

A photograph of a agricultural field with rows of young green plants. In the background, several people are working in the field. The foreground is dominated by a close-up of a single plant growing in dark brown soil.

Metodología para Remoción de GEI en Plantaciones Forestales, Sistemas Agroforestales y Actividades Agrícolas.

Versión 3.1



Metodología Para Remoción De Gases De Efecto Invernadero En Plantaciones Forestales, Sistemas Agroforestales Y Actividades Agrícolas

Versión 3.1

® Canal Clima – COLCX

No es permitida la reproducción parcial o total de este documento o su uso en cualquier forma o por cualquier medio, electrónico o mecánico, incluyendo escaneo, fotocopiado y microfilmación, sin el permiso de Canal Clima - COLCX. Derechos reservados.

CONTENIDO

1	DEFINICIONES	4
2	OBJETIVO	6
3	ALCANCE	6
4	ACTIVIDADES APLICABLES	6
5	CONDICIONES DE APLICABILIDAD	7
6	ELEGIBILIDAD	8
7	ADICIONALIDAD	8
8	LÍMITES TEMPORALES Y ESPACIALES	9
8.1	Límites Temporales	9
8.1.1	Fecha de Inicio del Proyecto	9
8.1.2	Periodo retroactivo	9
8.2	Límites Espaciales	9
8.3	Proyectos agrupados	10
9	RESERVORIOS APLICABLES	11
10	FUENTES DE EMISIÓN	12
11	FACTORES DE EMISIÓN Y REMOCIÓN DE GEI	14
12	ESCENARIO DE LÍNEA BASE	16
13	ESCENARIO DE FORMULACIÓN	17
13.1	Estratificación.	17
13.1.1	Variables de estratificación	17
13.1.2	Resultados de la estratificación	18
13.2	Cuantificación de las emisiones de GEI	18
13.2.1	Emisiones provocadas por aprovechamiento forestal, actividades para replantación de cultivos de palma y uso de maquinaria.	18
13.2.2	Fugas	21
13.3	Cálculo de las remociones proyectadas	25
14	ESCENARIO DE IMPLEMENTACIÓN	27
15	PLAN DE MONITOREO	27
15.1	Datos y parámetros para monitorear	27
15.2	Mecanismos de monitoreo	28
16	GESTIÓN RIESGOS DE NO PERMANENCIA Y REVERSIÓN	28
17	INCERTIDUMBRE	29
18	CONTRIBUCIÓN A LOS ODS	29

TABLAS

Tabla 1 Reservorios aplicables a actividades de Forestación, Reforestación y Revegetación.....	11
Tabla 2 Fuentes de emisión en actividades FRR.....	12

1 DEFINICIONES

- **Aprovechamiento Forestal Sostenible:** Tratamiento silvicultural que consistente en la tala de individuos arbóreos de manera que se garantice la permanencia de los recursos maderables para las generaciones futuras. Para que el aprovechamiento forestal sea sostenible se deben tener en cuenta criterios técnicos y legales los cuales dependerán del tipo de bosque y el contexto normativo del país anfitrión.
- **Cambio de uso del suelo:** Es la transformación del uso actual del suelo que se le da a una determinada cobertura o terreno. Esta afecta directamente factores geográficos, económicos, políticos, sociales, demográficos y culturales.
- **Cultivos arbustivos permanentes:** Son aquellas coberturas constituidas por cultivos de especies de hábito arbustivo principalmente. Entendiendo como arbusto a una planta perenne, con tallo leñoso, altura entre 0,5 y 5 m, las cuales pueden presentar una fuerte ramificación en su base.¹
- **Cultivos frutales:** Para efectos de esta metodología, son aquellas áreas diferentes de los cultivos arbustivos permanentes en las cuales predominan especies de hábito arbóreo, incluyendo los de mediano porte como cacao (*Theobroma cacao L.*), copoazú (*Theobroma grandiflorum*), marañón (*Anacardium occidentale*) entre otros, que presentan altura y copa definidas. Estos son sembrados fundamentalmente para la obtención de frutos.
- **Cultivos de palma:** Consiste en el cultivo de palma africana (*Elaeis spp.*) y sus variedades para la obtención de aceite.
- **Datos de actividad (AD):** Se entiende como dato de actividad a la medida (magnitud) de un parámetro a evaluar en las actividades de la iniciativa que genera emisiones o remociones. P.E. área cubierta por un ecosistema (ha), la densidad aparente del suelo (gr/cm³), etc.
- **Factores de emisión (EF):** Corresponde a un coeficiente que relaciona la cantidad promedio de emisiones o remociones de un GEI en un sistema particular.
- **Forestación:** Plantación o siembra de individuos arbóreos en áreas donde no ha existido presencia histórica de cobertura vegetal.
- **Plantaciones forestales:** Cobertura de origen antropogénico constituida de vegetación arbórea con fines del manejo forestal que tienen uno o múltiples objetivos de producción (P.E., la producción de madera, productos forestales no maderables u otros bienes y servicios ecosistémicos). Se pueden establecer en diferentes áreas siempre y cuando la aptitud del suelo sea adecuada para su establecimiento. Pueden estar conformadas por una sola especie o por la mezcla de más de una.

¹ 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., 72 p.

- **Reforestación:** Plantación o siembra de individuos arbóreos en áreas donde ya existía cobertura vegetal, la cual ha sido transformada para el desarrollo de actividades de otra índole.
- **Sistemas agroforestales:** Áreas con presencia de arreglos multipropósito (para la obtención de fibras, forrajes, frutos, entre otros), que presentan combinaciones de especies forestales y agrícolas de tipo herbáceo, arbustivo o arbóreo. Estos arreglos se presentan como una asociación de cultivos permanentes y semipermanentes (P.E. cacao, café y frutales mezclados con especies forestales), las cuales comparten una misma área geográfica de producción. Las especies forestales implementadas dentro de este sistema pueden actuar como barreras rompeviento, cercas vivas o como sombríos para las especies arbustivas o herbáceas que se implementan en combinación.
- **Suelos orgánicos:** Suelos que contienen como mínimo 12% de carbono orgánico en su composición. Se pueden identificar por el espesor de su horizonte orgánico.
- **Vegetación secundaria:** Tipo de cobertura que ocurre posterior a la intervención o destrucción de un bosque o cobertura vegetal natural ya sea por intervención del hombre o de manera natural. Esta cobertura se caracteriza por una sucesión vegetal primaria o secundaria, puede incluir elementos como relictos de bosque natural denso o fragmentado, áreas degradadas o arbustos en menos de un 30% del área de la unidad mínima de mapeo.

La ampliación de todos los términos relacionados con esta metodología se encuentra en la *Guía de términos y definiciones del programa COLCX*.

2 OBJETIVO

Proporcionar a los titulares y proponentes una guía técnica para la formulación e implementación de Proyectos de Mitigación de GEI (PMGEI) basados en plantaciones forestales, sistemas agroforestales y actividades agrícolas permanentes.

3 ALCANCE

Esta metodología abarca criterios y procedimientos pertinentes para realizar:

- a) Análisis de elegibilidad del proyecto;
- b) Identificación, cuantificación y seguimiento de fuentes, sumideros y reservorios de carbono;
- c) Determinación del escenario de línea base;
- d) Análisis de adicionalidad;
- e) Cuantificación de las remociones de GEI generadas por las actividades
- f) Orientaciones para el monitoreo y control de fugas
- g) Criterios para el monitoreo de las actividades de mitigación del PMGEI

Esta metodología puede ser aplicada por cualquier tipo de entidad, persona o institución que pretenda establecer un proyecto para mitigar los efectos del cambio climático mediante actividades de remoción de GEI en adelante denominados PMGEI con base en actividades aplicables. Esta metodología es aplicable a Herramientas de Manejo del Paisaje que no se encuentren en áreas de bosque, como es el caso de cercas vivas, sistemas agroforestales y árboles dispersos en potreros. Para el caso de enriquecimientos forestales, se puede utilizar en conjunto con el módulo de aumento de reservas de carbono (ARC) de la metodología REDD+ en su versión vigente.

4 ACTIVIDADES APLICABLES

La presente metodología permite la formulación e implementación de PMGEI en el sector AFOLU, que incluyan mínimo alguna de las siguientes actividades:

- a) Plantaciones forestales maderables, no maderables y/o multipropósito
- b) Sistemas agroforestales
- c) Cultivos frutales y/o agrícolas permanentes
- d) Palma de aceite u otros cultivos de palma

Los proyectos que implementen esta metodología deben considerar los requisitos específicos establecidos por la normativa del país anfitrión.

5 CONDICIONES DE APLICABILIDAD

Esta metodología es aplicable bajo las siguientes condiciones:

- a) Se utiliza en áreas con derecho al uso de la tierra, libre de disputas legales, administrativas o de otro tipo, cuyos documentos de acreditación de la titularidad, posesión, o tenencia, revelan la propiedad del carbono según el contexto legal de cada país.
- b) Se implementan las actividades enunciadas en 4 ACTIVIDADES APLICABLES para incrementar la cobertura vegetal o mejorar su capacidad de almacenamiento de carbono.
- c) Actividades que cumplen con el marco normativo y legal del país anfitrión y su región
- d) Plantaciones y/o cultivos que poseen planes de manejo y aprovechamiento que evidencian su ciclo productivo y finalidad.
- e) Áreas cuya aptitud de uso del suelo sea afín con la actividad de mitigación implementada (Tipo de cultivo). Se deben tener en cuenta las zonificaciones oficiales realizadas por el país anfitrión. Involucrar mapas de ecosistemas en su versión reciente procedente de fuentes oficiales².
- f) Cuando se implementen Herramientas de Manejo del Paisaje (HMP), que incorporen el enriquecimiento forestal o de relictos de bosque, se puede hacer uso del Módulo de aumento de reservas de carbono (ARC) de la metodología REDD+ vigente.

Esta metodología no es aplicable bajo las siguientes condiciones:

- a) Área con riesgos e impactos ambientales graves que no pueden ser gestionados.
- b) Áreas con actividades aplicables en zonas que previamente eran vegetación secundaria que cumple la definición de bosque del país anfitrión, regeneración natural tendiente a ser bosque o bosque natural y/o plantaciones forestales con el mismo desempeño de la actividad propuesta.
- c) Áreas en las cuales existan plantaciones o procesos de restauración ecológica o compensación establecidos por obligación legal.
- d) Proyectos que ya se encuentren registrados en otros programas de GEI o que tengan algún tipo de financiamiento por cuenta de pago por servicios ambientales u otras figuras de financiación de servicios ecosistémicos.
- e) Establecimiento de actividades aplicables en áreas dominadas por ecosistemas naturales inundables periódicamente y/o con suelos orgánicos, P.E. humedales, paramos, manglares, entre otros, que presentan suelos con alto contenido de materia orgánica³.
- f) Lugares donde se incurra en violación a la ley o se fomenten usos ilegales de la tierra.
- g) Áreas con siembras de especies catalogadas como invasoras.

² En caso de tener diferencias edafoclimáticas del área del proyecto respecto a la zonificación se puede aportar información que muestre su aptitud de uso siempre y cuando esta sea específica al área y cuente con un respaldo de fuente reconocida y aval de un experto en aptitud de uso del suelo.

³ Para estos casos el proponente debe aplicar metodologías específicas diseñadas para estos ecosistemas.

6 ELEGIBILIDAD

Para la elegibilidad del área de un PMGEI, se deben tener en cuenta los siguientes criterios:

- a) Áreas en donde diez años (10) previos a la fecha de inicio del proyecto no existía cobertura de bosque o de vegetación secundaria que cumpla la definición de bosque según las definiciones de cada país⁴.
- b) Áreas cuya titularidad de la tierra es clara y no presenta disputas vigentes o futuras relacionadas con su propiedad, distribución o administración.
- c) No es elegible cualquier tipo de actividad en suelos frágiles u orgánicos o establecimiento de alguna actividad en ecosistemas catalogados por normativa nacional como estratégicos, áreas protegidas o reservas naturales estrictas.

7 ADICIONALIDAD

Para el programa COLCX el concepto de adicionalidad y su evaluación se desarrolla basado en los lineamientos del Mecanismo de Desarrollo Limpio (MDL)⁵. Los mecanismos para demostración de la adicionalidad de un PMGEI son:

- Identificación de escenarios alternativos de uso de la tierra al PMGEI
- Selección de Análisis de inversión y/o Análisis de Barreras
 - o *Análisis de Inversión:* Determinar si las actividades propuestas por el PMGEI presentan viabilidad financiera, sin tener en cuenta el financiamiento de COLCERs, y que estas actividades son menos atractivas financieramente respecto a los escenarios coherentes.
 - o *Análisis de barreras:* Se puede realizar en lugar de o como una extensión del análisis de inversión. Si se usa este paso, determine si la actividad del proyecto propuesto enfrenta barreras que:
 - Evitan la implementación de este tipo de actividad propuesta del proyecto sin los ingresos por la venta de créditos de GEI; y
 - No impiden la implementación de al menos uno de los escenarios alternativos de uso del suelo.
- Análisis de práctica común: Determina que los escenarios alternativos al proyecto poseen diferencias sustanciales con las actividades del proyecto.
- Análisis Comparativo de Emisiones y Carbono: Garantiza que el escenario de línea base seleccionado sea el que posea mayores emisiones y delimite que el proyecto genera un impacto positivo respecto a las remociones, reducciones y emisiones de la línea base.

⁴ Cuando no hay información disponible se puede realizar un análisis multitemporal con base en imágenes satelitales con nivel de resolución mayor a 30 metros, teniendo en cuenta la clasificación de coberturas de cada país. Para Colombia esta clasificación es la CORINE Land Cover adaptada por el IDEAM.

⁵ Tener en cuenta los criterios de la normativa del país anfitrión sobre elegibilidad.

El proponente de la iniciativa de mitigación deberá demostrar la adicionalidad del proyecto mediante la aplicación de la *Guía COLCX para demostrar la adicionalidad*, de manera tal que si la iniciativa de mitigación cumple con los criterios de evaluación definidos en el instrumento referido podrá considerarse adicional.

8 LÍMITES TEMPORALES Y ESPACIALES

Los límites temporales y espaciales de PMGEI, permiten establecer el área y la temporalidad en las cuales se podrán generar COLCERs por la remoción de GEI. Todos los geoprocесamientos realizados por el proponente deben revelar en sus atributos el área, el tipo de cobertura, año y descripción. El proponente determinará los atributos más adecuados para gestionar su información espacial. Mientras que los datos temporales deben estar debidamente respaldados con información verídica y consistente con la situación del proyecto.

8.1 Límites Temporales

Los límites temporales del proyecto deben estar definidos en el Documento de Diseño del Proyecto (DDP) y considerar los siguientes aspectos:

8.1.1 Fecha de Inicio del Proyecto

Fecha de establecimiento de la actividad elegible de mitigación de GEI. Esta debe soportarse en documentos que revelen de manera objetiva su implementación. P.E., realización de siembras, inicio de prácticas de manejo sostenible en el área, etc.

8.1.2 Periodo retroactivo

El periodo de retroactividad para proyectos FRR es de máximo cinco (5) años de acuerdo con las orientaciones otorgadas en el estándar de certificación en su versión vigente.

8.2 Límites Espaciales

El PMGEI debe identificar y delimitar las áreas que generan la actividad de mitigación de GEI y que están sujetas a monitoreo. El área de proyecto corresponde a parcelas o extensiones de tierra sobre las cuales el proponente del proyecto posee el derecho legal de propiedad de la tierra y puede realizar actividades de mitigación. Este derecho debe poseerlo el proponente desde la fecha de inicio del proyecto y durante la implementación del PMGEI. Los siguientes criterios deben tenerse en cuenta para identificar el área de proyecto:

- Nombre o nombres de los predios o áreas.
- Delimitación espacial del área del proyecto y su consistencia con límites prediales oficiales. Se debe presentar en formatos vectoriales aplicables en un SIG (P.E. shp., Geopackage, kml., entre otros).
- Situación actual de tenencia de la tierra y propiedad legal del territorio.
- Todos los participantes y roles involucrados en el PMGEI. Tener en cuenta razón social, número de documento o NIT, número de contacto y correo electrónico.

8.3 Proyectos agrupados

Para que el PMGEI pueda considerarse como agrupado se debe establecer un área de expansión que considere criterios de homogeneidad ecológica y de actividad. Los criterios de homogeneidad ecológica se determinan en función de la similitud en las condiciones de vida del entorno, las cuales deben haberse mantenido al menos durante el periodo histórico de elegibilidad (10 años antes de la fecha de inicio). A continuación, se presenta una lista de los requerimientos que deben cumplirse para asegurar la uniformidad ecológica dentro del área de agrupación:

- **Similitud en el uso y tipo de suelo:** Las características del suelo, como su composición, capacidad de uso y tipo, deben ser equivalentes en todos los polígonos de expansión para asegurar la compatibilidad en términos de manejo y conservación de los reservorios de carbono.
- **Elevación:** Los rangos de elevación presentes en las áreas de expansión deben ser similares a los del área original del proyecto, lo cual es esencial para mantener condiciones ecológicas y climáticas coherentes.
- **Similitud de ecosistemas:** Los ecosistemas predominantes en el área de expansión deben coincidir con los del área del proyecto, incluyendo la vegetación dominante y otros aspectos ecológicos que aseguren una continuidad en el manejo ambiental. Para determinar esta similitud, se deben considerar criterios ecológicos estructurales y funcionales. Además, se pueden evaluar índices de riqueza y diversidad de especies, la presencia de cuerpos de agua y otras variables clave.
- **Pendientes similares:** las áreas seleccionadas para la expansión deben presentar pendientes similares a las del área del proyecto original, a fin de evitar diferencias significativas en el manejo del suelo.
- **Límites políticos adyacentes:** las áreas de expansión deben estar dentro de límites políticos adyacentes, como municipios o departamentos vecinos, para facilitar la gestión administrativa y la coherencia en la implementación del proyecto.
- **Condiciones de manejo ambiental:** las áreas de expansión deben haber estado sujetas a prácticas similares a las del área del proyecto original, incluyendo prácticas forestación, restauración o mejoras de reservas de carbono.

Se permite una variación máxima del ± 15% con respecto a las condiciones originales del área del proyecto, asegurando así la uniformidad en su implementación y los resultados.

El proyecto tiene plazo hasta su primera verificación para incluir las áreas de expansión identificadas por adición; posterior a esta verificación, cualquier inclusión de nuevas áreas requerirá un cambio post registro del proyecto. En caso de que se sustraigan áreas por diversos motivos, el PMGEI puede no ser revalidado, debe consultar este cambio a COLCX. Las áreas de expansión deben destinar la totalidad de su superficie a estas mismas actividades. Este enfoque garantiza que las prácticas implementadas sean representativas y consistentes con los objetivos del proyecto, facilitando una evaluación adecuada del impacto y los beneficios generados.

Es fundamental que todos los criterios de homogeneidad se consideren durante la validación o primera verificación del proyecto. El desarrollador del proyecto debe diseñar el protocolo que guiará esta validación y que establecerá cómo se cumplen los distintos criterios para permitir que un titular de un predio pueda adherirse a una iniciativa de proyecto agrupado.

9 RESERVORIOS APLICABLES

Los reservorios de carbono incluidos en las actividades contempladas por la presente metodología serán aquellos que puedan ser medibles y significativos respecto a la línea base del PMGEI, (mínimo 5% para ser considerados). Los reservorios seleccionados deben ser cuantificados tanto en el escenario de línea base como en el escenario de formulación e implementación. A continuación, se identifican los reservorios susceptibles a incluirse dentro de un PMGEI. Para los reservorios optionales se pueden utilizar datos de inventarios de GEI nacionales o subnacionales, o estudios provenientes de revistas científicas indexadas, siempre y cuando estos apliquen al clima, condiciones físicas y especies implementadas en el PMGEI.

Tabla 1 Reservorios aplicables a actividades de Forestación, Reforestación y Revegetación.

Reservorio	Aplicable	Descripción
Biomasa aérea	Si	Corresponde a la biomasa viva que se encuentra sobre el suelo (tallos, ramas, corteza y follaje). Se espera que este reservorio se mantenga e incremente en función de la actividad FRR.
Biomasa subterránea	Si	Incluye la biomasa viva de las raíces. Se excluyen raíces finas de menos de 2 mm de diámetro. Se espera que se mantenga en coberturas conservadas o se incremente en las áreas con coberturas vegetales nuevas.
Madera Muerta	Opc	Comprende la biomasa muerta de tipo leñoso que se encuentra en la superficie ya sea en pie o caída, partes de madera desprendida, o raíces expuestas de árboles caídos. Debe ser significativo y justificado adecuadamente, puede ser monitoreado.
Hojarasca	Opc	Comprende toda la biomasa vegetal muerta sobre el suelo que cuente con menos de 2 cm de diámetro (Hojas, ramas y cascara de frutos). Debe ser significativo y justificado adecuadamente, puede ser monitoreado.
Carbono Orgánico del Suelo	Opc	Comprende todo el carbono orgánico que se almacena en el suelo (incluye raíces finas menores a 2 mm), la profundidad de estimación deberá ser justificada por el proponente siendo mínimo de 30 cm.

Reservorio	Aplicable	Descripción
		Debe ser significativo y justificado adecuadamente, puede ser monitoreado ⁶ .
Productos maderables	Opc	Se relaciona con los productos maderables generados como consecuencia de la cosecha, extracción, transporte y transformación de los individuos maderables, entendiendo que la cosecha de individuos no genera la liberación inmediata del carbono almacenado.

Donde: FRR: Forestación, Reforestación y Revegetación, Opc: Opcional.

10 FUENTES DE EMISIÓN

Todas las fuentes de emisión deben ser identificadas en el escenario de línea base, para su inclusión se debe demostrar que estas se incrementan de manera significativa y son coherentes con la actividad elegible. Como mínimo, se deben evaluar las fuentes de la Tabla 2, de ser significativas deben monitorearse a su vez en el escenario de proyecto.

Se deben incluir fuentes de emisión que supongan más del 5% del total de emisiones calculadas entre los escenarios de línea base y el escenario de proyecto (Ver Tabla 2). Cualquier emisión no significativa de GEI, debe ser excluida de manera conservadora.

Para la cuantificación de las emisiones de las fuentes se pueden utilizar las ecuaciones, factores y recomendaciones de las guías del IPCC^{7 8}, metodologías de inventarios de GEI a nivel de país anfitrión o inventarios de GEI consistentes con el área de proyecto.

Tabla 2 Fuentes de emisión en actividades FRR

Fuente	GEI	Aplicable		Descripción
		LB	Proy	
Incendios forestales	CO ₂	No	No	Se cuantifican dentro de los cambios en las reservas de carbono.
	CH ₄	No	Si	Se consideran emisiones resultado de incendios no controlados. No permitido en la línea base.
	N ₂ O	No	Si	
Cambio de uso del suelo	CO ₂	Si	Si	Emisiones provocadas por cambios en los reservorios de carbono preexistentes por extracción.
	CH ₄	No	No	No se consideran otros GEI diferentes a CO ₂ debido a que no
	N ₂ O	No	No	

⁶ Tener en cuenta el modulo de carbono orgánico del suelo en su versión vigente.

⁷ IPCC. (2003). Orientación del IPCC sobre las buenas prácticas para UTCUTS. Disponible en: kutt.it/laZFfp

⁸ IPCC. (2006). Directrices del IPCC de 2006 para los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero. Agricultura, silvicultura y otros usos de la tierra. Disponible en: kutt.it/lldfY

Fuente	GEI	Aplicable		Descripción
		LB	Proy	
Fertilización	CO ₂	No	No	se permite el uso de quemas para la preparación de las actividades.
	CH ₄	No	No	Se deben cuantificar todas las emisiones por uso de fertilizantes sintéticos u otras enmiendas preexistentes y en el escenario de proyecto.
	N ₂ O	Opc	Si	
Aprovechamiento Forestal	CO ₂	Si	Si	Deben ser consideradas si durante la implementación del proyecto se presenta tala selectiva, aprovechamiento forestal y pérdidas por plagas o enfermedades.
	CH ₄	No	No	
	N ₂ O	No	No	Se deben incluir todas las emisiones significativas por maquinaria agrícola y forestal para aprovechamiento.

Donde: Opc: Opcional

La estimación de emisiones debidas a incendios forestales se realizará en relación con el área afectada, así, tener en cuenta la perdida de biomasa correspondiente y las equivalencias de CH₄ y N₂O enunciadas a continuación.

Cuando se tenga registro de incendios de origen biogénico, estas emisiones se calculan estableciendo la relación de metano (CH₄) y óxido nitroso (N₂O) en dióxido de carbono equivalente (CO₂e) en el área afectada, siguiendo las indicaciones del IPCC⁹: El CO₂ emitido por episodios incendiarios no se relaciona acá ya que este se cuantificará posteriormente en los cambios de reservas.

$$ECH4(CO2eq)_i = ECO2eq_i * \frac{12}{44} * TE * \frac{16}{12} * PCG \quad (1)$$

Donde:

ECH4(CO2eq)_i: Emisión equivalente de CH₄ - CO₂ del estrato *i* quemado.

ECO2eq_i: Factor de emisión de CO₂e del estrato *i*.

$\frac{12}{44}$: Relación C/CO₂

TE: Tasa de emisión de metano

$\frac{16}{12}$: Relación molecular metano y dióxido de carbono

PCG: Potencial de calentamiento global de metano

⁹ IPCC. (2003). Orientación del IPCC sobre las buenas prácticas para uso del suelo, cambio de uso del suelo y forestería. Disponible en: https://www.ipcc-nccciges.or.jp/public/gpglulucf/gpglulucf_files/GPG_LULUCF_FULL.pdf

$$EN2O(CO2eq)_i = ECO2eq_i * \frac{12}{44} * \frac{N}{C} * TE * \frac{44}{28} * PCG(2)$$

Donde:

$EN2Oeq_i$: Emisión de N_2O - CO_2 del estrato i quemado.

$ECO2eq_i$: Factor de emisión del estrato i .

$\frac{12}{44}$: Relación C/ CO_2

$\frac{N}{C}$: Relación nitrógeno carbono

TE: Tasa de emisión de metano

$\frac{44}{28}$: Relación molecular de Óxido nitroso y nitrógeno

PCG: Potencial de calentamiento global de metano

11 FACTORES DE EMISIÓN Y REMOCIÓN DE GEI

Los factores de emisión¹⁰ que se utilicen para el PMGEI, se pueden basar en datos oficiales del país anfitrión, estudios públicos o investigaciones indexadas aplicables al área de del PMGEI. También son válidos levantamientos propios con respaldo técnico suficiente basado en buenas prácticas. Los factores de emisión deben ser medibles y verificables para que permitan su monitoreo y verificación.

Para determinar los factores de emisión se deben cuantificar reservorios de carbono mediante inventarios que presenten un error menor al 10%, con un nivel de confianza del 90%¹¹. Para la identificación de estas fuentes de emisión y/o remoción se pueden utilizar reconstrucciones metodológicas de los procesos definidos por buenas prácticas de inventarios de GEI o inventarios nacionales, aplicables al PMGEI.

Para determinar los factores de emisión tenga en cuenta las siguientes fórmulas, las cuales se aplican para el escenario de formulación (ex ante) y escenario de proyecto (ex post):

$$\Delta BA_{i,t} = (BA_{t1} - BA_{t2}) * \frac{44}{12} * FC \quad (3)$$

Donde:

ΔBA_i : Factor de remoción o emisión del reservorio de biomasa aérea en términos de Mg de CO_2 por hectárea del estrato i , en el año t .

BA_{t1} : Biomasa área en el tiempo inicial en términos de Mg de biomasa por hectárea del estrato i .

BA_{t2} : Biomasa área en el tiempo final en términos de Mg de biomasa por hectárea del estrato i .

$\frac{44}{12}$: Constante de relación molecular de dióxido de carbono y carbono.

FC: Fracción de carbono en biomasa

¹⁰ Según la decisión 12/CP.17 de la CMNUCC los NREF/NRF deben ser expresados en toneladas de dióxido de carbono equivalente por año.

¹¹ AR Tool 14 Versión 4.1.

$$\Delta BS_{i,t} = (BS_{t1} - BS_{t2}) * \frac{44}{12} * FC \quad (4)$$

Donde:

ΔBS_i : Factor de remoción o emisión del reservorio de biomasa subterránea en términos de Mg de CO_2 por hectárea del estrato i , en el año t .

BS_{t1} : Biomasa subterránea en el tiempo inicial en términos de Mg de biomasa por hectárea del estrato i .

BS_{t2} : Biomasa subterránea en el tiempo final en términos de Mg de biomasa por hectárea del estrato i .

$\frac{44}{12}$: Constante de relación molecular de dióxido de carbono y carbono.

FC : Fracción de carbono en biomasa

$$\Delta MM_{i,t} = (MM_{t1} - MM_{t2}) * \frac{44}{12} * FC \quad (5)$$

Donde:

ΔMM_i : Factor de remoción o emisión del reservorio de biomasa muerta en términos de Mg de CO_2 por hectárea del estrato i , en el año t .

MM_{t1} : Biomasa muerta en el tiempo inicial en términos de Mg de biomasa por hectárea del estrato i .

MM_{t2} : Biomasa muerta en el tiempo final en términos de Mg de biomasa por hectárea del estrato i .

$\frac{44}{12}$: Constante de relación molecular de dióxido de carbono y carbono.

FC : Fracción de carbono en biomasa

$$\Delta LIT_{i,t} = (LIT_{t1} - LIT_{t2}) * \frac{44}{12} * FC \quad (6)$$

Donde:

ΔLIT_i : Factor de remoción o emisión del reservorio de hojarasca en términos de Mg de CO_2 por hectárea del estrato i , en el año t .

MM_{t1} : Hojarasca en el tiempo inicial en términos de Mg de biomasa por hectárea del estrato i .

MM_{t2} : Hojarasca en el tiempo final en términos de Mg de biomasa por hectárea del estrato i .

$\frac{44}{12}$: Constante de relación molecular de dióxido de carbono y carbono.

FC : Fracción de carbono en biomasa

$$\Delta COS_{20i,t} = \frac{(COS_{t1} - COS_{t2})}{20} * \frac{44}{12} * FC \quad (7)$$

Donde:

ΔCOS_{20i} : Factor de remoción o emisión del reservorio de carbono orgánico en el suelo en términos de Mg de CO_2 por hectárea del estrato i , en el año t .

COS_{t1} : Carbono orgánico en el suelo en el tiempo inicial en términos de Mg carbono por hectárea del estrato i .

COS_{t2} : Carbono orgánico en el suelo en el tiempo final en términos de Mg de carbono por hectárea del estrato i .

$\frac{44}{12}$: Constante de relación molecular de dióxido de carbono y carbono.

FC : Fracción de carbono en biomasa

Para esta metodología, el carbono orgánico del suelo se emite gradualmente en un periodo de 20 años.

El factor de remoción o emisión por estrato se presenta a continuación:

$$ECO2eq_{i,t,lb} = (\Delta BA_{i,t} + \Delta BS_{i,t} + \Delta LIT_{i,t} + \Delta MM_{i,t} + \Delta COS_{20i,t}) * Ai \quad (8)$$

Donde:

- $ECO2eq_i$:** Emisiones o remociones del estrato i en el año t en la línea base
- ΔBA_i :** Factor de emisión o remoción del reservorio de biomasa aérea en términos de Mg por hectárea.
- ΔBS_i :** Factor de emisión o remoción del reservorio de biomasa subterránea en términos de Mg de CO_2 por hectárea.
- ΔLIT_i :** Factor de emisión o remoción del reservorio de hojarasca en términos de Mg de CO_2 por hectárea.
- ΔMM_i :** Factor de emisión o remoción del reservorio de biomasa muerta en términos de Mg de CO_2 por hectárea.
- ΔCOS_{20i} :** Factor de emisión o remoción del reservorio de carbono orgánico en el suelo en términos de Mg de CO_2 por hectárea del estrato i , en el año t .
- Ai :** Área total del estrato i

12 ESCENARIO DE LÍNEA BASE

La línea base son las fuentes, sumideros y reservorios de emisiones de GEI, existentes, previo a la implementación del PMGEI de acuerdo con lo identificado a partir de la Tabla 1 y Tabla 2. Para su determinación tenga en cuenta las orientaciones otorgadas en 11 FACTORES DE EMISIÓN Y REMOCIÓN DE GEI. Una vez definidas las emisiones y/o remociones de la línea base, se procede a la formulación del escenario, para esto se deben considerar fuentes de datos apropiadas y confiables. Las emisiones del escenario de línea base corresponden a:

$$ECO2eq_{It,lb} = \sum_{i=1}^n ECO2eq_{i,t} \quad (9)$$

Donde:

- $ECO2eq_{I,lb}$:** Emisiones totales de los estratos en el año
- $ECO2eq_{i,t}$:** Emisiones o remociones del estrato i en el año t

El titular del proyecto debe justificar las razones para su elección y aplicación. La temporalidad de los datos debe considerar las tecnologías actuales empleadas en el territorio y ser lo más recientes posibles. El proponente debe tener en cuenta usos del suelo probables existentes en ausencia de la iniciativa de mitigación, justificando su presencia con información adecuada al contexto y país anfitrión donde se establece la iniciativa.

El escenario seleccionado debe cumplir con el marco normativo y regulatorio, emplear el principio conservador para la cuantificación de sus emisiones asociadas y su existencia debe ser de por lo menos 10 años anteriores a la fecha de inicio del proyecto. Para esta reconstrucción se puede utilizar información de fuentes oficiales, priorizando desde la

información local, regional hasta nacional. También se debe soportar la disponibilidad y confiabilidad de la fuente si esta proviene de artículos científicos, conceptos técnicos, económicos u ambientales que puedan existir y se ajusten al área de proyecto.

13 ESCENARIO DE FORMULACIÓN

A continuación, se describe el escenario de proyecto basado en supuestos y datos históricos denominado ex ante, el cual es sujeto de validación.

13.1 Estratificación.

La estratificación se debe aplicar en proyectos agrupados y en aquellos proyectos que presenten diferencias con las variables presentadas a continuación. Con el fin de representar geográficamente los estratos incluidos dentro del proyecto agrupado, se georreferenciarán las áreas diferenciando el tipo de cobertura, la especie plantada, la edad y el volumen de biomasa.

13.1.1 Variables de estratificación

Las variables enunciadas deben ser reportadas para cada estrato en el escenario de formulación de la iniciativa.

13.1.1.1 Tipo de Cobertura

La variable fundamental para la estratificación es el tipo de cobertura presente en el área, estas deben pertenecer a uno de los tipos de cobertura de las actividades aplicables que desarrolla la presente metodología (Ver 4 ACTIVIDADES APLICABLES).

13.1.1.2 Especie(s) plantada(s)

Se debe establecer la estratificación de las áreas con respecto a las especies plantadas dentro de cada lote para obtener una cuantificación específica, reduciendo la incertidumbre y las variaciones de remoción de cada especie. En el caso de que se presenten coberturas mixtas (más de una especie implementada dentro de una misma área), el estrato identificado debe ser de la especie arbórea predominante dentro del área.

13.1.1.3 Edad de la plantación

La edad del estrato se debe reportar en años desde su fecha de establecimiento y el tiempo para el cual se efectúa la cuantificación. La edad de cada estrato se debe determinar a partir del plan de establecimiento y manejo de la plantación o cultivo (PEMF), y debe ser soportado con la información suministrada por el registro oficial de la plantación ante la autoridad forestal y/o agropecuaria correspondiente cuando aplica.

13.1.2 Resultados de la estratificación

Una vez efectuada la estratificación, se deberán presentar los siguientes resultados:

- a) El PEMF con el cual se identificaron los tipos de coberturas, la edad y las especies plantadas
- b) Mapa de estratificación para el área de proyecto.
- c) Reporte del análisis estadístico generado a partir de los datos obtenidos en el premuestreo, determinando los rangos de categorización para la estratificación final, incluyendo el volumen.

13.2 Cuantificación de las emisiones de GEI

Las emisiones asociadas al aprovechamiento de madera o palma y las derivadas del uso de productos de acuerdo con su vida útil son descritas en el presente capítulo.

13.2.1 Emisiones provocadas por aprovechamiento forestal, actividades para replantación de cultivos de palma y uso de maquinaria.

Las emisiones debidas al uso de madera para actividades de extracción, al uso de madera y maquinaria, corresponden a:

$$Eauf_t = Eap_t + \Delta EP_{T,t} + \Delta ETp_t \quad (10)$$

Donde:

$Eauf_t$: Emisiones debidas al aprovechamiento forestal y uso de la madera en tCO₂e en el año t

Eap_t : Emisiones totales debidas a la actividad de aprovechamiento forestal sostenible y/o replantación de cultivos de palma en tCO₂e en el año t

$\Delta EP_{T,t}$: Emisiones totales debidas a la actividad de aprovechamiento forestal sostenible y/o replantación de cultivos de palma en tCO₂e

13.2.1.1 Emisiones por volumen de biomasa afectado por actividades de aprovechamiento

La determinación de emisiones asociadas a actividades para el aprovechamiento forestal y la replantación de cultivos de palma se basa en el registro de los individuos a talar por año (ubicación y datos dendrométricos).

Se debe contar con la estimación de volumen total y/o biomasa aprovechable, derivada de ecuaciones alométricas locales, o regionales aplicables. Estas ecuaciones deben tener en cuenta el DAP y la altura total de los árboles. Son aceptables ecuaciones alométricas propias diseñadas con mínimo 15 individuos de al menos 5 clases diamétricas por especie.

Se debe identificar por lo menos el volumen de biomasa afectado para la construcción de vías y por la extracción de los individuos forestales y/o replantación de cultivos de palma para la actividad de aprovechamiento o manejo. Cuando se tengan actividades como la creación de barreras cortafuegos u otro tipo que necesiten el aprovechamiento de individuos, estas deben ser también cuantificadas.

$$VT_{m,t} = \sum_{i=0}^i (\sum_{j=1}^j (\sum_{l=1}^l (VT_{l,j,i,t}))) \quad (11)$$

Donde:

VT_{m,t}: Volumen total afectado por la actividad m, en el año t.

VT_{l,j,i,t}: Volumen total en m³ del árbol l de la especie j en el estrato i en el año t.

l: 1,2,3... secuencia de árboles individuales.

i: 1,2,3 ...M estratos.

j: 1,2,3 ...J especies de árboles.

t: año.

Finalmente, las emisiones por el volumen empleado para actividades de aprovechamiento se representan como:

$$Eap_t = VT_{m,t} * Db * \frac{44}{12} * FC \quad (12)$$

Donde:

Eapt: Emisiones totales debidas a la actividad de aprovechamiento forestal sostenible y/o replantación de cultivos de palma en tCO₂e en el año t

VT_{m,t}: Volumen total afectado por la actividad m, en el año t.

Db: Densidad básica de la madera (gr/cm³)

44/12: Constante de relación molecular de dióxido de carbono y carbono.

FC: Fracción de carbono en biomasa para el producto

t = año.

13.2.1.2 Emisiones asociadas a los productos de aprovechamiento forestal y actividades de replantación de cultivos de palma.

Las emisiones totales debidas al aprovechamiento forestal y la replantación de cultivos de palma se calculan bajo la premisa que se generan fuera del área de aprovechamiento, estas pueden considerar:

- Emisión por productos de vida corta: Incluye productos que se usan para actividades asociadas al área de proyecto, cuya emisión se efectúa en el mismo año de aprovechamiento. P.E. madera combustible, residuos aprovechados.
- Emisión por productos de vida moderada a larga: Incluye productos cuya emisión se da en periodos mayores a 1 años y hasta 100 años, dependiendo su vida útil. P.E. papel, productos maderables mobiliarios y estructurales.

Los residuos de aprovechamiento y remanentes que se dejan en el sitio pueden considerarse como aportes de materia muerta y hojarasca. Las emisiones por aprovechamiento de madera y replantación se calculan con las siguientes formulas¹²:

¹² Tenga en cuenta el cuadro 12.4 y 12.5 de los lineamientos de IPCC sobre productos maderables recolectados (PMR) para la determinación de volumen https://www.ipcc-nccciges.or.jp/public/2006gl/spanish/pdf/4_Volume4/V4_12_Ch12_HWP.pdf.

$$\Delta EP_{T,t} = E_{p,t} + E_{s,t} \quad (13)$$

Donde:

$\Delta EP_{T,t}$: Emisiones totales debidas a la actividad de aprovechamiento forestal sostenible y/o replantación de cultivos de palma en tCO₂e

$E_{p,t}$: Emisiones debidas a productos de liberación rápida, en MgCO₂equivalente, en el año t.

$E_{s,t}$: Emisiones debidas a productos de liberación moderada a lenta, en MgCO₂ equivalente, en el año t.

Dadas las diferencias en la liberación del GEI asociados a los productos maderables, estos deben ser calculados teniendo en cuenta tres categorías¹³. La primera categoría es la que se descompone en los tres primeros años del aprovechamiento. Esta se calcula como:

$$E_{p,t} = Vpt * Db * \frac{44}{12} * FC \quad (14)$$

Donde:

$E_{p,t}$: Emisiones debidas a productos de liberación rápida, en MgCO₂equivalente, en el año t.

Vpt : Volumen de madera de productos de vida corta (1 años), en año t.

Db : Densidad básica de la madera (gr/cm³)

$\frac{44}{12}$: Constante de relación molecular de dióxido de carbono y carbono.

FC : Fracción de carbono en biomasa para el producto

t = año.

La segunda categoría es la madera que tiene un tiempo de vida de entre 2 a 100 años. Esta categoría se estima en una descomposición lineal de 20 años.

$$E_{s,t} = Vst * Db * \frac{44}{12} * FC \quad (15)$$

Donde:

Est : Emisiones debidas a productos de liberación moderada en MgCO₂ equivalente, en el año t.

Vst : Volumen de madera de productos de vida media (2 a 100 años), en función de descomposición lineal de 20 años, en el año t.

Db : Densidad básica de la madera (gr/cm³)

$\frac{44}{12}$: Constante de relación molecular de dióxido de carbono y carbono.

FC : Fracción de carbono en biomasa para el producto

t = año.

Para la tercera categoría correspondiente a aquellos productos que tienen una duración superior a 100 años, se asume que sus reservas de carbono se conservan de manera permanente.

¹³ Defina para cada tipo de producto identificado su vida útil y sobre esta, cuantifique las emisiones progresivas correspondientes. Tenga en cuenta las aclaraciones de IPCC sobre Productos de madera recolectada.

13.2.1.3 Emisiones debidas al uso de maquinaria en el aprovechamiento y procesamiento de madera.

Se deben identificar las maquinas empleadas para el aprovechamiento y el procesamiento de la madera, se debe tener en cuenta el volumen de combustible, el tipo y el factor de emisión correspondiente por cada máquina y/o medio de transporte. Esto se calcula de la siguiente forma:

$$\Delta ETp_t = E_{aprovechamietno} + E_{transporte\ menor} + E_{transporte\ mayor} + E_{procesamiento} \quad (16)$$

Donde:

ΔETp : Emisiones debidas a las actividades asociadas con maquinaria en el aprovechamiento en MgCO₂equivalente, en el año t.

$E_{aprovechamietno}$: Emisiones totales debidas al uso de maquinaria asociada a la cosecha en MgCO₂equivalente, en el año t.

$E_{transporte\ mayor}$: Emisiones totales debidas al transporte menor de madera en MgCO₂equivalente; en el año t.

$E_{procesamiento}$: Emisiones debidas al consumo de electricidad en el aserradero en MgCO₂equivalente, en el año t.

Para el cálculo de los factores de emisión asociados a CO₂, CH₄ y N₂O relacionados con combustibles fósiles, puede emplear las orientaciones del IPCC¹⁴. Para el caso de la electricidad utilice los factores de emisión del país anfitrión cuando estén disponibles.

13.2.2 Fugas

El proponente de proyecto debe verificar los lineamientos sobre fugas descritos en el estándar de certificación. Para los proyectos que se desarrollen bajo esta metodología las fugas consideradas se clasifican en¹⁵:

1. Desplazamiento de actividades: Ocurre cuando hay migración de actividades productivas preexistentes en el área de proyecto a otro lugar como resultado de la implementación de sus actividades. Estas fugas se relacionan con la reubicación de una actividad económica desde escenarios sin hacia con proyecto.
2. Fugas de mercado: Ocurren cuando un factor altera la oferta, demanda o precio de equilibrio de bienes y servicios que antes se lograban adquirir en el área o derivados de actividades que allí se desarrollaban, causando un incremento en las emisiones. P.E. Un proyecto de conservación del bosque puede reducir la disponibilidad de madera local, llevando a incrementar la presión de este recurso en otras áreas naturales. Estas fugas se basan en la alteración de un precio o dinámica comercial.

¹⁴ IPCC. 2006. 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories. https://www.ipcc-nccc.iges.or.jp/public/2006gl/spanish/pdf/2_Volume2/V2_3_Ch3_Mobile_Combustion.pdf

¹⁵ Schwarze, et al. (2002). Understanding and managing leakage in forest-based greenhouse-gas-mitigation projects. The Royal Society.

3. Fugas ecológicas: Cambio en los flujos de emisiones a nivel de ecosistema en áreas adyacentes al proyecto. Una fuga ecológica es positiva cuando las actividades de proyecto generan un impacto ecológico positivo en áreas aledañas, mientras que negativa cuando genera afectaciones, en todo caso, generando pérdida del carbono en el proyecto y áreas subyacentes.

Las fugas asociadas a emisiones del ciclo de vida no se consideran dentro de este capítulo, las relacionadas con aprovechamiento y uso de productos maderables, se reportan de acuerdo con los numerales 13.2.1 y 13.2.1.3.

13.2.2.1 Cuantificación de fugas

En el proceso de cuantificación de fugas se deben considerar las siguientes acciones:

1. Identificación de las fuentes de fuga de acuerdo con las categorías enunciadas.
2. Determinación del área de manifestación de estas fugas.
3. Cuantificación de emisiones asociadas a las fugas identificadas.

La cuantificación emisiones por fugas está condicionada por su tipo. De acuerdo con lo anterior las fugas se cuantifican así:

- **Fugas por desplazamiento de actividad productiva**

$$Efda_t = Ad \times \Delta AP_i \quad (17)$$

Donde:

Efda_t: Emisiones por desplazamiento de actividades productivas en el área de fugas en tCO₂equivalente; en el año t.

Ad: Área de fugas (Área desplazada) (Hectáreas)

ΔAP : Factor de emisión de la actividad productiva i desplazada (tCO₂e/unidad productiva – hectárea)¹⁶

Las emisiones estimadas por desplazamiento de actividad productiva se deben extraer al horizonte temporal del proyecto o en su defecto hasta que se demuestre que la fuga se manifestó en la nueva área, teniendo en cuenta que, si bien el desplazamiento es único, el desarrollo de estas actividades productivas será duradero.

Cuando se presentan cambios en el uso del suelo, se debe realizar la cuantificación de emisiones asociadas a estos cambios y las pérdidas de carbono correspondiente. P.E. La llegada de un proyecto forestal desplaza una actividad ganadera a zonas de bosque natural, generando perdida en estas reservas de carbono. En ese caso:

$$Efcu_t = Ad * ECO2eq \quad (18)$$

Donde:

¹⁶ El cálculo de los factores de emisión en tCO₂e debe realizarse para los diferentes gases con el potencial de calentamiento más actualizado. Para actividades ganaderas se pueden utilizar factores de emisión de la herramienta GLEAM de FAO.

Efcu: Emisiones por cambios en el uso del suelo en el área de fugas en tCO₂ equivalente; en el año t

Ad: Área de fugas (Área desplazada) (hectáreas)

ECO2eq: Factor de emisión del reservorio afectado por los cambios generados (tCO₂e/hectárea)

- **Fugas de mercado**

La cuantificación de las fugas de mercado se puede realizar:

- a) Con información propia de análisis de mercado (oferta y demanda) en el área o región donde se ubica el proyecto
- b) A partir de tasas de fuga estándar provenientes de fuentes oficiales o literatura para las diferentes actividades productivas.

$$Efm_t = Pe * And * \Delta AP_i * Tf \quad (19)$$

Donde:

Efm: Emisiones por fugas de mercado en tCO₂ equivalente; en el año t

Pe: Producción perdida o reducida, es decir, lo que se deja de producir por la llegada del proyecto (Unidad de producción P.E. kg/ha-año).

And: Área utilizada para compensar dicha pérdida en otro lugar diferente al área de fugas.

ΔAP_i: Factor de emisión de la actividad productiva i (tCO₂e/unidad productiva-ha)

Tf: Tasa de fuga de mercado en porcentaje. Equivale al porcentaje de producción que será reemplazado por el mercado en otra área¹⁷.

Cuando se presenta desplazamiento de actividad en la totalidad del área de proyecto, se asume que no se presentan fugas de mercado y viceversa, sin embargo, si las fugas por desplazamiento de actividad solo desplazan una fracción del área dedicada a esta actividad, bajo los mismos supuestos de productividad, se determina que el área restante corresponde a fuga de mercado P.E. Se tienen 100 ha destinadas a ganadería, de las cuales se desplazan 20 en donde se mantiene la misma productividad, eso sugiere que la productividad perdida en las 80 ha restantes, es asumida por el mercado.

- **Fugas ecológicas**

Las fugas ecológicas se consideran como los impactos ambientales de tipo biológico y ecosistémico, que se derivan de la implementación del proyecto; por lo cual, estas deben identificarse en el análisis de impactos ambientales y en caso de generar pérdidas de reservorios de carbono o emisiones, deben ser cuantificadas.

¹⁷ Puede asumir una tasa de fuga por defecto del 70% bajo un enfoque conservador. Es decir, se asume que el 70% de esa pérdida productiva o de oferta, la compensa el mercado externo al área desplazada.

$$Efe_t = Ad * ECO2eq \quad (20)$$

Donde:

Efe_t: Emisiones por impactos ecológicos que generan pérdidas de carbono en el área de fugas en tCO₂ equivalente; en el año t

Ad: Área de fugas (Área impactada) (hectáreas)

ECO2eq: Factor de emisión del reservorio afectado por los impactos generados (tCO₂e/hectárea)

Así, las emisiones totales en el área de fugas corresponderán a la suma de las emisiones por desplazamiento de actividad, cambio de uso del suelo, de mercado y ecológicas. Se debe justificar si alguna de las fugas corresponde a cero, de acuerdo con los lineamientos anteriores.

$$ETAF_t = Efda_t + Efcu_t + Efmc_t + Efe_t \quad (21)$$

Donde:

ETAF_t: Emisiones totales en el área de fugas en tCO₂ equivalente; en el año t.

Efda_t: Emisiones por desplazamiento de actividades productivas en el área de fugas en tCO₂ equivalente; en el año t

Efcu_t: Emisiones por cambios en los reservorios de carbono en el área de fugas en tCO₂ equivalente; en el año t

Efmc_t: Emisiones por fugas de mercado en tCO₂ equivalente; en el año t

Efe_t: Emisiones por fugas ecológicas en tCO₂ equivalente; en el año t.

El proponente de proyecto debe realizar el descuento de las fugas en su escenario de proyecto para el periodo reportado. En proyectos de este tipo se estima que la manifestación de fugas se da en los primeros 5 años, razón por la cual se asume que las fugas por desplazamiento de actividades es 0 después de este periodo, si las áreas son las mismas; en caso de que el área del proyecto aumente, se debe realizar el análisis de fugas para esa nueva área y los descuentos correspondientes cuando apliquen, por la misma temporalidad (5 años).

13.2.2.2 Manejo de fugas

El proponente debe describir en su formulación acciones para la gestión de fugas, donde puede considerar¹⁸:

- Delimitación de sitios para evitar la manifestación de fugas en ecosistemas estratégicos P.E., Humedales, pantanos, paramos, reservas naturales, etc
- Cuando corresponda, definir áreas específicas donde se realizará la gestión de las fugas generadas, estas corresponden al área de manejo de fugas.

¹⁸ Schwarze, et al. (2002). Understanding and managing leakage in forest-based greenhouse-gas-mitigation projects. The Royal Society.

- Desarrollar actividades de mitigación tanto al interior del proyecto, como en las áreas de manejo de fugas, que reduzcan la movilización de emisiones fuera del límite del proyecto.
- Crear actividades que compensen las pérdidas que perciben los actores involucrados que los llevarían a generar fugas, P.E. crear sistemas agroforestales que suplan demanda de alimento y/o leña para cocinar.
- Establecer acuerdos de fugas en donde se limite o condicione su generación en áreas aledañas a las actividades de proyecto.

13.2.2.3 Monitoreo de fugas

El proponente debe monitorear las fugas que haya considerado para su análisis. Así, debe incluir en el reporte de monitoreo las actividades que generan fugas, los mecanismos de supervisión, el responsable de su monitoreo y los resultados obtenidos para cada periodo de verificación.

Es valido para el monitoreo de las fugas el uso de sensores remotos, muestreos en áreas fuera de proyecto, análisis de variables secundarias, indicadores clave¹⁹ o correlaciones, entre otras, justificando la viabilidad de su elección. Considere cuando sea necesario análisis o reportes de carácter regional o nacional, entendiendo el efecto expandido que pueden tener las fugas y las dificultades de acceso a todas las áreas.

De igual manera, se debe mantener un monitoreo constante de las mismas durante todo el horizonte temporal del proyecto, reportando su existencia o ausencia.

13.3 Cálculo de las remociones proyectadas

El escenario de formulación, parte de las proyecciones basadas en la modelación del aumento de las remociones de GEI, se pueden tomar como referencia estudios secundarios o propios que muestren la tendencia de incremento en los reservorios, esta modelación multitemporal por tipo de cultivo se debe hacer para el periodo de acreditación del proyecto.

En la siguiente ecuación reemplace el coeficiente de eficiencia (*EF*) soportándolo en función de las actividades generadas por el proponte para el desempeño de los reservorios. Las remociones y el factor ($1 + Ef$) se deben multiplicar año a año de acuerdo con el total de las remociones proyectadas. El proponente puede aplicar el coeficiente de eficiencia de manera justificada o emplear datos de incremento medio anual para modelar el crecimiento promedio de los reservorios de carbono, justificando la elección realizada.

¹⁹ Es valido emplear el enfoque de semáforo, donde: Verde: No hay señales de fuga - sin acción requerida; Amarillo: Riesgo potencial - se requiere análisis; Rojo: Evidencia fuerte de fuga - el proyecto debe corregir o asumir responsabilidad.

$$\Delta FRR_{ACTUAL,t} = (\Delta CP_{T,t} - ECO2eq_{It,lb} - Eauf_t - \Delta Eaf_t)(1 + Ef) \quad (22)$$

Donde:

$\Delta FRR_{ACTUAL,t}$ ($t\text{CO}_2\text{e}$): Remociones netas de CO_2 proyectadas por los sumideros al año t .

$\Delta CP_{T,t}$ ($t\text{CO}_2\text{e}$): Remociones de carbono en los sumideros proyectados al año t^{20} .

$ECO2eq_{It,lb}$: Emisiones totales de los estratos en el año t

$Eauf_t$: Emisiones debidas al aprovechamiento forestal y uso de la madera en $t\text{CO}_2\text{e}$ en el año t .

ΔEaf_t : Emisiones totales en el área de fugas en $t\text{CO}_2\text{e}$ en el año t .

Ef : Coeficiente de eficiencia del proyecto.

En cualquier caso, la modelación de los cambios en los remanentes de carbono se debe realizar por cada reservorio aplicable teniendo en cuenta la siguiente ecuación:

$$\Delta CP_{T,t} = (\Delta BA_{i,t} + \Delta BS_{i,t} + \Delta LIT_{i,t} + \Delta MM_{i,t} + \Delta COS_{20i,t}) \quad (23)$$

Donde:

$\Delta CP_{T,t}$: Remociones de carbono en los sumideros proyectados al año t .

$\Delta BA_{i,t}$: Factor de remoción del reservorio de biomasa aérea en términos de Mg por hectárea, en el año t .

$\Delta BS_{i,t}$: Factor de remoción del reservorio de biomasa subterránea en términos de Mg de CO_2 por hectárea, en el año t .

$\Delta LIT_{i,t}$: Factor de remoción del reservorio de hojarasca en términos de Mg de CO_2 por hectárea, en el año t .

$\Delta MM_{i,t}$: Factor de remoción del reservorio de biomasa muerta en términos de Mg de CO_2 por hectárea, en el año t .

$\Delta COS_{20i,t}$: Factor de remoción del reservorio de carbono orgánico en el suelo a 20 años en términos de Mg de CO_2 por hectárea, en el año t .

Una vez realizada la estimación de la proyección del aumento en las remociones en el escenario de formulación, se procede a hacer la estimación de los COLCERs, con las siguientes formulas:

- Para actividades FRR:

$$COLCERSDef_t = \Delta FRR_{ACTUAL,t} * (1 - \%RNP) \quad (24)$$

Donde:

$COLCERS_{FRR}$: Certificados proyectados que son atribuibles a las actividades FRR, en el año t .

$\Delta FRR_{ACTUAL,t}$ ($t\text{CO}_2\text{e}$): Remociones netas de CO_2 proyectadas, por los sumideros al año t .

$\%RNP$: Porcentaje de Riesgo de no permanencia

²⁰ los cambios en los reservorios, así como su incertidumbre se deben aplicar siguiendo los lineamientos de la herramienta A/R TOOL 14. (Ver [ar-am-tool-14-v4.2.pdf \(unfccc.int\)](#)).

14 ESCENARIO DE IMPLEMENTACIÓN

Los cálculos del escenario de implementación son iguales a los de formulación, salvo por los valores para cada reservorio de carbono.

- Para la biomasa aérea y el cálculo de $\Delta CP_{T,t}$ se debe tomar como referencia el módulo de Aumento de Reservas de Carbono (ARC) y los métodos descritos para la determinación de existencias de carbono. Además, de la herramienta AR-TOOL14 del MDL.
- Para el caso de las variables $ECO2eq_{I,lb}$ y $Eauf_t$ el proponente debe llevar un inventario de GEI de todas las variables asociadas, incluyendo las emisiones provocadas por afectaciones a reservorios de GEI, emisiones directas por aprovechamiento forestal y/o renovación del cultivo de palma, y emisiones debidas al uso de maquinaria.
- Las emisiones deben seguir las mismas ecuaciones del escenario de formulación, aplicando los valores medidos y obtenidos en levantamientos en sitio. Estos deben soportarse con inventarios de combustibles, especificaciones técnicas de la maquinaria, entre otros.
- No se aplica el coeficiente de eficiencia (EF), se basa en el desempeño de los reservorios de acuerdo con el manejo efectuado.

15 PLAN DE MONITOREO

El proponente del PMGEI debe monitorear las actividades que se implementan en la iniciativa FRR a partir de la fecha de inicio, generando un seguimiento adecuado a las reducciones y/o remociones de GEI logradas resultado de su desempeño. El plan de monitoreo debe definir como mínimo la evaluación de las variables asociadas a:

- Incremento en los reservorios de carbono
- Emisiones de GEI asociadas con la actividad
- Fugas de emisiones (cuando aplica)
- Riesgos de reversión y no permanencia
- Consulta a las partes interesadas
- Generación de no daño neto y salvaguardas socioambientales
- Contribución a los objetivos de desarrollo sostenible (ODS)

15.1 Datos y parámetros para monitorear

El proponente debe describir cada una de las variables a monitorear abarcando las categorías enunciadas previamente. Dentro de los aspectos por describir está el nombre del dato o parámetro, unidad medida, valor aplicado, descripción, aspectos de monitoreo, fuente de información, aseguramiento de la calidad y observaciones correspondientes.

Dato / Parámetro	Parámetro medido (P.E. Área)
Unidad de medida	Unidad de reporte (P.E. Hectáreas – ha)
Valor aplicado	Indicar el valor empleado en el análisis

Descripción	Características del parámetro medido
Frecuencia de monitoreo	Temporalidad de medición (años)
Responsable del monitoreo	Actor relacionado con el reporte de parámetros
Fuente de la información	Señalar de donde proviene la información (P.E Vinculo web)
Actividades de control y aseguramiento de la calidad	Mecanismos para garantizar trazabilidad y coherencia de la información empleada
Información adicional	Datos complementarios que explican el parámetro empleado

Se deberá proponer un plan de monitoreo donde se incluya una descripción general de su contenido, mecanismos de seguimiento, datos a recolectar, mecanismos de recolección de datos y procedimientos que aseguren la gestión y calidad de la información.

Para asegurar la trazabilidad del PMGEI, toda la información utilizada, calculada y generada por el desarrollador o de referencia debe ser documentada y archivada durante el periodo de acreditación del PMGEI bajo responsabilidad del proponente. Todas las variables de monitoreo reportadas en esta sección deben verificarse en cada periodo de monitoreo.

15.2 Mecanismos de monitoreo

La información sobre incremento de la biomasa aérea puede ser monitoreada a través de levantamiento de datos en sitio (P.E. Inventarios forestales, censos, muestreos, etc.) o su combinación con monitoreo digital de coberturas, cubriendo los umbrales de certidumbre y exactitud requeridos por la metodología.

Para los reservorios diferentes a biomasa aérea se pueden utilizar las metodologías y módulos del programa siempre que sea correspondiente, orientaciones avaladas por el MDL o de inventarios de GEI nacionales, institutos de investigación o métodos científicos publicados en revistas científicas indexadas.

16 GESTIÓN RIESGOS DE NO PERMANENCIA Y REVERSIÓN

El análisis de riesgos de no permanencia y reversión consiste en el monitoreo de indicadores estratégicos que permitan identificar la integridad de las reservas de carbono en el largo plazo. El análisis de Riesgos de No Permanencia se debe desarrollar de acuerdo con la Guía COLCX para identificación de riesgos de no permanencia en su versión más actualizada.

17 INCERTIDUMBRE

El cálculo de incertidumbres se realizará con base en los parámetros establecidos en la “Guía para la identificación de riesgos de no permanencia”, donde se detalla el procedimiento general para su estimación, los umbrales y demás consideraciones, basados en los lineamientos definidos por el IPCC. Esta estimación debe realizarse para cada reservorio de carbono en tierras forestales²¹ y para las actividades propias del proyecto que generen emisiones o remociones (Datos de actividad) ²².

18 CONTRIBUCIÓN A LOS ODS

El proponente del proyecto deberá indicar la forma en la que las actividades del proyecto contribuyen al cumplimiento de las metas de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) propuestos para la Agenda 2030. En caso de que el país en donde se desarrolle la iniciativa cuente con una adaptación de las metas de los ODS, el proponente podrá demostrar su alineación a los objetivos específicos del territorio.

El proyecto debe considerar los criterios y directrices definidas por la *Guía COLCX para reportar aportes a los Objetivos de Desarrollo Sostenible ODS* en su versión más actualizada.

Historia del documento

Versión	Fecha	Descripción
1.0	10 de agosto de 2023	Desarrollo versión inicial
2.0	22 de julio de 2024	Ajustes a la versión 1.0
3.0	08 de mayo de 2025	Ajustes a la versión 2.0 Ajustes de numeración de fórmulas y siglas, variables de estratificación, emisiones debidas a aprovechamiento forestal. Se modifica el numeral de incertidumbre desplazando los requerimientos para el cálculo a la “Guía COLCX para la identificación de riesgos de no permanencia”.
3.1	27 de octubre de 2025	Se incluye la cuantificación de fugas en la actividad (numeral 13.2.2.) en donde se establecen los requerimientos y consideraciones para su cuantificación. Esta versión es aplicable a iniciativas que se encuentren en etapa de formulación y diseño desde la fecha de publicación oficial, su transición emplea los lineamientos definidos en el estándar de adopción metodológica del programa en su versión vigente.

21 https://www.ipcc-nrgip.iges.or.jp/public/2006gl/spanish/pdf/4_Volume4/V4_04_Ch4_Forest_Land.pdf
22 https://www.ipcc-nrgip.iges.or.jp/public/2006gl/spanish/pdf/1_Volume1/V1_3_Ch3_Uncertainties.pdf