

DOCUMENTO METODOLÓGICO SECTOR AFOLU

Cuantificación de las Reducciones de
Emisiones o Remociones de GEI de
Proyectos Sectoriales de Mitigación

ACTIVIDADES DE REMOCIÓN DE GEI

PROCLIMA[®]

VERSIÓN 2.2 | 19 de octubre de 2020

PROCLIMA www.proclima.net.co

© 2020 PROCLIMA. Todos los derechos reservados. Prohibida su reproducción total o parcial sin autorización expresa de PROCLIMA.

PROCLIMA®. 2020. DOCUMENTO METODOLÓGICO. SECTOR AFOLU. Cuantificación de Reducciones de Emisiones o Remociones de GEI de Proyectos Sectoriales de Mitigación. Actividades de remoción de GEI. Versión 2.2. 19 de octubre de 2020. Bogotá, Colombia. 61 p. <http://www.proclima.net.co>

Tabla de contenido

1	Introducción	7
1.1	Objetivos	7
2	Fuente	8
3	Versión y vigencia	8
4	Alcance	8
5	Condiciones de aplicabilidad	8
6	Referencias normativas	9
7	Términos y definiciones	10
8	Depósitos de carbono y fuentes de GEI	17
8.1	Depósitos de carbono	17
8.2	Fuentes de GEI.....	18
9	Áreas elegibles para proyectos sectoriales de mitigación de GEI en el sector AFOLU	18
9.1	Requerimientos de la información geográfica para el análisis de elegibilidad	20
10	Adición de áreas con posterioridad a la validación	21
11	Identificación del escenario de línea base y adicionalidad	22
11.1	Escenario de línea base	22
11.2	Adicionalidad.....	24
11.2.1	Condiciones que demuestran adicionalidad, mediante una lista positiva.....	24
11.2.2	Análisis de adicionalidad	26
12	Manejo de la incertidumbre	33
13	Estratificación	34
14	Remoción de GEI por los sumideros	35
14.1	Remociones de GEI por los sumideros en el escenario de línea base	35
14.2	Remociones de GEI por los sumideros.....	36
14.2.1	Carbono orgánico del suelo	38

14.2.2	Madera muerta y hojarasca	45
14.3	Fugas.....	49
14.4	Remociones netas de GEI por los sumideros	50
15	Plan de monitoreo.....	51
15.1	Monitoreo de los límites del proyecto	51
15.2	Monitoreo de la ejecución de las actividades de proyecto.....	52
15.3	Monitoreo del manejo de los cultivos y el crecimiento en biomasa	53
15.3.1	Estratificación y diseño del muestreo en campo	53
15.3.1.1	Estratificación.....	53
15.3.1.2	Parcelas de muestreo	54
15.3.1.3	Tamaño de las parcelas o unidades de muestreo.....	54
15.3.1.4	Tamaño de la muestra	54
15.3.1.5	Cálculo del número de parcelas.....	56
15.3.1.6	Localización de las parcelas en campo	57
15.3.1.7	Frecuencia de monitoreo.....	57
15.3.1.8	Medición y estimación de los cambios en los contenidos de carbono	57
15.4	Monitoreo de la cuantificación de las remociones del proyecto	57
15.5	Procedimientos de control de calidad y aseguramiento de la calidad.....	59
15.5.1	Verificación de los datos de campo.....	59
15.5.2	Revisión del procesamiento de la información	60
15.5.3	Registro y sistema de archivo de los datos.....	60

Listado de tablas

Tabla 1. Selección de los depósitos de carbono.....	17
Tabla 2. Fuentes de emisión y GEI seleccionados	18
Tabla 3. Clasificación de las coberturas (Bosque/No bosque) IPCC / CORINE Land Cover - Colombia	19
Tabla 4. Descuentos por calidad y aplicabilidad de modelos de estimación de GEI	34
Tabla 5. 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)	40
Tabla 6. 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)	41
Tabla 7. 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).....	42
Tabla 8. Factores relativos para cambios en las reservas de C orgánico (f _{LU} , f _{MG} y f _{IN}) en pastos manejados (neto efectivo durante un periodo de 20 años)	43
Tabla 9. Parámetros madera muerta y hojarasca	45
Tabla 10. Valores por defecto usados para la estimación del carbono en madera muerta y hojarasca ..	47
Tabla 11. Variables para monitorear establecimiento de los cultivos	52
Tabla 12. Parámetros determinados por la herramienta, para el muestreo	55

Siglas y acrónimos

AFOLU	Agricultura, Silvicultura y Otros Usos del Suelo
A/R (AR)	Forestación y reforestación
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
EMBI	Indicador de Bonos de Mercados Emergentes (Emerging Markets Bonds Index)
FAO	Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura
GEI	Gases de Efecto Invernadero
IDEAM	Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales
	IGAC, IAvH, SINCHI, UAESPNN
IPCC	Panel Intergubernamental de Expertos sobre Cambio Climático (Intergovernmental Panel on Climate Change)
MDL	Mecanismo de Desarrollo Limpio (Clean Development Mechanism)
MAVDT	Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial
N ₂ O	Óxido Nitroso
RBC	Relación Beneficio Costo
RRR	Tasa de rendimiento requerida
SMBYC	Sistema de monitoreo de bosques y carbono
TIR	Tasa Interna de Retorno
VPN	Valor Presente Neto
UPRA	Unidad de Planificación Rural Agropecuaria

1 Introducción

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

Para la aplicación de esta metodología, es condición necesaria que las áreas en las cuales se desarrollarán los proyectos sectoriales de mitigación de GEI, en el sector AFOLU, sean áreas diferentes a bosque o coberturas naturales vegetales, diferentes a bosque, y, que éstas no se encuentren en la categoría de humedal.

La metodología contempla restricciones en cuanto a las alteraciones 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 de los proyectos.

Los titulares de las iniciativas de mitigación de GEI que aplican esta metodología pueden optar por excluir o incluir la cuantificación de algunos de los depósitos de carbono considerados en las actividades relacionadas con la Agricultura, silvicultura y otros usos del suelo.

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

Con lo descrito en este documento, los titulares de los proyectos sectoriales de mitigación de GEI en el sector AFOLU, contarán con una orientación completa y detallada para diseñar proyectos de reducción de emisiones o remociones de GEI.

1.1 Objetivos

Los objetivos del documento metodológico (en adelante esta Metodología) son:

- (a) Brindar los requisitos para la cuantificación de reducciones de emisiones o remociones de GEI de actividades de remoción de GEI;
- (b) Proporcionar los requerimientos metodológicos para la identificación de la línea base para las actividades de remoción de GEI;
- (c) Proveer las exigencias metodológicas para demostrar adicionalidad de las actividades de remoción de GEI;

- (d) Describir los requisitos para el monitoreo y seguimiento de los proyectos sectoriales de mitigación de GEI, en el sector AFOLU (actividades de remoción de GEI);

2 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.

3 Versión y vigencia

Este documento constituye la Versión 2.2. Octubre 19 de 2020.

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

4 Alcance

Esta metodología constituye una metodología de: línea de base, cuantificación de reducciones de emisiones o remociones de GEI y monitoreo de proyectos sectoriales de mitigación de GEI.

Esta Metodología se limita a las siguientes categorías de proyectos sectoriales de mitigación de GEI, en el sector AFOLU:

- (a) actividades de remoción de GEI

Esta metodología debe ser empleada por los titulares de las iniciativas, clasificadas como proyectos sectoriales de mitigación de GEI, para certificarse y registrarse con el Programa de Certificación y Registro de Iniciativas de Mitigación de GEI y otros Proyectos de Gases Efecto Invernadero. Programa PROCLIMA®.

5 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 del Sistema de Monitoreo de Bosques y Carbono - SMByC), 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;
- (b) Las áreas en los límites geográficos del proyecto no corresponden a la categoría de humedales⁴;
- (c) Las áreas en los límites geográficos del proyecto no contienen suelos orgánicos⁵;
- (d) No se espera que ocurra regeneración natural en el área del proyecto, debido a la ausencia de fuentes de semillas o la presencia de malezas, o debido a prácticas de uso del suelo que no permiten el establecimiento de vegetación arbórea;
- (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) Los efectos del drenaje son insignificantes, por lo que se pueden omitir las emisiones de GEI, diferentes a CO₂;
- (h) Las perturbaciones 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;
- (i) La cantidad de especies fijadoras de nitrógeno, utilizadas en las actividades del proyecto, no es significativa, por lo que las emisiones de GEI, por la desnitrificación, pueden considerarse insignificantes;
- (j) Las actividades que constituyen el proyecto sectorial de mitigación de GEI no darán lugar a la violación de ninguna ley aplicable.

6 Referencias normativas

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

⁴ Según el Convenio Ramsar protección de humedales, en su artículo número 1 del protocolo "define una zona húmeda o humedal como cualquier extensión de marisma, pantano o turbera, o superficie cubierta de aguas, sean estas de régimen natural o artificial, permanentes o temporales, estancadas o corrientes, dulces, salobres o saladas, incluidas las extensiones de aguas marinas cuya profundidad en marea baja no exceda de seis metros" (Ramsar, 1971). En: <http://www.minambiente.gov.co/index.php/component/content/article?id=411:plantilla-bosques-biodiversidad-y-servicios-ecosistematicos-13#imagenes>

⁵ Según la definición de FAO (adoptada por IPCC), los suelos orgánicos son suelos con contenidos de carbono orgánico igual o mayor que 12%.

- (a) El Programa PROCLIMA®. Programa de Certificación y Registro de Iniciativas de Mitigación de GEI y otros Proyectos de Gases Efecto Invernadero;
- (b) La legislación nacional vigente, relacionada con actividades forestales y cultivos permanentes arbóreos, o aquella que la modifique o actualice;
- (c) Decreto 1566 de 2017 “Por medio del cual se adiciona al Libro 2, parte 2, Título 8, Capítulo 9 del Decreto 1076 de 2015, cinco nuevas secciones en el sentido de establecer la organización y funcionamiento del Sistema Nacional de Información Forestal, el Inventario Forestal Nacional y el Sistema de Monitoreo de Bosques y Carbono que hacen parte del Sistema de Información Ambiental para Colombia, y se dictan otras disposiciones”, o aquel que lo modifique o actualice;
- (d) La Resolución 1447 de 2018. Por la cual se reglamenta el sistema de monitoreo, reporte y verificación de las acciones de mitigación a nivel nacional de que trata el artículo 175 de la Ley 1753 de 2015, y se dictan otras disposiciones (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible), o aquella que la modifique o actualice;
- (e) Las directrices, otras orientaciones y/o guías que defina PROCLIMA, en el ámbito de los proyectos en el sector AFOLU;

7 Términos y definiciones

Actividades de remoción de GEI

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, siempre y cuando se desarrollen en áreas diferentes a bosque natural o coberturas vegetales naturales diferentes a bosque⁶.

Las actividades de remoción de GEI también pueden incluir acciones conducentes a la restauración de ecosistemas degradados, tales como: (a) restauración ecológica, (b) rehabilitación ecológica y, (c) recuperación ecológica⁷.

⁶ Los nombres en paréntesis corresponden a las definiciones contenidas en CORINE Land Cover adaptado para Colombia. Ver en Glosario de términos.

⁷ Intervenciones consideradas como restauración ecológica

Adicionalidad

Es la característica que permite demostrar que las reducciones de emisiones o remociones de GEI derivadas de la implementación de una iniciativa de mitigación de GEI generan un beneficio neto a la atmósfera en términos de emisiones reducidas o removidas de GEI.

Se consideran adicionales aquellas reducciones de emisiones o remociones de GEI que el titular de la iniciativa de mitigación de GEI demuestre que no hubiesen ocurrido en ausencia de la iniciativa de mitigación de GEI, teniendo en consideración lo dispuesto en la sección 10.2 de este documento.

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.

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 Programa PROCLIMA.

Es decir, las áreas en los límites geográficos del proyecto no corresponden a la categoría de bosque (de acuerdo con la definición del SMByC) o cobertura natural diferente a bosque, ni al inicio de las actividades del proyecto, ni cinco años antes de la fecha de inicio de la iniciativa.

Si desde la validación se incluye el análisis de elegibilidad en el total de los límites del proyecto, el titular de la iniciativa de mitigación de GEI deberá 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 por cada lote de plantación, en todas y cada una de las fechas en las cuales se establecen las actividades en el sector forestal.

Bosque

Tierra ocupada principalmente por árboles, que puede contener arbustos, palmas, guaduas, hierbas y lianas, en la que predomina la cobertura arbórea con una densidad mínima del dosel de 30%, una altura mínima del dosel (in situ) de 5 m al momento de su identificación, y un área mínima de 1,0 ha. Se excluyen las coberturas arbóreas de plantaciones forestales comerciales, cultivos de palma, y árboles sembrados para la producción agropecuaria.

La definición de bosque hace referencia a bosque natural. Esta definición es consecuente con los criterios definidos por la CMNUCC en su decisión 11/COP.7, con la definición adoptada

por Colombia ante el Protocolo de Kyoto (Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial – MAVDT, 2002), así como con la definición de la cobertura de bosque natural incluida en la adaptación para Colombia de la leyenda de la metodología CORINE Land Cover -CLC Colombia-.

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. Para la leyenda de CORINE Land Cover adaptada para Colombia, 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 guineensis* Jacq.), planta perenne de tronco solitario y hojas pinnadas perteneciente a la familia Arecaceae, que puede alcanzar alturas de hasta 12 m. También se consideran otras especies de Palma de aceite, usadas en Colombia.

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.

Depósito de carbono

Compartimiento en el cual ocurren los cambios en las existencias de carbono en ecosistemas terrestres (Biomasa aérea, biomasa subterránea, madera muerta, hojarasca, materia orgánica del suelo), de acuerdo con lo definido en las Directrices del Grupo Intergubernamental de

Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC, por sus siglas en inglés) para los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero.

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 sectoriales de mitigación 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 y los cultivos de palma, 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.

Fuente, sumidero, o reservorio de GEI relacionado

Fuente, sumidero o reservorio de GEI que tiene flujos de energía o de materiales hacia el interior, hacia el exterior, o dentro del proyecto.

Fugas

Las posibles emisiones que ocurrirían fuera de los límites del proyecto, por las actividades de la iniciativa 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 protección de humedales, en su artículo número 1 del protocolo *"define una zona húmeda o humedal como cualquier extensión de marisma, pantano o turbera, o superficie cubierta de aguas, sean estas de régimen natural o artificial, permanentes o temporales, estancadas o corrientes, dulces, salobres o saladas, incluidas las extensiones de aguas marinas cuya profundidad en marea baja no exceda de seis metros"* (Ramsar, 1971)⁸.

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"*⁹.

De acuerdo con IDEAM (2010)¹⁰ – Leyenda Nacional Coberturas de la Tierra, Capítulo 4, Áreas húmedas: *"Comprende aquellas coberturas constituidas por terrenos anegadizos, que pueden ser temporalmente inundados y estar parcialmente cubiertos por vegetación acuática, localizados en los bordes marinos y al interior del continente"*. A su vez, las áreas húmedas se

⁸ En: <http://www.minambiente.gov.co/index.php/component/content/article?id=411:plantilla-bosques-biodiversidad-y-servicios-ecosistematicos-13#imagenes>

⁹ https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/spanish/pdf/4_Volume4/V4_03_Ch3_Representation.pdf

¹⁰ IDEAM, 2010. LEYENDA NACIONAL DE COBERTURAS DE LA TIERRA. Metodología CORINE Land Cover adaptada para Colombia Escala 1:100.000. Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales. Bogotá, D.C., 72p. Disponible en: http://siatac.co/c/document_library/get_file?uuid=a64629ad-2dbe-4e1e-a561-fc16b8037522&groupId=762

agrupan en las siguientes dos categorías: (4.1) Áreas húmedas continentales (Zonas Pantanosas, Turberas, Vegetación acuática sobre cuerpos de agua) y (4.2) Áreas húmedas costeras (Pantanos costeros, Salitral y Sedimentos expuestos en bajamar).

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 de la iniciativa.

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).

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.

Restauración

De acuerdo con el Plan Nacional de Restauración Ecológica (MADS, 2015)¹¹, la restauración es una estrategia de carácter interdisciplinario, en la cual se articula el conocimiento científico para dar respuestas a procesos de gestión y manejo de los ecosistemas, ante las necesidades de restablecer los ecosistemas degradados y prevenir futuros daños.

¹¹ Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. 2015. Plan Nacional de Restauración: restauración ecológica, rehabilitación y recuperación de áreas disturbadas. Bogotá, D.C.: Colombia. 92 p.

La restauración incluye intervenciones como: (a) restauración ecológica, (b) rehabilitación ecológica y, (c) recuperación ecológica.

La restauración ecológica consiste en restablecer el ecosistema degradado a una condición similar al ecosistema pre-disturbio respecto a su composición, estructura y funcionamiento. Además, el ecosistema resultante debe ser un sistema autosostenible y debe garantizar la conservación de especies, del ecosistema en general así como de la mayoría de sus bienes y servicios.

La rehabilitación ecológica persigue llevar al sistema degradado a un sistema similar o no al sistema pre-disturbio, éste debe ser autosostenible, preservar algunas especies y prestar algunos servicios ecosistémicos.

La recuperación ecológica pretende recuperar algunos servicios ecosistémicos de interés social. Generalmente los ecosistemas resultantes no son autosostenibles y no se parecen al sistema pre-disturbio.

Suelos orgánicos

Según la definición de FAO (adoptada por IPCC)¹², 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 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

¹² Hiraiishi, Takahiko, et al. "2013 supplement to the 2006 IPCC guidelines for national greenhouse gas inventories: Wetlands." *IPCC, Switzerland* (2014).

- 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 de la iniciativa

Es la persona natural o jurídica, pública o privada, responsable de la formulación, implementación, seguimiento y registro de una iniciativa de mitigación de GEI.

8 Depósitos de carbono y fuentes de GEI

8.1 Depósitos de carbono

El Panel Intergubernamental de Expertos sobre Cambio Climático (IPCC) prevé la estimación de cambios en las reservas de carbono en los siguientes depósitos: biomasa aérea, biomasa subterránea, madera muerta, hojarasca y carbono orgánico del suelo. Sin embargo, los titulares de los proyectos sectoriales de mitigación 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 reducciones de emisiones o remociones de GEI, cuantificadas por el proyecto.

La selección de los depósitos de carbono, 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 depósitos de carbono

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.

8.2 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 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.

9 Áreas elegibles para proyectos sectoriales de mitigación de GEI en el sector AFOLU

El titular de la iniciativa de mitigación de GEI debe demostrar que las áreas en los límites geográficos del proyecto no corresponden a la categoría de bosque (de acuerdo con la definición del Sistema de Monitoreo de Bosques y Carbono), ni a coberturas vegetales naturales diferentes a bosque, ni 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). Adicionalmente, deberá 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.

Para la identificación de las coberturas Bosque / No bosque, es necesario utilizar las categorías definidas por la metodología CORINE Land Cover adaptada para Colombia y/o estas categorías adaptadas a las necesidades de identificación de categorías de uso, definidas por el

IPCC para los inventarios nacionales de Gases de Efecto Invernadero -GEI¹³. La leyenda de clasificación de coberturas propuesta por el IDEAM, para Bosque / No bosque, se presenta en la Tabla 3.

Tabla 3. Clasificación de las coberturas (Bosque/No bosque) IPCC / CORINE Land Cover - Colombia

Categoría IPCC	CLC adaptado para Colombia			Análisis de deforestación
	Nivel I	Nivel II	Nivel III	
Asentamientos	Territorios artificializados	Zonas urbanizadas		No bosque
		Otras zonas artificiales		No bosque
Tierras cultivadas	Territorios agrícolas	Cultivos transitorios		No bosque
		Cultivos permanentes		No bosque
		Pastos		No bosque
Praderas o pastizales		Áreas agrícolas heterogéneas		No bosque
Tierras forestales		Bosques	Bosque Natural	Bosque
			Plantación forestal	No bosque
Praderas o pastizales	Bosques y áreas seminaturales	Áreas con vegetación herbácea arbustiva y/o	Áreas con vegetación arbustiva	No bosque
			Áreas con vegetación herbácea	No bosque
			Vegetación secundaria o en transición	No bosque
Tierras forestales		Áreas abiertas, sin o con poca vegetación	Zonas quemadas	No bosque
			Otras áreas sin vegetación	No bosque
Humedales	Áreas húmedas	Áreas húmedas continentales		No bosque
		Áreas húmedas costeras		No bosque
	Superficies de agua	Superficies de agua		No bosque

Fuente: Cabrera et al, 2011¹⁴

¹³ En el marco del Proyecto “Capacidad Institucional, Técnica y Científica para Apoyar Proyectos de Reducción de Emisiones por Deforestación y Degradación -REDD- en Colombia”, se adoptan las categorías de cobertura de la Tierra en sus niveles I y II de la leyenda CORINE Land Cover adaptada para Colombia a escala 1:100.000 (IDEAM, IGAC, IAvH, SINCHI, UAESPNN y CORMAGDALENA. 2010).

¹⁴ Cabrera, E., G. Galindo & D.M. Vargas. 2011. Protocolo de Procesamiento Digital de Imágenes para la Cuantificación de la Deforestación en Colombia, Nivel Nacional Escala Gruesa y Fina. Instituto de Hidrología, Meteorología, y Estudios Ambientales

Para la identificación de las coberturas vegetales naturales diferentes a bosque, el titular de la iniciativa de mitigación de GEI debe utilizar las categorías definidas por la metodología CORINE Land Cover adaptada para Colombia. Según esta clasificación, las coberturas vegetales naturales diferentes a bosque corresponden a áreas con vegetación herbácea y/o arbustiva que incluyen: (a) Herbazal, (b) Arbustal y, (c) vegetación secundaria o en transición.

Ahora bien, para la identificación y selección de áreas elegibles, el titular de la iniciativa 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 valores nacionales y las cuales tengan el potencial de convertirse a bosques sin intervención humana.

9.1 Requerimientos de la información geográfica para el análisis de elegibilidad

Para demostrar la elegibilidad de las tierras, los titulares de la iniciativa de mitigación 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 (con base en las categorías CORINE Land Cover adaptadas para Colombia), siguiendo la metodología de actualización de estudios de cobertura de la tierra del Grupo interno de trabajo de interpretación (IGAC 2015)¹⁶ y dando cumplimiento a lo siguiente:

La información geográfica debe manejarse siguiendo los estándares de calidad de la norma técnica colombiana NTC 5043¹⁷, que proporciona los conceptos básicos para describir la calidad de los datos geográficos disponibles en formato digital y análogo y presenta un modelo

IDEAM-. Bogotá D.C., Colombia. 44 p. En: http://www.ideam.gov.co/documents/13257/13817/Protocolo_para_la_cuantificaci%C3%B3n_Deforestaci%C3%B3n_Nivel_Nacional.pdf

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>

¹⁶ Instituto Geográfico Agustín Codazzi. 2015. METODOLOGÍA. ACTUALIZACIÓN DE ESTUDIOS DE COBERTURA DE LA TIERRA. GRUPO INTERNO DE TRABAJO DE INTERPRETACIÓN. Diciembre de 2015. En: <http://igacnet2.igac.gov.co/intranet/UserFiles/File/procedimientos/Metodologias%202008/2015/M40700-01%202015%20V3%20Actualizacion%20de%20estudios%20de%20cobertura%20de%20la%20tierra%20CNC.pdf>

¹⁷ Instituto Colombiano de normas técnicas - ICONTEC. 2010. NTC 5043. Información geográfica. Conceptos básicos de calidad de los datos geográficos. Bogotá D.C. 20 p.

conceptual que facilita el manejo de la información sobre la calidad de dichos datos geográficos.

Por otra parte, el titular de la iniciativa de mitigación de GEI debe contar con el respectivo metadato, siguiendo los lineamientos del Modelo de Almacenamiento Geográfico (ANLA)¹⁸.

Los titulares de los proyectos sectoriales de GEI (en el sector AFOLU) podrán adicionar áreas al proyecto, solamente durante los dos (2) años siguientes al registro en el Programa y, demostrando que se cumplen tanto la condición de elegibilidad de las áreas como las características de adicionalidad y lo relacionado con la legislación aplicable.

10 Adición de áreas con posterioridad a la validación

Los titulares de los proyectos sectoriales de mitigación 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 Programa de Certificación y Registro de Iniciativas de Mitigación de GEI y otros Proyectos de Gases Efecto Invernadero, en su versión más reciente;
 - ii) Dar cumplimiento a todo lo dispuesto en el DOCUMENTO METODOLÓGICO. SECTOR AFOLU. Cuantificación de Reducciones de Emisiones o Remociones de GEI de Proyectos Sectoriales de Mitigación. Actividades de remoción de GEI, en su versión más reciente;
 - iii) Incluir la reducción de emisiones, solamente para las actividades de proyecto validadas¹⁹.
 - iv) Implementar las actividades, en el sector AFOLU, descritas en el documento del proyecto validado.

¹⁸ <http://portal.anla.gov.co/sistema-informacion-geografica>

¹⁹ Una actividad excluida en la validación no puede ser contemplada en un área nueva.

- 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.

11 Identificación del escenario de línea base y adicionalidad

11.1 Escenario de línea base

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

De acuerdo con la CMNUCC, al seleccionar la metodología para determinar el escenario de línea base de un proyecto en el sector AFOLU²⁰ sus titulares deben seleccionar el más apropiado entre los criterios que figuran a continuación, justificando la conveniencia de su elección.

- (a) Cambios existentes o históricos, según corresponda en las reservas de carbono en los límites del proyecto;
- (b) Cambios en las reservas de carbono, dentro de los límites del proyecto, por el uso del suelo que representa un curso de acción atractivo considerando barreras a la inversión;
- (c) Cambios en las reservas de carbono, en los límites del proyecto, identificando el uso del suelo más probable, al inicio del proyecto.

Para la aplicación de esta metodología, se recomienda el uso de lo enunciado en el literal (c), arriba. No obstante, si el titular de la iniciativa se propone usar cualquiera de las otras dos aproximaciones, está permitido, siempre y cuando presente la explicación y justificación adecuada, para la opción seleccionada.

El titular de la iniciativa debe demostrar de manera confiable que todos los supuestos, justificaciones y documentación considerados, son adecuados para identificar el escenario de línea base.

²⁰ En las Decisiones de la Junta Ejecutiva, se señala: Forestación y Reforestación, no obstante, el ámbito de esta metodología aplicará también para cultivos de palma.

El titular de la iniciativa debe identificar el escenario de línea base, mediante los siguientes pasos²¹:

PASO 0. Fecha de inicio del proyecto

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

Determine la fecha de inicio del proyecto, describiendo la selección de la misma y presentando la evidencia que demuestra la fecha de inicio del proyecto. Demuestre que la fecha de inicio está definida dentro de los cinco (5) años anteriores al inicio de la validación del proyecto.

PASO 1. Identificación de las alternativas de uso del suelo

Este paso consiste en identificar los escenarios más probables de uso del suelo, que podrían ser el escenario de línea base, mediante los siguientes sub-pasos:

Sub-paso 1a. Identificación de alternativas probables de uso del suelo en las áreas del proyecto

Identifique alternativas realistas y creíbles de uso del suelo que ocurrirían en las áreas del proyecto en ausencia de la actividad de proyecto propuesta. Las alternativas deben ser factibles teniendo en cuenta las circunstancias y políticas nacionales y/o sectoriales relevantes, considerando usos históricos del suelo en el área de influencia del proyecto, o las prácticas y tendencias económicas en la región. Estas alternativas deben incluir, al menos las siguientes actividades:

- (a) Continuación del uso anterior del suelo (previo al proyecto);
- (b) Cultivos forestales y/o cultivos de palma.

En este caso, los titulares del proyecto deberán justificar que el proyecto conducirá a aumentar la tasa de establecimiento de cultivos, situación que no ocurriría en ausencia de la actividad del proyecto, demostrando que esto es resultado de la intervención directa de los titulares del proyecto²².

- (c) Otras alternativas de uso del suelo plausibles y creíbles con respecto a la ubicación, el tamaño, los fondos, los requisitos de experiencia, etc. Éstos pueden incluir

²¹ Adaptado de “Herramienta combinada para determinar el escenario de línea base y demostrar adicionalidad en actividades de forestación/reforestación - Mecanismo de Desarrollo Limpio” (Reporte EB35, Anexo 19).

²² Si la actividad de proyecto propuesta no conduce al aumento de esta tasa, el proyecto no es adicional.

alternativas que representan las prácticas comunes de uso del suelo en la región donde se ubica el proyecto.

Resultado del sub-paso 1a. Lista de alternativas probables de uso del suelo, que ocurrirían en el área del proyecto, en ausencia de las actividades del proyecto sectorial de mitigación de GEI.

Sub-paso 1b. Consistencia de las alternativas de uso del suelo con las leyes y regulaciones aplicables

Las leyes y regulaciones aplicables están dadas por las políticas nacionales y sectoriales, relacionadas con los recursos naturales y las actividades en el sector AFOLU. Demuestre que todas las alternativas de uso del suelo, identificados en el sub-paso 1a, cumplen con todos los requisitos legales y reglamentarios obligatorios aplicables.

Si una alternativa de uso del suelo no cumple con todas las leyes y regulaciones aplicables obligatorias, demuestre que, con base en un juicioso análisis de la práctica actual (en la región en la que la ley es obligatoria o se aplica la regulación), los requisitos legales o reglamentarios obligatorios aplicables sistemáticamente no se cumplen y que el incumplimiento de esos requisitos es generalizado, es decir, prevalece en al menos 30% del área de la unidad administrativa más pequeña que abarca el área del proyecto;

Elimine de los escenarios de uso del suelo identificados en el sub-paso 1a cualquier alternativa de uso del suelo que no cumpla con las leyes y regulaciones obligatorias aplicables, a menos que pueda demostrar que dichas alternativas son el resultado de falta sistemática del cumplimiento de las leyes y regulaciones obligatorias.

Resultado del sub-paso 1b. Lista de las alternativas probables de uso del suelo que cumplen con la legislación y las normas obligatorias, teniendo en cuenta su cumplimiento en la región o país, con respecto a políticas nacionales y/o sectoriales.

Si la lista resultante del sub-paso 1b está vacía o contiene solo un escenario de uso del suelo, el proyecto no es adicional.

11.2 Adicionalidad

11.2.1 Condiciones que demuestran adicionalidad, mediante una lista positiva

Esta lista positiva representa la adicionalidad automática, para proyectos que muestran condiciones especiales. Es decir, un proyecto es calificado de antemano como adicional, si cumple al menos con alguna de las siguientes condiciones:

- a) Proyectos sectoriales de GEI, en el sector AFOLU que incluyan áreas destinadas a

- restauración ecológica (pasiva o activa), en un 40% o más, del área total del proyecto;
- b) Proyectos sectoriales de GEI, en el sector AFOLU con áreas no superiores a 200 hectáreas;
 - c) Proyectos sectoriales de GEI, en el sector AFOLU que incluyan la siembra de especies nativas en un 60%, o más, del área total del proyecto;
 - d) Proyectos sectoriales de GEI, en el sector AFOLU, desarrollados por y en territorios de comunidades indígenas, negras o campesinas, que estén constituidas como asociaciones, u organizaciones, comunitarias;
 - e) Cultivos forestales en los que el 60%, o más del área total del proyecto, se localice por fuera de las zonas de aptitud alta para plantaciones forestales con fines comerciales, según la clasificación de la UPRA (Unidad de Planificación Rural Agropecuaria)²³ o áreas que aun estando dentro de las clasificadas dentro de aptitud forestal alta, el titular de la iniciativa demuestre su baja aptitud forestal (empleando, por ejemplo, la escala apropiada para el análisis).
 - f) Cultivos de Palma de aceite en los que al menos 30%, se localice por fuera de las zonas de aptitud alta para cultivo comercial de Palma, según la clasificación de la Unidad de Planificación Rural Agropecuaria – UPRA.²⁴
 - g) Proyectos sectoriales de GEI, en el sector AFOLU, con áreas menores que 100 hectáreas, los cuales se acojan a una iniciativa gubernamental de apoyo al desarrollo de la industria forestal, a pesar de estar cobijados por instrumentos económicos tales como subsidios, exenciones de impuestos u otra forma de apoyo financiero.

Las condiciones consideradas en la lista positiva deberán ser evaluadas, al menos cada dos años, para garantizar que sigan cumpliéndose las condiciones iniciales, con datos actualizados y que los proyectos mantienen tanto su integridad ambiental como la condición de adicionalidad.

²³ UPRA. 2014. Zonificación para plantaciones forestales con fines comerciales – Colombia, escala 1:100.000. Memoria técnica. Bogotá. D.C. “La zonificación para plantaciones forestales con fines comerciales en Colombia identifica y delimita las áreas con aptitud para la reforestación comercial. Se incorporan los componentes físicos, socioecológicos y socioeconómicos, así como lineamientos legales y normativos”.

²⁴ “El ejercicio de zonificación de aptitud del cultivo comercial de la palma a escala 1:100.000 tiene por finalidad desarrollar y aplicar un instrumento metodológico que permita elaborar y actualizar de forma sistemática la zonificación de áreas aptas para el establecimiento y desarrollo del cultivo comercial de palma a escala 1:100.000, de forma que se contribuya a orientar el desarrollo de esta actividad bajo criterios ambientalmente sostenibles, económicamente competitivos y socialmente apropiados. Responde a prioridades del plan estratégico del sector palmero”.

Si el proyecto no cumple con al menos una de las condiciones descritas, el titular de la iniciativa deberá aplicar, para demostrar la adicionalidad del proyecto los pasos detallados a continuación.

11.2.2 **Análisis de adicionalidad**

Una vez demuestre la lista de alternativas probables de uso del suelo, vaya al paso 2 (Análisis de las inversiones) o al paso 3 (Análisis de barreras), ya que es necesario realizar al menos uno de estos dos pasos, para demostrar la adicionalidad del proyecto.

PASO 2. Análisis de inversiones

Este paso sirve para determinar cuál de las alternativas probables de uso del suelo, identificadas en el sub-paso 1b, es la más atractiva en términos económicos o financieros. Con este propósito debe llevarse a cabo un análisis de inversión.

Determine si la actividad de proyecto, sin los ingresos derivados de la venta de Créditos de Carbono Verificados (CCV), es económica o financieramente menos atractiva que otras alternativas. El análisis de inversión puede realizarse como un análisis de adicionalidad independiente o en conjunto con el análisis de barreras (Paso 3). Para realizar el análisis de inversión, utilice los siguientes sub-pasos:

Sub-paso 2a. Determinar el método más adecuado de análisis

Determinar si lo más adecuado es aplicar un análisis de costos simple, un análisis de comparación de inversiones o un análisis de referencia (sub-paso 2b).

Si el proyecto no genera beneficios financieros o económicos, distintos de los ingresos relacionados con la venta de los créditos de carbono, aplique el análisis de costos simple (opción I). De lo contrario, utilice el análisis de comparación de inversiones (opción II) o el análisis de referencia (opción III). Tenga en cuenta que las opciones I, II y III son mutuamente excluyentes, por lo tanto, solo uno de ellos puede aplicarse.

Sub-paso 2b. – Opción I. Análisis de costos simple

Documente los costos asociados a las actividades del proyecto y demuestre que el proyecto no produce beneficios financieros, como no sean los ingresos por la venta de CCV.

Si se llega a la conclusión de que el proyecto no produce ningún beneficio financiero, que no sea por los ingresos relacionados por venta de CCV, vaya al Paso 4 (Impacto del registro del proyecto).

Sub-paso 2b. – Opción II. Análisis de comparación de inversiones

Identifique el indicador financiero más adecuado para el tipo de proyecto y relevante para la toma de decisiones. Este puede ser la Tasa Interna de Retorno (TIR), el Valor Presente Neto (VPN) o la Relación Beneficio Costo (RBC).

Sub-paso 2b – Opción III. Análisis de referencia

Identifique el indicador financiero, como la TIR, el VPN, la relación costo beneficio u otro (por ejemplo, la tasa de rendimiento requerida (RRR) relacionada con las inversiones en agricultura o silvicultura, la tasa de interés de los depósitos bancarios corregida por el riesgo inherente al proyecto o la de oportunidad de costos de la tierra, como cualquier ingreso esperado de la especulación de la tierra) más adecuado para el tipo de proyecto y el contexto de decisión.

Identifique el valor de referencia relevante, como la tasa de rendimiento requerida (RRR) sobre el patrimonio neto. Su propósito es el de representar los rendimientos estándar en el mercado, considerando el riesgo específico del tipo de proyecto, pero no vinculado a la expectativa de rentabilidad subjetiva o al perfil de riesgo de un desarrollador de proyecto en particular. Los puntos de referencia pueden derivarse de:

- Tasas de bonos del gobierno, aumentadas por una prima de riesgo adecuada para reflejar la inversión privada y/o el tipo de proyecto, según lo justifique un experto (financiero) independiente;
- Estimaciones del costo de la financiación y el rendimiento del capital requerido (por ejemplo, tasas de préstamos comerciales y garantías requeridas para el país y el tipo de actividad del proyecto en cuestión), en función de las opiniones de los banqueros y el rendimiento requerido de los inversores / fondos privados en proyectos comparables;
- Un punto de referencia interno de la empresa (costo de capital promedio ponderado de la empresa) si solo hay un desarrollador potencial del proyecto (por ejemplo, cuando la actividad del proyecto actualiza una actividad existente). Los titulares de los proyectos sectoriales de mitigación de GEI deberán demostrar que este punto de referencia se ha utilizado constantemente en el pasado, es decir, que las actividades del proyecto en condiciones similares, desarrolladas por la misma compañía utilizaron el mismo punto de referencia;
- Tasas de Beta de industria forestal y/o agrícola ajustado con el EMBI del país en el que se desarrolla el proyecto.

Sub-paso 2c. Cálculo y comparación de indicadores financieros (solo aplicable a las opciones II y III)

Calcule el indicador financiero adecuado para la actividad del proyecto, sin los beneficios financieros por la venta de CCV y, en el caso de la Opción II anterior, para las otras alternativas. Incluya todos los costos relevantes (incluidos, por ejemplo, el costo de inversión, los costos de operación y mantenimiento) y los ingresos (excluyendo los ingresos de CCV, pero incluyendo subsidios / incentivos fiscales cuando corresponda) y, según corresponda, los costos no comerciales y beneficios en el caso de inversores públicos.

Presente el análisis de inversión de manera transparente y proporcione todos los supuestos relevantes. Presente claramente los parámetros y supuestos económicos críticos (tales como costos de capital, tiempos de vida y tasa de descuento o costo de capital). Justifique y/o cite los supuestos de una manera que pueda ser validada por el OVV. Al calcular el indicador financiero, los riesgos del proyecto se pueden incluir a través del patrón de flujo de efectivo, sujeto a expectativas y suposiciones específicas del proyecto (por ejemplo, las primas de seguros se pueden usar en el cálculo para reflejar equivalentes de riesgo específicos).

Los supuestos y los datos de entrada, considerados para el análisis de inversión, no deberán diferir entre la actividad del proyecto y las otras alternativas de uso del suelo, a menos que las diferencias puedan estar bien fundamentadas.

Presente una comparación clara del indicador financiero para el proyecto, sin los beneficios financieros por venta de CCV y:

Opción II (análisis de comparación de inversiones): si una de las otras alternativas tiene el mejor indicador (por ejemplo, una TIR más alta), entonces el proyecto no puede considerarse como financieramente atractivo.

Opción III (análisis de referencia): si la actividad del proyecto tiene un indicador menos favorable (por ejemplo, una TIR más baja) que la de referencia, entonces el proyecto no puede considerarse financieramente atractiva.

Si se concluye que el proyecto, sin los beneficios financieros derivados de la venta de los Créditos de Carbono Verificados, no es financieramente atractivo, continúe con el sub-paso 2d (Análisis de sensibilidad).

Sub-paso 2d. Análisis de sensibilidad

Incluya un análisis de sensibilidad que muestre si la conclusión inicial, con respecto al atractivo financiero del escenario de referencia, se mantiene ante variaciones razonables en los supuestos críticos. El análisis de inversión proporciona un argumento válido a favor de la adicionalidad solo si respalda de manera consistente (para un rango realista de supuestos) la conclusión de que el proyecto, sin los beneficios financieros por la venta de CCV, sea financieramente atractivo.

Si después del análisis de sensibilidad se concluye que es improbable que el proyecto, sin los beneficios financieros del carbono, produzca un beneficio económico (Opción I) o sea financieramente atractivo (Opción II y Opción III), entonces continúe directamente con el Paso 4 (Impacto del registro del proyecto).

Si después del análisis de sensibilidad se concluye que es probable que el proyecto, sin los beneficios financieros del carbono, produzca beneficios económicos (Opción I) o sea financieramente atractivo (Opción II y Opción III), entonces el proyecto no puede considerarse adicional por medio del análisis financiero. Opcionalmente, continúe con el Paso 3 (Análisis de barreras) para demostrar que la actividad de proyecto propuesta enfrenta barreras que no impiden que ocurran las otras alternativas probables de uso del suelo.

PASO 3. Análisis de barreras

El análisis de barreras puede realizarse como un análisis de adicionalidad independiente o como una extensión del análisis de inversión.

Si se utiliza este paso, determine si el proyecto sectorial de mitigación de GEI enfrenta barreras que:

- (a) Previenen o limitan la implementación de este tipo de proyecto sectorial de GEI; y
- (b) No impiden la implementación de al menos una de las alternativas probables de uso del suelo.

Use los siguientes sub-pasos:

Sub-paso 3a. Identifique las barreras que impedirían la implementación del proyecto

Establezca que existen barreras que evitarían la implementación del proyecto, si éste no contemplara la participación en el mercado de carbono. Las barreras que impiden un proyecto no deben analizarse en relación con los participantes del proyecto, sino únicamente en relación con las actividades del proyecto. Dichas barreras pueden incluir:

Barreras de inversión, entre otras:

- El financiamiento de la deuda no está disponible para este tipo de proyecto;
- No hay acceso a los mercados de capital debido a los riesgos, reales o percibidos, asociados con la inversión directa nacional o extranjera en el país donde se va a implementar el proyecto;
- Falta de acceso al crédito;

Barreras institucionales, entre otras:

- Riesgo relacionado con cambios en las políticas o leyes gubernamentales;
- Falta de aplicación de la legislación forestal o la relacionada con el uso de la tierra.

Barreras tecnológicas, entre otras:

- Falta de acceso a los insumos y materiales para el establecimiento de las plantaciones;
- Falta de infraestructura para la implementación de la tecnología;

Barreras relacionadas con la tradición local, entre otras:

- Conocimientos tradicionales o falta de ellos, leyes y costumbres, condiciones del mercado, prácticas;
- Equipamiento y tecnología tradicional;

Barreras debidas a las condiciones ecológicas locales, entre otras:

- Suelo degradado (por ejemplo, erosión hídrica / eólica, salinización, etc.);
- Eventos catastróficos naturales y / o inducidos por el hombre (por ejemplo, deslizamientos de tierra, incendios, etc.);
- Condiciones meteorológicas desfavorables (por ejemplo, heladas tempranas / tardías, sequías);
- Especies invasoras que impiden la regeneración de los árboles (por ejemplo, pastos, malezas);
- Ausencia de condiciones ecológicas favorables para el crecimiento del cultivo;
- Presencia de plagas y enfermedades, de forma generalizada en el área del proyecto;
- Presión biótica en términos de pastoreo, recolección de forraje, etc.

Barreras debidas a condiciones sociales, entre otras:

- Presión demográfica sobre la tierra (por ejemplo, una mayor demanda de tierra debido al crecimiento de la población);
- Conflicto social entre los grupos de interés en la región donde se desarrolla el proyecto;
- Prácticas ilegales generalizadas (por ejemplo, cultivos de uso ilícito, pastoreo ilegal, extracción de productos no maderables y tala de árboles);
- Falta de mano de obra calificada y / o debidamente capacitada;
- Situación de orden público;
- Falta de organización de las comunidades locales.

Barreras relacionadas con la tenencia de la tierra, la propiedad, la herencia y los derechos de propiedad, entre otros:

- La propiedad de la tierra, con una jerarquía de derechos para diferentes partes interesadas, limita los incentivos para emprender el proyecto;
- Falta de legislación y regulación de tenencia de la tierra, adecuada para apoyar la seguridad de la tenencia;
- Ausencia de derechos de propiedad claramente definidos y regulados en relación con los productos y servicios de recursos naturales;
- Sistemas de tenencia formales e informales que aumentan los riesgos de fragmentación de las tierras.

Barreras relacionadas con los mercados, el transporte y el almacenamiento, tales como:

- Los mercados no regulados e informales de madera, productos y servicios no maderables impiden la transmisión de información efectiva a los participantes del proyecto;
- La lejanía de las actividades del proyecto y la infraestructura vial no desarrollada generan grandes gastos de transporte, lo que disminuye la competitividad y la rentabilidad de los productos del proyecto;
- Posibilidades de gran riesgo de precio debido a las fluctuaciones en los precios de los productos maderables y no maderables, durante el período del proyecto en ausencia de mercados eficientes y mecanismos de seguros;
- La ausencia de instalaciones para convertir, almacenar y agregar valor a la producción de las actividades del proyecto, lo que limita las posibilidades del proyecto.

Las barreras identificadas constituyen evidencia suficiente, para demostrar la adicionalidad del proyecto, solo si impiden que los posibles titulares de la iniciativa lleven a cabo el proyecto, si no se espera su participación en el mercado de carbono.

El titular de la iniciativa de mitigación de GEI debe proporcionar evidencia transparente y documentada, y ofrecer interpretaciones conservadoras en cuanto a cómo demuestra la existencia y la importancia de las barreras identificadas. El tipo de evidencia que se proporcionará puede incluir:

- (a) Legislación relevante, información regulatoria o normas, actos o reglas de gestión ambiental / de recursos naturales;
- (b) Estudios o encuestas relevantes (sectoriales), por ejemplo, estudios de mercado, estudios de tecnología, etc., realizados por universidades, instituciones de investigación, asociaciones, empresas, instituciones bilaterales / multilaterales, etc.
- (c) Datos estadísticos relevantes de estadísticas nacionales o internacionales;

- (d) Documentación de datos de mercado relevantes (por ejemplo, precios de mercado, aranceles, normas);
- (e) Documentación escrita de la compañía o institución que desarrolla o implementa el proyecto;
- (f) Actividades del titular de la iniciativa o el desarrollador del proyecto, como actas de reuniones de la junta, correspondencia, estudios de viabilidad, información financiera o presupuestaria, etc.
- (g) Documentos preparados por el desarrollador del proyecto, contratistas o socios del proyecto en el contexto del proyecto o implementaciones de proyectos anteriores similares;
- (h) Documentación escrita de juicios de expertos independientes de agricultura, silvicultura y otros organismos gubernamentales / no gubernamentales, relacionados con el uso de la tierra o expertos individuales, instituciones educativas (por ejemplo, universidades, escuelas técnicas, centros de capacitación), asociaciones profesionales y otros.

Sub-paso 3 b. Muestre que las barreras identificadas no impedirían la implementación de al menos una de las alternativas de uso del suelo identificadas (excepto la actividad de proyecto):

Si las barreras identificadas también afectan a otras alternativas, el titular de la iniciativa debe demostrar cómo se ven menos afectadas de lo que afectan el proyecto. Es decir, debe explicar cómo las barreras identificadas no impiden la implementación de al menos una de las alternativas de uso del suelo. Cualquier alternativa, que impida las barreras identificadas en el Sub-paso 3a, no es una alternativa viable y debe eliminarse del análisis. Deberá identificarse al menos una alternativa viable (diferente al proyecto).

Si uno de los Sub-pasos 3a o 3b no se cumple, el proyecto no puede considerarse adicional por medio del análisis de barreras.

Si se satisfacen ambos Sub-pasos (3a y 3b), continúe con el Paso 4 (Impacto del registro del proyecto).

PASO 4. Impacto del registro del proyecto

Explique cómo la certificación y el registro del proyecto, y los beneficios e incentivos asociados derivados de esto, disminuirían el impacto de los obstáculos económicos y financieros (Paso 2) u otras barreras identificadas (Paso 3) y así, permitirían que se lleve a cabo el proyecto. Los beneficios e incentivos pueden ser de varios tipos, tales como:

- Eliminación neta antropogénica de gases de efecto invernadero por sumideros;

- El beneficio financiero de los ingresos obtenidos por la venta de CCV incluida la certeza y el momento predefinido del ingreso;
- Atraer a nuevos interesados que no están expuestos a las mismas barreras, o pueden aceptar una TIR más baja (por ejemplo, porque tienen acceso a capital más barato);
- Atraer nuevos interesados que brinden la capacidad de implementar una nueva tecnología / práctica, y
- Reducción del riesgo de inflación / tipo de cambio que afecta los ingresos esperados y es atractivo para los inversores.

Si se cumple el Paso 4, el proyecto no corresponde al escenario base y, por lo tanto, es adicional.

Si no se cumple el Paso 4, el proyecto no es adicional.

12 Manejo de la incertidumbre

En el marco del Programa PROCLIMA, 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 las iniciativas de mitigación 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 14²⁵.

²⁵ 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>

A su vez, estos porcentajes son distintos y adicionales al 15% de reserva dispuesto en la sección 10.7 (Fugas y no permanencia para Proyectos sectoriales de mitigación de GEI).

En la Tabla 4 se presentan los datos de estimación de las reducciones de GEI y los factores de descuento asociados a cada uno de ellos.

Tabla 4. 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 propias 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.	
NOTA: 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 y el escenario de referencia nacional, no será necesaria la aplicación de los porcentajes definidos para el factor de descuento.	

13 Estratificación

Si la distribución de la biomasa, en las áreas del proyecto (o debida a las actividades del proyecto) no es homogénea, deberá 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 de la iniciativa deberá definir diferentes estratos para el escenario de línea base y para el escenario con proyecto. De este modo se optimiza la precisión en la estimación de las reducciones de emisiones o 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. Deberán usarse las categorías de CORINE Land Cover adaptadas para Colombia.
- (b) Para el escenario con proyecto, la estratificación debe basarse en los planes de establecimiento de los cultivos (especie / año de siembra).

14 Remoción de GEI por los sumideros

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

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

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 reforestación²⁶, 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 el proyecto;
- (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:

$$\Delta C_{LB,t} = \Delta C_{ARB_LB,t} + \Delta C_{ARBUST_LB,t} + \Delta C_{MM_LB,t} + \Delta C_{HOJ_LB,t}$$

²⁶ 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>

Donde:

$\Delta C_{BL,t}$	=	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

14.2 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:

$$\Delta C_{ACTUAL,t} = \Delta C_t - GEI_{E,t}$$

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”²⁷; 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:

$$\Delta C_{P,t} = \Delta C_{ARB_PROY,t} + \Delta C_{ARBUST_PROY,t} + \Delta C_{MM_PROY,t} + \Delta C_{HOJ_PROY,t} + \Delta COS_{A,t}$$

Donde:

- $\Delta C_{P,t}$ = Cambios en las reservas de carbono en el proyecto, que ocurren en los reservorios seleccionados, en el año t ; t CO₂-e.
- ΔC_{ARB_PROJ} = 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-e²⁸
- ΔC_{ARBUST_P} = 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
- ΔC_{MM_PROJ} = 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

²⁷ 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-08-v4.o.o.pdf>

²⁸ <https://cdm.unfccc.int/methodologies/ARmethodologies/tools/ar-am-tool-14-v4.2.pdf>

ΔC_{HOJ_PROJ} = 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”²⁹, y estimadas con la misma herramienta; t CO₂-e

14.2.1 Carbono orgánico del suelo

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 5)

²⁹ 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>

- (b) Cultivos y manejo del suelo en el escenario de línea base (Tabla 6 y Tabla 7); y
- (c) Manejo de áreas en la categoría de pastos (Tabla 8).

La reserva inicial de Carbono Orgánico del Suelo (COS), al inicio del proyecto, debe ser estimada mediante la siguiente expresión³⁰:

$$COS_{INICIAL,i} = COS_{REF,i} \times f_{LU,i} \times f_{MG,i} \times f_{IN,i}$$

$COS_{INICIAL,i}$ = SOC 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 SOC, 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:

$$COS_{PERDIDA,i} = COS_{INICIAL,i} * 0,1$$

³⁰ Ecuación tomada de la herramienta CDM-AR Tool16 de la Metodología AR – ACM0003.

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; $t\ C\ ha^{-1}$

$COS_{INICIAL,i}$ = 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 5. 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, Kastanosols, 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: Psamments).

(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:³¹

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

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 ; $t \text{ C ha}^{-1} \text{ yr}^{-1}$

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

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

$COS_{PERDIDA,i}$ = 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; $t \text{ C ha}^{-1}$

$t_{PREP,i}$ = 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 6.

Tabla 6. 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
		Templado/Boreal	Seco	0,80	

³¹ Ecuación tomada de la herramienta CDM-AR Tool6 de la Metodología AR - ACM0003. <https://cdm.unfccc.int/methodologies/ARmethodologies/tools/ar-am-tool-16-v1.1.o.pdf>

Factor tipo	Nivel	Régimen de temperatura	Régimen de humedad	Valor	Descripción y criterio
Uso del suelo, <i>f</i> LU	Cultivos permanentes	Tropical	Húmedo	0,69	Áreas continuamente manejadas con cultivos de más de 20 años
			Seco	0,58	
			Húmedo/Muy húmedo	0,48	
		Tropical montano	n/a	0,64	
Uso del suelo, <i>f</i> LU	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, <i>f</i> MG	Labranza completa	Todos	Húmedo/Muy húmedo	1,00	Perturbación del suelo alteración total y / o labranza frecuente (dentro del año).
Prácticas de manejo, <i>f</i> MG	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 7. 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, f_{IN}	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 8. Factores relativos para cambios en las reservas de C orgánico (f_{LU} , f_{MG} y f_{IN}) 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 SOC 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:

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

$\Delta COS_{AL,t}$ = 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.

14.2.2 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”³².

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 9.

Tabla 9. 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
--------------	---

³² CDM-AR Tool 12 de la Metodología AR ACM0003. <https://cdm.unfccc.int/methodologies/ARmethodologies/tools/ar-am-tool-12-v3.1.pdf>

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

$$C_{MM,i,t} = C_{ARB,i,t} \times DF_{MM}$$

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 CO₂e

$C_{ARB,i,t}$ = Reserva de carbono en la biomasa de los árboles del estrato *i* en un periodo de tiempo determinado del año *t*; t CO₂e

DF_{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 de la herramienta, así:

$$C_{HOJ,i,t} = C_{ARB,i,t} \times DF_{HOJ}$$

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 CO₂e

$C_{ARB,i,t}$ = 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 10.

Tabla 10. 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, ³³ Smith et al. 2006, ³⁴ Glenday 2008, ³⁵ Keller et al. 2004, ³⁶ Eaton and Lawrence 2006, ³⁷ Krankina and Harmon 1995, ³⁸ and Clark et al. 2002. ³⁹			
	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	Sin dimensión			
Descripción	Relación entre biomasa aérea y biomasa subterránea por especie j			

³³ 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.

³⁴ 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.

³⁵ Glenday, J. 2008. Carbon storage and emissions offset potential in an African dry forest, the ArabukoSokoke Forest, Kenya. *Environ. Monit. Assess* 142: 85-95

³⁶ 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.

³⁷ 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.

³⁸ 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.

³⁹ 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	<p>El valor de R_j puede ser calculado mediante la siguiente ecuación:</p> $R_j = \frac{e^{(-1,085+0,9256*lnb)}}{b}$ <p>R_j Relación raíz-biomasa aérea para la especie j; adimensional</p> <p>b Biomasa aérea por hectárea (en t d.m. ha⁻¹),</p> <p>j 1, 2, 3, ... especie</p> <p>Fuente: A/R Methodological Tool. “Estimation of carbon stocks and change in carbon stocks of trees and shrubs in A/R CDM project activities”</p>
-----------------	---

Fuente: Herramientas - Metodología AR – ACM0003

14.3 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:

$$FUGA_t = FUGA_{AGRIC,t}$$

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

14.4 Remociones netas de GEI por los sumideros

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

$$\Delta C_{PROY,t} = \Delta C_{ACTUAL,t} - \Delta C_{LB,t} - Fuga_t$$

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

15 Plan de monitoreo

Los titulares de los proyectos sectoriales de mitigación 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 deberá 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, deberán 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.

15.1 Monitoreo de los límites del proyecto

Los límites geográficos del proyecto, constituidos por las áreas elegibles⁴⁰ sobre las cuales se desarrollan las actividades de proyecto (cultivos forestales o cultivos de palma), deberán incluirse en un Sistema de Información Geográfica (SIG), georreferenciando cada uno de los

⁴⁰ Áreas elegibles se refiere a las áreas que cumplen con la condición de ausencia de bosque, en las fechas de referencia establecidas por el Programa PROCLIMA.

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 será 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.

15.2 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 deberán ser las siguientes:

- (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 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).

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
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)

15.3 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 de la iniciativa de mitigación deberá establecer un Protocolo para la medición de parcelas de crecimiento, según lo descrito a continuación:

15.3.1 Estratificación y diseño del muestreo en campo

15.3.1.1 Estratificación

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

15.3.1.2 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 deberán 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.

15.3.1.3 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.

15.3.1.4 Tamaño de la muestra

Con el fin de obtener la información requerida⁴¹ para el cálculo del número de parcelas, necesarias para el monitoreo, deberá 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:

$$n = \frac{A_i \times 10.000 \times \text{Intensidad de muestreo}^{42}}{AP}$$

Donde:

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

⁴¹ El valor aproximado de la varianza de las reservas de biomasa, en cada estrato y/o lote.

⁴² El titular de la iniciativa 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).

within A/R CDM Project activities”⁴³. 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:

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

⁴³ <https://cdm.unfccc.int/methodologies/ARmethodologies/tools/ar-am-tool-03-v2.1.0.pdf>

15.3.1.5 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:

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

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

15.3.1.6 *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.

15.3.1.7 *Frecuencia de monitoreo*

El titular de la iniciativa de mitigación de GEI deberá establecer una frecuencia de monitoreo, acorde con las necesidades de verificación y certificación.

15.3.1.8 *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.

15.4 **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:

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

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, ... 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 de la iniciativa de mitigación de GEI, deberá 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 deberá 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).

15.5 Procedimientos de control de calidad y aseguramiento de la calidad

El titular de la iniciativa de mitigación de GEI deberá 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 IPCC⁴⁴. 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.

15.5.1 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 muestreo. Se verifica, del mismo modo, que el porcentaje de error requerido se cumpla (10%)⁴⁵. 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;

⁴⁴ IPCC GPG LULUCF (2005). <http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/gpplulucf/gpplulucf/spanish/full.pdf>

⁴⁵ En caso de que éste no se cumpla, deberán llevarse a cabo nuevas mediciones en campo

- (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.

15.5.2 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 deberán 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, deberá hacerse una estimación porcentual de los mismos. El error de digitación no debe ser superior al 10%, en este caso, deberá revisarse la totalidad de los datos y hacer las correcciones necesarias.

15.5.3 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 (GIS) 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.

Historial del documento

Versión	Fecha	Tipo de documento	Naturaleza de la revisión
1.0	10 de diciembre de 2019	Documento Metodológico proyectos sectoriales de mitigación de GEI en el sector AFOLU	Versión inicial - Documento sometido a consulta pública
2.0	27 de marzo de 2020	Documento Metodológico proyectos sectoriales de mitigación de GEI en el sector AFOLU	Versión Actualizada - Después de consulta pública
2.1	27 de agosto de 2020	Documento Metodológico proyectos sectoriales de mitigación de GEI en el sector AFOLU	Versión Ajustada Cambios editoriales
2.2	19 de octubre de 2020	Documento Metodológico proyectos sectoriales de mitigación de GEI en el sector AFOLU	Versión actualizada Ajustes en la sección Manejo de la incertidumbre