acuerdo con lo establecido en la herramienta metodológica, útil para calcular los cambios en las reservas de carbono de árboles y arbustos en actividades de proyecto de forestación y reforestación²⁰, las reservas de carbono en el escenario de línea base pueden ser contabilizados como cero, si se cumplen las siguientes condiciones:

- (a) Los árboles presentes, antes del inicio de la actividad de proyecto, no se cosechan, ni se eliminan a lo largo del tiempo que dura proyecto;

²⁰ Methodological Tool "Estimation of carbon stocks and change in carbon stocks of trees and shrubs in A/R CDM project activities". <https://cdm.unfccc.int/methodologies/ARmethodologies/tools/ar-am-tool-14-v4.2.pdf>

- (b) Los árboles presentes, antes del inicio de la actividad de proyecto, no sufren mortalidad por la competencia de los árboles plantados por el proyecto, o daños debidos a la implementación de la actividad de proyecto, en ningún momento durante el tiempo que dura el proyecto;
- (c) Los árboles presentes, antes del inicio de la actividad de proyecto, no se incluyen con los árboles del proyecto, en el monitoreo (y cuantificación) de las reservas de carbono.

Si estas condiciones no se cumplen, las remociones en el escenario de línea base pueden ser calculadas como sigue:

$$\Delta C_{LB,t} = \Delta C_{ARB_{LB},t} + \Delta C_{ARBUST_{LB},t} + \Delta C_{MM_{LB},t} + \Delta C_{HOJ_{LB},t} \quad \text{Ecuación (9)}$$

Donde:

$\Delta C_{LB,t}$	=	Remociones de GEI por los sumideros, en el escenario de línea base, en el año t ; t CO ₂ -e
$\Delta C_{ARB_{LB},t}$	=	Cambios en las reservas de carbono, en el escenario de línea base, por la biomasa de árboles dentro de los límites del proyecto en el año t , estimadas con la herramienta “Estimación de los cambios en las reservas de carbono de árboles y arbustos en actividades de proyecto F/R MDL”; t CO ₂ -e
$\Delta C_{ARBUST_{LB},t}$	=	Cambios en las reservas de carbono, en el escenario de línea base, por la biomasa de arbustos dentro de los límites del proyecto en el año t , estimadas con la herramienta “Estimación de los cambios en las reservas de carbono de árboles y arbustos en actividades de proyecto de F/R MDL”; t CO ₂ -e
$\Delta C_{MM_{LB},t}$	=	Cambios en las reservas de carbono en la madera muerta, dentro de los límites del proyecto, en el año t , estimados mediante la herramienta “Estimación de las reservas de carbono y cambio en las reservas de carbono de madera muerta y hojarasca en actividades de proyectos F/R MDL”; t CO ₂ -e
$\Delta C_{HOJ_{LB},t}$	=	Cambios en las reservas de carbono en la hojarasca, dentro de los límites del proyecto, en el año t , estimados mediante la herramienta “Estimación de las reservas de carbono y cambio en las reservas de carbono de madera muerta y hojarasca en actividades de proyectos F/R MDL”; t CO ₂ -e

16.2 Remociones de GEI por los sumideros

Las emisiones resultantes de la remoción de vegetación herbácea, de la combustión de combustibles fósiles, de la aplicación de fertilizantes, del uso de biomasa leñosa, de la descomposición de hojarasca y raíces finas de las especies fijadoras de Nitrógeno, de la construcción de vías de acceso al interior de los límites del proyecto, así como las emisiones debidas al transporte, como actividad del proyecto, pueden ser consideradas insignificantes y, por lo tanto, cuantificadas como cero.

La estimación de las remociones considera los cambios en las reservas de carbono en el área del proyecto, menos las emisiones de GEI diferentes a CO₂ en los límites del proyecto, como resultado de las actividades del proyecto. Las remociones de GEI por los sumideros deben ser calculadas como sigue:

$$\Delta C_{ACTUAL,t} = \Delta C_t - GEI_{E,t} \quad \text{Ecuación (10)}$$

Donde:

- $\Delta C_{ACTUAL,t}$ = Remociones actuales netas de GEI por los sumideros, en el año t ; t CO₂-e
- ΔC_t = Cambios en las reservas de carbono en el proyecto, ocurridos en los reservorios seleccionados, en el año t ; t CO₂-e
- $GEI_{E,t}$ = Incremento en las emisiones de GEI, diferentes a CO₂, dentro de los límites del proyecto, como resultado de las actividades del proyecto, en el año t ; calculadas con la herramienta “Estimación de emisiones de no-CO₂ GEI resultantes de la combustión de biomasa, atribuible a la actividad de proyecto”²¹; t CO₂-e

Los cambios en las reservas de carbono, ocurridos en los reservorios de carbono seleccionados, en el año t , pueden ser calculados como sigue:

$$\Delta C_{P,t} = \Delta C_{ARB_{PROY,t}} + \Delta C_{ARBUST_{PROY,t}} + \Delta C_{MM_{PROY,t}} + \Delta C_{HOJ_{PROY,t}} + \Delta COS_{A,t}$$

$$\text{Ecuación (11)}$$

Donde:

²¹ Methodological Tool “Estimation of non-CO₂ GHG emissions resulting from burning of biomass attributable to an A/R CDM project activity”. <https://cdm.unfccc.int/methodologies/ARmethodologies/tools/ar-am-tool-o8-v4.o.o.pdf>

$\Delta C_{P,t}$ = Cambios en las reservas de carbono en el proyecto, que ocurren en los reservorios seleccionados, en el año t ; t CO₂-e.

$\Delta C_{ARB_{PROJ},t}$ = Cambios en las reservas de carbono en la biomasa de los árboles en el año t , estimados mediante la herramienta “Estimación de las reservas de carbono y cambio en las reservas de carbono de árboles y arbustos en actividades de proyectos F/R MDL”; t CO₂-e²²

$\Delta C_{ARBUST_{PR}}$ = Cambios en las reservas de carbono en la biomasa de arbustos en el año t , estimados mediante la herramienta “Estimación de las reservas de carbono y cambio en las reservas de carbono de árboles y arbustos en actividades de proyectos F/R MDL”; t CO₂-e

$\Delta C_{MM_{PROJ},t}$ = Cambios en las reservas de carbono en la madera muerta en el año t , estimados mediante la herramienta “Estimación de las reservas de carbono y cambio en las reservas de carbono de madera muerta y hojarasca en actividades de proyectos F/R MDL”; t CO₂-e

$\Delta C_{HOJ_{PROJ},t}$ = Cambios en las reservas de carbono en la hojarasca en el año t , estimados mediante la herramienta “Estimación de las reservas de carbono y cambio en las reservas de carbono de madera muerta y hojarasca en actividades de proyectos F/R MDL”; t CO₂-e

$\Delta COS_{AL,t}$ = Cambios en las reservas de carbono en el carbono orgánico en suelos, en el año t , en las áreas que cumplen con las condiciones de aplicabilidad de la herramienta “Herramienta para estimar el cambio en las existencias de carbono orgánico del suelo debido a la implementación de actividades de proyectos de F/R MDL”²³, y estimadas con la misma herramienta; t CO₂-e

16.2.1 Árboles y arbustos

Las existencias de carbono en los arbustos en un momento dado se estiman con base en la cobertura de copas de los arbustos. El área en de los límites del proyecto se estratifica según la cobertura de las copas de los arbustos. Las zonas en las que la cobertura de copas de los

²² <https://cdm.unfccc.int/methodologies/ARmethodologies/tools/ar-am-tool-14-v4.2.pdf>

²³ Methodological Tool “Tool for estimation of change in soil organic carbon stocks due to the implementation of A/R CDM project activities”. <https://cdm.unfccc.int/methodologies/ARmethodologies/tools/ar-am-tool-16-v1.1.0.pdf>

arbustos es inferior al 5% se tratan como un único estrato y la biomasa de los arbustos en este estrato se estima como cero.

Para los estratos con una cobertura de copas de arbustos superior al 5%, las reservas de carbono en los arbustos se estiman de la siguiente manera:

$$C_{ARBUST,t} = \frac{44}{12} \times FC_S \times (1 + R_S) \times \sum_i A_{ARBUST,i} \times b_{ARBUST,i} \quad \text{Ecuación (12)}$$

$$b_{ARBUST,i} = BDR_{SF} \times b_{BOSQUE} \times CC_{ARBUST,i} \quad \text{Ecuación (13)}$$

Donde:

$C_{ARBUST,t}$ = Reservas de carbono en arbustos, en los límites del proyecto, en un momento dado del tiempo en el año t; t CO₂-e

FC_S = Fracción de carbono en la biomasa de arbustos; t C (t.d.m.)⁻¹.

Se utiliza un valor por defecto de 0,47 a menos que se pueda proporcionar información transparente y verificable que justifique un valor diferente.

R_S = Relación biomasa aérea-biomasa de raíces para arbustos; adimensional

Se utiliza un valor por defecto de 0,40 a menos que se pueda proporcionar información transparente y verificable que justifique un valor diferente.

$A_{ARBUST,i}$ = Área estrato i, para la estimación de la biomasa de arbustos; ha

$b_{ARBUST,i}$ = Biomasa de arbustos por hectárea, en el estrato i; t d.m. ha⁻¹

BDR_{SF} = Relación entre la biomasa de arbustos por hectárea en áreas con una cobertura de copas de arbustos de 1,0 (es decir, el 100%) y el contenido por defecto de biomasa aérea por hectárea en los bosques de la región/país donde se localiza la actividad de proyecto; adimensional

Se utiliza un valor por defecto de 0,10 a menos que se pueda proporcionar información transparente y verificable que justifique un valor diferente.

b_{BOSQUE} = Contenido por defecto, de biomasa sobre el suelo en los bosques de la región/país donde se ubica la actividad de proyecto; t d.m. ha⁻¹. Los valores de la Tabla 3A.1.4 de IPCC GPG-LULUCF 2003 deben aplicarse, a menos que se pueda proporcionar información transparente y verificable que justifique un valor diferente.

$CC_{ARBUST,i}$ = Cobertura de copa de los arbustos en el estrato i de estimación de la biomasa arbustiva en el momento de la estimación, expresada como fracción (por ejemplo, un 10% de cobertura de copa implica $CC_{ARBUST,i}=0,10$); adimensional

16.2.2 Madera muerta y hojarasca

El carbono en la madera muerta y en la hojarasca debe calcularse partir de lo propuesto en la herramienta “AR TOOL 12 Estimation of carbon stocks and change in carbon stocks in dead Wood and litter in A/R CDM projects activities”²⁴.

Esta herramienta se basa en los siguientes supuestos:

- (a) Linealidad en el cambio de biomasa en madera muerta y hojarasca durante un período de tiempo. Se puede suponer que el cambio de biomasa en madera muerta y hojarasca continúa, en promedio, a una tasa aproximadamente constante entre dos puntos del tiempo en el cual se estima la biomasa;
- (b) Uso de una relación apropiada entre la biomasa subterránea y la biomasa aérea (R:S).

La herramienta provee procedimientos para determinar los parámetros de la Tabla 5.

Tabla 5. Parámetros madera muerta y hojarasca

$C_{MM,i,t}$	Reserva de carbono en la madera muerta en el estrato i en un periodo de tiempo determinado del año t; t CO ₂ e
$\Delta C_{MMi,t}$	Cambios en las reservas de carbono en la madera muerta en el estrato i en un periodo de tiempo determinado del año t; t CO ₂ e

²⁴ CDM-AR Tool 12 de la Metodología AR ACM0003. <https://cdm.unfccc.int/methodologies/ARmethodologies/tools/ar-am-tool-12-v3.1.pdf>

$C_{HOJ,i,t}$	Reserva de carbono en la hojarasca en el estrato i en un periodo de tiempo determinado del año t; t CO ₂ e
$\Delta C_{HOJ,i,t}$	Cambios en las reservas de carbono en la hojarasca en el estrato i en un periodo de tiempo determinado del año t; t CO ₂ e

Fuente: Herramientas - Metodología AR – ACM0003

Las estimaciones de las reservas de carbono en la madera muerta se basan en un valor conservador, por defecto, que relaciona el contenido de carbono (en madera muerta) como un porcentaje del carbono total de la biomasa arbórea, mediante la expresión:

$$C_{MM,i,t} = C_{ARB,i,t} \times DF_{MM} \quad \text{Ecuación (14)}$$

Donde:

$C_{MM,i,t}$	=	Reserva de carbono en la madera muerta en el estrato i en un periodo de tiempo determinado del año t; t CO ₂ e
$C_{ARB,i,t}$	=	Reserva de carbono en la biomasa de los árboles del estrato i en un periodo de tiempo determinado del año t; t CO ₂ e
DF_{MM}	=	Factor por defecto conservador que relaciona la reserva de carbono en la madera muerta como un porcentaje de la reserva de carbono en la biomasa de los árboles, porcentaje.
i	=	1, 2, 3. ... estratos de la biomasa de los árboles.
t	=	1, 2, 3. ... años transcurridos desde que inicio el proyecto

En el caso de no realizar mediciones basadas en muestreo, para la estimación de las reservas de carbono en la hojarasca, se utiliza el método descrito en la herramienta. Para todos los estratos, las reservas de carbono en la hojarasca se estiman como se indica en la ecuación 15, así:

$$C_{HOJ,i,t} = C_{ARB,i,t} \times DF_{HOJ} \quad \text{Ecuación (15)}$$

Donde:

$C_{HOJ,i,t}$	=	Reserva de carbono en la hojarasca en el estrato i en un periodo de tiempo determinado del año t; t CO ₂ e
---------------	---	---

- $C_{ARB,i,t}$ = Reserva de carbono en la biomasa de los árboles del estrato i en un periodo de tiempo determinado del año t ; t CO₂e
- DF_{HOJ} = Factor por defecto conservador que relaciona la reserva de carbono en la hojarasca como un porcentaje de la reserva de carbono en la biomasa de los árboles.
- i = 1, 2, 3. ... estratos de la biomasa arbórea
- t = 1, 2, 3. ... años transcurridos desde el inicio del proyecto

Los valores conservadores, de los factores predeterminados, que expresan las reservas de carbono en madera muerta y hojarasca, como porcentaje de la reserva de carbono en la biomasa de árboles, se presentan en la Tabla 6.

Tabla 6. Valores por defecto usados para la estimación del carbono en madera muerta y hojarasca

Dato / Parámetro	CF _{HOJ}
Unidad	t C t ⁻¹ d.m
Descripción	Fracción de carbono de biomasa de hojarasca
Fuente del dato	Valor por defecto IPCC 0,37 t C t ⁻¹ d.m puede ser usado
Dato / Parámetro	DF _{MM}
Unidad	Porcentaje
Descripción	Valor conservador por defecto, que expresa las reservas de carbono en la madera muerta, como porcentaje de las reservas de carbono en la biomasa de árboles

Fuente del dato	Datos conservadores, por defecto, derivados de Delaney et al. 1997, ²⁵ Smith et al. 2006, ²⁶ Glenday 2008, ²⁷ Keller et al. 2004, ²⁸ Eaton and Lawrence 2006, ²⁹ Krankina and Harmon 1995, ³⁰ and Clark et al. 2002. ³¹			
	Bioma	Elevación	Precipitación	DF _{MM}
	Tropical	<2000m	<1000mm año ⁻¹	2%
	Tropical	<2000m	1000-1600 mm año ⁻¹	1%
	Tropical	<2000m	>1600 mm año ⁻¹	6%
	Tropical	>2000m	Todos	7%
	Templado/Boreal	Todos	Todos	8%
Dato / Parámetro	DF _{HOJ}			
Unidad	Porcentaje			
Descripción	Valor por defecto, de la relación entre las reservas de carbono en la hojarasca y las reservas de carbono en la biomasa viva de árboles.			
Fuente del dato	Datos conservadores, por defecto, derivados de las fuentes arriba citadas:			
	Bioma	Elevación	Precipitación	DF _{HOJ}
	Tropical	<2000m	<1000mm yr ⁻¹	4
	Tropical	<2000m	1000-1600 mm yr ⁻¹	1%
	Tropical	<2000m	>1600 mm yr ⁻¹	1%
	Tropical	>2000m	Todos	1%
	Templado/Boreal	Todos	Todos	4%
Dato / Parámetro	R _j			
Unidad	Adimensional			
Descripción	Relación entre biomasa aérea y biomasa subterránea por especie <i>j</i>			

²⁵ Delaney, M., Brown, S., Lugo, A.E., Torres-Lezama, A. and Bello Quintero, N. 1997. The distribution of organic carbon in major components of forests located in five life zones of Venezuela. *Journal of Tropical Ecology* 13: 697-708.

²⁶ Smith, James E.; Heath, Linda S.; Skog, Kenneth E.; Birdsey, Richard A. 2006. Methods for Calculating Forest Ecosystem and Harvested Carbon with Standard Estimates for Forest Types of the United States. Forest Service, Northeastern Research Station, General Technical Report NE-343. 216 p.

²⁷ Glenday, J. 2008. Carbon storage and emissions offset potential in an African dry forest, the ArabukoSokoke Forest, Kenya. *Environ. Monit. Assess* 142: 85-95

²⁸ Keller, M., Palace, M., Asner, G., Pereira Jr, R. and Silva, JNM. 2004. Coarse woody debris in undisturbed and logged forests in eastern Brazilian Amazon. *Global Change Biology* 10: 784-795.

²⁹ Eaton, J.M. and Lawrence, D. 2006. Woody debris stocks and fluxes during succession in a dry tropical forest. *Forest Ecology and Management* 232: 46-55.

³⁰ Krankina, O.N., Harmon, M.E., 1995. Dynamics of the dead wood carbon pool in northwestern Russian boreal forests. *Water Air Soil Pollut.* 82,227-238.

³¹ Clark, D.B., Clark, D.A., Brown, S., Oberbauer, S.F., Veldkamp, E., 2002. Stocks and flows of coarse woody debris across a tropical rain forest nutrient and topography gradient. *Forest Ecol. Manage.* 5646, 1-112

Fuente del dato	El valor de R_j puede ser calculado mediante la siguiente ecuación: $R_j = \frac{e^{(-1,085+0,9256 \cdot \ln b)}}{b}$ Ecuación (16) R_j Relación raíz-biomasa aérea para la especie j; adimensional b Biomasa aérea por hectárea (en t d.m. ha⁻¹), j 1, 2, 3, ... especie Fuente: A/R Methodological Tool. "Estimation of carbon stocks and change in carbon stocks of trees and shrubs in A/R CDM project activities"
-----------------	---

Fuente: Herramientas - Metodología AR – ACM0003

16.2.3 Carbono orgánico del suelo (COS)

La estimación de las reservas del carbono orgánico del suelo (COS) se calcula de acuerdo con la Herramienta para la estimación de los cambios en las reservas de carbono orgánico en el suelo, debido a la implementación de actividades de proyecto A/R CDM, versión 1.1.0.

Adicionalmente, para cuantificar el carbono orgánico en el suelo, debe cumplirse lo siguiente:

- (a) La hojarasca permanece en el sitio, es decir, no es removida del área del proyecto; y
- (b) Las alteraciones del suelo, atribuibles a la actividad del proyecto, si las hay:
 - se realizan de acuerdo con prácticas adecuadas de conservación del suelo
 - la alteración del suelo se limita a la preparación del sitio antes de plantar y no se repite en menos de 20 años;

Se asume que la ejecución de la actividad de proyecto incrementa el contenido de carbono orgánico en el suelo (COS), desde los niveles en el escenario sin proyecto, hasta el nivel que iguala el estado estacionario del contenido de suelo orgánico, en las condiciones de cobertura natural. También supone que el aumento en el contenido de COS en el escenario del proyecto se lleva a cabo a una tasa constante durante un período de 20 años a partir del año de plantación.

Para estimar los cambios en el carbono orgánico del suelo, en el escenario con proyecto, las áreas en los límites del proyecto deben estratificarse de acuerdo con:

- (a) Región climática y tipo de suelos (Tabla 7)
- (b) Cultivos y manejo del suelo en el escenario de línea base (Tabla 8 y Tabla 9); y
- (c) Manejo de áreas en la categoría de pastos (Tabla 10).

La reserva inicial de Carbono Orgánico del Suelo (COS), al inicio del proyecto, debe ser estimada mediante la siguiente expresión³²:

$$COS_{INICIAL,i} = COS_{REF,i} \times f_{LU,i} \times f_{MG,i} \times f_{IN,i} \quad \text{Ecuación (17)}$$

$COS_{INICIAL,i}$	=	COS al inicio de la actividad de Proyecto, en el estrato i de las áreas en el proyecto; t C ha ⁻¹
$COS_{REF,i}$	=	Reserva de referencia COS, correspondiente a la condición con coberturas naturales, por región climática y tipo de suelo aplicable al estrato i de las áreas en el proyecto; t C ha ⁻¹
$f_{LU,i}$	=	Factor de cambio relativo de la reserva, para el uso de suelo de referencia, en el estrato i de las áreas de tierra; sin dimensiones
$f_{MG,i}$	=	Factor de cambio de la reserva, relativo al régimen de manejo de línea base en el estrato i, de las áreas de tierra; sin dimensiones
$f_{IN,i}$	=	Factor de cambio relativo de la reserva para el régimen de insumos de referencia, en el estrato i de las áreas de tierra; sin dimensiones
i	=	1, 2, 3, ... estratos; sin dimensiones

Los valores por defecto para $COS_{REF,i}$, $f_{LU,i}$, $f_{MG,i}$ y $f_{IN,i}$ se encuentran en las Tablas 5 a 8, a menos que se pueda proporcionar información transparente y verificable para justificar el uso de valores diferentes a los presentados en las tablas.

Si se presentan alteraciones al suelo, mayor que el 10% (para cada estrato en la línea base), debe cuantificarse la pérdida de carbono, de la siguiente forma:

$$COS_{PERDIDA,i} = COS_{INICIAL,i} \times 0,1 \quad \text{Ecuación (18)}$$

Donde:

$COS_{PERDIDA,i}$	=	Pérdidas en el COS, debidas a las alteraciones del suelo, atribuibles a las actividades de proyecto, en el estrato i de las áreas en el proyecto; t C ha ⁻¹
-------------------	---	--

³² Ecuación tomada de la herramienta CDM-AR Tool16 de la Metodología AR – ACM0003.

$COS_{INICIAL,i}$ = COS al inicio de la actividad de Proyecto, en el estrato i de las áreas en el proyecto; $t\ C\ ha^{-1}$

0,1 = Proporción aproximada de pérdida durante los primeros cinco años desde la preparación del sitio

i = 1, 2, 3, ... estratos en el área del proyecto, sin dimensiones

Tabla 7. Referencia por defecto (en caso de vegetación natural) de existencias de C orgánico (COS_{REF}) para suelos minerales ($tC\ ha^{-1}$ entre 0 y 30 cm de profundidad)

Región climática	Suelos HAC ^(a)	Suelos LAC ^(b)	Suelos arenosos ^(c)	Suelos espódicos ^(d)	Suelos volcánicos ^(e)
Boreal	68	NA	10	117	20
Templado frío, seco	50	33	34	NA	20
Templado frío, húmedo	95	85	71	115	130
Templado cálido, seco	38	24	19	NA	70
Templado cálido, húmedo	88	63	3	NA	80
Boreal, seco	38	35	31	NA	50
Tropical, húmedo	65	47	39	NA	70
Tropical, muy húmedo	44	60	66	NA	130
Tropical montano	88	63	34	NA	80

(a) Los suelos con minerales arcillosos de alta actividad (HAC, del inglés high activity clay) son entre leve y moderadamente erosionados, dominados por minerales silicato-arcillosos 2:1 en la clasificación de la Base Mundial de Referencia para los Recursos de Suelos: Leptosoles, Vertisoles, Kastanosems, Chernozems, Phaeozems, Luvisoles, Alfisoles, Albeluvisoles, Solonetz, Solonetz, Calcisoles, Gypsisoles, Umbrisoles, Cambisoles, Regosoles; en la clasificación del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (USDA, del inglés United States Department of Agriculture): Mollisoles, Vertisoles, Alfisoles con alta saturación de bases, Aridisoles, Inceptisoles).

(b) Los suelos con minerales de arcilla de baja intensidad (LAC, del inglés low activity clay) son muy erosionados, con predominio de minerales arcillosos 1:1, hierro amorfo y óxidos de aluminio (en la clasificación de la WRB: Acrisoles, Lixisoles, Nitisoles, Ferralsoles, Durisoles; en la clasificación del USDA: Ultisoles, Oxisoles, Alfisoles ácidos).

(c) Incluye todos los suelos (independientemente de su clasificación taxonómica) que tienen >70% de arena y <8% de arcilla, en base a análisis de textura estándar (en la clasificación de la WRB: Arenosoles; en la clasificación del USDA: Psammments).

(d) Suelos que muestran una fuerte podzolización (en la clasificación de la WRB: los Podzoles; en la clasificación del USDA: los Spodosoles).

(e) Los suelos derivados de cenizas volcánicas con mineralogía alofánica (en la clasificación de la WRB: Andosoles; en la clasificación del USDA: Andisoles).

Fuente: Herramientas - Metodología AR – ACM0003

La tasa de cambio en el carbono orgánico del suelo, antes de que éste se estabilice se estima con la expresión:³³

³³ CDM-AR Toolh6 de la Metodología AR – ACM0003. <https://cdm.unfccc.int/methodologies/ARmethodologies/tools/ar-am-tool-16-v1.1.0.pdf>

$$dCOS_{t,i} = \frac{COS_{REF,i} - (COS_{INICIAL,i} - COS_{PERDIDA,i})}{20 \text{ años}} \text{ for } t_{PREP,i} < t < t_{PREP,i} + 20$$

Ecuación (19)

Donde:

$dCOS_{t,i}$ = Tasa de cambio en el carbono orgánico del suelo en el estrato i, de las áreas del Proyecto, en el año t; t C ha⁻¹ yr⁻¹

$COS_{REF,i}$ = COS de referencia. Corresponde a la condición natural de suelos con características similares; t C ha⁻¹

$COS_{INICIAL,i}$ = Reserva de COS al inicio del Proyecto en el estrato i; t C ha⁻¹

$COS_{PERDIDA,i}$ = Pérdidas en el COS, debidas a las alteraciones del suelo, atribuibles a las actividades de proyecto, en el estrato i de las áreas en el proyecto; t C ha⁻¹

$t_{PREP,i}$ = Año en el cual ocurre la primera perturbación del suelo en el estrato i, del año t.

i = 1, 2, 3. ... estratos del área del Proyecto.

t = 1, 2, 3. ... años transcurridos desde el inicio de las actividades del proyecto.

Los factores por defecto, para los cambios relativos en las reservas de carbono, por diferentes actividades de manejo en áreas de cultivo, se presentan en la Tabla 8.

Tabla 8. Factores por defecto para cambios relativos en las reservas de C orgánico, por actividades de manejo sobre cultivos (neto efectivo durante un periodo de 20 años)

Factor tipo	Nivel	Régimen de temperatura	Régimen de humedad	Valor	Descripción y criterio
	Cultivos permanentes	Templado/Boreal	Seco	0,80	
			Húmedo	0,69	

Factor tipo	Nivel	Régimen de temperatura	Régimen de humedad	Valor	Descripción y criterio
Uso del suelo, fLU		Tropical	Seco	0,58	Áreas continuamente manejadas con cultivos de más de 20 años
			Húmedo/Muy húmedo	0,48	
		Tropical montano	n/a	0,64	
Uso del suelo, fLU	Cultivos de menos de 20 años o temporales (5 años)	Templado/Boreal y Tropical	Seco	0,93	Áreas que han sido manejadas con cultivos por menos de 20 años y/o áreas en las que los cultivos permanecen por menos de cinco años, en algún punto durante los últimos 20 años
			Húmedo	0,82	
		Tropical montano	n/a	0,88	
Prácticas de manejo, fMG	Labranza completa	Todos	Húmedo/Muy húmedo	1,00	Perturbación del suelo alteración total y / o labranza frecuente (dentro del año).
Prácticas de manejo, fMG	Labranza reducida	Templado/Boreal	Seco	1,02	Labranza completa y/o reducida, pero con alteración reducida del suelo (generalmente poco profunda y sin alteración total del suelo). Normalmente se deja la superficie con >30% de cobertura por residuos, al momento de la siembra.
			Húmedo	1,08	
		Tropical	Seco	1,09	
			Húmedo/Muy húmedo	1,15	
		Tropical montano	n/a	1,09	

Fuente: Herramientas - Metodología AR – ACM0003

Tabla 9. Factores para cambios relativos en las reservas de C orgánico, por diferentes niveles de insumos sobre cultivos (neto efectivo durante un periodo de 20 años)

Factor tipo	Nivel	Régimen de temperatura	Régimen de humedad	Valor	Descripción y criterio
Insumo, fIN	Bajo	Templado/Boreal	Seco	0,95	Hay eliminación de residuos (a través de recolección o quema), o frecuente eliminación de barbecho o producción de cultivos que producen pocos residuos (p. ej. verduras, tabaco, algodón) o sin fertilización mineral o fijación de N.
			Húmedo	0,92	
		Tropical	Seco	0,95	
			Húmedo/Muy húmedo	0,92	
		Tropical montano	n/a	0,94	
	Medio	Todos	Húmedo/Muy húmedo	1,00	Todos los residuos del cultivo se devuelven al campo. Si se eliminan los residuos luego se aplica materia orgánica suplementaria (por ejemplo, se agrega estiércol). Además, fertilización mineral o rotación de cultivos fijadores de N.
	Alto – Sin manejo	Templado/Boreal y Tropical	Seco	1,04	Residuos de los cultivos, o mayores insumos para los cultivos debido a prácticas adicionales, como producción alta de residuos por cosecha, uso de abonos verdes, cultivos de cobertura, barbechos mejorados, riego, uso permanente con rotaciones anuales de cultivos, pero sin aplicación de estiércol.
			Húmedo/Muy húmedo	1,11	
		Tropical montano	n/a	1,08	

Fuente: Herramientas - Metodología AR – ACM0003

Tabla 10. Factores relativos para cambios en las reservas de C orgánico (fLU, fMG y fIN) en pastos manejados (neto efectivo durante un periodo de 20 años)

Factor tipo	Nivel	Régimen climático	Factor	Descripción
Uso del suelo, fLU	Todos	Todos	1,00	El factor para los pastizales permanentes es 1.
Prácticas de manejo, fMG	Pastos no degradados	Todos	1,00	Pastizales no degradados y manejados de manera sostenible, pero sin mejoras significativas en el manejo.
Prácticas de manejo, fMG	Pastos moderadamente degradados	Templado / Boreal	0,95	Pastizales sobre pastoreados o moderadamente degradados, con productividad reducida (en relación con los pastizales naturales o gestionados) y sin aplicación de insumos para manejo y mejoramiento.
		Tropical	0,97	
		Tropical montano	0,96	
Prácticas de manejo, fMG	Severamente degradados	Todos	0,70	Suelos identificados como degradados utilizando la “Herramienta para la identificación de suelos degradados o bajo degradación, para su consideración en la implementación de las actividades del proyecto MDL A/R”
Insumo, fIN	Bajo/Medio	Todos	1,00	El factor para los pastizales sin aporte de fertilizantes es .1
	Alto	Todos	1,11	Pastizales con aplicación directa de fertilizantes (orgánicos o inorgánicos).

Fuente: Herramientas - Metodología AR – ACM0003

Considerando las incertidumbres y las limitaciones inherentes a la precisión de los factores de estimación empleados, el valor para la tasa de cambio en el COS no se cuenta como mayor de $0,8 \text{ t C ha}^{-1} \text{ año}^{-1}$, esto es:

$$\text{Si } dCOS_{t,i} > 0,8 \text{ t C ha}^{-1} \text{ año}^{-1}, \text{ entonces } dCOS_{t,i} = 0,8 \text{ t C ha}^{-1} \text{ año}^{-1}$$

Los cambios en las reservas de carbono orgánico en el suelo, para todos los estratos en las áreas del proyecto, en el año t, son calculados como:

$$\Delta COS_{AL,t} = \frac{44}{12} \times \sum_i A_i \times dCOS_{t,i} \times 1 \text{ año} \quad \text{Ecuación (20)}$$

Donde:

$\Delta COS_{AL,t}$ = Cambio en el carbono orgánico del suelo de las áreas que cumplen con las condiciones de aplicabilidad de la herramienta AR Tool16 de la Metodología AR – ACM0003, en el año t; t CO₂-e

A_i = Área del estrato i; ha

$dCOS_{t,i}$ = Tasa de cambio del carbono orgánico del suelo en el estrato i; t C ha⁻¹ yr⁻¹

i = 1, 2, 3, ... estratos en el área del proyecto.

16.3 Fugas

De acuerdo con la metodología AR-ACM0003, para el análisis de fugas se aplica la herramienta metodológica AR-TOOL15, *A/R Methodological Tool, Version 02.0* (Estimación del incremento en las emisiones de GEI, atribuible al desplazamiento de actividades agrícolas pre-proyecto).

La herramienta no es aplicable si el desplazamiento de actividades agrícolas probablemente causa, directa o indirectamente, drenaje sobre humedales o turberas.

Según lo descrito en la herramienta, el desplazamiento de actividades agrícolas, en sí mismo, no resulta en fugas. Las fugas ocurren cuando el desplazamiento de las actividades agrícolas genera un incremento en las emisiones de GEI, como resultado de las actividades del proyecto y llevadas a cabo dentro de los límites del proyecto.

Las fugas atribuibles al desplazamiento de actividades agrícolas se consideran insignificantes y puede cuantificarse como cero, bajo las siguientes condiciones:

- (a) Los animales son desplazados a tierras de pastoreo existentes y el número total de animales, en la tierra de pastoreo a la que son trasladados no excede la capacidad de carga de la tierra de pastoreo;

- (b) Los animales son desplazados a pastizales existentes, sin pastoreo, y el número total de los animales desplazados no exceden la capacidad de carga de la tierra de pastoreo a la que se trasladan;
- (c) Los animales son desplazados a tierras de cultivo que han sido abandonadas en los últimos cinco años;
- (d) Los animales son desplazados a tierras boscosas, y no hay tala de árboles, o la disminución de las áreas en bosque, no ocurre debido a los animales desplazados;
- (e) Los animales son desplazados a un sistema de pastoreo cero (o mecánico).

En todos los demás casos, las tierras dentro de los límites del proyecto, desde las cuales las actividades agrícolas anteriores al proyecto deben ser desplazadas fuera de los límites del proyecto, están delimitadas y debe estimarse el área.

Las fugas resultantes del desplazamiento de las actividades agrícolas pre-proyecto, debe estimarse de la siguiente manera:

$$FUGA_t = FUGA_{AGRIC,t} \quad \text{Ecuación (21)}$$

Donde:

$FUGA_t$ = Emisiones de GEI debidas a las fugas, en el año t ; t CO₂-e

$FUGA_{AGRIC,t}$ = Fugas debidas al desplazamiento de actividades agrícolas en el año t , estimadas con la herramienta “Estimación del incremento en las emisiones de GEI, atribuible al desplazamiento de actividades agrícolas pre-proyecto”; t CO₂-e

16.4 Remociones netas de GEI por los sumideros

Las remociones netas de GEI por los sumideros deben ser calculadas como sigue:

$$\Delta C_{PROY,t} = \Delta C_{ACTUAL,t} - \Delta C_{LB,t} - Fuga_t \quad \text{Ecuación (22)}$$

Donde:

$\Delta C_{PROY,t}$ = Remociones netas de GEI por los sumideros, año t ; t CO₂-e

$\Delta C_{ACTUAL,t}$ = Remociones de GEI por los sumideros, en el año t ; t CO₂-e

$\Delta C_{LB,t}$ = Remociones de GEI en línea base, en el año t ; t CO₂-e

$Fuga_t$ = Emisiones de GEI debidas a las fugas, en el año t ; t CO₂-e

17 Plan de monitoreo

Los titulares de los proyectos de GEI deben describir los procedimientos para realizar seguimiento a las actividades del proyecto y a la reducción de emisiones o remociones de GEI, en el ámbito del proyecto.

El plan de monitoreo debe prever la recopilación de todos los datos relevantes necesarios para:

- (a) Verificar que se han cumplido las condiciones de aplicabilidad enumeradas en el numeral 5 de este documento;
- (b) Verificar los cambios en las reservas de carbono en los depósitos seleccionados;
- (c) Verificar las emisiones del proyecto y las fugas.

Los datos recopilados, deben archivarlos durante un período de al menos dos años después del final del último período del proyecto, incluyendo los datos y parámetros monitoreados, los métodos usados para generar datos y su adecuada recopilación y archivo, así como los procesos relacionados con modelos de muestreo y el control de calidad de los mismos.

El Plan de monitoreo debe incluir:

- (a) Monitoreo de los límites del proyecto;
- (b) Monitoreo de la ejecución de las actividades por los cultivos (forestales o de palma);
- (c) Monitoreo del manejo de los cultivos y crecimiento en biomasa para los cultivos (forestales y de palma) y;
- (d) Monitoreo de la cuantificación de las remociones netas del proyecto.

La información, relacionada con los datos necesarios para las estimaciones de carbono, debe establecerse mediante principios y prácticas comúnmente aceptadas para manejo de cultivos forestales y cultivos de palma de aceite.

17.1 Monitoreo de los límites del proyecto

Los límites geográficos del proyecto, constituidos por las áreas elegibles³⁴ sobre las cuales se desarrollan las actividades de proyecto (cultivos forestales o cultivos de palma de aceite), deben incluirse en un Sistema de Información Geográfica (SIG), georreferenciando cada uno de los lotes con su respectivo ID, cobertura a las fechas de referencia para cada uno de los lotes y áreas en cada uno de los cultivos, entre otros.

De este modo, el seguimiento de las actividades del proyecto es realizado para cada uno de los lotes o áreas geográficas incluidas en el proyecto. La verificación periódica de los límites del proyecto debe llevarse a cabo mediante la evaluación de las imágenes de satélite, en consistencia con el análisis de elegibilidad de las áreas en el proyecto.

17.2 Monitoreo de la ejecución de las actividades de proyecto

De conformidad con las prácticas en el sector Agricultura, Silvicultura y otros usos del suelo, las actividades de monitoreo de la ejecución de las actividades del proyecto deben incluir lo siguiente:

- (a) Confirmar que la preparación de suelos y la selección de sitios sean realizados con base en lo descrito en los planes de establecimiento y manejo y en el documento del proyecto;
- (b) Revisar y actualizar anualmente las áreas plantadas, por especie y estrato;
- (c) Determinar la sobrevivencia de las plantaciones e identificación de disminuciones en las áreas o eventos que determinen disminución en la biomasa.

Tabla 11. Variables para monitorear establecimiento de los cultivos

Variable	Unidad de medida	Medido (m), calculado (c) estimado (e) o por defecto (d)	Frecuencia de registro	Cobertura / Otras medidas o número de datos colectados	Observaciones
ID - Ref.SIG	alfanumérico	Definido	Continuamente	100%	Cada estrato y cultivo establecido, asociado a un identificador alfanumérico.
Localización	coordenadas geográficas	m	Continuamente	100%	Usando GPS para identificar las

³⁴ Áreas elegibles se refiere a las áreas que cumplen con la condición de ausencia de bosque o coberturas naturales, en las fechas de referencia establecidas por el ESTÁNDAR BCR.

Variable	Unidad de medida	Medido (m), calculado (c) estimado (e) o por defecto (d)	Frecuencia de registro	Cobertura / Otras medidas o número de datos colectados	Observaciones
					coordenadas geográficas de cada lote incluido en el proyecto.
A _{ikt}	hectárea	c	Continuamente	100%	Polígonos de las áreas plantadas durante el tiempo t, por estrato i, por modelo k (cultivo por especie o fecha).
Preparación del sitio	hectárea	M	Al inicio de cada establecimiento	100% de las áreas plantadas	Área intervenida para el establecimiento de los cultivos.
Especies plantadas por cada estrato	NA	Definido	Anualmente	100%	Especies plantadas por cada estrato, en los límites del proyecto.
Sobrevivencia I, j, k.	Árboles ha ⁻¹	m, c	Tres meses después de plantar y verificación anual	100% del área plantada	Se calcula la tasa de supervivencia por hectárea establecida, para el estrato i, especie j y sistema forestal k.
Fecha de plantación	alfanumérico	m	Comienzo de cada establecimiento	100%	Fecha de plantación de cada lote (sitio)

17.3 Monitoreo del manejo de los cultivos y el crecimiento en biomasa

Con el propósito de garantizar la calidad de los cultivos y confirmar que las actividades han sido implementadas, siguiendo las descripciones presentadas en el documento del proyecto, se desarrollan las siguientes actividades de monitoreo en lo relacionado con el manejo de los cultivos.

- Evaluación de la permanencia y el crecimiento de los lotes plantados, en los límites del proyecto, mediante la medición de parcelas de crecimiento.
- Identificación y evaluación de eventos de perturbación causados sobre las áreas plantadas. Esto incluye fecha, localización, coordenadas, especie (s) afectada(s), tipo de evento (fuego, plagas, caídas debido a vientos, inundaciones, etc.), medidas correctivas implementadas, cambios en los límites del proyecto.

El titular del proyecto de mitigación debe establecer un protocolo para la medición de parcelas de crecimiento, según lo descrito a continuación.

17.3.1 Estratificación y diseño del muestreo en campo

17.3.1.1 Estratificación

Deben evaluarse los estratos definidos, de acuerdo con lo establecido en la sección 13 de este documento, y de acuerdo con procedimientos metodológicos estadísticos adecuados.

17.3.1.2 Parcelas de muestreo

Se requiere el establecimiento de parcelas temporales de muestreo, cuya cantidad depende del número de estratos presentes en los límites del proyecto. Dichas parcelas permitirán monitorear los cambios en la biomasa aérea. Todas las parcelas deben estar debidamente numeradas, georreferenciadas y ubicadas dentro de un mapa de áreas establecidas en los límites del proyecto.

NOTA: Si en el área del proyecto se cuenta con parcelas permanentes, éstas pueden emplearse para el muestreo. Sin embargo, se considera como una buena práctica, el establecimiento de parcelas temporales.

17.3.1.3 Tamaño de las parcelas o unidades de muestreo

Se recomienda establecer un tamaño de parcela acorde con la densidad de árboles en la plantación. En general pueden emplearse parcelas circulares, con un área de 250 o 400 m².

17.3.1.4 Tamaño de la muestra

Con el fin de obtener la información requerida³⁵ para el cálculo del número de parcelas, necesarias para el monitoreo, debe llevarse a cabo un muestreo preliminar. La cantidad de parcelas, para el muestreo preliminar, se define por el número de estratos, y la intensidad de muestreo seleccionada.

El tamaño de muestra (n) se estima con la siguiente ecuación:

$$n = \frac{A_i \times 10.000 \times \text{Intensidad de muestreo}^{36}}{AP} \quad \text{Ecuación (23)}$$

Donde:

³⁵ El valor aproximado de la varianza de las reservas de biomasa, en cada estrato y/o lote.

³⁶ El titular del proyecto debe seleccionar la intensidad de muestreo, dependiendo de las áreas plantadas (puede ser del 0,5% o el 0,1%, en relación con el tamaño del área plantada).

n Número de parcelas requeridas para la estimación de la biomasa; sin dimensión

A_i Tamaño de cada estrato i ; ha

AP Tamaño de parcela (constante para todos los estratos); ha.

Para calcular el número de parcelas de muestreo, se usa la herramienta metodológica MDL: A/R Methodological Tool. “Calculation of the number of simple plots for measurements within A/R CDM Project activities”³⁷. El alcance, los supuestos, los parámetros y el procedimiento para el cálculo, definidos en la herramienta, se detallan a continuación.

Alcance

- (a) La herramienta puede ser empleada para calcular el número de parcelas de muestreo, requeridas para la estimación de biomasa, mediante muestreos basados en mediciones en la línea base y en el escenario con proyecto.
- (b) La herramienta calcula el número de parcelas de muestreo requeridas, con base en la precisión deseada, para la estimación de la biomasa acumulada.
- (c) Para el propósito de la herramienta, todos los parámetros usados para el cálculo de biomasa de parcelas (p.e. factores de expansión de biomasa, relación biomasa raíces/biomasa aérea), son constantes fijas. Similarmente, todos los modelos usados (tablas de volumen o ecuaciones, ecuaciones alométricas) se consideran exactos.

Supuestos

- (a) El valor aproximado del área de cada estrato, en los límites del proyecto, es conocida;
- (b) El valor aproximado de la varianza de la biomasa acumulada en cada estrato es conocido; ya sea mediante un muestreo preliminar, datos existentes relacionados con el área del proyecto, o datos existentes relacionados con un área similar.
- (c) El área del proyecto está estratificada, en uno o más estratos.

Parámetros

La herramienta provee los pasos para estimar los siguientes parámetros:

³⁷ <https://cdm.unfccc.int/methodologies/ARmethodologies/tools/ar-am-tool-03-v2.1.0.pdf>

Tabla 12. Parámetros determinados por la herramienta, para el muestreo

Parámetro	Unidad	Descripción
n	Sin dimensiones	Número de parcelas de muestreo, requeridas para la estimación de biomasa acumulada, en los límites del proyecto
n_i	Sin dimensiones	Número de parcelas de muestreo, asignadas al estrato i , para la estimación de biomasa, en los límites del proyecto

Fuente: Herramientas - Metodología AR – ACM0003

17.3.1.5 Cálculo del número de parcelas

El número requerido de parcelas, para la estimación de la biomasa acumulada en los reservorios, depende del nivel de precisión deseado y de la variabilidad de la biomasa acumulada. La precisión deseada es especificada por la metodología, con la cual aplica esta herramienta.

El área del proyecto es estratificada, con base en la variabilidad de la biomasa acumulada, y el área aproximada de cada estrato ha sido determinada. Si la biomasa acumulada a estimar es la suma de la biomasa en dos o más reservorios, la estratificación debe ser llevada a cabo con base en la variabilidad, de la biomasa acumulada, del reservorio dominante.

Para el propósito de la herramienta, la variabilidad de la biomasa acumulada está expresada por la desviación estándar de la biomasa, en cada estrato. El valor aproximado de la desviación estándar, de la biomasa acumulada en cada estrato, al momento de la estimación, es bien conocido, ya sea por la existencia de datos aplicables en el área del proyecto, por datos relacionados con un área similar, bien por estimaciones basadas en un muestreo preliminar, o por opinión de experto.

El número de parcelas requeridas es calculado mediante iteraciones. En la primera iteración, el número de parcelas de muestreo, para el área del proyecto, es calculado como:

$$n = \frac{N * t_{VAL}^2 * (\sum_i w_i * s_i)^2}{N * E^2 + t_{VAL}^2 * \sum_i w_i * s_i^2} \quad \text{Ecuación (24)}$$

Donde:

n = Número de parcelas de muestreo, requeridas para la estimación de la biomasa acumulada, en los límites del proyecto; sin dimensiones

N	=	Número total posible, de parcelas de muestreo, en los límites del proyecto; sin dimensiones
t_{VAL}	=	Valor de t de Student de dos colas, con α grados de libertad, para el nivel de confianza requerido; sin dimensiones
w_i	=	Peso relativo, del área del estrato i (el área del estrato i, dividida por el área del proyecto); sin dimensiones
s_i	=	Desviación estándar estimada, de la biomasa acumulada en el estrato i; t/biomasa o t/biomasa/ha
E	=	Margen de error aceptable, para la estimación de la biomasa acumulada, en los límites del proyecto
l	=	1,2, 3,... estrato, en los límites del proyecto

17.3.1.6 Localización de las parcelas en campo

El establecimiento de las unidades de muestreo se realiza de manera aleatoria o sistemática. En el caso del muestreo aleatorio, con puntos seleccionados al azar, debe evitarse la localización subjetiva de las parcelas (centro de las parcelas, puntos de referencia de la parcela o movimiento del centro de la parcela a una posición más “conveniente”), siguiendo el principio de aleatoriedad.

Para su localización y georreferenciación en campo se hará uso de GPS, permitiendo así el fácil acceso y ubicación. Las parcelas de muestreo serán identificadas con series de códigos alfanuméricos y la información de su posición geográfica (coordenadas geográficas del GPS), la localización de la unidad muestral y los estratos serán registrados y archivados.

17.3.1.7 Frecuencia de monitoreo

El titular del proyecto de GEI debe establecer una frecuencia de monitoreo, acorde con las necesidades de verificación y certificación.

17.3.1.8 Medición y estimación de los cambios en los contenidos de carbono

Se mide el incremento de la biomasa aérea. Por tanto, se monitoreará el crecimiento individual de cada árbol y/o palma, en las parcelas de muestreo. Los cambios de carbono contenido en otros componentes de la biomasa aérea (ramas y hojas) y subterránea (raíces)

de los individuos en cada parcela, se estimará mediante factores de expansión o mediante ajuste de ecuaciones alométricas de biomasa, si se encuentran disponibles para la especie.

17.4 Monitoreo de la cuantificación de las remociones del proyecto

La estimación, de las remociones actuales, considera los cambios en las reservas de carbono en el área del proyecto, menos la estimación de las emisiones de GEI diferentes a CO₂ en los límites del proyecto, como resultado de la implementación de las actividades del proyecto.

De acuerdo con la herramienta “Estimation of carbon stocks and change in carbon stocks of trees and shrubs in A/R CDM project activities” el cambio en los stocks de carbono en árboles, es estimado usando los siguientes pasos:

- (a) Uso de ecuaciones apropiadas para estimar las reservas de carbono en árboles (en biomasa viva, sobre el suelo y bajo el suelo), usando factores de expansión - Factor de Expansión de Biomasa (FEB), o ecuaciones alométricas de biomasa específicas que no requieren el empleo de factores de expansión;
- (b) Uso de ecuaciones apropiadas para estimar las reservas de carbono en árboles, usando tablas de volumen o ecuaciones que son usadas para convertir el volumen maderable (para el caso de las actividades forestales) del fuste a biomasa aérea, usando factores de expansión y la biomasa de raíces, usando el factor que relaciona la biomasa de raíces con la biomasa aérea total.

De este modo, la biomasa de árboles de la especie j puede ser estimada como:

$$B_{ARB,j,i,t} = V_{ARB,j,i,t} \times D_j \times FEB_j \times (1 + R_j) \quad \text{Ecuación (25)}$$

Donde:

$B_{ARB,j,i,t}$	=	Biomasa de árboles de la especie j , en el estrato i en el año t ; t de materia seca (d.m.)
$V_{ARB,j,i,t}$	=	Volumen maderable de la especie j , en el estrato i en un punto del tiempo en el año t , estimado usando los datos resultantes de la ecuación, para las tablas de volumen anual; m ³
D_j	=	Densidad (con corteza) de la especie j ; t d,m; m ⁻³
FEB_j	=	Factor de expansión de biomasa para conversión de madera del fuste a biomasa aérea, para la especie j ; adimensional
R_j	=	Relación raíz-biomasa aérea para la especie j ; adimensional

$j = 1, 2, 3, \dots$ especie

La biomasa $B_{ARB,j,p,i,t}$, puede ser estimada por especie/estrato usando el volumen anual por hectárea. Los volúmenes anuales para cada una de las especies se toman de los datos resultantes de los inventarios a la fecha del monitoreo.

En el caso de los cultivos de Palma, se pueden emplear ecuaciones de biomasa que representen las condiciones del sitio.

De acuerdo con el anexo 24, de la EB 67 (A/R Methodological Tool “Demonstrating appropriateness of volume equations for estimation of aboveground tree biomass in A/R CDM project activities”) *“la ecuación de volumen de una especie o grupo de especies, derivada de árboles en condiciones edafoclimáticas similares a las condiciones del proyecto son consideradas apropiadas, y, por lo tanto, pueden ser usadas para estimaciones ex post del volumen maderable”*. Para todos los casos, los datos usados deben cumplir tal condición.

El titular del proyecto de GEI, debe incluir las fuentes de las ecuaciones que emplee. Así, por ejemplo: ecuaciones de volumen o de biomasa publicadas que sean razonablemente aplicables a las especies/sitio, o ecuaciones desarrolladas por el proponente sobre las que pueda demostrar su origen y aplicabilidad. Además, en el proceso de QA/QC debe considerar la verificación de la validez de las ecuaciones.

Finalmente, con los resultados que generan las mediciones en campo, se calculan las reservas de carbono (cantidad de toneladas de CO_{2e} a la fecha del inventario), en los reservorios de carbono incluidos en el proyecto, de acuerdo con la metodología aplicada (AR-ACM0003).

17.5 Procedimientos de control y aseguramiento de la calidad de la información

El titular del proyecto de GEI debe diseñar un sistema de gestión y aseguramiento de la calidad que garantice el buen manejo, la calidad y confiabilidad de la información. El sistema de medidas y control de calidad (Quality Control/Assurance Control - QA/QC), debe ajustarse a las recomendaciones del IPCC³⁸. Para dar consistencia en los procesos, deben elaborarse protocolos y manuales para todas las actividades del proyecto. El proceso de QA/QC, incluyendo lo descrito en las secciones siguientes.

17.5.1 Verificación de los datos de campo

Esta actividad consiste en hacer seguimiento y evaluación de los datos registrados en los formularios de campo. El propósito es identificar la precisión y consistencia de los datos de

³⁸ IPCC GPG LULUCF (2005). <http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/gpglulucf/gpglulucf/spanish/full.pdf>

muestreo. Se verifica, del mismo modo, que el porcentaje de error requerido se cumpla (10%)³⁹. Aspectos generales de la evaluación y seguimiento:

- (a) Deben realizarse remediciones de las parcelas, con una selección de puntos aleatorios que cubran entre el 10 y el 20% del total de las parcelas establecidas en el muestreo inicial. Las remediciones comparadas con las iniciales no deben mostrar desviaciones superiores al 5%. Cualquier error encontrado debe ser corregido y notificado;
- (b) Hacer las mediciones con instrumentos de similares características, a los empleados en el muestreo inicial;
- (c) Seguir los mismos protocolos técnicos, para el establecimiento de las parcelas y la medición de las variables a medir;
- (d) Comparación de la información, obtenida durante la medición de seguimiento, con la información del muestreo inicial e identificar errores y/o omisiones.

En caso de identificar errores, se corregirán y documentarán, expresándolos en porcentaje con respecto a las mediciones totales. La cifra del error permitida será del 5%, en caso de que el error sea mayor, deberá realizarse un nuevo muestreo en la totalidad de las parcelas.

17.5.2 Revisión del procesamiento de la información

El tratamiento de los datos recolectados en campo, y el registro en los sistemas digitales debe ser revisado. Los datos registrados deben ser revisados, por medio de una muestra del 10% de los registros (seleccionada al azar), con el fin de identificar posibles inconsistencias. Si hay errores, debe hacerse una estimación porcentual de los mismos. El error de digitación no debe ser superior al 10%, en este caso, debe revisarse la totalidad de los datos y hacer las correcciones necesarias.

17.5.3 Registro y sistema de archivo de los datos

La información debe ser guardada de manera organizada y segura en formatos digital y físico con suficientes copias (dependiendo del personal a cargo). De manera general, cada archivo debe contener: formularios de campo, estimaciones de los cambios en el contenido de carbono (ecuaciones y cálculos), información geográfica (SIG) y reportes de mediciones y monitoreo.

De acuerdo con la metodología, los datos colectados deben ser archivados por un periodo de al menos dos años después del último periodo de acreditación de la actividad de proyecto.

³⁹ En caso de que éste no se cumpla, deberán llevarse a cabo nuevas mediciones en campo

Historial del documento

Tipo de documento: Documento metodológico proyectos de GEI en el sector AFOLU

Versión	Fecha	Documento	Naturaleza de la revisión/Ajuste
1.0	10 de diciembre de 2019	Cuantificación de las Reducciones de Emisiones o Remociones de GEI de Proyectos Sectoriales de Mitigación. Actividades de remoción de GEI.	Versión inicial – Documento sometido a consulta pública
2.0	27 de marzo de 2020	Cuantificación de las Reducciones de Emisiones o Remociones de GEI de Proyectos Sectoriales de Mitigación. Actividades de remoción de GEI.	Versión Actualizada - Después de consulta pública
2.1	27 de agosto de 2020	Cuantificación de las Reducciones de Emisiones o Remociones de GEI de Proyectos Sectoriales de Mitigación. Actividades de remoción de GEI.	Versión Ajustada Cambios editoriales
2.2	19 de octubre de 2020	Cuantificación de las Reducciones de Emisiones o Remociones de GEI de Proyectos Sectoriales de Mitigación. Actividades de remoción de GEI.	Versión actualizada Ajustes en la sección Manejo de la incertidumbre
2.3	25 de noviembre de 2021	Cuantificación de las Reducciones de Emisiones o Remociones de Proyectos de Mitigación de GEI. Actividades de remoción de GEI.	Versión actualizada Cambio de título para precisar que no aplica solamente a los proyectos sectoriales de mitigación de GEI. Aclaraciones sobre los proyectos elegibles. Definición de proyectos de mitigación de GEI. Ajustes a las condiciones de aplicabilidad Ajustes en la sección 6. Referencias normativas
3.0	13 de abril de 2022	Cuantificación de la Reducción de Emisiones de GEI. Actividades de remoción	Versión actualizada Ajuste alcance y referencias normativas Ajustes análisis de adicionalidad. Actualización análisis de incertidumbre. Estimación de las reservas de carbono en árboles y arbustos

4-0	9 de febrero de 2024	Cuantificación de las Remociones de GEI. Actividades de Forestación, Reforestación y Revegetalización	Versión actualizada Cambio en el nombre de la metodología Objetivo Alcance Condiciones de aplicabilidad Escenario de línea base y adicionalidad (referencia a herramienta de adicionalidad) Cambios editoriales menores Derechos de autor BioCarbon Cert
-----	----------------------	---	---