



Generación de Conocimiento e Investigación

Protocolo general para la estimación de emisiones de GEI y potenciales de mitigación de coberturas prioritizadas

Código: GCI-PC002

Versión: 01

Fecha: 22/04/2026

Protocolo general para la estimación de emisiones de GEI y potenciales de mitigación de coberturas prioritizadas



Contenido

1	Objetivos	4
2	Alcance	5
3	Antecedentes/Justificación	5
4	Normatividad nacional	9
5	Definiciones	14
6	Responsables	31
7	Descripción de actividades	34
7.1.	Aspectos relevantes en la estimación de emisiones, absorciones y Potenciales de Mitigación de GEI.....	34
7.2.	Determinación del área geográfica de estudio	38
7.2.1	Coberturas Asociadas a Bosque a nivel nacional	39
7.2.2	Coberturas Distintas a Bosque (CLC) o No bosques y Homologación a Categorías IPCC a nivel nacional.....	39
7.3.	Aspectos por considerar en la delimitación geográfica de coberturas a nivel local.....	46
7.3.1	Delimitación geográfica a nivel local	46
7.3.2	Homologación de categorías IPCC a nivel local.....	49
7.4	Metodología para la estimación de emisiones de GEI.....	49
7.4.1	Lineamientos generales IPCC (2006, 2019) para la aplicación territorial	52



Generación de Conocimiento e Investigación

Protocolo general para la estimación de emisiones de GEI y potenciales de mitigación de coberturas prioritizadas

Código: GCI-PC002

Versión: 01

Fecha: 22/04/2026

7.4.2	Identificación de categorías y subcategorías de fuentes y sumideros	52
7.4.3	Métodos de estimación (Tier 1, Tier 2, Tier 3).....	53
7.4.4	Recolección y procesamiento de datos	53
7.4.5	Validación y control de calidad de la información.....	54
7.5.	Metodología para la estimación de potenciales de mitigación (PM)	54
7.6	Productos esperados en los que se hace uso del protocolo	60
8	Recursos necesarios	61
9	Criterios de evaluación/ Indicadores	65
10	Control de calidad y mejora continua	65
11	Referencias Bibliográficas	67
12	Control de cambios	75




1 Objetivos

Objetivo general:

Presentar el protocolo para la estimación de Emisiones, Absorciones y Potenciales de Mitigación aplicados a coberturas prioritizadas en el Territorio Nacional (bosque de galería y ripario, bosque andino, bosque de manglar, humedales y herbazales) en Colombia en el marco de la política pública de Cambio Climático y las directrices nacionales e internacionales como la Ley 2169 del 2021 de Acción Climática, el Panel Intergubernamental de Cambio Climático IPCC y de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático (CMNUCC) y demás normatividad asociada.

Objetivos específicos:

- a. Mostrar una visión general del proceso de la Estimación de Emisiones, Absorciones y Potenciales de Mitigación de emisiones de Gases Efecto Invernadero (GEI) para su aplicación en el Grupo de Cambio Global
- b. Identificar y documentar, el paso a paso para la estimación de emisiones GEI, absorciones y potenciales de mitigación en coberturas prioritizadas, asegurando la replicabilidad en el tiempo y anexando la documentación atinente a la aplicabilidad del presente protocolo.
- c. Reducir riesgos e incertidumbre en la implementación de la metodología para la estimación de emisiones, absorciones y potenciales de mitigación en coberturas prioritizadas, así como en la presentación de los resultados asociados a su aplicabilidad, que sirvan de insumo para la elaboración de los reportes nacionales sobre cambio climático que presenta Colombia a la CMNUCC, así como al progreso en el cumplimiento de las metas establecidas en la Ley 2169 de acción climática.

	Generación de Conocimiento e Investigación Protocolo general para la estimación de emisiones de GEI y potenciales de mitigación de coberturas prioritizadas	Código: GCI-PC002 Versión: 01 Fecha: 22/04/2026
---	--	--

2 Alcance

El presente protocolo establece el paso a paso general para la estimación de emisiones, absorciones y potenciales de mitigación de coberturas prioritizadas (Bosque Andino, Bosque de Galería, Bosque de Manglar, Humedales y Herbazales). Su aplicación es de carácter interno en el Ideam, específicamente para los grupos de investigación de la Subdirección de Estudios Ambientales (SEA) así como para los responsables del reporte de emisiones y absorciones de GEI a nivel sectorial o territorial en Colombia. De igual manera, para la estimación de potenciales de mitigación de las coberturas prioritizadas en el territorio nacional en el marco de la Ley 2169 de 2021, los lineamientos de Ideam, las directrices del IPCC (2006, 2019) y demás normas relacionadas.

El presente Protocolo se convertirá en un derrotero institucional para estimar emisiones y absorciones de GEI y Potenciales de mitigación en coberturas prioritizadas, toda vez que su aplicación contribuye al cumplimiento de la Meta 46 de la Ley 2169/2021 de Acción Climática.

3 Antecedentes/Justificación

Colombia, como país miembro de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre cambio climático (CMNUCC) y ratificante del Acuerdo de París, ha adquirido compromisos internacionales en materia de cambio climático, relacionado con el reporte periódico de los inventarios nacionales de GEI y avances en la implementación de medidas de mitigación (CMNUCC, 2015). Estos compromisos requieren la aplicación de metodologías estandarizadas y reconocidas internacionalmente como las directrices IPCC (2006, 2019), las cuales promueven la transparencia, consistencia, comparabilidad, exhaustividad, representatividad y exactitud de la información reportada.



Generación de Conocimiento e Investigación

Protocolo general para la estimación de emisiones de GEI y potenciales de mitigación de coberturas prioritizadas

Código: GCI-PC002

Versión: 01

Fecha: 22/04/2026

De acuerdo con lo anterior, en cumplimiento de las funciones establecidas en la Ley 99 de 1993 en su numeral 6 Artículo 17 (Congreso de la República de Colombia, 1993) o Decreto 1600 de 1994 (artículo 2) (Congreso de la República de Colombia, 1994), establece como función del Ideam la de "Elaborar y proponer Inventarios, Metodologías, Protocolos al Ministerio del Medio Ambiente. Adicionalmente, y con base en la Resolución 1447 de 2018 (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2018), el Decreto 298 de 2016 establece el SISCLIMA (Presidencia de la República de Colombia, 2016), el Acuerdo 001 de 2016 proclama a Ideam como Entidad Rectora en materia de Cambio Climático y responsable de presidir el Comité de Información Técnica Científica (CITCC) del SISCLIMA (Ideam, 2016). La Ley 2169 de 2021 para la Acción Climática asigna al Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (Ideam) la responsabilidad de coordinar y consolidar la información nacional sobre Emisiones de gases efecto invernadero (GEI) así como de coordinar la Estimación de Potenciales de Mitigación de Coberturas Priorizadas.

En este sentido, la estimación de emisiones, absorciones y potenciales de mitigación en coberturas prioritizadas (bosque andino, bosque de galería y ripario, bosque de manglar, humedales naturales y herbazales) constituye un elemento fundamental para la gestión del cambio climático en el país, en tanto permite generar información técnica confiable para la toma de decisiones, la formulación de políticas públicas y el cumplimiento de los compromisos nacionales e internacionales.

La importancia de contar con un protocolo que contribuya a cerrar la brecha en el conocimiento surge de la necesidad de velar y asegurar coherencia y comparabilidad metodológica en la estimación de emisiones, absorciones y potenciales de mitigación en el sector LULUCF, que sirvan de derrotero técnico para la toma de decisiones relacionadas con la implementación de acciones de mitigación ya sean Proyectos REDD+ o Soluciones naturales del Clima (SNC) en



Generación de Conocimiento e Investigación

Protocolo general para la estimación de emisiones de GEI y potenciales de mitigación de coberturas prioritizadas

Código: GCI-PC002


Versión: 01

Fecha: 22/04/2026

áreas que hayan sido afectadas por actividades antrópicas generando como resultado pérdidas de la cobertura vegetal original y trayendo como consecuencia emisiones de gases efecto invernadero (EGEI). En este sentido, todos los sectores productivos que hacen parte del Inventario Nacional de GEI, que generan EGEI y que deseen entrar en los compromisos de descarbonización implementando medidas de reducción de emisiones pueden hacer uso de los techos máximos de Potenciales de Mitigación que el Ideam establezca y que a partir de dichos techos los usuarios deben respetarlos y tenerlos en cuenta en las proyecciones de las emisiones que calculen puedan llegar a mitigar con las iniciativas propuestas a partir de los datos de Potenciales de Mitigación que establezca el Ideam a partir del uso del presente protocolo.

Con la aplicación del presente protocolo se fortalece la capacidad institucional y técnica del Ideam en la generación de información como insumo contable, comparable, estandarizada y verificable. Este paso es importante para la planificación nacional y sectorial, garantizando que los reportes nacionales cumplan con los estándares internacionales, respondiendo a los compromisos de transparencia establecidos en el Marco Reforzado de Transparencia Climática (CMNUCC, 2015; CMNUCC, 2023).


Por otro lado, a raíz de la Ley 2169 de 2021 (Ley de acción climática), se establece la obligación del Estado colombiano de implementar medidas concretas para alcanzar la carbono-neutralidad en 2050 así como fortalecer la resiliencia frente al cambio climático. En este marco, la estimación rigurosa de emisiones, absorciones de gases efecto invernadero (GEI) y el cálculo del potencial de mitigación de GEI en coberturas prioritizadas (bosque de galería y ripario, bosque andino, manglar, humedales y herbazales) constituye un elemento esencial para la gestión climática nacional.

	Generación de Conocimiento e Investigación Protocolo general para la estimación de emisiones de GEI y potenciales de mitigación de coberturas prioritizadas	Código: GCI-PC002 Versión: 01 Fecha: 22/04/2026
---	--	--

En el mismo sentido, la NDC 3.0 establece nuevas metas para la reducción de emisiones al 2035, establece como compromiso, entre otros, el presentar avances, relacionados con el progreso de cumplimiento de estas metas, con periodicidad bienal es decir cada dos años en los Informes Bienales de Transparencia (BTR, por su sigla en inglés). Al mismo tiempo, reconoce la importancia de los ecosistemas estratégicos como pilares de la mitigación de EGEI. Por lo anterior, el presente protocolo se convierte en la Guía o herramienta técnica que orienta la estimación, medición, verificación y reporte de la información que aporta hacia el cumplimiento de la meta 46.

Bajo este escenario, el presente protocolo se consolida como un instrumento técnico que delimita el alcance, los objetivos y establece la metodología para la estimación de emisiones y absorciones de GEI y la estimación de potenciales de mitigación en coberturas prioritizadas, y permite fortalecer las acciones hacia el cumplimiento normativo y los compromisos internacionales al permitir que la información generada se ajuste a los lineamientos de la Ley 2169 de 2021, la Resolución 1447 de 2018, las demás normas relacionadas y las directrices del IPCC (2006, 2019), asegurando transparencia y credibilidad ante la comunidad nacional e internacional como la CMNUCC, el Acuerdo de París y las entidades público/privadas en la región y el territorio nacional. En el mismo sentido, el protocolo permite enfocar esfuerzos de investigación en ecosistemas clave para la captura y almacenamiento de carbono; provee elementos para la generación de información confiable para la formulación de políticas públicas, procesos de planificación territorial; fortalece la capacidad institucional y científica.

El protocolo se origina a partir de los resultados obtenidos de un proceso de cooperación institucional que reunió actores de distintos sectores en torno a la generación de información, convirtiéndose en insumo para la estimación de gases efecto invernadero y los potenciales de mitigación. Por lo anterior, el Ideam, mediante Convenio interinstitucional 3051844, en alianza con Ecopetrol

	Generación de Conocimiento e Investigación Protocolo general para la estimación de emisiones de GEI y potenciales de mitigación de coberturas prioritizadas	Código: GCI-PC002 Versión: 01 Fecha: 22/04/2026
---	--	--

y Fundación Natura, conformó un espacio estratégico que integra entidades públicas, de carácter mixto, privadas y académicas, involucrando entre otras a: Pontificia Universidad Javeriana, Universidad Santo Tomás, La corporación Carbono y Bosques y el Proyecto CO2 Humedales de la Fundación Natura.

Esta alianza institucional permitió avanzar en la transferencia de conocimiento y el desarrollo metodológico para la estimación de emisiones, absorciones y potenciales de mitigación para las subcategorías de la cobertura de bosque nacional incluyendo bosque andino, bosque de manglar y bosque de galería. De manera complementaria, se incorporaron coberturas de No bosque como humedales costeros, humedales continentales y herbazales, reconociendo su importancia en la dinámica de captura y almacenamiento de carbono.

Considerando lo anterior y en concordancia con el Decreto 298 de 2016, el Ideam, a través del Comité de información Científica y Técnica sobre Cambio Climático (CITCC) que a su vez hace parte del SISCLIMA, administra la información que se alberga en el Sistema de Monitoreo Reporte y Verificación de mitigación, por lo cual es la entidad llamada a establecer los procedimientos para la interoperabilidad, archivado, y condiciones de calidad, aseguramiento, y uso para la elaboración de los informes y reportes bienales del país en materia de cambio climático.

4 Normatividad nacional

A partir de la expedición de la Ley 99 de 1993, mediante la cual se crea el Ministerio de Ambiente y se reordena el sector público encargado de su gestión, Colombia ha generado diversos instrumentos normativos e institucionales orientados hacia la protección, conservación uso sostenible de la biodiversidad, y los recursos naturales. En el mismo sentido, Colombia ha reconocido la responsabilidad de sus acciones en la emisión de GEI, el impacto del cambio



climático en el territorio nacional y el valor que tienen los ecosistemas hacia el establecimiento de medidas de adaptación y mitigación que favorezcan la sostenibilidad ambiental y la acción climática.

Considerando lo anterior, a continuación, en la Tabla 1 se listan las normas más representativas que respaldan y orientan la necesidad de la formulación del presente protocolo:

Tabla 1 Normatividad nacional

Norma	Descripción
Decreto 1277 de 1994	<p>Por el cual se organiza y establece el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales - IDEAM, el cual señala entre otras las siguientes funciones del IDEAM (Presidencia de la República de Colombia, 1994):</p> <ul style="list-style-type: none">d. Suministrar los conocimientos, los datos y la información ambiental que requieren el Ministerio del Medio Ambiente y demás entidades del Sistema Nacional Ambiental, SINA.e. Realizar el levantamiento y manejo de la información científica y técnica sobre los ecosistemas que forman parte del patrimonio ambiental del país.f. "Proponer al Ministerio de Ambiente protocolos, metodologías, normas y estándares para el acopio de datos, el procesamiento, transmisión, análisis y difusión de la información que sobre el medio ambiente y los recursos naturales realicen los institutos



Generación de Conocimiento e Investigación

Protocolo general para la estimación de emisiones de GEI y potenciales de mitigación de coberturas prioritizadas

Código: GCI-PC002

Versión: 01

Fecha: 22/04/2026

Norma	Descripción
	de investigación ambiental y las corporaciones (CAR)"
Decreto 291 de 2004	Por el cual se modifica la estructura del Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales, IDEAM, y se dictan otras disposiciones (Presidencia de la República de Colombia, 2004).
Directrices IPCC 2006	Lineamiento técnico internacional que establece la metodología para inventarios de GEI. (IPCC, 2006 2019). Dispone una base metodológica común para que los países reporten sus emisiones de GEI de manera estándar y comparable.
Ley 1753 de 2015 Plan Nacional de Desarrollo 2014-2018	Artículo 175: crea los fundamentos para el seguimiento a la mitigación de emisiones de GEI mediante el sistema de seguimiento a la reducción de emisiones y el RENARE (Congreso de la República de Colombia, 2015).
Decreto 298 de 2016	Establece la formulación e implementación del Sistema Nacional de Cambio Climático (SISCLIMA) en Colombia. Crea el CITCC. Regula la coordinación institucional para la gestión de información climática. (Presidencia de la República de Colombia, 2016).
Ley 1844 de 2017	Se incorpora el Acuerdo de París al ordenamiento jurídico colombiano, reafirmando los compromisos asumidos por Colombia en el marco de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre



Generación de Conocimiento e Investigación

Protocolo general para la estimación de emisiones de GEI y potenciales de mitigación de coberturas prioritizadas

Código: GCI-PC002

Versión: 01

Fecha: 22/04/2026

Norma	Descripción
	Cambio Climático (CMNUCC), entre ellos la entrega de las NDC (Contribuciones Determinadas a Nivel Nacional) (Congreso de la República de Colombia, 2017).
Ley 1931 de 2018	Establece directrices para la gestión del cambio climático en Colombia, promoviendo acciones de adaptación, mitigación de gases efecto invernadero y desarrollo bajo en carbono. De igual manera, da soporte legal al Sistema Nacional de Información sobre Cambio Climático (SNICC), que incluye el MRV nacional de mitigación (Congreso de la República de Colombia, 2018).
Resolución 1447 de 2018	Regula el Sistema de Monitoreo, Reporte y Verificación (MRV) de las acciones de mitigación de gases efecto invernadero a nivel nacional. Establece lineamientos para la elaboración del inventario nacional de GEI. Define responsabilidades sectoriales y metodologías de reporte. (MinAmbiente, 2018).
Refinamiento Directrices IPCC 2019	Lineamiento técnico Internacional En el que se presenta la actualización metodológica de las directrices 2006 (IPCC, 2019). Dispone una base metodológica común para que los países reporten sus emisiones de GEI de manera estándar y comparable
Resolución 831 de 2020	Modifica aspectos de la Resolución 1447, principalmente en: procedimientos de verificación, plazos, articulación con RENARE (MinAmbiente, 2020).



Generación de Conocimiento e Investigación

Protocolo general para la estimación de emisiones de GEI y potenciales de mitigación de coberturas prioritizadas

Código: GCI-PC002

Versión: 01

Fecha: 22/04/2026

Norma	Descripción
Ley 2169 de 2021	Ley de Acción climática que impulsa el desarrollo bajo en carbono mediante el establecimiento de medidas en materia de carbono neutralidad y resiliencia climática. Obliga a la estimación periódica de emisiones y potenciales de mitigación en coberturas prioritizadas. Y reafirma el MRV como herramienta clave para el seguimiento de la NDC y la carbono-neutralidad. Así mismo, en el artículo 13, numeral 6, de la Ley se establece que “Los institutos de investigación adscritos y vinculados al Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible coordinarán el cálculo del potencial de mitigación de GEI de los ecosistemas de alta montaña; manglares y pastos marinos; humedales y arbolado urbano para las ciudades de más de 100.000 habitantes, y la contabilidad de las correspondientes emisiones de carbono reducidas o absorbidas a nivel nacional” (Congreso de Colombia, 2021).
Resolución 418 de 2024	Reglamenta aspectos relacionados con la administración del RENARE y actualiza las disposiciones asociadas al Plan Nacional de Desarrollo 2022-2026 (Min Ambiente, 2024).
Actualización de la NDC 3.0 diciembre 2025	En diciembre del 2025, Colombia actualiza sus compromisos de descarbonización aplicando mayor ambición en las metas hacia el 2030 y 2035 limitando las emisiones de GEI de CO2 equivalente (República de Colombia, 2025).



5 Definiciones

Para efectos de la correcta interpretación y aplicación del presente protocolo, se establecen las siguientes definiciones técnicas y operativas asociadas a los principales conceptos, variables y elementos metodológicos involucrados en la estimación de emisiones, absorciones y potenciales de mitigación de gases de efecto invernadero (GEI) en coberturas prioritizadas.

Estas definiciones se fundamentan en las directrices del Panel Intergubernamental de Cambio Climático (IPCC), en la normatividad nacional vigente y en los desarrollos metodológicos adoptados por el Ideam, y tienen como propósito asegurar la consistencia, comparabilidad, trazabilidad y correcta aplicación de los términos utilizados a lo largo del protocolo.

Asimismo, las definiciones aquí presentadas constituyen un referente técnico para la delimitación de coberturas, la estructuración de la información y la interpretación de los resultados generados, en el marco de los procesos del Grupo de Cambio Global y los reportes nacionales de cambio climático.

- **Absorciones brutas:** Corresponden al incremento anual de las existencias de carbono en la biomasa o en el suelo, antes de descontar pérdidas o emisiones. Representan las remociones brutas de CO₂ de la atmósfera según las directrices del IPCC. (*IPCC, 2006, Volumen 4, Capítulo 4*).



- **Absorciones netas:** Corresponden al cambio neto en las existencias de carbono, calculado como la diferencia entre los incrementos de carbono (removals) y las pérdidas o emisiones en un período determinado. (IPCC, 2006, Vol. 1; Vol. 4).
- **Árboles:** individuos con crecimiento secundario y acumulación de tejido leñoso que forman un tallo o fuste definido, que alcanzan la madurez a una altura mayor o igual a 4 m (Vallejo et al., 2005).
- **Arbusto:** plantas leñosas sin tronco claramente definido, muy ramificadas desde la base del tallo, que alcanzan la madurez a una altura menor que 4 m (Vallejo-Joyas et al., 2005).
- **Biomasa:** Masa orgánica de vegetación viva (árboles, arbustos, pastos) que almacena carbono en sus tejidos (troncos, ramas, raíces) (IPCC, 2006; TNC (2020)).
- **Biomasa aérea:** Masa leñosa (tronco, corteza, ramas y raíces) de árboles y arbustos en un área de vegetación. También puede incluir masa herbácea si se habla de pastos u otros vegetales (IPCC, 2006).
- **Biomasa subterránea:** Cantidad de masa seca contenido en la materia viva, que se encuentra bajo el suelo (IPCC, 2019).



- **Bosque andino:** Superficie ocupada por árboles con presencia de arbustos, guadas, palmas, hierbas, lianas, epifitas con altura mínima de 5 m (in situ) con mínimo 30 % de densidad de dosel, se ubican en pisos térmicos frío y muy frío en diferentes provincias de humedad Semiárido, Semihúmedo, húmedo, super húmedo con alta nubosidad y nieblas frecuentes. Pisos térmicos con temperaturas que fluctúan 6°C a 15°C (IGAC, 2021).
- **Bosque de galería y ripario:** Superficie conformada principalmente por árboles con presencia de arbustos, guadas, palmas, hierbas y lianas con altura mínima de 5 m con densidad mínima de dosel de 30 %, alrededor de cuerpos de agua dulce permanentes o temporales naturales, con un ancho aproximado > igual de 50 m. Pueden ser inundables o no, de acuerdo con las condiciones de profundidad del cauce y la pendiente de la ribera, así como del régimen pluviométrico y el tipo de suelos. Teniendo características geomorfológicas e hidrológicas-hidráulicas. (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2018).
- **Bosque de manglar:** Superficie inundable costera, conformada por árboles con presencia de arbustos, palmas, hierbas y lianas, tolerantes a aguas salobres con distribución determinada por el régimen de



inundación mareal donde predominan especies Mangle rojo (*Rhizophora mangle*), Mangle pava (*Rhizophora racemosa*), Mangle blanco (*Laguncularia racemosa*), Mangle salado (*Avicennia germinans*) entre otras especies, con alturas superiores a 5 m con densidad mínima de dosel de 30 %.

- **Carbono orgánico del suelo (COS):** hace referencia a la cantidad total de carbono orgánico almacenado en el suelo por unidad de área, comúnmente expresada en Megagramos de carbono por hectárea (Mg C/ha). Para calcular este valor, se considera el COT junto con la densidad aparente del suelo y la profundidad de muestreo, utilizando la fórmula recomendada por el IPCC (IPCC, 2006).
- **Categorías IPCC** Una categoría IPCC corresponde a una unidad estructurada de clasificación dentro de los inventarios de gases de efecto invernadero, que agrupa fuentes de emisión y sumideros de carbono de acuerdo con criterios sectoriales, metodológicos y funcionales, permitiendo la estimación, reporte y comparación consistente de emisiones y absorciones de GEI conforme a las directrices internacionales del IPCC (IPCC, 2006).
- **Ciclo del carbono** el ciclo global del carbono describe los flujos de carbono entre la atmósfera, la biosfera terrestre,



los océanos y la geosfera, incluyendo flujos antropogénicos derivados de combustión fósil, industria, agricultura, uso del suelo y degradación de ecosistemas. (IPCC, 2021).

- **Cobertura de la tierra** se entiende como la expresión biofísica de la superficie terrestre, determinada por la presencia de vegetación, cuerpos de agua, infraestructura u otros elementos visibles, que pueden ser clasificados y cartografiados mediante interpretación de imágenes satelitales u otras fuentes de información geoespacial (Ideam, 2018).
- **Compartimentos de carbono** Unidades donde se almacena carbono dentro de los ecosistemas terrestres. Según las directrices del IPCC, los compartimentos de carbono incluyen la biomasa aérea, la biomasa subterránea, la madera muerta, la hojarasca y el carbono orgánico del suelo. (IPCC, 2006, Volumen 4, Capítulo 1, Tabla 1.1).
- **Contabilidad de emisiones de GEI** También conocida como contabilidad del carbono, consiste en cuantificar y registrar el volumen de gases de efecto invernadero emitidos como consecuencia de actividades humanas (producción, transporte, consumo, etc.) dentro de límites definidos (organizacionales, sectoriales o nacionales) (British Standards Institution, 2022; IBM, 2023).



- **Contagio espacial** Es un mecanismo de difusión en el que la ocurrencia de un fenómeno en una unidad espacial aumenta la probabilidad de que ese fenómeno aparezca (o se intensifique) en unidades cercanas, debido a la proximidad, la interacción y la exposición entre lugares (efecto de vecindad) (Buhaug & Gleditsch, 2008).
- **Dato de actividad** Datos cuantitativos sobre acciones humanas que generan emisiones o absorciones de GEI (ej.: área deforestada, volumen de madera extraída) (IPCC, 2006).
- **Definición operativa** indica las actividades u operaciones necesarias para medir o manipular una variable; de este modo, la variable se convierte en una magnitud objetiva que cualquier investigador puede inducir y replicar (Rosel, 1986).
- **Definiciones operativas para la contabilidad de emisiones y absorciones de GEI** Permite establecer lineamientos con características biofísicas que facilitan diferenciar y determinar variables para la delimitación de estos ecosistemas; proceso que parte desde una definición conceptual, basada en criterios ecosistémicos que se concreta a través de una definición operativa (Ideam, 2025a).



- **Detritos** Restos o fragmentos de materiales orgánicos o inorgánicos que se acumulan como resultado de la descomposición, desgaste o destrucción de diferentes elementos (IPCC, 2006).
- **Dióxido de carbono (CO₂)** Gas de efecto invernadero considerado por el IPCC; sus emisiones provienen de actividades humanas como quema de combustibles fósiles, cambios en uso del suelo y procesos industriales. (IPCC, 2006).
- **Dióxido de carbono (CO₂) equivalente** Unidad métrica que permite comparar las emisiones de distintos gases de efecto invernadero convirtiéndolos a emisiones equivalentes de CO₂, utilizando su potencial de calentamiento global (GWP) sobre un horizonte de 100 años. El CO₂ equivalente se calcula multiplicando la cantidad emitida de cada gas por su GWP correspondiente. (IPCC, 2006, Volumen 1, Glosario).
- **Emisiones antropogénicas** Emisiones de gases de efecto invernadero derivadas de actividades humanas (quema de combustibles fósiles, cambios en el uso del suelo, procesos industriales, entre otros) reportadas en los inventarios conforme a las directrices del IPCC. (IPCC, 2006).



- **Emisiones brutas** emisiones generadas por todas las actividades humanas consideradas en un inventario nacional de GEI, incluyendo combustión de energía, procesos industriales, agricultura y desechos, según los sectores definidos en el IPCC 2006. (IPCC, 2006).
- **Emisiones netas** Las emisiones netas corresponden al balance entre las emisiones hacia la atmósfera y las remociones desde la atmósfera. (IPCC, 2006).
- **Factor de conversión** Es la relación entre la cantidad de carbono y la cantidad de biomasa, y se utiliza para estimar el carbono total contenido en la biomasa (IPCC, 2006).
- **Factor de emisión** Coeficiente que relaciona los datos de actividad con la cantidad del compuesto químico que constituye la fuente de las últimas emisiones. Los factores de emisión se basan a menudo en una muestra de datos sobre mediciones, calculados como promedio para determinar una tasa representativa de las emisiones correspondientes a un determinado nivel de actividad en un conjunto dado de condiciones de funcionamiento (IPCC, 2006).



- **Gases de efecto invernadero (GEI)**

Los gases de efecto invernadero son aquellos componentes gaseosos de la atmósfera, tanto naturales como antropogénicos, que absorben y emiten radiación en longitudes de onda específicas dentro del espectro de la radiación infrarroja térmica emitida por la superficie terrestre, la atmósfera misma y las nubes. Esta propiedad causa el efecto invernadero. El vapor de agua (H₂O), el dióxido de carbono (CO₂), el óxido nitroso (N₂O), el metano (CH₄) y el ozono (O₃) son los principales gases de efecto (IPCC, 2006).
- **Herbazales**

Superficies de tierra firme con cobertura vegetal predominantemente de plantas no lignificadas o apenas lignificadas, caracterizadas por la presencia de plantas perennes que forman una cobertura vegetal continua densa o abierta, donde la ausencia de árboles y arbustos es notable. Incluye áreas naturales, con una extensión superior al área mínima cartografiable de acuerdo con la escala de trabajo.
- **Humedales naturales continentales Altoandinos y turberas**

Tierra, saturada permanente o temporalmente de agua, en donde se desarrollan suelos hidromórficos y vegetación hidrófita de extensión superior al área mínima cartografiable a escala nacional. Suelo saturado de agua o que permanece inundado una parte del año (presenta evidencia de inundación periódica). Organismo



vegetal que habita en ecosistemas acuáticos y que completa su ciclo vital en condiciones alternantes de lluvia y sequia (Rial, 2014), incluye plantas arbustivas y herbáceas. Tipo de humedal que se caracteriza por presentar suelos orgánicos, saturados de agua, de 40 o más cm de espesor, cuya masa seca está conformada por al menos 30 % de materia orgánica muerta formada por musgos, plantas formadoras de cojines, algunas herbáceas y arbustos, ubicado por encima de los 2.800 m.s.n.m.

- **Humedales naturales continentales Costeros**

Tierra, saturada permanente o temporalmente de agua, en donde se desarrollan suelos hidromórficos y vegetación hidrófita de extensión superior al área mínima cartografiable a escala nacional. Suelo saturado de agua o que permanece inundado una parte del año (presenta evidencia de inundación periódica). Organismo vegetal que habita en ecosistemas acuáticos y que completa su ciclo vital en condiciones alternantes de lluvia y sequia (Rial, 2014), incluye plantas arbustivas y herbáceas. Tierra ocupada por cuerpos de agua natural influenciado por las mareas, en donde se desarrolla vegetación halófila (Tolerante a aguas salobres, con alturas menores a 5 m y con hábitos arbustivos, herbáceos entre otros).



Generación de Conocimiento e Investigación

Protocolo general para la estimación de emisiones de GEI y potenciales de mitigación de coberturas prioritizadas

Código: GCI-PC002

Versión: 01

Fecha: 22/04/2026

- **Humedales naturales continentales de tierras medias y bajas** Tierra, saturada permanente o temporalmente de agua, en donde se desarrollan suelos hidromórficos y vegetación hidrófita de extensión superior al área mínima cartografiada a escala nacional. Suelo saturado de agua o que permanece inundado una parte del año (presenta evidencia de inundación periódica). Organismo vegetal que habita en ecosistemas acuáticos y que completa su ciclo vital en condiciones alternantes de lluvia y sequía (Rial, 2014), incluye plantas arbustivas y herbáceas. Tierra ocupada por cuerpos de agua dulce natural sin influencia de las mareas, ubicada en un rango altitudinal de entre 0 y 2.800 m.s.n.m.
- **Línea base de carbono** Escenario de referencia que estima las emisiones y absorciones de GEI sin la intervención de una SNC (IPCC, 2006).
- **Materia Orgánica del Suelo** Comprende el carbono orgánico en los suelos minerales y orgánicos a una profundidad específica seleccionada por el proponente del proyecto (IPCC, 2003).
- **Materia Orgánica Muerta** Comprende la madera no viva sobre el suelo, ya sea en pie o caída, la madera muerta comprende la que se encuentra en la superficie, raíces muertas y tocone (IPCC, 2006).



Generación de Conocimiento e Investigación

Protocolo general para la estimación de emisiones de GEI y potenciales de mitigación de coberturas prioritizadas

Código: GCI-PC002

Versión: 01

Fecha: 22/04/2026

- **Nivel o Tier 1**

Corresponde al enfoque metodológico más simple, que utiliza factores de emisión por defecto establecidos por el IPCC y datos generales de actividad. Permite realizar estimaciones iniciales de manera rápida y consistente, aunque no refleja las condiciones nacionales o locales específicas. (IPCC, 2006, Vol. 1, Cap. 1 & 2).
- **Nivel o Tier 2**

Utiliza datos más específicos del país o región, como datos de actividad y factores de emisión propios, permite estimaciones más precisas que el nivel 1 (IPCC, 2006, Vol. 1, Cap. 1 & 2).
- **Nivel o Tier 3**

Este enfoque es más detallado, que puede incluir modelos complejos y datos específicos de país, requiere una gran cantidad de datos validados y más adecuado para investigaciones y análisis profundos del proyecto (IPCC, 2006, Vol. 1, Cap. 1 & 2).
- **Niveles metodológicos (Tier)**

grado de complejidad y precisión en la estimación de emisiones/remociones. Tier 1 usa valores por defecto; Tier 2 y 3 emplean datos nacionales y modelos avanzados (IPCC, 2006).
- **Permanencia**

Riesgo de que el carbono almacenado en una cobertura se pierda por disturbios (ej.: incendios) (TNC, 2021).



Generación de Conocimiento e Investigación

Protocolo general para la estimación de emisiones de GEI y potenciales de mitigación de coberturas prioritizadas

Código: GCI-PC002

Versión: 01

Fecha: 22/04/2026

- **Potencial de Mitigación** Capacidad de una SNC para reducir las emisiones netas de GEI o aumentar las capturas de carbono (toneladas de CO₂e/año) (IPCC, 2019a).
- **Potencial de Mitigación (PM)** cantidad estimada de reducción de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) que una medida específica puede lograr frente a un escenario base, buscando frenar el cambio climático. Implica adoptar tecnologías limpias, eficiencia energética y mejorar sumideros de carbono, con un alto impacto en sectores como energía, transporte y agricultura (Climate and Clean Air Coalition, s. f.).
- **Random Forest** Es un algoritmo de aprendizaje en conjunto que combina múltiples árboles de decisión contruidos con aleatoriedad controlada (muestras bootstrap y selección aleatoria de variables en cada partición) y produce una predicción final al agregar las salidas de todos los árboles (por ejemplo, voto mayoritario en clasificación o promedio en regresión) (Breiman, 2001).
- **Región Amazónica** El límite noroccidental corresponde al denominado piedemonte entre los 400-500 msnm donde convergen elementos andinos y tropicales de la Amazonia y Orinoquia; el límite nororiental corresponde al límite norte de distribución del bosque amazónico con las



sábanas de la Orinoquía; y al oriente y sur hasta las fronteras internacionales con la República Bolivariana de Venezuela, República Federativa de Brasil, República del Perú y República del Ecuador (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible – Ideam, 2024).

• **Región Andina**

El límite inferior corresponde al piedemonte de las cordilleras Occidental, Central y Oriental en Colombia, entre los 400 – 500 msnm, hacia el lado Oriental convergen elementos andinos y tropicales de la Amazonia y la Orinoquía, hacia el lado occidental colinda con la región del Pacífico y Magdalena medio. Hacia el norte colinda con la región Caribe. Dentro de su límite se incluyen los valles interandinos, donde generalmente se localizan enclaves de ecosistemas secos (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible – Ideam, 2024).

• **Región Caribe**

El límite Norte corresponde al litoral costero del Mar Caribe en Colombia, el límite oriental corresponde al denominado piedemonte de la Serranía del Perijá y la Cordillera Oriental entre los 400-500 msnm donde convergen elementos andinos y tropicales del Magdalena medio. El límite sur corresponde al límite norte de la región andina (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible – Ideam, 2024).



• **Región Orinoquia**

El límite occidental corresponde al denominado piedemonte de la cordillera Oriental entre los 400 - 500 msnm donde convergen elementos andinos y tropicales de la Amazonía y Orinoquía; el límite sur corresponde al límite de la región amazónica con las sábanas de la Orinoquía; y al oriente y norte hasta la frontera internacional con la República Bolivariana de Venezuela (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible – Ideam, 2024).

• **Región Pacífica**

El límite occidental corresponde al litoral costero del Océano Pacífico en Colombia, el límite oriental corresponde al denominado piedemonte de la cordillera Occidental entre los 400 - 500 msnm donde convergen elementos andinos y tropicales del Pacífico y Magdalena medio. El límite sur corresponde a la frontera internacional con la República del Ecuador y el límite noroccidental corresponde a la frontera internacional con la República de Panamá (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible – Ideam, 2024).

• **Riesgo espacial de cambio**

Es un índice o mapa continuo (p. ej., 0–1) que expresa, para cada píxel/celda del territorio, la probabilidad o “potencial de transición” de que cambie de su cobertura/uso actual a otra clase en un periodo futuro, en función de determinantes espaciales (accesibilidad, distancias, restricciones, variables biofísicas,



Generación de Conocimiento e Investigación

Protocolo general para la estimación de emisiones de GEI y potenciales de mitigación de coberturas prioritizadas

Código: GCI-PC002

Versión: 01

Fecha: 22/04/2026

vecindad, etc.). En plataformas como Dinámica EGO, este resultado se formaliza como un "transition potential map" (también llamado "transition probability map") obtenido a partir de la influencia de los determinantes espaciales sobre los cambios (Rodrigues, n.d.).

• **SINGEI**

El Sistema Nacional de Inventarios de Gases de Efecto Invernadero - SINGEI, constituye un conjunto armonizado de componentes, procesos, metodologías, procedimientos y estructuras que incluye la recopilación, análisis, reporte y divulgación de información relacionada a los Inventarios Nacionales de Gases de Efecto Invernadero (INGEI), contribuyendo a la toma de decisiones a nivel nacional, y al cumplimiento de los compromisos de reporte ante la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático - CMNUCC (Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica, 2024).

• **Soluciones Naturales del Clima (SNC)**

Acciones de manejo, conservación o restauración de ecosistemas para mitigar el cambio climático y adaptarse a sus efectos (Griscom et al., 2017a).



Generación de Conocimiento e Investigación

Protocolo general para la estimación de emisiones de GEI y potenciales de mitigación de coberturas prioritizadas

Código: GCI-PC002

Versión: 01

Fecha: 22/04/2026

- **Suelo** sistema estructurado con características biológicamente activas, que se desarrolla en la capa más superficial de la corteza terrestre (IPCC, 2006).
- **Sumidero** Cualquier proceso, actividad o mecanismo que remueva un gas de efecto invernadero, un aerosol o un precursor de gas de efecto invernadero de la atmósfera. (IPCC, 2006).
- **Sumidero de carbono** Cobertura o proceso que absorbe más carbono del que emite (ej.: bosques maduros, humedales) (IPCC, 2006; TNC, 2021).

6 Responsables

A continuación, en Tabla 2 se presenta la descripción de responsabilidades:

Tabla 2 Entidades y responsabilidades

Entidades	Responsabilidades
Ideam ejerce la secretaría técnica del CITCC del SISCLIMA	Coordinar con el Comité de Información técnica y Científica de Cambio Climático (CITCC), las acciones relacionadas con la producción, comunicación y gestión de la información técnica y científica como insumo de los procesos y de la toma de decisiones para la gestión del cambio climático y de las instancias del SisClima conforme el Decreto 298 de 2016 (Presidencia de la República de Colombia, 2016)



Generación de Conocimiento e Investigación

Protocolo general para la estimación de emisiones de GEI y potenciales de mitigación de coberturas prioritizadas

Código: GCI-PC002

Versión: 01

Fecha: 22/04/2026

Entidades	Responsabilidades
Ideam	<ul style="list-style-type: none"><li data-bbox="613 373 1406 674">• La Subdirección de Estudios Ambientales (SEA) es responsable de incluir y designar en la planeación de Recursos financieros de la SEA un monto del global, para el componente de mitigación de EGEI destinado a la Estimación de EGEI y PM de coberturas prioritizadas.<li data-bbox="613 743 1406 1310">• El coordinador (a) del Grupo Cambio Global tendrá como responsabilidad: gestionar los recursos financieros para la estimación y/o actualización de las emisiones de GEI y PM; impartir directrices técnicas, de planeación y orientación en las temáticas correspondiente a la estimación de emisiones de GEI y PM. Asegurar el aprovisionamiento de un equipo de profesionales que apalanquen los cálculos, procesamiento, análisis y reporte. Y orientar la elaboración de los reportes nacionales e internacionales.<li data-bbox="613 1379 1406 1894">• La (o El) Profesional Líder de Mitigación de EGEI en <i>coberturas No bosques</i> del Grupo de cambio Global, es responsable de coordinar, direccionar, supervisar, las acciones y actividades necesarias y relacionadas con la estimación de emisiones de GEI y potenciales de mitigación de coberturas prioritizadas. De igual manera, tiene la responsabilidad de generar con el equipo de trabajo la información e insumos que le sean requeridos para los reportes de país.



Generación de Conocimiento e Investigación


Protocolo general para la estimación de emisiones de GEI y potenciales de mitigación de coberturas prioritizadas

Código: GCI-PC002

Versión: 01

Fecha: 22/04/2026

Entidades	Responsabilidades
	<ul style="list-style-type: none">• A nivel general, el Ideam tiene la responsabilidad de la coordinación técnica, consolidación y evaluación de la información generada a partir de la implementación del presente protocolo. De igual manera: establecer las bases técnicas para clasificar y zonificar el uso del territorio nacional; y coordinar los informes nacionales e internacionales sobre cambio climático.
Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible	<ul style="list-style-type: none">• Orientación política y normativa.• Gestión Financiera.• Articulador institucional con entidades regionales y locales asegurando la provisión de información.• Reglamentar el rol de las instituciones en materia de provisión de información insumo para estimar las emisiones de GEI y calcular el PM en coberturas prioritizadas.
Entidades sectoriales e Institutos de Investigación Ambiental	Suministro de datos e insumos técnicos y/o aplicabilidad de los protocolos para la Cuantificación y Monitoreo de carbono.
Academia y centros de investigación	Generación de conocimiento científico y/o aplicabilidad de protocolos.
Nodos Regionales de Cambio climático	Aportes territoriales y adaptación de metodologías a contextos locales. Aplicación de protocolos de carbono

	Generación de Conocimiento e Investigación Protocolo general para la estimación de emisiones de GEI y potenciales de mitigación de coberturas prioritizadas	Código: GCI-PC002 Versión: 01 Fecha: 22/04/2026
---	--	--

Fuente: basado en la propuesta de ajuste para la NDC3.0 (Cardona et al, 2025)

7 Descripción de actividades

7.1. Aspectos relevantes en la estimación de emisiones, absorciones y Potenciales de Mitigación de GEI

En el presente capítulo se describe la secuencia de actividades necesarias para la estimación de emisiones, absorciones y potenciales de mitigación de gases de efecto invernadero (GEI) en coberturas prioritizadas.

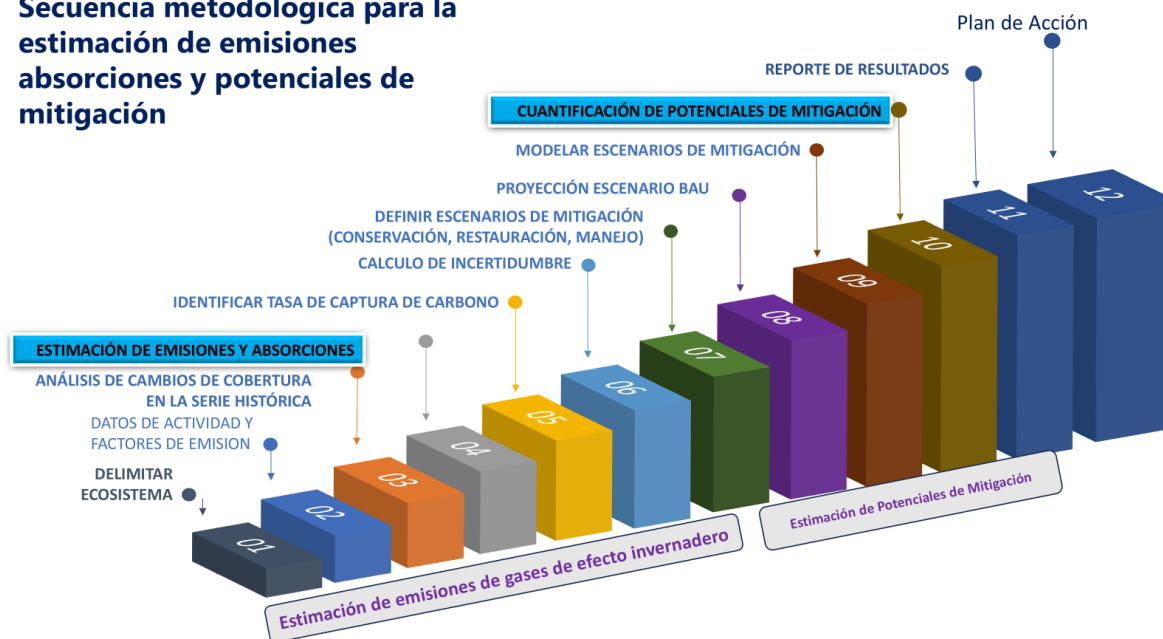
Esta secuencia metodológica se estructura en dos grandes componentes (ver

Figura 1):

1. La Estimación de emisiones y absorciones de GEI
2. El Cálculo de potenciales de Mitigación

Figura 1 Secuencia metodológica para estimar emisiones de GEI y Potenciales de Mitigación

Secuencia metodológica para la estimación de emisiones absorciones y potenciales de mitigación



Fuente: (Ideam, 2025b)

La

Tabla 3 muestra las acciones necesarias para alcanzar el Hito, así como la referencia de los anexos que desarrolla la actividad.



Generación de Conocimiento e Investigación

Protocolo general para la estimación de emisiones de GEI y potenciales de mitigación de coberturas prioritizadas

Código: GCI-PC002

Versión: 01

Fecha: 22/04/2026

Tabla 3 Actividades básicas para calcular potenciales de Mitigación

HITO: ESTIMACIONES DE EMISIONES Y ABSORCIONES DE GEI		
Acciones para el Hito	Sub-Hitos	Referencia
Delimitar ecosistemas	Desarrollo de Definiciones Operativas	04_07_2025_Documento_de_Definiciones_Operativas_de_las_coberturas_priorizadas_(2).docx Informe del Estado del Ambiente y los Recursos Naturales Renovables 2024 Anexos - Informe del Estado del Ambiente y los Recursos Naturales Renovables 2024
Aplicación de la Metodología para la delimitación de coberturas a partir de las definiciones operativas de cada cobertura	Cobertura delimitada	LNTMO (Cardona et al., 2026 sp) Niveles metodológicos (Ideam, 2026a sp) 3.1.5-c) Niveles Metodológicos Lineamientos TMO Final.docx



Generación de Conocimiento e Investigación

Protocolo general para la estimación de emisiones de GEI y potenciales de mitigación de coberturas prioritizadas

Código: GCI-PC002

Versión: 01

Fecha: 22/04/2026


HITO: ESTIMACIONES DE EMISIONES Y ABSORCIONES DE GEI		
Acciones para el Hito	Sub-Hitos	Referencia
Homologación de coberturas de la tierra a categorías IPCC	Mapa homologado de coberturas-IPCC	LNTMO (Cardona et al., 2026 sp) Niveles metodológicos (Ideam, 2026a sp): 3.1.5-c) Niveles Metodológicos
Aplicación de Protocolos de carbono	Dato de Carbono de coberturas prioritizadas	Protocolo para cuantificar y monitorear carbono en: Bosque andino, bosque de galería, bosque de manglar, Humedales y Herbazales 3.1.9a Protocolos-Aprobados-Ideam
Construcción del factor de emisión	FE por tipo de cobertura	Rivera et al., 2025a (Niveles metodológicos) (RevECP Doc 2 Descripción niveles metodológicos (2).docx
Datos de actividad	Datos de actividad del periodo analizado	Rivera et al., 2025a (Niveles metodológicos) (RevECP Doc 2 Descripción niveles metodológicos (2).docx



HITO: ESTIMACIONES DE EMISIONES Y ABSORCIONES DE GEI		
Acciones para el Hito	Sub-Hitos	Referencia
Análisis de ganancias, pérdidas y permanencias	Matrices de cambio	Rivera et al., 2025a (Niveles metodológicos) (RevECP Doc 2 Descripción niveles metodológicos (2).docx)
Análisis de Emisiones y absorciones	Emisiones y absorciones por año y estimación de incertidumbre.	Londoño et al., 2025 Resultado 3.1.8. Análisis de emisiones VF-24-03-2026 Doc 04 .docx
Proyección y modelación de escenario BAU	Escenario BAU	Ideam, 2026b 3.1.5-d) Consolidación PM
Definición, proyección y modelación de escenario de mitigación	Escenarios e mitigación.	Ideam, 2026b 3.1.5-d) Consolidación PM
Cuantificación de escenarios de mitigación.	Escenarios de mitigación	Ideam, 2026b 3.1.5-d) Consolidación PM

7.2. Determinación del área geográfica de estudio

A continuación, se presenta el enfoque y alcances técnicos a considerar para la delimitación geográfica y estandarización de lineamientos IPCC, los cuales se convierten en el referente base para la implementación del presente protocolo. La delimitación geográfica define un marco espacial trazable que delimita el universo geográfico de referencia para la estimación de emisiones GEI y

	Generación de Conocimiento e Investigación Protocolo general para la estimación de emisiones de GEI y potenciales de mitigación de coberturas prioritizadas	Código: GCI-PC002 Versión: 01 Fecha: 22/04/2026
---	--	--

potenciales de mitigación de acuerdo con las definiciones operativas presentadas en la sección anterior.


7.2.1 Coberturas Asociadas a Bosque a nivel nacional

A nivel Nacional, para la categoría de bosque se utilizó la información oficial proveniente del Sistema de Monitoreo de Bosques y Carbono (SMByC) del Ideam, la cual respalda el reporte nacional de **la categoría Tierras forestales (4.A)**.

En el marco de este protocolo, se priorizaron las coberturas de bosque andino, bosque de galería y ripario y manglar; la delimitación espacial de estas coberturas permite identificar y cuantificar las áreas bajo condición de bosque, lo que constituye la base para estimar datos de actividad y flujos de carbono.

Bajo este enfoque, las coberturas de análisis corresponden a ámbitos geográficos priorizados del bosque natural, definidos a partir de la definición oficial de bosque para contabilidad de emisiones y criterios operativos establecidos para los análisis de carbono. Estos ámbitos permiten analizar de manera diferenciada el comportamiento de las coberturas específicas dentro del conjunto del bosque natural reportado a nivel nacional, sin que ello implique una redefinición de la cobertura nacional de bosque utilizada en los reportes oficiales del país, lo anterior asegura que no exista doble contabilidad en el reporte de las emisiones de bosques, es una desagregación de las emisiones totales del bosque nacional.

7.2.2 Coberturas Distintas a Bosque (CLC) o No bosques y Homologación a Categorías IPCC a nivel nacional

	Generación de Conocimiento e Investigación Protocolo general para la estimación de emisiones de GEI y potenciales de mitigación de coberturas prioritizadas	Código: GCI-PC002 Versión: 01 Fecha: 22/04/2026
---	--	--

A nivel nacional, las coberturas diferentes a bosque se describieron y delimitaron con base en la cartografía CORINE Land Cover (CLC) adaptada al contexto colombiano, la cual se adoptó como fuente oficial para la identificación del uso y la cobertura de la tierra no bosque. Estos datos representan el insumo fundamental para el cálculo de datos de actividad (DA) vinculados a coberturas no boscosas del sector LULUCF, así como para su reporte en el Inventario Nacional de GEI y el Informe Bienal de Transparencia (BTR) (IPCC, 2006; Ideam, 2026c sp).

En este sentido, se requirió homologar las coberturas CLC a categorías IPCC para alinear el protocolo con los estándares del IPCC y el Sistema Nacional de Monitoreo, Reporte y Verificación (MRV). Este ejercicio permite la comparabilidad y coherencia con los inventarios nacionales de GEI y garantiza la trazabilidad, consistencia y claridad en los cálculos de emisiones y absorciones.

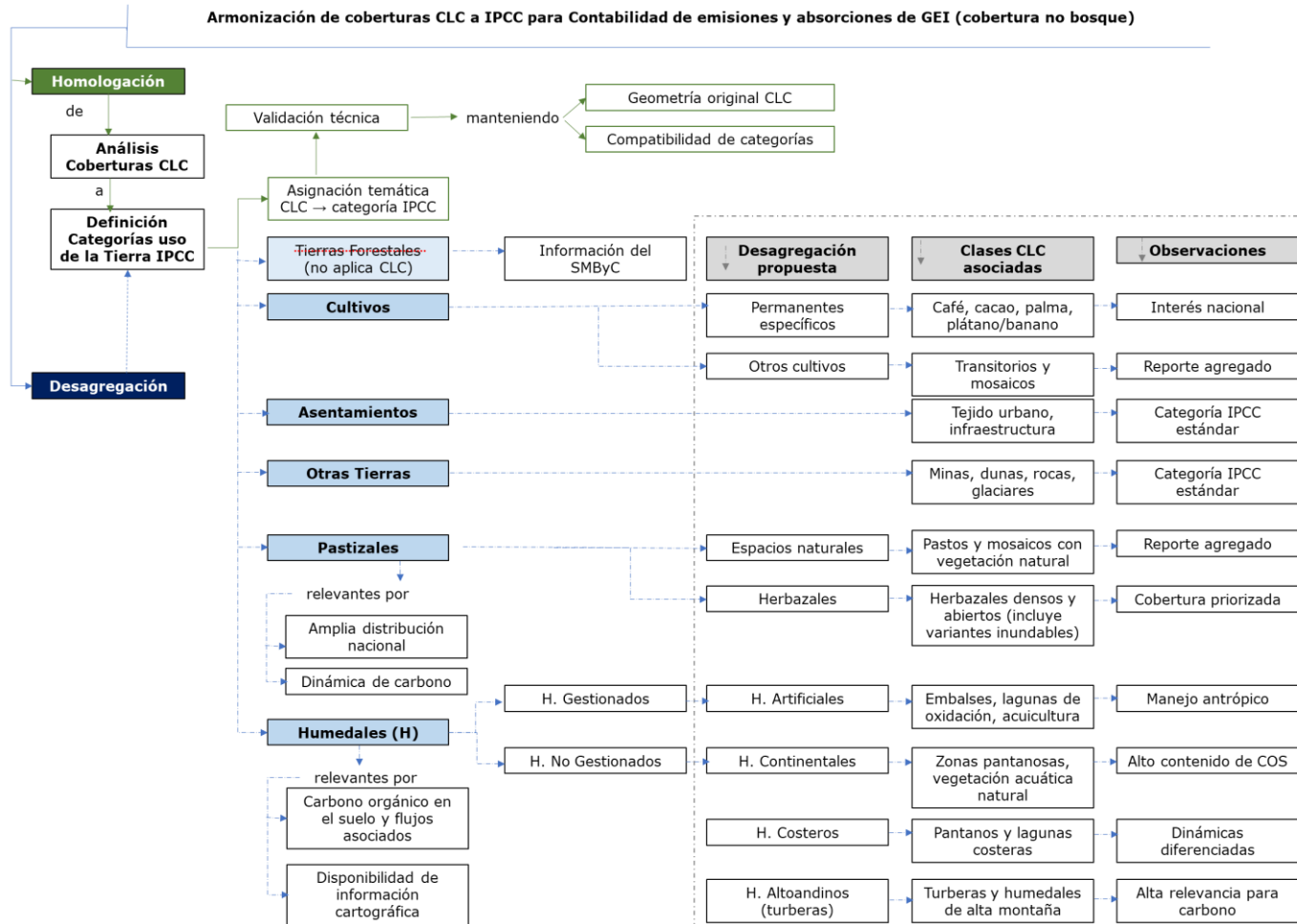
Seguidamente, se muestra el proceso metodológico para homologar las categorías CLC con las Categorías IPCC. Importante resaltar que cada vez que se vaya a actualizar el inventario de GEI de coberturas No bosques es necesario llevar a cabo el proceso de homologación de coberturas de la tierra utilizando el mapa bienal vigente a ser utilizado en dicho inventario.



Generación de Conocimiento e Investigación
Protocolo general para la estimación de emisiones de GEI y potenciales de mitigación de coberturas prioritizadas

Código: GCI-PC002
Versión: 01
Fecha: 22/04/2026

Figura 2 Homologación nacional de coberturas CLC a IPCC en coberturas no bosque



Fuente: elaboración propia basado en Ideam (2026c sp)

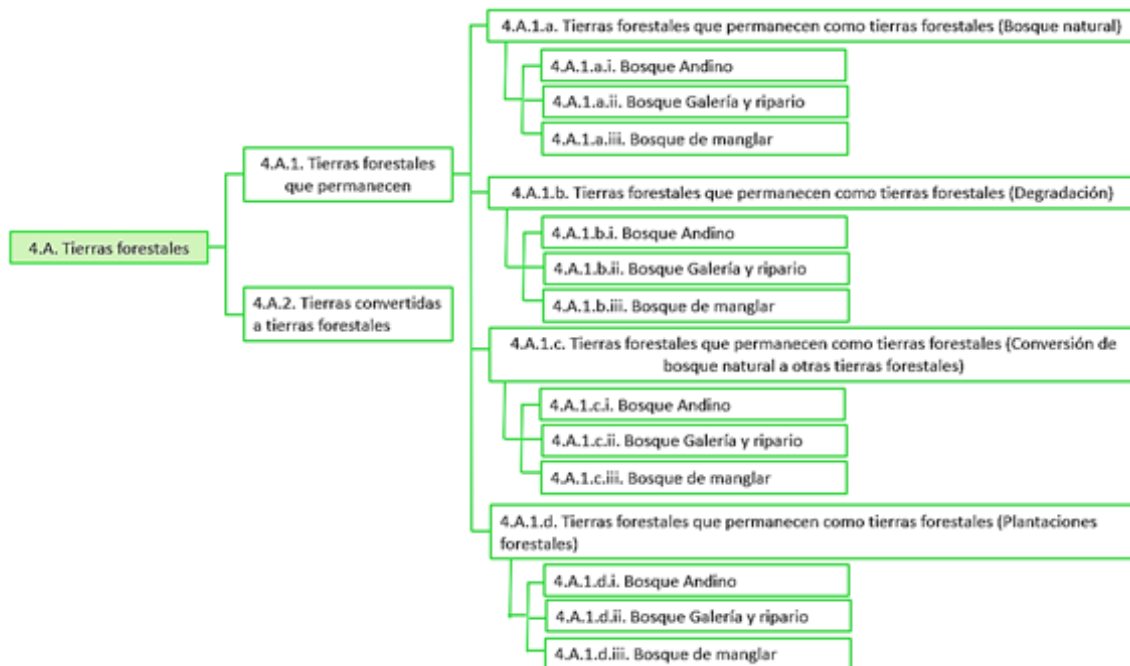


Como se aprecia en la Figura 2, la armonización de coberturas CLC a IPCC para la contabilidad de emisiones y adsorciones de GEI y la correspondiente estimación de potenciales de mitigación se tuvo como referencia dos grandes pasos, en su orden son: la homologación de coberturas CLC a categorías de uso de la tierra IPCC, manteniendo la geometría original y velando por la compatibilidad de las categorías; y la desagregación que, consiste además de haber identificado las seis categorías IPCC (*Tierras forestales, Pastizales, Cultivos, Humedales, Asentamientos y Otras tierras*), en desarrollar un nivel de detalle adicional para las categorías de humedales y pastizales, teniendo como punto de partida. La Figura 3, Figura 4 y

Figura 5, muestran la desagregación detallada por cada tipo de cobertura.

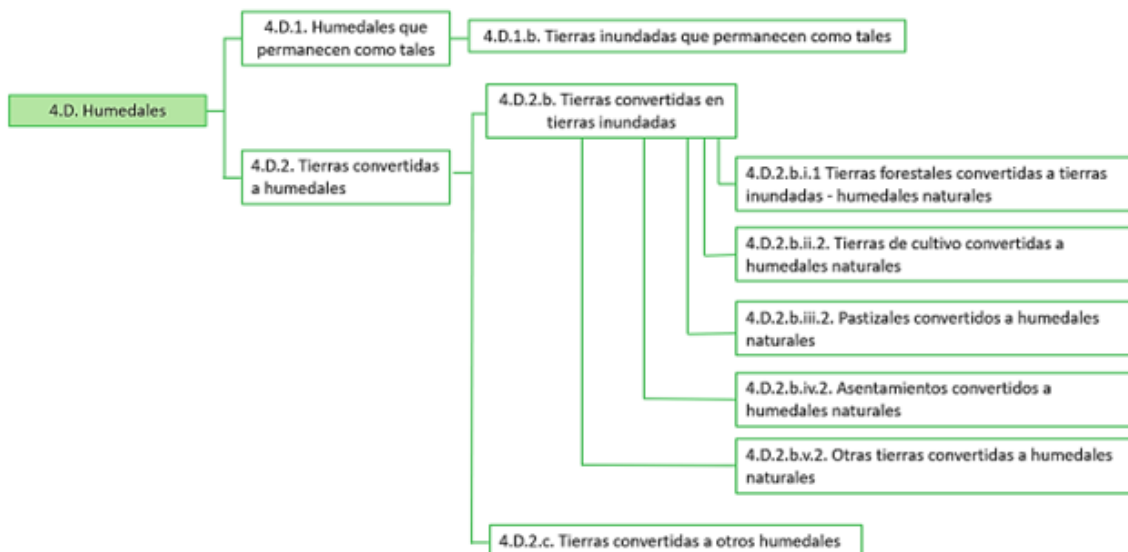
En este ejercicio no se tuvo priorizada la categoría de *Cultivos*. Por otro lado, para la categoría de *Tierras Forestales*, no se realizó homologación a partir de cartografía CLC dado que se fundamenta a partir de la información de superficie cubierta por bosque natural generada por el Sistema de Monitoreo de Bosques y Carbono (SMBYC). Este ejercicio garantiza la consistencia de los resultados a reportar en el INGEI y el BTR.

Figura 3. Homologación nacional de coberturas CLC a IPCC en coberturas no bosque



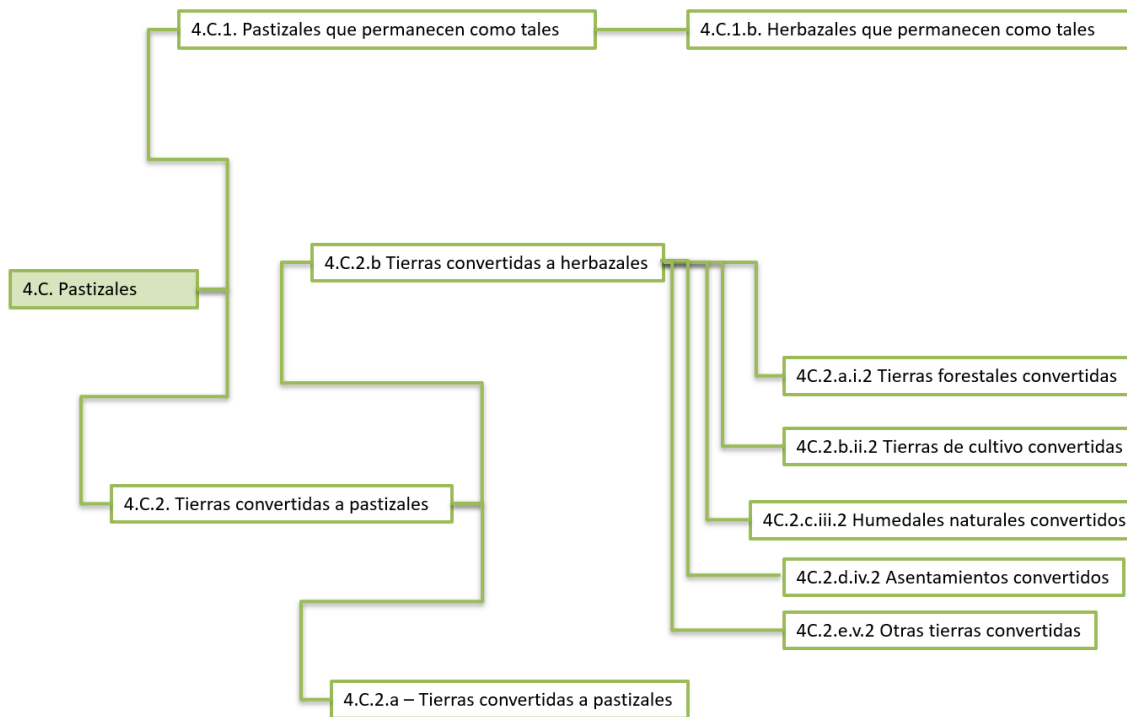
Fuente: (Ideam, 2026c sp)

Figura 4. Subcategorías en categoría 4.D. Humedales



Fuente: (Ideam, 2026c sp)

Figura 5 Subcategorías en categoría 4.C. Pastizales



Fuente: (Ideam, 2026c sp)

Como resultado del proceso de homologación de coberturas CLC a IPCC, se generaron los mapas para la serie temporal 2001 a 2022 de las categorías IPCC para no bosque, como ejemplo en la Figura 6 se observa el mapa para 2022. Este producto representa la base cartográfica para la estimación de datos de actividad asociados a coberturas de humedales y herbazales.



7.3. Aspectos por considerar en la delimitación geográfica de coberturas a nivel local

7.3.1 Delimitación geográfica a nivel local

A nivel local la delimitación geográfica debe considerar:

- a. La coherencia con la definición operativa de la cobertura a trabajar, de acuerdo con lo descrito antes.
- b. Para la delimitación geográfica, se debe tomar como referencia los insumos y cartografía oficial considerando las escalas geográficas. Esta información debe provenir de fuentes oficiales, en la
- c. Tabla 4 se presenta un resumen de las fuentes sugeridas sin excluir otras que puedan ser suministradas por las entidades oficiales:

Tabla 4 Insumos cartográficos oficiales para la delimitación de las coberturas prioritizadas

Nombre	Fuente oficial	Descripción
Mapa Nacional de Coberturas de la Tierra, Corine Land Cover (CLC)	Instituto de Hidrología, meteorología y estudios ambientales (Ideam)	Representa la distribución espacial y tipología de las coberturas de la tierra en el territorio continental de Colombia. El mapa clasifica la superficie terrestre en categorías jerárquicas de cobertura y uso.
Mapas de superficie cubierta por bosque natural (SMBYC).	Instituto de Hidrología, meteorología y estudios ambientales (Ideam)	Delimitación espacial de las coberturas de bosque natural que cumple funciones ecológicas



Generación de Conocimiento e Investigación

Protocolo general para la estimación de emisiones de GEI y potenciales de mitigación de coberturas prioritizadas

Código: GCI-PC002

Versión: 01

Fecha: 22/04/2026

Nombre	Fuente oficial	Descripción
		propias de los ecosistemas forestales del país.
Mapa de biomas naturales de Colombia	Instituto de Hidrología, meteorología y estudios ambientales (Ideam)	Representa la distribución espacial en unidades ecológicas
Mapa de Ecosistemas continentales, costeros y marinos de Colombia – MEC	Instituto de Hidrología, meteorología y estudios ambientales (Ideam)	Contiene la distribución y características de los ecosistemas del país, el cual integra variables ecológicas y geográficas.
Combinación de datos oficiales disponibles en las entidades del orden nacional y regional y publicadas en Datos Abiertos (Ortofotos, POMCAS, PMA, etc)	Entidades oficiales de acuerdo con el origen del dato	Depende el origen y temática de la fuente de consulta generalmente generadas en los procesos de planificación territorial.
Información local	Datos de campo, archivos SIG locales, imágenes satelitales, etc	Proyectos piloto, Monitoreos, líneas base para diagnóstico, investigaciones.
Plataforma “Colombia en Mapas”	Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC)	Plataforma digital en la cual se encuentra disponible cartografía básica de Colombia a diferentes escalas y según temática.



Generación de Conocimiento e Investigación
Protocolo general para la estimación de emisiones de GEI y potenciales de mitigación de coberturas prioritizadas

Código: GCI-PC002
Versión: 01
Fecha: 22/04/2026

Nombre	Fuente oficial	Descripción
Mapa Nacional de correlación de suelos	Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC)	Presenta a nivel general la distribución y clasificación de suelos en Colombia.
Cartografía de manglares de Colombia	Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras "José Benito Vives de Andrés" (INVEMAR)	El cual contiene la cobertura detallada de la región Caribe y Pacífico. Utilizada como referencia en coberturas de bosques de manglar.

- d. Se debe contar con trazabilidad documental del origen del dato y garantizar su custodia para efectos de verificación y evaluación de la información.
- e. Las fuentes oficiales del orden nacional generalmente cuentan con insumo a escala 1:100.000; de orden regional entre 1:25:000 – 1:50:000; y de orden local $\leq 1:10.000$.
- f. La información obtenida de diferentes fuentes (cartografía temática, imágenes de satélite, modelos digitales e elevación, etc), se deben adaptar al contexto del territorio para reflejar unos resultados lo más cercano posible a la realidad, y contar con una cantidad de información base considerable en aras de minimizar la incertidumbre.
- g. Para coberturas de bosque, se debe cruzar la información de delimitación del proyecto que se esté realizando con el mapa de superficie cubierta por bosques del SByC. En seguida, se cruza la información con el mapa de biomas naturales de Colombia, teniendo en cuenta la región natural del área de estudio.



- h. Se realiza el recorte del área que presenten coberturas superiores a 25ha, valor que corresponde al área mínima cartografiable para la escala nacional.
- i. Se requiere realizar una caracterización inicial de los datos obtenidos de este corte, en el sentido de identificar departamentos o municipios y áreas que abarcan la zona de estudio.

7.3.2 Homologación de categorías IPCC a nivel local

Se debe documentar el proceso de homologación en el cual se deje constancia de su generación desde la clase primigenia CLC hasta la categoría asignada según clasificación IPCC. Por ejemplo: “vegetación secundaria densa” hasta “Tierras Forestales”. Para el caso de coberturas boscosas están se clasifican en “Tierras Forestales”, para el caso de coberturas no bosque, su desagregación puede verse en la Figura 2. Es importante tener en cuenta el ejercicio que se realizó para la homologación de coberturas a nivel nacional y de allí identificar la categoría que aplica para el área del proyecto.

7.4 Metodología para la estimación de emisiones de GEI


La metodología de estimación de gases de efecto invernadero (GEI) en coberturas prioritizadas se desarrolla bajo los principios de transparencia, consistencia, comparabilidad, completitud y exactitud (TCCCA), garantizando la validez técnica, la trazabilidad de los datos y la credibilidad de los resultados generados. En este sentido, la estimación se realiza en cumplimiento de la Resolución 1447 de 2018, mediante la cual se reglamenta el Sistema de Monitoreo, Reporte y Verificación (MRV) en Colombia, la Ley 2169 de 2021 (Ley de Acción Climática), y las directrices metodológicas del Panel Intergubernamental de Cambio Climático – IPCC (2006) y su Refinamiento 2019.



La estimación de emisiones y absorciones en coberturas de la tierra se fundamenta en el Volumen 4 de las Directrices del IPCC (Agricultura, Silvicultura y Otros Usos de la Tierra – AFOLU), particularmente en los capítulos 2 al 9, los cuales establecen los lineamientos metodológicos para la representación de la tierra, la clasificación de las categorías de uso del suelo, la identificación de cambios en el uso y cobertura de la tierra, y la cuantificación de emisiones y absorciones de GEI en el sector Uso de la Tierra, Cambio de Uso de la Tierra y Silvicultura (UTCUTS/LULUCF).

En este marco, el Capítulo 2 orienta la representación de la tierra mediante enfoques metodológicos que permiten capturar los cambios de uso y cobertura a lo largo del tiempo, incluyendo enfoques espaciales que facilitan la identificación de transiciones entre categorías. Los Capítulos 3 a 7 desarrollan los métodos específicos para la estimación de emisiones y absorciones en las principales categorías de uso del suelo: tierras forestales, tierras de cultivo, pastizales, humedales, asentamientos y otras tierras, considerando tanto las tierras que permanecen en la misma categoría como aquellas que experimentan procesos de conversión. El Capítulo 9 establece los lineamientos para la estimación de cambios en las reservas de carbono, incluyendo los principales compartimentos: biomasa aérea, biomasa subterránea, materia orgánica muerta (madera muerta y hojarasca) y carbono orgánico del suelo.

A partir de estos lineamientos, la estimación se realiza mediante la integración de datos de actividad (DA) y factores de emisión (FE), de acuerdo con la relación general propuesta por el IPCC, en la cual las emisiones o absorciones se obtienen como el producto entre la magnitud de la actividad (por ejemplo, área de cambio de cobertura) y un factor que representa la emisión o captura por unidad de actividad. En este contexto, los datos de actividad se derivan de análisis multitemporales de coberturas de la tierra, basados en información cartográfica oficial, mientras que los factores de emisión se construyen a partir de contenidos

	Generación de Conocimiento e Investigación Protocolo general para la estimación de emisiones de GEI y potenciales de mitigación de coberturas prioritizadas	Código: GCI-PC002 Versión: 01 Fecha: 22/04/2026
---	--	--

de carbono por compartimento, utilizando información nacional disponible y metodologías consistentes con los niveles de complejidad definidos por el IPCC.

En el presente protocolo, se prioriza la aplicación de metodologías de nivel intermedio (Tier 2), las cuales permiten incorporar factores de emisión específicos del país y mejorar la representatividad de los resultados frente a enfoques por defecto (Tier 1). Esta aproximación se sustenta en la disponibilidad de información nacional generada por el IDEAM y otras fuentes oficiales, así como en el desarrollo de bases de datos de carbono por compartimento ecosistémico y en la aplicación de metodologías espacialmente explícitas para la estimación de datos de actividad.

Asimismo, la metodología incorpora el análisis de transiciones de uso de la tierra mediante la construcción de matrices de cambio que permiten identificar ganancias, pérdidas y permanencias de coberturas, lo cual constituye la base para la estimación de emisiones y absorciones en el tiempo. Este enfoque garantiza la coherencia con los métodos recomendados por el IPCC y con los procedimientos utilizados en el Inventario Nacional de GEI, evitando la doble contabilidad y asegurando la consistencia entre periodos de reporte.

De manera complementaria, se consideran los procesos de delimitación geográfica y homologación de coberturas de la tierra a categorías IPCC como elementos fundamentales para asegurar la consistencia espacial y temática de los datos utilizados en la estimación. Estos procesos permiten alinear la información nacional con los estándares internacionales, garantizando la comparabilidad de los resultados y su adecuada integración en los sistemas de reporte.

La metodología también contempla la aplicación de procedimientos de control y aseguramiento de la calidad (QA/QC), incluyendo validaciones internas,



revisiones cruzadas de información, análisis de consistencia entre fuentes de datos y documentación detallada de supuestos y decisiones metodológicas. Estos procedimientos son fundamentales para garantizar la confiabilidad de los resultados y su trazabilidad dentro del Sistema MRV nacional.

Los resultados obtenidos mediante la aplicación de esta metodología constituyen insumos técnicos para la elaboración y actualización del Inventario Nacional de GEI, los Informes Bienales de Transparencia (BTR), y otros instrumentos de política pública en materia de cambio climático, contribuyendo al seguimiento de los compromisos nacionales establecidos en la Contribución Determinada a Nivel Nacional (NDC) y al fortalecimiento de la toma de decisiones basada en evidencia.

7.4.1 Lineamientos generales IPCC (2006, 2019) para la aplicación territorial

A continuación, se presentan los principales aspectos a considerar para la estimación de emisiones GEI:

- a. La estimación se realizará por categorías y subcategorías de fuentes y sumideros, con base en la estructura sectorial del IPCC, adaptada al contexto regional o local según la cobertura a analizar (IPCC, 2019).
- b. Teniendo como referencia la disponibilidad de información, capacidades técnicas y nivel de desagregación de los datos, se aplicará metodologías Tier 1, Tier 2 o Tier 3 (IPCC, 2019). Basado en el ejercicio realizado a nivel nacional, se logró alcanzar un nivel metodológico Tier 2.

7.4.2 Identificación de categorías y subcategorías de fuentes y sumideros

La estimación debe estar articulada con las categorías del inventario de GEI, tomando como referencia la Figura 2, para coberturas prioritizadas se requiere



considerar al menos las subcategorías presentadas antes en la Figura 3, Figura 4, y Figura 5.

7.4.3 Métodos de estimación (Tier 1, Tier 2, Tier 3)

Los métodos de estimación tienen diferentes alcances, tal como se presenta a continuación en la Tabla 5 según IPCC (2019):


Tabla 5 Métodos de estimación del factor de emisión

Aspecto	Tier 1	Tier 2	Tier 3
Factores de emisión	Por Defecto del IPCC	Entidades sectoriales / Autoridades ambientales	Inventarios detallados MRV Robustos
Información disponible	Limitada y/o datos como punto de partida	Datos de actividad específicos	Modelación avanzada
Alcance	Municipios o regiones	Nacionales o regionales	Territorios con alta capacidad técnica y series históricas consolidadas

7.4.4 Recolección y procesamiento de datos

La recolección y procesamiento de datos depende del tipo de dato a recolectar, por ello es relevante tener en cuenta lo siguiente:

- a. Datos de actividad:** estos son suministrados por entidades sectoriales, autoridades ambientales regionales y gobiernos locales, conforme los

	Generación de Conocimiento e Investigación Protocolo general para la estimación de emisiones de GEI y potenciales de mitigación de coberturas prioritizadas	Código: GCI-PC002 Versión: 01 Fecha: 22/04/2026
---	--	--

lineamientos técnicos del Ideam y el marco MRV Nacional (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2018).

- b. Factores de emisión:** Se debe aplicar procedimientos de validación, verificación y control de calidad (QA/QC) que incluyan revisiones cruzadas y auditorías (IPCC, 2019).
- c. Parámetros de modelación:** Se debe emplear herramientas reconocidas como el GHG Inventory Software del IPCC, el AFOLU Tool, así como modelos nacionales adaptados a las condiciones biofísicas y socioeconómicas de Colombia (IPCC, 2019).

7.4.5 Validación y control de calidad de la información

Para los procesos de validación y control de calidad de la información se debe describir la metodología utilizada para la recolección, análisis y procesamiento de datos, así como mantener la trazabilidad del origen de estos, asegurando técnicamente su coherencia y aplicabilidad.

Por otro lado, los resultados del inventario pueden ser utilizados como insumo para la mejora continua, la actualización de planes territoriales de cambio climático y los respectivos reportes.

7.5. Metodología para la estimación de potenciales de mitigación (PM)

A continuación, se presenta el procedimiento para la cuantificación de los potenciales de reducción (Ideam, 2026b sp):

- a. Revisión de fuentes de información secundaria con base en la metodología (PRISMA) (Page & others, 2021). Identificando los datos disponibles sobre



Generación de Conocimiento e Investigación

Protocolo general para la estimación de emisiones de GEI y potenciales de mitigación de coberturas prioritizadas

Código: GCI-PC002

Versión: 01

Fecha: 22/04/2026

enfoques y metodologías aplicados para la estimación de potenciales de mitigación de los ecosistemas prioritizados.

- b. Consolidación de la información primaria de los Aliados estratégicos (Fundación Natura, Pontificia Universidad Javeriana, Corporación Carbono & Bosques). En estos documentos se presentaron las mediciones y los resultados en campo, proveniente de información empírica para la caracterización del comportamiento de carbono bajo distintos esquemas de las soluciones naturales del clima.
- c. Se realizó la delimitación geográfica de las áreas trabajadas por los Aliados a fin de identificar su representatividad espacial en las coberturas prioritizadas de interés para el presente protocolo. Posterior a ello de integran los datos espaciales de interés.
- d. Se identificaron las Soluciones Naturales del Clima (SNC) en las cinco coberturas prioritizadas, donde se realiza la proyección de su dinámica a partir de los escenarios de mitigación fundamentados en acciones de conservación y restauración, mediante un enfoque espacial, que a su vez incorpora la simulación de un escenario tendencial (BAU). En este paso, se tuvo en cuenta:
 - La estimación del almacenamiento del carbono capturado por recuperación de la cobertura y
 - La estimación del carbono perdido por efecto de las pérdidas en área y coberturas debido a diferentes causas.
- e. Se consideró la estimación de almacenamiento de carbono en biomasa y de carbono orgánico del suelo.



f. También se tuvo en cuenta los motores que impulsan el cambio en estas coberturas prioritizadas, de donde se resaltan los siguientes:

- Deforestación en coberturas de bosque andino, bosque de galería y ripario y bosque de manglar.
- Expansión de la frontera agrícola y ganadera, afectando a todas las coberturas.
- Minería ilegal, impactando a todas las coberturas.
- Cambio climático, impactando a todas las coberturas.
- Tala ilegal y explotación no sostenible de productos forestales, impactando a coberturas de bosque (andino, galería y ripario, manglar)
- Déficit hídrico e hipersalinidad, impactando principalmente a bosque de manglar y humedales.
- Desarrollo de infraestructura, impactando a todas las coberturas.
- Crecimiento poblacional y expansión urbana, impactando a todas las coberturas.

g. Desarrollo de modelo de simulación de coberturas/clases a partir de los cuales se proyectó los escenarios futuros de cambio de uso/cobertura, considerando:

- Dinámica temporal (probabilidades de transición).
- Asignación espacial (probabilidad de ocurrencia del cambio).
- Interacciones espaciales (dependencia de vecindario, cuando aplique).
- Restricciones de consistencia (conservación de áreas por clase).

La metodología aplicada para la simulación es de carácter híbrida, la cual separa el componente temporal (cambio de clase y destinos) del componente espacial (lugar de ocurrencia del cambio).



En este sentido, se utilizó lenguaje de programación para:

- Implementar un modelo de propensión espacial basado en Random Forest para estimar la probabilidad de que un evento ocurra en un lugar específico, con base en variables dinámicas y estáticas.
- Desarrollar un esquema Markoviano/multinomial para definir un esquema de transición entre clases preservando tasas y destinos.
- Definir un componente de dependencia espacial tipo vecindario para representar la adición y autocorrelación propias de los procesos de transformación territorial.

h. El trabajo se realizó gracias al uso y aplicación con tres herramientas principales:

- Entornos SIG, utilizados para la preparación, análisis y representación de la información geográfica.
- Lenguaje de programación Python 3.11, orientado a la automatización de cálculos, validaciones y la generación de productos intermedios.
- Simulación espacial de escenarios de cambio de uso y cobertura del suelo.

En resumen, como se aprecia en la



	<p align="center">Generación de Conocimiento e Investigación</p> <p align="center">Protocolo general para la estimación de emisiones de GEI y potenciales de mitigación de coberturas prioritizadas</p>	<p>Código: GCI-PC002 Versión: 01 Fecha: 22/04/2026</p>
---	---	---

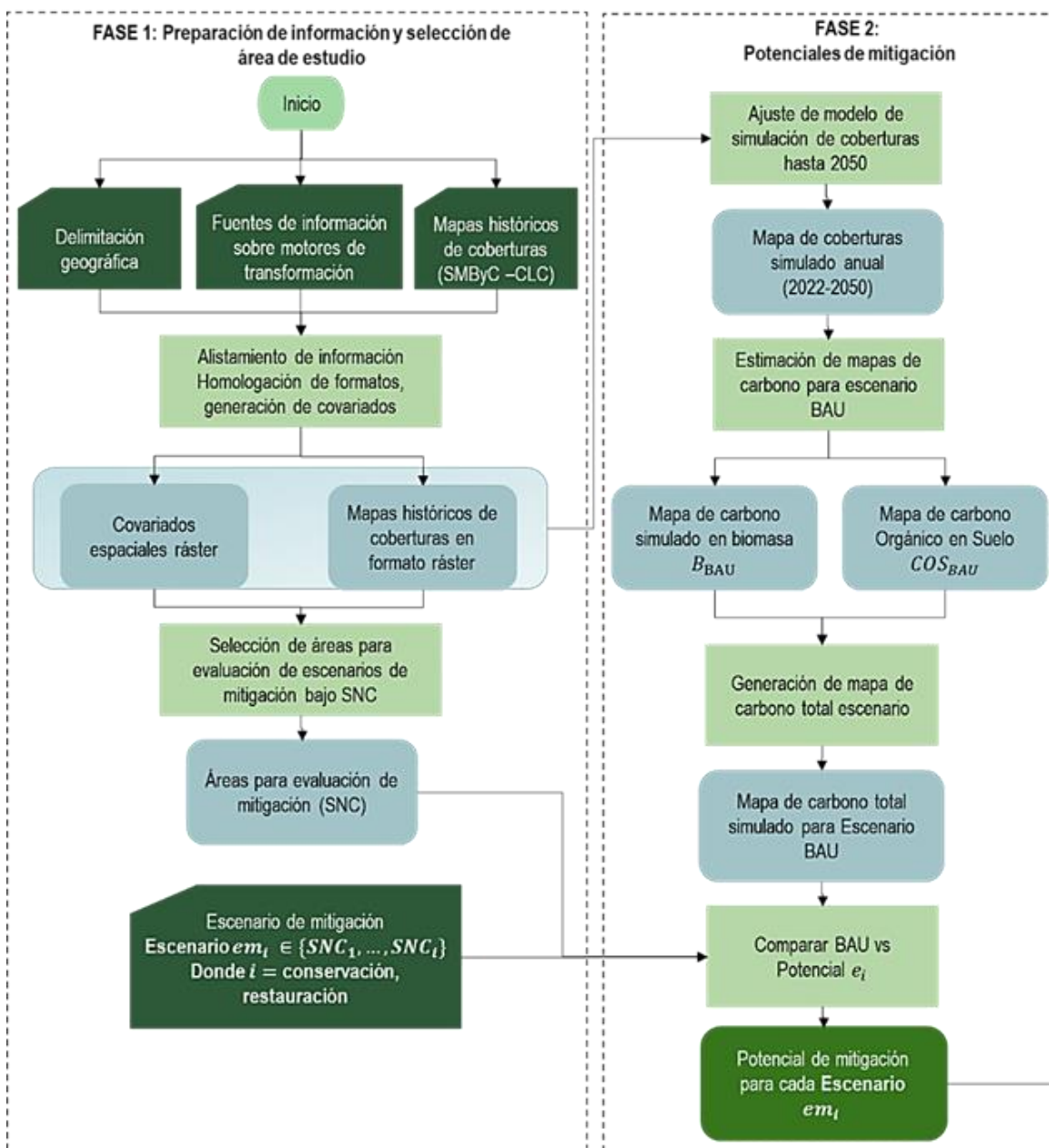
Figura 7 la estimación de potenciales de mitigación se realizó en dos grandes fases. La primera fase, enfocada en términos espaciales, se enfocó en la definición de las áreas de estudio mediante la integración de insumos cartográficos, variables ecológicas y covariables explicativas del cambio. Esta etapa consideró la delimitación geográfica de los ecosistemas prioritizados como se mencionó antes y la aplicación de criterios de selección basados en: la presión antrópica, la integridad del paisaje, el riesgo ecosistémico y la persistencia de las coberturas naturales.

La segunda fase se centró en la modelación de escenarios, donde se simuló las condiciones futuras de uso y cobertura del suelo utilizando lenguaje de programación Python. Se tuvo en cuenta las variables impulsoras de cambio tales como: la accesibilidad, el relieve, la cobertura y la estructura del paisaje. Posterior a esto, se construyó un escenario tendencial o de referencia (Business as Usual, BAU por su sigla en inglés) y se desarrolló un conjunto de escenarios

	<p align="center">Generación de Conocimiento e Investigación</p> <p align="center">Protocolo general para la estimación de emisiones de GEI y potenciales de mitigación de coberturas prioritizadas</p>	<p>Código: GCI-PC002 Versión: 01 Fecha: 22/04/2026</p>
---	---	---

de mitigación relacionados con la implementación de Soluciones Naturales del Clima (SNC). En cada escenario, se estimaron los contenidos de carbono en la biomasa aérea (BA) y en el carbono orgánico del suelo (COS) y, a partir de esta información se calculó el carbono total.


Figura 7 Diagrama general del proceso metodológico para la estimación de los potenciales de mitigación



Fuente: (Ideam, 2026b sp)

Como principales resultados se obtiene:

- a. De la fase uno: una cuadrícula homogénea de 1 km² que incluye la identificación de zonas con condiciones adecuadas para el desarrollo

	<p align="center">Generación de Conocimiento e Investigación</p> <p align="center">Protocolo general para la estimación de emisiones de GEI y potenciales de mitigación de coberturas prioritizadas</p>	<p>Código: GCI-PC002 Versión: 01 Fecha: 22/04/2026</p>
---	---	---

de análisis de mitigación. Esta cuadrícula sirvió de base para la modelación posterior.

- b. De la fase dos: se obtuvo el dato de los potenciales de mitigación expresados en toneladas de Carbono (tC), a partir de la comparación entre el escenario BAU y los escenarios de mitigación

Para ampliar el detalle de esta actividad, se sugiere consultar el documento 07 *Consolidación de los potenciales de reducción de emisiones de GEI de soluciones naturales del clima en ecosistemas estratégicos prioritarios para ECOPETROL*.

7.6 Productos esperados en los que se hace uso del protocolo

Los resultados de la aplicación del presente protocolo servirán de insumo relevante para la generación de los siguientes productos asociados a coberturas prioritizadas de acuerdo con lo mencionado en los numerales anteriores:

- Inventarios sectoriales y nacionales de GEI
- Reportes de potenciales de mitigación por cobertura prioritizada
- Insumos para políticas públicas y planificación territorial
- Publicaciones técnicas y científicas
- Documento técnico con la información necesaria para aportar en cada periodo de reporte del Informe Bienal de Transparencia (BTR) como muestra de avance hacia los compromisos del país en cambio climático, ratificados en la NDC según el periodo que corresponda.

8 Recursos necesarios



Generación de Conocimiento e Investigación

Protocolo general para la estimación de emisiones de GEI y potenciales de mitigación de coberturas prioritizadas

Código: GCI-PC002

Versión: 01

Fecha: 22/04/2026

En la Tabla 6 y la Tabla 7 se define la necesidad de recursos para la realización, implementación y mantenimiento de las actividades que se mencionan en el presente protocolo.

Tabla 6 Requerimientos para estimar emisiones, absorciones y Potenciales de Mitigación en coberturas prioritizadas

Requerimientos Profesionales	
Rol	Línea Técnica
Subdirector de la SEA	Ejercer las funciones de Punto focal nacional e internacional en materia de Cambio Climático. Gestión de recursos con el Ministerio de Ambiente. Transmitir necesidades temáticas al sector ambiental a reportar.
Coordinador de grupo	Coordinador del GCG. Establece las prioridades de investigación y da direccionamiento, gestiona recursos con el subdirector. Direccionar los reportes nacionales sobre Cambio Climático.
Líder Temático	Mitigación de EGEI garantiza la coherencia del proceso, da directrices técnicas, metodológicas y operativas. Conocedor y dominio de la Política Pública relacionada. Proveer información de emisiones para el sistema de contabilidad y MRV de mitigación. Orientaciones para la construcción de un sistema de monitoreo de EGEI y PM.
Profesional área ambiental y de tierras	Experto en INGEI aplicación de metodologías y principios del IPCC e Ideam, garantizar la



Generación de Conocimiento e Investigación
Protocolo general para la estimación de emisiones de GEI y potenciales de mitigación de coberturas prioritizadas

Código: GCI-PC002
Versión: 01
Fecha: 22/04/2026

Requerimientos Profesionales	
Rol	Línea Técnica
	coherencia procedimental y metodológico. Generar datos e información. Generación con el equipo de trabajo el marco conceptual de un Sistema de monitoreo de emisiones y PM para coberturas desagregadas y No bosque.
Profesional Forestal	Coberturas desagregadas de bosque aplicación de metodologías y principios del IPCC e Ideam.
Profesional en Humedales	Humedales naturales costeros, continentales y alto andinos aplicación de metodologías y principios del IPCC e Ideam.
Profesional en herbazales-Pastizales	Herbazales de tierra firme y alto andinos aplicación de metodologías y principios del IPCC e Ideam.
Profesional experto en Agroecosistemas	Coberturas de cultivos y agroecosistemas
Equipo de al menos 4 expertos en Sistemas de información geográfica	Bases de datos, homologaciones, proyecciones, análisis espaciales, escenarios de referencia, curvas de abatimiento BAU.
Equipo estadístico 2	Aseguramiento de la información, calidad, control de calidad, representatividad estadístico aplicación del marco reforzado de transparencia
Equipo de suelos 2	Homologación de categorías de suelos-IPCC,
Gestores de información 2	Línea de producción y gestión documental, gestor de comunicaciones, archivo, términos de referencia, revisión de redacción y estilo



Generación de Conocimiento e Investigación
Protocolo general para la estimación de emisiones de GEI y potenciales de mitigación de coberturas prioritizadas

Código: GCI-PC002
Versión: 01
Fecha: 22/04/2026

Requerimientos Profesionales	
Rol	Línea Técnica
Técnico administrativo	Gestor administrativo y participante en la generación del marco conceptual de un sistema de monitoreo de emisiones de GEI y PM en coberturas No bosques y bosque desagregado
Ingeniero sistemas	Aportes al marco conceptual de un Sistema de monitoreo de emisiones y Potenciales de Mitigación Elaboración de Historias de usuarios, documentación
Total de profesionales del equipo técnico	18



Tabla 7 Requerimientos actualización profesional, necesidades técnicas y tecnológica

Requerimientos de capacitación y tecnológicos	
Actualización y Capacitación permanente. Dirigido a todo el equipo	<ul style="list-style-type: none"> • Guías IPCC • Política pública • Compromisos nacionales e internacionales • Reportes de información • Historias de usuario • Bases de datos • Proyecciones espaciales • Análisis econométricos • Nivel de referencia de emisiones. • Sistemas de información del MRV de mitigación
Capacitación en temas técnicos con pares expertos internacionales	Para la transmisión domestica a Institutos de Investigación ambiental.
Estrategia de transmisión de Presentación de resultados	Dirigidos a pares de américa latina y el caribe.
Capacitación en tecnologías emergentes	Relacionadas con la captura de información en tiempo real, almacenamiento de datos, descarga, bases de datos, análisis de datos y prospectiva de resultados.
Actualización de equipos tecnológicos	Requeridos para soportar las modelaciones y volumen de información recopilada y generada



9 Criterios de evaluación/ Indicadores

Entre los indicadores previstos para la evaluación periódica de emisiones de GEI, absorción y potenciales de mitigación se tiene los siguientes indicadores por tipo de cobertura para un periodo dado:

- a. Carbono almacenado por unidad de área
- b. Factor de emisión
- c. Emisiones de GEI
- d. Pérdida de cobertura vegetal para los años de estudio
- e. Ganancia de cobertura vegetal para los años de estudio
- f. Permanencia de cobertura vegetal para los años de estudio
- g. Potencial de Mitigación bajo un escenario dado

10 Control de calidad y mejora continua

Por ser un proceso interactivo y encadenado a medida de su aplicación, deben existir unos puntos claves a la hora de evaluar la efectividad de la misma. A continuación, se presenta los puntos de inflexión (temáticas y/o resultados objeto de validación producto de la aplicación del protocolo) en los cuales es necesario llevar a cabo actividades de control y supervisión permanente:

- a. Claridad en el tipo de coberturas a ser evaluadas (bosque y No bosque).



Generación de Conocimiento e Investigación


Protocolo general para la estimación de emisiones de GEI y potenciales de mitigación de coberturas prioritizadas

Código: GCI-PC002

Versión: 01

Fecha: 22/04/2026

- b. Uso de la información base y específica por tipo de cobertura capa de BNB, capa bienal de CLC correspondiente al año del inventario de GEI.
- c. Revisión y control de calidad de las bases de datos.
- d. Delimitación correcta de coberturas evaluadas para contabilidad de emisiones de GEI.
- e. Datos de carbono y construcción de Factores de Emisión.
- f. Estimación de emisiones de GEI, coherencia de los resultados, representatividad y nivel de incertidumbre.
- g. Generación de matrices de cambio.
- h. Comparabilidad de resultados con resultados históricos.
- i. Comparabilidad y coherencia del uso de metodologías de cálculo.
- j. Establecimiento de escenarios de evaluación.
- k. Uso de las metodologías de proyecciones.
- l. Coherencia de resultados de Potenciales de Mitigación.
- m. Llevar a cabo procesos de auditoría interna con el propósito de verificar de manera permanente la efectividad del protocolo identificando necesidades de mejora y/o actualización del mismo.

	<p align="center">Generación de Conocimiento e Investigación</p> <p align="center">Protocolo general para la estimación de emisiones de GEI y potenciales de mitigación de coberturas prioritizadas</p>	<p>Código: GCI-PC002 Versión: 01 Fecha: 22/04/2026</p>
---	---	---

- n. Llevar a cabo mecanismos de retroalimentación a través de talleres, seminarios intergrupales con el coordinador del GCG y Líder temático de mitigación.

11 Referencias Bibliográficas

Breiman, L. (2001). *Random Forests*. *Machine Learning*, 45(1), 5–32.
<https://doi.org/10.1023/A:1010933404324>

British Standards Institution. (2022). *Conceptos de contabilidad de emisiones de gases de efecto invernadero*. BSI Blog Sostenibilidad.
<https://www.bsigroup.com/es-ES/blog/sostenibilidad/contabilidad-emisiones-GEI>

Buhaug, H., & Gleditsch, K. S. (2008). *Contagion or Confusion? Why Conflicts Cluster in Space*. *International Studies Quarterly*, 52(2), 215–233.
<https://doi.org/10.1111/J.1468-2478.2008.00499.X>

Cardona, R MC., Pedraza, L YA. & H, Moreno Q. (2025). *Actualización NDC 3.0 Desde Meta 46 (M46) (Código De Seguimiento En +Clima: Med_Mn046)*. Bogotá: Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (Ideam).

Cardona, M. C., Moreno, H. W., Londoño, D. J., Sánchez, L. A., Roa, Y., Rivera, E. S., Garzón, S. P., Salgado, J. L., Sevillano, A. I., Osorio, J. G., Pedraza, Y. A., Morales, L.A., Hernández, M. J., (2025 sp). *Lineamientos nacionales técnicos, metodológicos y operativos, para la elaboración de protocolos de cuantificación y monitoreo de carbono, que puedan ser usados en el Sistema de Monitoreo, Reporte y Verificación Nacional a corto plazo*. Ideam Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales.



Climate and Clean Air Coalition. (s. f.). *Medidas NDC prioritizadas para Colombia.*

https://www.ccacoalition.org/sites/default/files/resources/Medidas_NDC_25_agosto-1_Version_Comunicaciones%20%281%29.pdf

Congreso de la República de Colombia. (1993). Ley 99 de 1993, por la cual se crea el Ministerio del Medio Ambiente, se reordena el sector público encargado de la gestión y conservación del medio ambiente y los recursos naturales renovables, se organiza el Sistema Nacional Ambiental (SINA), y se dictan otras disposiciones. Diario Oficial No. 41.146.

https://www.secretariassenado.gov.co/senado/basedoc/ley_0099_1993.html

Congreso de la República de Colombia. (2015). *Ley 1753 de 2015, por la cual se expide el Plan Nacional de Desarrollo 2014-2018 "Todos por un nuevo país".* Diario Oficial No. 49.538.

https://www.secretariassenado.gov.co/senado/basedoc/ley_1753_2015.html


Congreso de la República de Colombia. (2017). *Ley 1844 de 2017, por medio de la cual se aprueba el "Acuerdo de París", adoptado el 12 de diciembre de 2015 en París, Francia.* Diario Oficial No. 50.294.

https://www.secretariassenado.gov.co/senado/basedoc/ley_1844_2017.html

Congreso de la República de Colombia. (2018). *Ley 1931 de 2018, por la cual se establecen directrices para la gestión del cambio climático y se dictan otras disposiciones.* Diario Oficial No. 50.716.

https://www.secretariassenado.gov.co/senado/basedoc/ley_1931_2018.html

Congreso de la República de Colombia. (2021). *Ley 2169 de 2021. Por la cual se establecen metas de carbono neutralidad y resiliencia climática a 2050.* Diario

	Generación de Conocimiento e Investigación Protocolo general para la estimación de emisiones de GEI y potenciales de mitigación de coberturas prioritizadas	Código: GCI-PC002 Versión: 01 Fecha: 22/04/2026
---	--	--

Oficial No. 51.887. <https://www.suin-juriscal.gov.co/viewDocument.asp?id=30043747>

Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC). (2015). *Acuerdo de París*. Naciones Unidas. https://unfccc.int/sites/default/files/english_paris_agreement.pdf

Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC). (2023). *Manual técnico para la preparación y aplicación del marco de transparencia reforzado en virtud del Acuerdo de París (2.ª ed.)*. Naciones Unidas. <https://unfccc.int/documents/867748>

Griscom, B. W., Adams, J., Ellis, P. W., Houghton, R. A., Lomax, G., Miteva, D. A., Schlesinger, W. H., Shoch, D., Siikamäki, J. V, Smith, P., Woodbury, P., Zganjar, C., Blackman, A., Campari, J., Conant, R. T., Delgado, C., Elias, P., Gopalakrishna, T., Hamsik, M. R., ... Fargione, J. (2017). *Natural climate solutions*. *Nature Climate Change*, 7, 116–125. <https://doi.org/10.1038/nclimate3097>

IBM. (2023). *¿Qué es la contabilidad del carbono?* IBM Sustainability. <https://www.ibm.com/sustainability/carbon-accounting>

IGAC. (2021). *ZONIFICACIÓN CLIMÁTICA PARA LEVANTAMIENTO DE SUELOS*

Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (Ideam). (2016). *Acuerdo No. 001 de 2016, por el cual se reconoce al IDEAM como entidad rectora en materia de información de cambio climático y se establece su responsabilidad de presidir el Comité de Información Técnica y Científica de Cambio Climático (CITCC) del Sistema Nacional de Cambio Climático*



Generación de Conocimiento e Investigación

Protocolo general para la estimación de emisiones de GEI y potenciales de mitigación de coberturas prioritizadas

Código: GCI-PC002

Versión: 01

Fecha: 22/04/2026

(SISCLIMA). 29 de julio.

<https://www.ideam.gov.co/transparencia/normativa>

Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (Ideam). (2018). *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.

Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (Ideam). (2025a). *Informe del Estado del Ambiente y los Recursos Naturales Renovables 2024*. ISSN: 2346-1586. <https://www.ideam.gov.co/sala-de-prensa/informes/Estado-del-ambiente-y-los-recursos-naturales>

Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (Ideam). (2025b). *Monitoreo de Coberturas Estratégicas para la Acción Climática. Humedales-Herbazales 2020-2022*. Ponencia en el evento internacional "Semana AmeriEO" 11 al 15 de agosto de 2025.

Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (Ideam). (2026a sin publicar). *Descripción de los niveles metodológicos determinados para la estimación de datos de actividad y factores de emisión*. Ideam.

Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (Ideam). (2026b sin publicar). *Consolidación de los potenciales de reducción de emisiones de GEI de soluciones naturales del clima en ecosistemas estratégicos prioritarios para ECOPETROL*.

Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (Ideam). (2026c sin publicar). *RESULTADO 3.1.9 e / BTR entregado a la Convención Marco de Naciones Unidas sobre Cambio Climático -CMNUCC con avances en la*



Generación de Conocimiento e Investigación

Protocolo general para la estimación de emisiones de GEI y potenciales de mitigación de coberturas prioritizadas

Código: GCI-PC002

Versión: 01

Fecha: 22/04/2026

identificación de los potenciales de mitigación de GEI de los ecosistemas de interés. RESULTADO 3.1.5 e / e) Documento de Informe Bienal de Transparencia-BTR con avances en la identificación de los potenciales de mitigación de GEI de los ecosistemas de interés.

Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). (2006). *IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories*. Disponible en: <https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/>

Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). (2019). *Refinement to the 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories*. Disponible en: <https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2019rf/>

Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). (2021). *Chapter 5: Global Carbon and Other Biogeochemical Cycles. En: Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report*. Cambridge University Press. <https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg1/chapter/chapter-5/>

Londoño et al. (2025 sp). *Análisis de emisiones y absorciones de gases efecto invernadero con bases de datos de emisiones/absorciones de cambios al nivel nacional de cobertura de bosque 2018 - 2024, y cobertura distinta a bosque 2018 - 2020 (y avance 2020- 2022) y estimación de emisiones del escenario de referencia incorporando las emisiones y absorciones de otras coberturas a nivel nacional, periodo 2018 - 2022.*

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2018). *Resolución 1447 de 2018, por la cual se establecen los lineamientos para el sistema de monitoreo, reporte y verificación (MRV) de las acciones de mitigación de gases de efecto invernadero en Colombia*. Diario Oficial No. 50.658.



Generación de Conocimiento e Investigación

Protocolo general para la estimación de emisiones de GEI y potenciales de mitigación de coberturas prioritizadas

Código: GCI-PC002

Versión: 01

Fecha: 22/04/2026


<https://www.minambiente.gov.co/wp-content/uploads/2021/10/resolucion-1447-de-2018.pdf>

Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales. (2018). *Análisis de las Causas Directas e Indirectas (Drivers) de Deforestación y Degradación de los Bosques (DD) en República Dominicana y Propuestas de Alternativas de Uso Sostenible del Suelo que Disminuyen la DD y Aumentan los Reservorios de Carbono del Proyecto Preparación para REDD+*. Banco Mundial/ Fondo Cooperativo para el Carbono de los Bosques. Santo Domingo, República Dominicana. 161 páginas.

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2020). *Resolución 831 de 2020, por la cual se modifica la Resolución 1447 de 2018 y se toman otras determinaciones.* Diario Oficial No. 51.454. <https://www.minambiente.gov.co/documento-normativa/resolucion-0831-de-2020/>

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2024). *Resolución 418 de 2024, por la cual se reglamenta parcialmente el artículo 175 de la Ley 1753 de 2015, modificado por el artículo 230 de la Ley 2294 de 2023, en relación con la definición de la administración del Registro Nacional de Reducción de las Emisiones y Remociones de Gases de Efecto Invernadero y se dictan otras disposiciones.* Diario Oficial No. 52.735. <https://www.minambiente.gov.co/documento-normativa/resolucion-no-0418-de-15-de-abril-de-2024/>

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible e Ideam (2024). *Propuesta del nivel de referencia de las emisiones forestales de Colombia para el periodo 2023 – 2027 como mecanismo para optar al pago por resultados de REDD+ bajo la CMNUCC. Versión 2.0.* Bogotá D.C: Ministerio de Ambiente y Desarrollo

	Generación de Conocimiento e Investigación Protocolo general para la estimación de emisiones de GEI y potenciales de mitigación de coberturas prioritizadas	Código: GCI-PC002 Versión: 01 Fecha: 22/04/2026
---	--	--

Sostenible – Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (Ideam) – Programa ONU REDD Colombia. 121 p

Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica. (2024). *SINGEI Ecuador – Sistema Nacional de Inventario de Gases de Efecto Invernadero*

Page, M. J., & others. (2021). The PRISMA 2020 statement: An updated guideline for reporting systematic reviews. *BMJ*, n71. <https://doi.org/10.1136/bmj.n71>

Presidencia de la República de Colombia. (1994). *Decreto 1600 de 1994, por el cual se reglamenta parcialmente el Sistema Nacional Ambiental (SINA) en relación con los sistemas nacionales de investigación ambiental y de información ambiental*. Diario Oficial No. 41.465. <https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=21606>

Presidencia de la República de Colombia. (1994). *Decreto 1277 de 1994, por el cual se organiza y establece el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM)*. Diario Oficial No. 41.409. <https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=64915>

Presidencia de la República de Colombia. (2016). *Decreto 298 de 2016, por el cual se establece la organización y funcionamiento del Sistema Nacional de Cambio Climático (SISCLIMA) y se dictan otras disposiciones*. Diario Oficial No. 49.796. <https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=68173>



Generación de Conocimiento e Investigación

Protocolo general para la estimación de emisiones de GEI y potenciales de mitigación de coberturas prioritizadas

Código: GCI-PC002

Versión: 01

Fecha: 22/04/2026

Presidencia de la República de Colombia. (2004). *Decreto 291 de 2004, por el cual se modifica la estructura del Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM) y se dictan otras disposiciones*. Diario Oficial No. 45.446. <https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=13909>

República de Colombia. (2025). *Contribución Determinada a Nivel Nacional (NDC 3.0): Transformaciones para la vida*. Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático. <https://unfccc.int/documents/497430>

Rial, A., & Lasso, C. A. (2014). *Plantas acuáticas: utilidad para la identificación y definición de límites en humedales de la Orinoquia. Humedales de la Orinoquia (Colombia y Venezuela)*. Serie de Recursos Hidrobiológicos y Pesqueros Continentales de Colombia, 63-98.

Rivera et al. (2025 sin publicar). *Descripción de los niveles metodológicos determinados para la estimación de datos de actividad y factores de emisión que se usarán en los protocolos formulados con los aliados de Ecopetrol y evaluación de aplicabilidad en el Sistema De Monitoreo, Reporte y Verificación Nacional*. Ideam, Fundación Natura, Ecopetrol. Convenio interinstitucional 3051844.

Rodrigues. (n.d.). *About Dinamica EGO*. 2015. Retrieved January 25, 2026, from <https://csr.ufmg.br/dinamica/about-dinamica-ego/>

Rosel, J. (1986). *Metodología experimental en psicología*. Barcelona: Alamex.



Generación de Conocimiento e Investigación

Protocolo general para la estimación de emisiones de GEI y potenciales de mitigación de coberturas prioritizadas

Código: GCI-PC002

Versión: 01

Fecha: 22/04/2026

The Nature Conservancy (TNC). (2020). *Fichas de Medidas de Adaptación basada en Ecosistemas (AbE) para Colombia*.
https://www.nature.org/content/dam/tnc/nature/en/photos/abe-colombia-publicaciones/TNC_Fichas_VOK%20Final.pdf

The Nature Conservancy. (2021). *Natural Climate Solutions Handbook: A technical guide for assessing nature-based mitigation opportunities in countries*.
https://www.nature.org/content/dam/tnc/nature/en/documents/TNC_NBS_Guidebook-04-30-2021_LR.pdf

Vallejo-Joyas M.I., Londoño-Vega A.C. López Camacho R., Galeano G., Álvarez-Dávila E. y Devia-Álvarez W. (2005). *Establecimiento de parcelas permanentes en bosques de Colombia*. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá D. C., Colombia. 310 p. (Serie: Métodos para estudios ecológicos a largo plazo; No. 1).

12 Control de cambios

Versión	Fecha	Descripción
01	22/04/2026	Creación del documento