

Anexo Técnico REDD+



República de Honduras

De conformidad con lo establecido en la decisión 14/CP.19

Resultados alcanzados por la República de Honduras en la Reducción de Emisiones de la Deforestación a Nivel Nacional, para pago por resultados por el mecanismo REDD+

Secretaría de Recursos Naturales y Ambiente (MiAmbiente+)

Ministro de Recursos Naturales y Ambiente
Elvis Rodas

Dirección Nacional de Cambio Climático/MiAmbiente+
Luis Roberto Aparicio
Miguel Eduardo Gómez
Luis Alfredo Rivas

Unidad de Cooperación Externa y Movilidad de Recursos/MiAmbiente+
Rosibel Martínez Arriaga

Director del ICF

Mario Antonio Martínez Padilla

Departamento de Cambio Climático y Bosques

Antonio Yovanny Murillo
Enoc Reyes Zelaya
Tezla Danely González López

Departamento de Manejo Forestal

Fredy Amed Posas
Betina Elizabeth Salgado Hernández

Centro de Información y Patrimonio Forestal

Gerson Samuel Perdomo Chévez
Daryl Ramón Medina Reyes

Representación FAO-Honduras

Coordinación FAO/REDD+

Amy Alicia Lazo Ulloa

Equipo Técnico FAO/REDD+

Iván Emilio Maradiaga
Rommel Porfirio Sarmiento
Omar Orellana Díaz
Fabio Leonel Casco Gutiérrez
Yolibeth Aderlí López Alcerro
Rodolfo Josué Bautista Peralta
Jairon Isidro Castellanos Hernández
Juan José Barahona Sánchez
Jorge Eduardo Morfín Ríos

SIGLAS Y ACRÓNIMOS

AFE-COHDEFOR	Corporación Hondureña de Desarrollo Forestal
BM	Banco Mundial
CICC	Comité Interinstitucional de Cambio Climático
CIPF	Centro de Información y Patrimonio Forestal
CLIFOR	Programa de Adaptación al Cambio Climático en el Sector Forestal
CMNUCC	Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático
CTICC	Comité Técnico Interinstitucional sobre Cambio Climático Datos de Actividad
D MDF	Departamento de Manejo y Desarrollo Forestal
DNCC	Dirección Nacional de Cambio Climático
DCCB	Departamento de Cambio Climático y Bosques
DPF	Departamento de Protección Forestal
DSSF	Departamento de Salud y Sanidad Forestal
ENF	Evaluación Nacional Forestal
ENCC	Estrategia Nacional de Cambio Climático
ER	Emisiones Reducidas
FAO	Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura
FE	Factores de Emisión
FCPF*	Fondo Cooperativo para el Carbono en los Bosques
GEE	Google Earth Engine (GEE)
IBA	Informe Bienal de Actualización
ICF	Instituto Nacional de Conservación y Desarrollo Forestal, Áreas Protegidas y Vida Silvestre
IDE	Infraestructura de Datos Espaciales
INGEI	Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero
INF	Inventario Nacional Forestal
IPCC*	Panel Intergubernamental para Cambio Climático
LGCC	Ley General de Cambio Climático
LFAPVS	Ley Forestal, Áreas Naturales Protegidas y Vida Silvestre
MiAmbiente+	Secretaría de Ambiente y Recursos Naturales
MRV	Medición, Reporte y Verificación

MMC	Madera Muerta Caída
NREF	Nivel de Referencia de Emisiones Forestales
NDC*	Contribuciones Nacionalmente Determinadas
ODK	Open Data Kit
ODS	Objetivos del Desarrollo Sostenible
PNR	Programa Nacional de Reforestación
RAMSAR*	Convención de los Humedales de Importancia Internacional especialmente como hábitat de aves acuáticas
REDD+	Reducción de Emisiones por Deforestación y Degradación Forestal, y la función de la conservación, gestión sostenible de los bosques y el aumento de las reservas forestales de Carbono en los países en desarrollo.
SNMB	Sistema Nacional de Monitoreo de Bosque
SNIF	Sistema Nacional de Información Forestal
SIGMOF	Sistema de Información para la Gestión y Monitoreo Forestal.
SIMONI	Sistema de Monitoreo Integral
SIRMA	Sistema Informático para la Rastreabilidad de la Madera
SSMT	Sistemas Satelitales de Monitoreo Terrestre
TARL*	Evaluación Técnica del Nivel de Referencia de Emisiones Forestales
UM	Unidad de Muestreo
UMF	Unidad de Monitoreo Forestal
UGMCC	Unidad de Gestión y Monitoreo para Cambio Climático
UGEFC	Unidad de Gestión Económica y Financiera para Cambio Climático
UNESCO	Organización de las Naciones Unidas para la Educación y la Cultura
USCUSS	Uso de Suelos, Cambio de Usos del Suelo y Silvicultura

*Por sus siglas en inglés

TABLA DE CONTENIDOS

1. Introducción.....	7
2. Resumen de Información del Reporte Final de Evaluación Técnica del Nivel de Referencia de Emisiones forestales por Deforestación de la República de Honduras (Decisión, 14/CP.19, anexo, párrafos 1(a)-(e))......	8
3. Resultados de reducción en toneladas de CO₂ en la actividad de deforestación evitada por las medidas de mitigación REDD+ en la República de Honduras para el periodo 2016 y 2018, consistente con el NREF nacional presentado en 2017.....	14
4. Demostración de la coherencia de los métodos usados para obtener los Resultados REDD+ conforme con los métodos en el NREF	18
4.1. Actividades Incluidas	18
4.2. Depósitos de Carbono y Gases incluidos	18
4.3. Datos de Actividad.....	19
4.3.1. Insumos	19
4.3.2. Procesamiento de imágenes para la detección de cambios	19
4.3.3. Supervisión y edición de cambios	20
4.3.4. Segmentación, depuración de cambios y etiquetado o codificación final.....	20
4.3.5. Evaluación de exactitud temática	21
4.3.6 Mapa de cambios por deforestación.....	23
4.4. Factores de Emisión	24
4.4.1 La Evaluación Nacional Forestal y la medición de depósitos de carbono forestal	25
4.4.1.1 Diseño de muestreo, colecta y recopilación de datos	25
4.4.1.2 Control de calidad	29
4.4.2 Estimación de Carbono y su incertidumbre asociada.....	29
4.4.2.1 Estratificación por tipo de bosque.....	30
4.4.2.2. Estimación de carbono en árboles y tocones.....	31
4.4.2.3 Estimación de carbono en la madera muerta caída y la hojarasca	32
4.4.3 Factores de emisión por tipo de bosque y depósito de carbono	33
4.4.4 Estimación de Incertidumbre de los Factores de Emisión	35
4.5 Estimación de emisiones por deforestación	37
4.6 Propagación del error e incertidumbre asociada en la estimación de emisiones totales	37

5. Sistema de Información de Gestión de Bosques y Monitoreo Forestal para REDD+ (SIGMOF).....	39
5.1 El SIGMOF y su Marco Legal e Institucional para la planeación y operación de las acciones de mitigación en el sector forestal con el mecanismo REDD+	39
5.2 Descripción de los componentes y características del SIGMOF.....	42
5.3 Funciones y responsabilidades institucionales para la operación e implementación del SIGMOF.....	45
5.4 Mejoras realizadas al SIGMOF y planificación de mejora técnicas y fortalecimiento institucional	49
6. Información Necesaria para la reconstrucción de los resultados.	50

1. Introducción

La Republica de Honduras presenta el Anexo Técnico REDD+ de su Primer Informe Bienal de Actualización (1 IBA), de acuerdo a la decisión 14/CP.19, con el propósito de informar los resultados base para el pago por las reducciones de emisiones, mediante el mecanismo de “Reducción de Emisiones por Deforestación y Degradación Forestal, la Conservación de Stocks de Carbono de Emisiones, Manejo Sostenible de Bosques y Mejora de los Contenidos de Carbono” (REDD+), con un enfoque de paisajes agroforestales sustentables de acuerdo con sus objetivos nacionales de mitigación y de promover sinergia con la adaptación al cambio climático en el sector Uso del Suelo Cambio de Uso del Suelo y Silvicultura (USCUSS), para el cumplimiento de sus compromisos internacionales con la Convención Marco de la Naciones Unidas sobre Cambio Climático (CMNUCC) como país no anexo.

La elaboración técnico-científica de insumos, métodos, análisis y resultados, fueron realizados por el Instituto Nacional de Conservación y Desarrollo Forestal, Áreas Protegidas y Vida Silvestre (ICF) en el marco del Proyecto REDD+.

El presente Anexo Técnico REDD+ es voluntario y se elaboró bajo las directrices del Marco de Varsovia sobre REDD+, de conformidad con las decisiones 9/CP., 13/CP.19 (párrafo 2) y 14/CP19 (párrafos 7 y 8), para acceder a pago por resultados de las acciones REDD+ sobre la reducción de emisiones por deforestación anual bruta a nivel nacional en el período 2016-2018, con respecto al Nivel de Referencia de Emisiones Forestales (NREF), que fue presentado por la República de Honduras en enero de 2017¹ y modificado en mayo de 2017², sometido al proceso de evaluación técnica por la CMNUCC, con su reporte final (TARL, por sus siglas en inglés) publicado el 23 de enero de 2018³.

La presentación de este Anexo Técnico no modifica, revisa o ajusta las Contribuciones Nacionalmente Determinadas (NDC, por sus siglas en inglés) de la República de Honduras para el sector USCUSS, o algún instrumento legal o vinculante bajo la CMNUCC.

1 https://redd.unfccc.int/files/nivel_de_referencia_honduras_final.pdf

2 https://redd.unfccc.int/files/nref_honduras_final.pdf

3 <https://unfccc.int/resource/docs/2017/tar/hnd.pdf>

2. Resumen de Información del Reporte Final de Evaluación Técnica del Nivel de Referencia de Emisiones forestales por Deforestación de la República de Honduras (Decisión, 14/CP.19, anexo, párrafos 1(a)-(e)).

La República de Honduras presentó voluntariamente el 20 de enero de 2017 su primer NREF ante la CMNUCC, para la actividad de deforestación del periodo 2000-2016, para ser sometido al proceso de evaluación técnica, referida en la decisión 1/CP.16, párrafo 70, en el total de su superficie nacional que comprende 112,492 Km², con una extensión de bosques de 64,350.79 Km² que comprende el 57% de su territorio (figura 1, tabla 1). Teniendo en consideración que, en el país, para otras actividades incluidas en la decisión 1/CP.16, párrafo 70, no se permitía realizar reportes confiables al momento, debido a que el nivel de información con que se contaba no era completo.

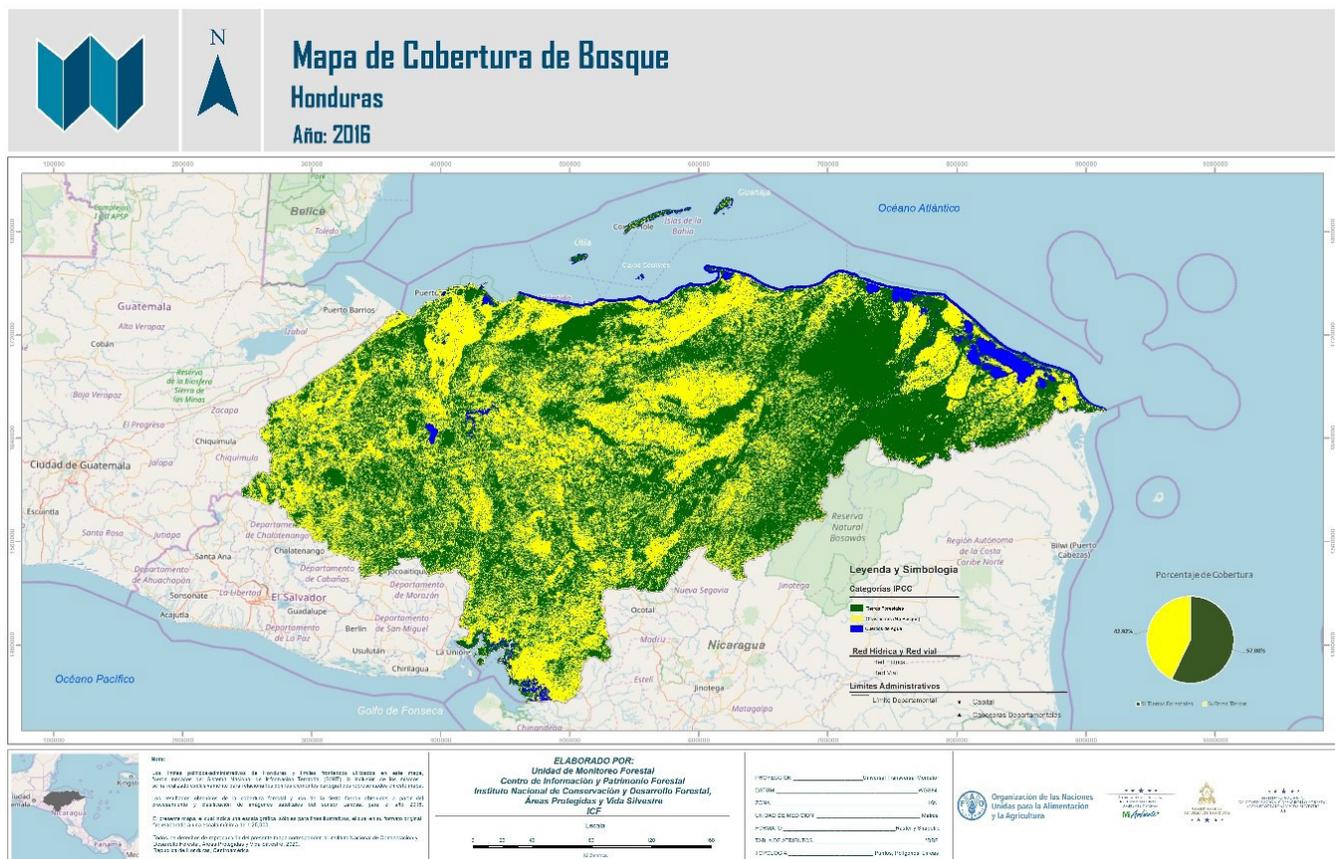


Figura 1. Mapa de cobertura de bosque de la República de Honduras en 2016

La evaluación técnica del NREF (TARL) se realizó del 13 al 17 de marzo de 2017 bajo las directrices de la CMNUCC. Durante el intercambio técnico con el equipo evaluador, la República de Honduras decidió modificar el documento presentado tomando en consideración la mayoría de las recomendaciones técnicas realizadas durante el proceso de evaluación, lo que resultó en una modificación del NREF sometida el 21 de mayo de 2017. Adicionalmente Honduras proporcionó 12 anexos metodológicos que mejoraron la claridad y transparencia del NREF⁴. El reporte final de la evaluación técnica fue publicado en el sitio web de la CMNUCC⁵.

La construcción del NREF se realizó aplicando las directrices del Panel Intergubernamental para Cambio Climático (IPCC) para la Orientación sobre las Buenas Prácticas para Uso de Suelos, Cambio de Usos del Suelo y Silvicultura (Orientación de Buenas Prácticas para USCUS, 2003), con base en la estimación de cambios en los depósitos de carbono de la conversión de tierras forestales a otros usos no forestales, considerándose como deforestación y de acuerdo con el promedio de sus emisiones anuales brutas, en el periodo histórico de 2000 al 2016, con una combinación de datos de actividad (área anual deforestada) y sus respectivos factores de emisión (contenido de carbono asociado a su depósito de carbono y tipo de bosque).

Los datos de actividad, factores de emisión y la estimación de emisiones anuales de CO₂ procedentes de la deforestación fueron realizadas con información oficial proporcionada por el ICF, generada con el apoyo técnico del programa ONU-REDD, específicamente de la FAO. Los insumos, información, procesos de estimación, protocolos, documentación y métodos para la construcción del NREF fueron también la base del diseño e implementación del Sistema Nacional de Monitoreo de Bosque (SNMB) para el mecanismo REDD en la fase de preparación. En dicho proceso se formaron capacidades institucionales y técnico-científicas que derivaron en la presentación de la propuesta del NREF en 2017 y la formalización del SNMB en 2019. El SNMB se denominó de acuerdo con las circunstancias nacionales, como el Sistema de Información para la Gestión y Monitoreo Forestal (SIGMOF) del ICF y cuenta con un sistema integrado de Reporte para Monitoreo Reporte y Verificación del Mecanismo REDD+ (Acuerdo 022-2019, http://sigmof.icf.gob.hn/?page_id=4596). El SIGMOF es operado y coordinado técnicamente por la Unidad de Monitoreo Forestal (UMF) del Centro de Información y Patrimonio Forestal (CIPF) del ICF, que generó los datos de actividad para deforestación del período 2000-2016 y los factores de emisión se estimaron en coordinación con el Departamento de Manejo y Desarrollo Forestal (DMDF) del ICF, encargado del Inventario Nacional Forestal (INF). El funcionamiento técnico, los métodos empleados, el rol y responsabilidades institucionales del SIGMOF se describen a detalle en las secciones 4 y 5 del presente anexo.

El NREF sometido en 2017 es nacional, su definición de bosque⁶, área de bosque y tipos de bosques coinciden con los resultados de reducciones presentados en la siguiente sección de este Anexo Técnico. Los tipos de bosques son, el latifoliado húmedo, con un 32.46% del territorio nacional, el bosque de conífera, con 17.64%, el bosque latifoliado deciduo, con un 6.54% y por último el bosque de mangle con 0.44% (Tabla 1). La descripción de cada tipo de bosque para Honduras del NREF y del Anexo Técnico REDD+ puede consultarse en el documento de Tipología de Bosques de Honduras⁷.

4 <http://sigmof.icf.gob.hn/>

5 <https://unfccc.int/resource/docs/2017/tar/hnd.pdf>

6 Ver Anexo 1 del NREF

7 Ver Anexo 4 del NREF

Tabla 1. Superficie de los tipos de bosques y otros usos de la tierra en su correspondencia con las categorías del IPCC (2003) para el NREF de la República de Honduras en el año 2016.

Categoría	Superficie (Km2)	Superficie (ha)	Superficie %	Categoría IPCC
Bosque de Latifoliado Húmedo (incluidos los sistemas agroforestales)	36,595.30	3,659,530.29	32.46	Tierras Forestales
Bosque de Conífera	19,885.06	1,988,506.27	17.64	
Bosque Latifoliado Deciduo	7,372.43	737,243.17	6.54	
Bosque de Mangle	498.00	49,799.65	0.44	
Total de bosque	64,350.79	6,435,079.39	57.08	
No bosque	48,393.34	4,839,334.02	42.92	Otras tierras no forestales (Tierras de cultivo, Pastizales, Humedales, Asentamientos y Otras Tierras)
Total Nacional ⁸	112,744.13	11,274,413.41	100%	

La información de datos de actividad se deriva de un mapa que representa los cambios de cobertura forestal en los periodos 2000-2006, 2006-2012 y 2012-2016 procesando mosaicos de imágenes de mediana resolución del sensor Landsat 5, 7 y 8, clasificando las áreas para cada periodo en “bosque estable”, “no bosque estable” y en “pérdida en la superficie cubierta por bosque” o deforestación.

La detección de cambios se realizó usando un mapa base de cobertura forestal y uso de la tierra 2012 (Landsat 7), construido en combinación con el sensor de alta resolución de Rapid Eye⁹. El mapa base se comparó mediante el procesamiento de imágenes¹⁰ de 2000 y 2006 que contaban con bosque y en 2012 perdieron cobertura forestal, y de la misma manera, el mapa base de 2012 se comparó con imágenes procesadas de 2016, para así obtener la pérdida de cobertura forestal en los tres periodos que comprenden el NREF¹¹. Para determinar el tipo de bosque deforestado (tipo de bosque transformado) de 2000 a 2006 y de 2006 a 2012 se utilizó la intersección del mapa de tipología de bosques de Honduras y para el periodo posterior se usó directamente el mapa base de 2012 y las imágenes procesadas y clasificadas tipo de bosque y cambio de 2016. Finalmente, las áreas detectadas como deforestadas se sometieron a supervisión y edición manual para corregir los errores de la clasificación y obtener un mapa final de deforestación con su evaluación de la exactitud temática para deforestación por tipo de bosque¹².

8 El total de superficie para la república de Honduras usada para el cálculo del NREF y los resultados REDD+ es consistente pero diferente a la oficial debido al enfoque y herramientas utilizadas para el cálculo de deforestación nacional por tipo de bosque

9 Ver Anexo 2 y 3 del NREF

10 Usando la plataforma de Google Earth Engine (GEE). Ver Anexo 5 del NREF

11 Ver Anexo 6 del NREF

12 Ver Anexos 6, 7 y 8 del NREF

Como resultado, en el NREF la deforestación total fue 372,856.90 ha con un promedio ponderado (en base a los años de cada periodo) de 23,303.56 ha/año para el periodo de 2000 a 2016 con una exactitud temática global del 96.13% (Tabla 2). Los métodos de datos de actividad se describen a detalle en la sección 3.4 de monitoreo de datos de actividad.

Tabla 2. Deforestación total y anual del NREF de Honduras del periodo histórico de 2000-2016.

Tipo de bosque	Periodo							
	2000-2006		2006-2012		2012-2016		2000-2016	
	Ha	Ha/año	Ha	Ha/año	Ha	Ha/año	Ha	Ha/año
Latifoliado húmedo	71,533.50	11,922.25	127,785.50	21,297.58	79,201.11	19,800.28	278,520.11	17,407.51
Conífera	28,918.05	4,819.67	10,030.33	1,671.72	3,205.35	801.34	42,153.72	2,634.61
Latifoliado deciduo	20,224.41	3,370.73	23,172.41	3,862.07	7,591.44	1,897.86	50,988.26	3,186.77
Mangle	86.40	14.40	61.40	10.23	1,047.00	261.75	1,194.80	74.68
Total	120,762.36	20,127.06	161,049.64	26,841.61	91,044.90	22,761.22	372,856.90	23,303.56

Los Factores de Emisión incluyen los depósitos de carbono contenidos en la biomasa aérea, biomasa subterránea, madera muerta (incluyendo árboles muertos en pie y tocones) y hojarasca, para cada tipo de bosque. El carbono orgánico en suelos minerales y suelos orgánicos no se incluye por la falta de información para ser calculados y evaluar su significancia.

La información de la biomasa de los depósitos de carbono se obtuvo usando ecuaciones alométricas, en combinación con la información colectada del Inventario Nacional Forestal de 181 y 263 Unidades Muestrales del primer (2005) y segundo ciclo (2011-2016) del INF respectivamente¹³. Las medidas dasométricas (diámetro normal y altura) y la información de la densidad de la madera a nivel de árbol se aplicaron a dos ecuaciones alométricas para bosques de latifoliadas y bosques de coníferas que calcularon la biomasa aérea de los árboles (Chavé et al. 2014, Alberto y Elvir 2005) y su biomasa subterránea se derivó de una de una función de la biomasa aérea (Cairns et al 1997). El carbón contenido para cada depósito se obtuvo multiplicando la biomasa resultante por su fracción de carbono determinada para bosques de Latifoliadas (0.47) y de Coníferas (0.518).

En el depósito de madera muerta para los tocones, se obtuvo el volumen a partir de la fórmula Smalian (Ferreira, 2005), y para la madera muerta caída, la técnica de líneas de intersección que es una función entre el largo de la línea o transecto (20 m) y el diámetro de cada pieza de madera interceptada para calcular el volumen (Van Wagner 1984). En ambos casos, los volúmenes fueron convertidos a biomasa y carbono, con sus respectivas densidades de la madera y fracciones de carbono adecuadas para el nivel de descomposición de la madera muerta medida. La hojarasca se colectó en un área determinada (50 x 50 cm) para ser llevada a laboratorio y determinar su biomasa y contenido de carbono. Finalmente, cada depósito de carbono se multiplicó por 44/12 para calcular la emisión de CO₂ por tipo de bosque. En manglares para determinar el carbono orgánico contenido en la biomasa aérea y subterránea se usaron los valores obtenidos por Rivera-Montoy et al. 2013 en el Parque Nacional Janeth Kawas, integrando

13 Ver anexos 9, 10 y 11 del NREF

para los contenidos de carbono en madera muerta y hojarasca datos del Inventario Nacional Forestal de Costa Rica.

En los factores de emisión el CO₂ promedio por ha para cada tipo de bosque en Honduras en el NREF fue 330.64 t/ha en el Bosque Latifoliado Húmedo, 150.91 t/ha en el Bosque de Conífera, 886.01 en el Bosque de Mangle y 104.63 en Bosque Latifoliado Deciduo.

Las emisiones históricas brutas anuales por deforestación en t CO₂ para el NREF se obtuvieron como producto del dato de actividad correspondiente al promedio de la deforestación por ha/año y el factor de emisión correspondientes a las t CO₂ e año⁻¹ de cada depósito por tipo de bosque (Figura 2). Esto resulta en t CO₂ por tipo de bosques del periodo 2000-2016. Bajo el supuesto que al ocurrir deforestación hay una pérdida total de todos los depósitos de carbono cuantificados.

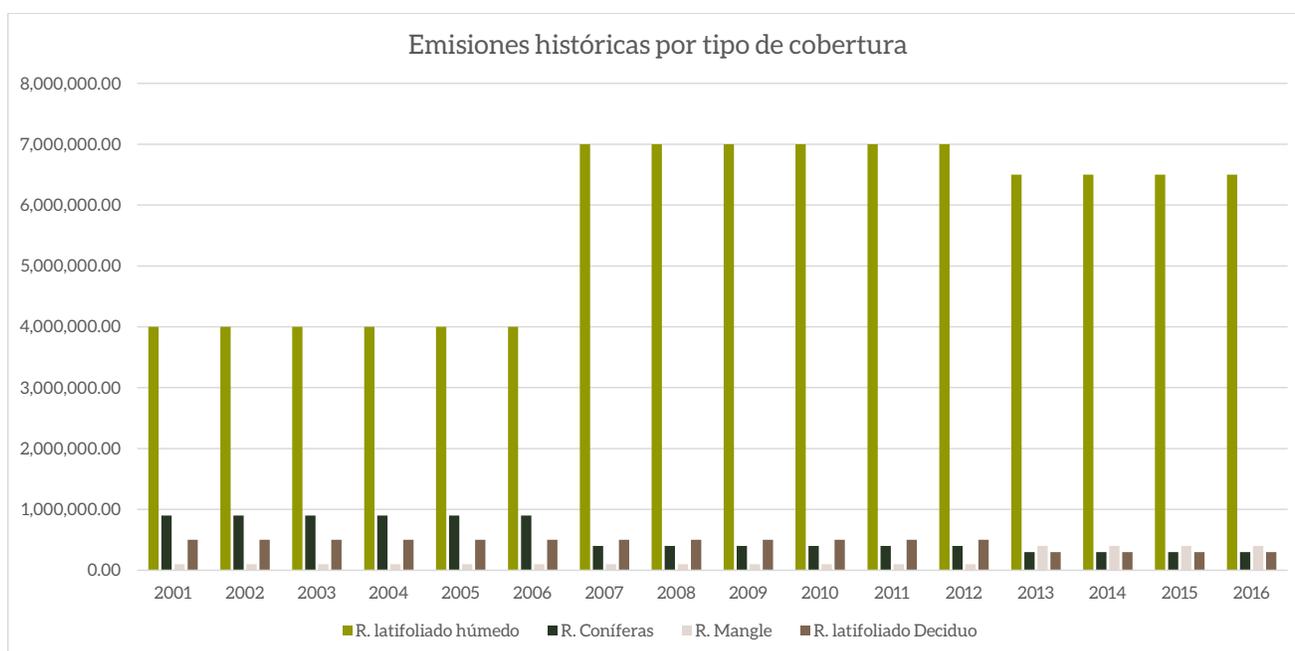


Figura 2. Emisiones históricas de 2000 a 2016 por tipo de bosque.

El NREF sometido originalmente para el periodo de referencia de 2000-2016 estimó emisiones de 7,756,056.50 toneladas de dióxido de carbono por año (t CO₂ e año⁻¹) y como resultado del NREF modificado en el proceso de evaluación técnica, se estimaron de manera definitiva 6,552,746.47 t CO₂ e año⁻¹ por deforestación bruta para la República de Honduras, esto debido a que el factor de emisión utilizado en la modificación fue el promedio de los dos ciclos del inventario (Figura 3).

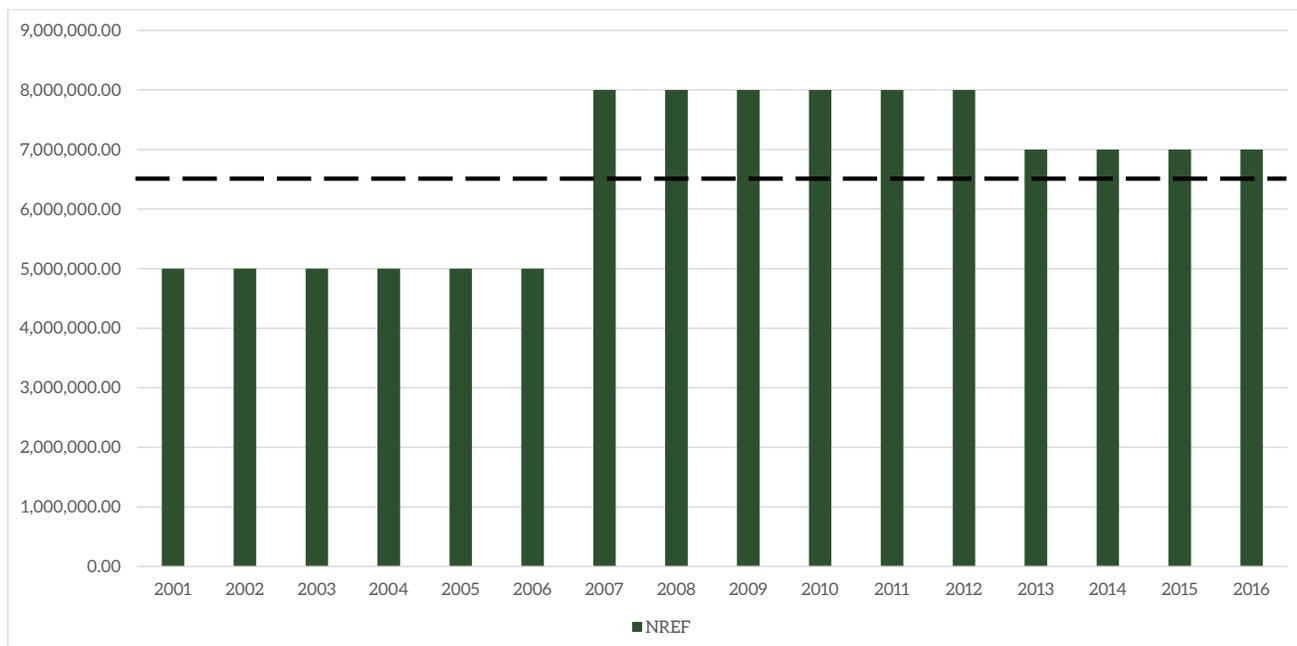


Figura 3. Nivel de Referencia de Emisiones Forestales de la Republica de Honduras del periodo 2000-2016.

Honduras en su enfoque gradual del NREF, de acuerdo con la decisión 12/CP.17 (párrafo 10), para el año 2020 presentó a la CMNUCC una actualización del nivel de referencia nacional, que incluye todas las actividades REDD+ referidas a la decisión 1/CP.16, párrafo 70, de deforestación, degradación, incremento de reservas de carbono, conservación de reservas forestales de carbono y Gestión Forestal Sostenible, en donde se toman en cuenta áreas de oportunidad para mejora técnica que se indicaron en el TARL, en los párrafos 41 y 42, en cuanto a asegurar la consistencia entre los factores de emisión y datos de actividad acorde con la definición de bosque, realizar el cálculo de incertidumbre para FE y DA y su propagación de error, incluir y diferenciar los efectos en la deforestación y degradación, y mejorar el diseño y tamaño de la muestra del tercer ciclo (2017) del INF para calcular todos los factores de emisión de los tipos de bosque incluyendo los manglares.

3. Resultados de reducción en toneladas de CO₂

en la actividad de deforestación evitada por las medidas de mitigación REDD+ en la República de Honduras para el periodo 2016 y 2018, consistente con el NREF nacional presentado en 2017.

En el presente anexo técnico se reportan los resultados de reducciones de emisiones de la deforestación bruta a nivel nacional, que han sido logradas por las medidas y acciones de mitigación por el mecanismo REDD+ llevadas a cabo en la Republica de Honduras para los años 2017 y 2018.

Las emisiones de dióxido de carbono por la deforestación bruta a nivel nacional del periodo de resultados de 2016 a 2018, se estimaron con los mismos métodos para construir el NREF modificado presentado en 2017 (resumen en la sección 2) y son descritos a detalle en sus Anexos.

Para el periodo de resultados REDD+ (2016-2018) la deforestación bruta anual disminuyó en un 18% con respecto a la deforestación histórica (NREF), pasando de 23,303.56 ha/año a 19,125.81 ha/año (ver Tabla 3)

Tabla 3. Datos de actividad del periodo de resultados 2016-2018

Tipo de bosque	Pérdidas(ha)
B. Latifoliado	15,472.14
B. Conífera	1,853.10
B. Mangle	14.79
B. Deciduo	1,785.78
Total (ha)	19,125.81

Las emisiones asociadas a la deforestación bruta se redujeron en un 14.6%, pasando de 6,552,746.47 t CO₂ e año-1 a 5,595,266.01 t CO₂ e año-1. De la estimación total de emisiones se realizó la propagación del error de las emisiones totales para el periodo del NREF y de los resultados REDD+ mediante el método de Montecarlo (IPCC, 2006) resultando en un 29.25% y en un 41.83% para el periodo de resultados REDD+ (Tabla 4).

Tabla 4. Deforestación anual y emisiones en ton CO2 del NREF y del periodo de Resultados REDD+

Año	Deforestación Bruta (ha/año)	Emisiones (Ton CO2)	Emisiones NREF (Ton CO2)	Incertidumbre U%
2001	20,127.06	5,034,719.60	6,552,746.47	29.25%
2002	20,127.06	5,034,719.60		
2003	20,127.06	5,034,719.60		
2004	20,127.06	5,034,719.60		
2005	20,127.06	5,034,719.60		
2006	20,127.06	5,034,719.60		
2007	26,841.61	7,707,195.02		
2008	26,841.61	7,707,195.02		
2009	26,841.61	7,707,195.02		
2010	26,841.61	7,707,195.02		
2011	26,841.61	7,707,195.02		
2012	26,841.61	7,707,195.02		
2013	22,761.22	7,098,113.95		
2014	22,761.22	7,098,113.95		
2015	22,761.22	7,098,113.95		
2016	22,761.22	7,098,113.95		
			Resultados REDD+ (Ton CO2)	
2017	19,125.82	5,595,266.01	957,480.46	41.83%
2018	19,125.82	5,595,266.01	957,480.46	
Total, de Reducciones (2016-2018)			1,914,960.93	

Las emisiones para el periodo de resultados 2016-2018 se obtuvieron usando la misma estratificación de bosques o los mismos tipos de bosques que se estimaron para NREF que son; bosques latifoliados húmedos, latifoliados secos, bosque de coníferas y manglares con sus respectivos factores de emisión. El bosque latifoliado húmedo fue el que más contribuyó en sus emisiones derivadas de la deforestación al año con el 91.4% de las emisiones totales, aportando 5,115,659.48 t CO2 e año-1, seguido del bosque de conífera con 279,658.51 t CO2 e año-1 (5%), el bosque latifoliado deciduo con 186,841.09 t CO2 e año-1 (3.30%) y por último el bosque de mangle con solo 13,106.93 t CO2 e año-1 (0.2%).

La siguiente tabla muestra un resumen de los resultados del anexo técnico para el periodo 2016-2018. Debido a que los datos provienen de valores más específicos y ponderados no es posible reconstruir los resultados con una simple multiplicación de los datos de actividad por los factores de emisión.

Tabla 5. Factor de Emisión, Datos de Actividad y Emisiones por deforestación bruta por tipo de bosque del periodo de Resultados REDD+ (2016-2018).

	Factor de Emisión	Error Estándar (FE) al 95%	Dato de actividad (Deforestación bruta)	Error Estándar (DA) 95%	Emisiones por deforestación bruta de 2016 a 2018
Tipo de bosque	t CO ₂ e año ⁻¹	(%)	ha/año	(%)	t CO ₂ e año ⁻¹
Latifoliado húmedo	330.64	47.86	15,472.14	65	5,115,659.48
Conífera	150.91	31.94	1,853.10	65	279,658.51
Latifoliado decíduo	104.62	54.75	1,785.78	65	186,841.09
Mangle	886.03	27.13	14.79	65	13,106.93
TOTAL	1472.2		19125.81		5,595,266.01

Las emisiones reducidas de la deforestación bruta se estimaron como la diferencia entre la emisión anual histórica promedio del NREF y las emisiones promedio anuales para los años 2017 y 2018. La suma de las diferencias de emisiones de cada año con respecto al NREF corresponde a las emisiones reducidas (ER) de todo el periodo (Ecuación 1).

ECUACIÓN 1

$$ER_{2016-2018} = (\text{NREF}_{2000-2016} - \text{EMISIONES}_{2016-2017}) + (\text{NREF}_{2000-2016} - \text{EMISIONES}_{2017-2018})$$

DONDE,

$ER_{2016-2018}$ = Emisiones totales reducidas en t CO₂ e año⁻¹ del periodo 2016-2016

$\text{NREF}_{2000-2016}$ = 6,552,746.47 t CO₂ e año⁻¹

$\text{EMISIONES}_{2016-2017}$ y $\text{EMISIONES}_{2017-2018}$ = 5,595,266.01 t CO₂ e año⁻¹

ECUACIÓN 2

$$ER_{2016-2018} = (6,552,746.47 \text{ t CO}_2\text{e/año} - 5,595,266.01 \text{ t CO}_2\text{e/año}) + (6,552,746.47 \text{ t CO}_2\text{e/año} - 5,595,266.01 \text{ t CO}_2\text{e/año})$$

Las ER 2016-2018 por mitigar la deforestación bruta fueron un total de 1,914,960.93 Ton CO₂ para los dos años del periodo de resultados REDD+ (2016-2018, Ecuación 2), esto es una reducción anual de emisiones de 957,480.46 t CO₂ e año⁻¹ que significó una disminución del 14.6 % con respecto al NREF (Figura 4).

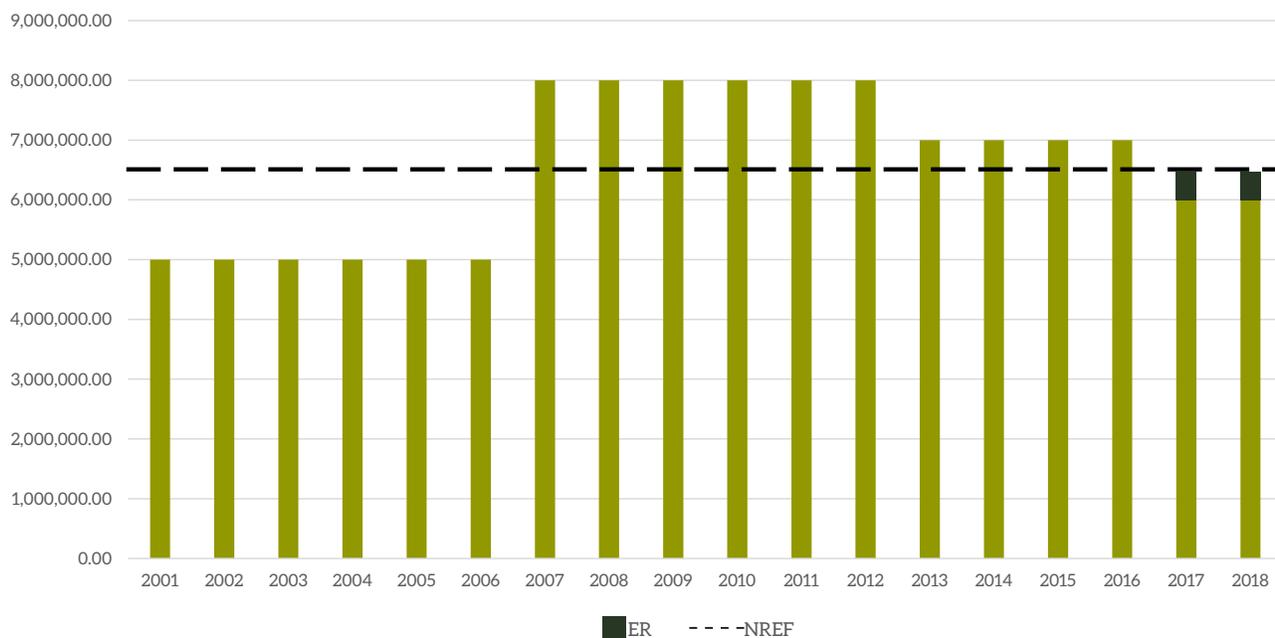


Figura 4. Emisiones reducidas (ER) anualmente por la República de Honduras en el periodo de resultados REDD+ (2016-2018) para el pago por sus reducciones.

4. Demostración de la coherencia de los métodos usados

*para obtener los Resultados REDD+ conforme con los métodos en el NREF
(14/CP.19, párrafo 3)*

La estimación de los resultados de emisión evitada por deforestación de la República de Honduras de 1,914,960.93 t CO₂ e año⁻¹ del presente anexo técnico, se realizó en coherencia con los métodos del NREF y su concepto de bosque, que se define como: “Una asociación natural o plantada de árboles (en cualquier etapa del ciclo natural de vida) la cual puede o no estar acompañada de arbustos u otros estratos, que cubre una superficie mínima de 1 hectárea y que es capaz de producir madera, otros productos forestales, bienes y servicios ecosistémicos para beneficio de la población y que ejercen influencia sobre el régimen de aguas, suelo, clima y proveen hábitat para la vida silvestre. La cobertura de copa de dicha asociación debe de ser mayor al 10% y los árboles deberán alcanzar una altura mínima de dos metros para manglares y cuatro metros para el resto de los ecosistemas. Asimismo, se considera bosque las superficies que temporalmente carecen de población forestal a consecuencia de la intervención humana o de causas naturales, pero con potenciales condiciones, características y vocación para convertirse en bosque”.

Los resultados son a nivel nacional y son consistentes con la misma superficie de bosque, tipos de bosque, depósitos, gas y métodos que el NREF sometido en 2017.

4.1. Actividades Incluidas

Conforme con el NREF nacional, el presente anexo técnico incluye las emisiones por CO₂ debidas a la deforestación bruta. Entendiendo la deforestación como la pérdida del contenido de carbono por la conversión de tierras forestales hacia otras tierras (no bosque), por actividad antropogénica, bajo el supuesto de que, en el proceso de conversión, existe una pérdida total del carbono contenido en la biomasa aérea, subterránea, madera muerta y hojarasca, debido a que no se conoce de manera explícita el uso final de la tierra y por lo tanto se carece de su cuantificación de carbono para ser contabilizado.

4.2. Depósitos de Carbono y Gases incluidos

De la misma manera que en el NREF, se incluyen para los bosques los depósitos de carbono contenidos en la biomasa aérea, biomasa subterránea, madera muerta y hojarasca. Los depósitos del carbono orgánico de suelos minerales y suelos orgánicos no fueron incluidos.

Se estimaron únicamente las emisiones brutas por dióxido de carbono usando el factor de conversión 44/12 (IPCC 2006). Los gases no-CO₂ no son incluidos, debido a que al momento no se cuenta con la capacidad técnica e información confiable, para detectar los procesos de transformación de tierras forestales por deforestación o degradación resultante de los efectos de la quema de biomasa (agricultura migratoria principalmente) y los incendios forestales.

4.3. Datos de Actividad

El SIGMOF-REDD+ cuenta con un componente de monitoreo de datos de actividad semiautomatizado, que se implementa mediante el procesamiento digital de imágenes de satélite, generando de manera multitemporal información cartográfica temática y reportes estadísticos, sobre la clasificación de cobertura forestal, distribución espacial de bosques, la extensión por tipo de bosque y la detección de cambios por pérdidas de bosque (deforestación) y ganancias de bosque (aforestación, reforestación y regeneración natural de bosques) en el total del territorio de la Republica de Honduras.

4.3.1. Insumos

Los datos de actividad evaluaron los cambios en el uso del suelo por pérdida de bosque para los resultados REDD+ de una serie temporal bianual de 2016 a 2018. Los mapas de cambio que se elaboran en el componente de datos de actividad tienen de insumos principales las imágenes de mediana resolución del sensor Landsat (5,7 y 8), un mapa base de cobertura forestal y uso de la tierra de 2012 de Landsat 7 (base del análisis multitemporal), construido a partir de un mapa de alta resolución Rapid Eye y el mapa de tipología de bosques que delimita la extensión potencial de los tipos de bosque o ecosistemas forestales en Honduras usando variables fisiográficas, bioclimáticas y biogeográficas.

4.3.2. Procesamiento de imágenes para la detección de cambios

En el proceso de la detección de la deforestación se utilizan imágenes del sensor satelital de mediana resolución de Landsat (5,7 y 8), debido a la disponibilidad y fácil acceso a los datos. Se usa el procesador de imágenes de sensores remotos de acceso libre, Google Earth Engine (GEE), el cual contiene colecciones de imágenes históricas y actuales de diferentes sensores remotos incluyendo a Landsat y tiene gran capacidad de procesamiento de imágenes en la nube, lo que permite tener una plataforma de monitoreo a largo plazo (Gorelick et al. 2017).

Para detectar los cambios de forma automatizada se desarrolló un algoritmo especializado para Honduras en GEE que procesa mosaicos de imágenes compuestas (<10% de nubosidad) de diferentes temporalidades intra anuales (2016 y 2018, en el caso del período de Resultados REDD+), seleccionando los mejores píxeles para clasificar entre el período de años seleccionados para la detección del cambio. Se incluye en el algoritmo una máscara

de bosque y no bosque del mapa base 2012, para definir un área común espacialmente explícita como referencia de la detección de cambios o de áreas estables, que, a su vez, se combina con el mapa de tipología de bosques para mejorar la obtención de muestra de firmas espectrales por tipo de bosque y cambio para la clasificación. Esto asegura alineación en los cambios retrospectivos y prospectivos con el NREF y los Resultados REDD+.

Se aplican árboles de clasificación y probabilidad (CART) con las herramientas de GEE de métodos geoestadísticos (Gislason et al. 2006), que mediante las muestras espectrales definidas clasifica agrupaciones de píxeles por tipo de bosque (latifoliado húmedo, latifoliado deciduo, conífera y mangle) en: bosque estable, no bosque estable y en la pérdida en la superficie cubierta por bosque o deforestación (Ver anexo 6 del NREF, protocolo método para elaboración mapa de cambios), generando una capa de cambios automatizada en formato raster.

4.3.3. Supervisión y edición de cambios

Los cambios por deforestación automatizados se editan y supervisan por la interpretación visual de siete técnicos que utilizan un programa de sistemas de información geográfica (SIG), donde revisan mosaicos Landsat 8 OLI libres de nubes de 2016 y 2018 del país, dividido en 7 regiones, para corregir errores derivados de la clasificación automática (recodificación o nuevo etiquetado). En la edición se realiza un control de calidad de revisión cruzada, en la cual, cada uno de los técnicos trabaja un área diferente a la que había revisado inicialmente, y se registran las diferencias y cambios. Los códigos de los píxeles se modifican en caso de ser necesario. Adicionalmente, en el control de calidad, se comparan los cambios editados con los mapas de deforestación anual (Hansen et al. 2013), disponibles en la herramienta de Global Forest Watch (GFW, <https://www.globalforestwatch.org/>) para disminuir más el margen de error en el proceso de edición. Esta parte del proceso resulta en una capa final editada de cambios detectados de manera semiautomática en formato raster.

4.3.4. Segmentación, depuración de cambios y etiquetado o codificación final

La capa final editada de cambio en formato raster se somete a un proceso de segmentación (vectorización), con el fin de fijar el área mínima a mapear deseada y de armonizar los cambios multitemporales. Se utiliza el segmentador multifechas basado en objetos Monteverdi (ORFEO Toolbox, <http://www.orfeo-toolbox.org>), que agrupa áreas homogéneas de grupos de píxeles de cambio por deforestación en polígonos vectoriales (segmentos) a una resolución de 1 ha (12 píxeles), área mínima para detectar deforestación según la definición de bosque en Honduras. Los segmentos también se armonizan (límites y áreas de polígonos vectoriales) mediante la comparación con los segmentos de las clasificaciones del periodo del NREF (2000-2016) y el periodo de resultados REDD (2016-2018) para guardar consistencia geométrica multitemporal en los cambios.

La segmentación final en formato vector del periodo 2016-2018, se somete a una depuración utilizando el programa SIG de Quantum GIS (QGIS), eliminando los cambios por deforestación que están fuera de la máscara de bosque de 2012. Los segmentos depurados se etiquetan o recodifican comparando con el mapa original de cambios raster y de esta manera se tiene como resultado el mapa vectorial de cambios y de deforestación final (Figura 5).

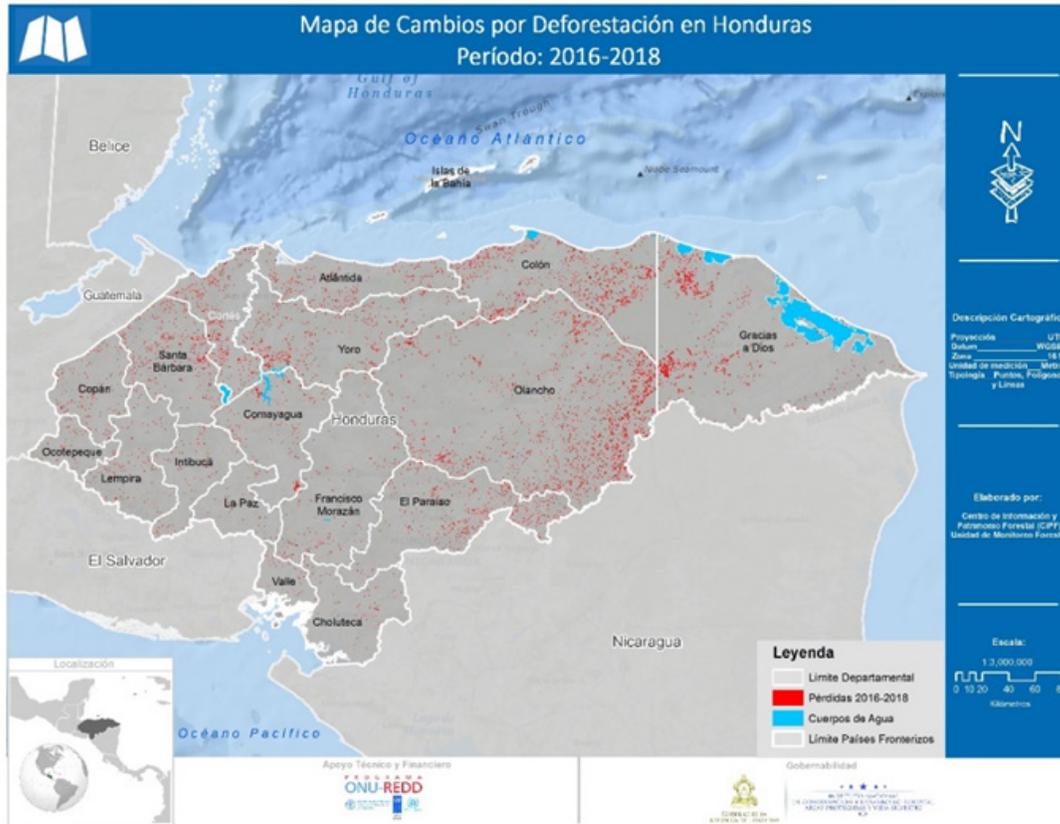


Figura 5. Mapa de deforestación del periodo 2016-2018 en la Republica de Honduras

4.3.5. Evaluación de exactitud temática

Los métodos que se emplean son las directrices de buenas prácticas para la estimación de áreas y exactitud temática de mapas de cambio de uso de la tierra propuestas por Olofsson et al. (2014). El diseño del muestreo es aleatorio estratificado en 12 categorías que resultan de la combinación del tipo de bosque y clase de cambio. Se utiliza la capa vectorial segmentada de cambios como base para realizar el muestreo y determinar el tamaño de la muestra (no. de segmentos) que se calcula en función del área que tiene cada categoría (Cochran 1977).

Se utiliza QGIS para establecer de manera aleatoria el número de segmentos asignados para cada categoría, muestreando un total de 749 segmentos distribuidos en cada categoría (Tabla 6). Los segmentos de cada categoría se muestrearon visualizando sobre

los mosaicos Landsat 2016 y 2018 en el programa SIG de Escritorio (ESRI 2011), con la interpretación de 7 técnicos que validan cuantificando los aciertos o desaciertos en los segmentos para así obtener el porcentaje de aciertos en cada categoría (Tabla 6).

Tabla 6. Matriz de confusión simple, exactitud de usuario, productor y exactitud global de los resultados 2016-2018

Categorías	Bosque Estable	No Bosque Estable	Pérdidas 2016-2018	Total	Exactitud Usuario
Bosque Estable	257	3	2	262	98.09%
No Bosque Estable	22	314	1	337	93.18%
Pérdidas 2016-2018	3	2	145	150	96.67%
Total	282	319	148	749	
Exactitud, productor	91.13%	98.43%	97.97%		95.59%

Tabla 7. Superficie muestreada (ha), No de muestra, Superficie estimada o ponderada (ha), error estándar y sus intervalos de confianza de la exactitud temática estimada por categoría para el Mapa de cambios por deforestación 2016-2018.

Categoría	Superficie muestreada (ha)	No. Muestra (segmentos)	Superficie estimada (ha)	Error estándar (95%)	Límite Superior	Límite Inferior	Exactitud (%)
Bosque Estable	6,548,555	262	6,423,583	1.47	6,914,017	6,575,781	95.24
No Bosque Estable	4,904,749	337	4,570,003	1.36	4,802,696	4,488,777	98.37
Pérdidas 2016-2018	56,231	150	54,356	0.65	193,719	44,081	45.72

Con los resultados del muestreo se realiza el análisis completo de exactitud temática para el año 2016- 2018 construyendo una matriz de confusión simple con la exactitud de productor, usuario y la exactitud global (Tabla 6) y se tiene la exactitud temática por categoría, el área ponderada (estimada) su error estándar e intervalos de confianza (Tabla 7). En el periodo de 2016-2018 la estimación de la deforestación tiene exactitud temática del 45% y un error estándar (95%) del 0.65% (Tabla 7). La corrección de área no se aplicó a las estimaciones al igual que en el NREF por presentar inconsistencias que afectan los resultados por deforestación en periodos posteriores a 2012.

El proceso de producción cartográfica del componente de monitoreo de datos de actividad se describe en el diagrama de la Figura 6.

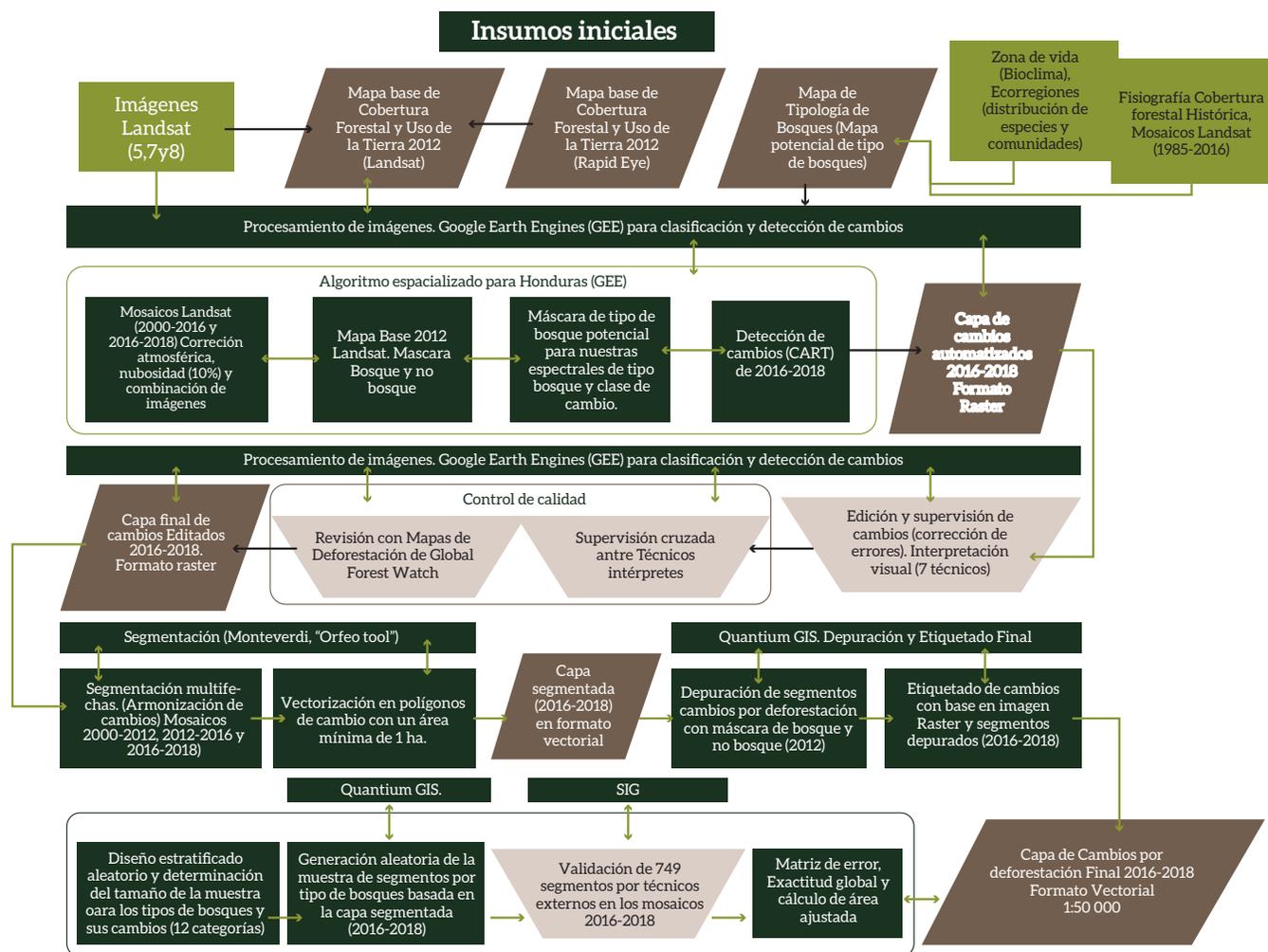


Figura 6. Diagrama de procesos para el componente de datos de actividad del SIGMOF-REDD+.

4.3.6 Mapa de cambios por deforestación

Como resultado final en el proceso de generación de datos de actividad, se obtiene un producto cartográfico espacialmente explícito de cambios por deforestación, a una resolución espacial de 1 ha y una escala de 1: 50 000 a nivel nacional para el periodo 2016-2018. La deforestación bruta total para el periodo 2016-2018 es de 38,251.63 ha y con una deforestación bruta anual de 19,125.81 ha, con una exactitud temática del 46%. La estimación de deforestación se obtiene también por tipo de bosque como se describen en la sección 3 de Resultados REDD+ (Tabla 5) y la producción cartográfica orientada a monitoreo permite calcular la superficie de coberturas por tipo de bosque de los años base de los análisis de cambio, lo que asegura consistencia en el proceso de generación de productos cartográficos en el componente de monitoreo de datos de actividad del SIGMOF REED+.

Tabla 8. Superficie de Bosque en la República de Honduras para los años base de cada periodo de análisis de cambio en el NREF y los Resultados REDD+

Año	Hectáreas					% bosque en el Territorio
	Latifoliado Húmedo	Conífera	Mangle	Latifoliado Deciduo	Total	
2000	3,938,050.40	2,030,660.00	50,994.46	788,231.43	6,807,936.29	60.38
2006	3,866,516.90	2,001,741.95	50,908.05	768,007.03	6,687,173.93	59.31
2012	3,738,731.40	1,991,711.62	50,846.65	744,834.62	6,526,124.29	57.88
2016	3,659,530.29	1,988,506.27	49,799.65	737,243.17	6,435,079.39	57.08
2018	3,628,586.01	1,984,800.07	49,770.07	733,671.62	6,396,827.77	56.74

Para una consulta a mayor detalle sobre la elaboración los insumos y productos, marco teórico, métodos, procesos, análisis y características de los resultados del componente de datos de actividad del SIGMOF-REDD+, se pueden consultar los siguientes anexos del NREF disponibles en <http://sigmof.icf.gob.hn/>:

- Definición de Bosque para Honduras
- Protocolo para la clasificación digital de Imágenes RapidEye en marco de la elaboración del Mapa Forestal y Cobertura de la Tierra de Honduras Clasificación Rapid Eye
- Metodología de elaboración de mapa de cobertura forestal y uso de la tierra 2012
- Tipología de Bosques de Honduras
- Protocolo para la generación de pérdidas de cobertura boscosa, mediante scripts construidos en la plataforma de Google Earth Engine (GEE)
- Metodología para la elaboración del mapa de cambios por deforestación utilizando el sensor Landsat
- Protocolo para la segmentación de imágenes satelitales utilizando el programa Monteverdi.
- Protocolo de validación y exactitud temática del Mapa de Cambios por Deforestación de Honduras en las temporalidades 2000-2006, 2006-2012 y 2012-2016

4.4. Factores de Emisión

El componente de factores de emisión del SIGMOF REDD+ tiene como base el Inventario Nacional Forestal (INF) que realiza la Evaluación Nacional Forestal (ENF) en la República de Honduras. Para el periodo de Resultados REDD+ y el NREF Fueron utilizados los datos de la ENF para el primer Ciclo que se realizó en los años 2005 y 2006 y del segundo realizado de 2011 a 2015. A partir de su información se utilizan las variables para medir los depósitos de carbono para estimar el contenido de carbono por hectárea de cada tipo de bosque y la magnitud de la emisión en el área deforestada con su incertidumbre asociada.

4.4.1 La Evaluación Nacional Forestal y la medición de depósitos de carbono forestal

La ENF es una herramienta multipropósito para la toma de decisiones, que se realiza con los criterios e indicadores del Proceso Centro Americano de Lepaterique para la ordenación forestal sostenible realizado en 1997 (CCAD 2004) y del Programa de Evaluación de Recursos Forestales Mundiales (FAO 2000), con 7 criterios, 31 indicadores y 81 variables asociadas con una extensa gama de variables biofísicas y socioeconómicas (ICF 2017, SAG 2005).

La ENF tiene objetivos amplios propios de una evaluación integral de los recursos forestales como se ha mencionado anteriormente, sus procedimientos se pueden consultar en sus Manuales de Levantamiento de Campo en sus dos ciclos, y sus resultados en el Informe de Resultados de la Evaluación Nacional Forestal de Honduras (ICF 2017), documentos disponibles en el siguiente enlace: <http://sigmof.icf.gob.hn/downloads/>.

Para los resultados REDD+ y el NREF se tomó el criterio de la ENF sobre la contribución de los ecosistemas forestales a los servicios ambientales (regulación atmosférica de concentración de gases de efecto invernadero), en su indicador sobre el potencial de almacenamiento de carbono en ecosistemas forestales, que mide las variables relacionadas con la estimación de biomasa en los ecosistemas forestales en función del secuestro y almacenamiento de carbono (ICF y REDD-CCAD/GIZ 2014, SAG y DPF-COHDEFOR 2005).

4.4.1.1 Diseño de muestreo, colecta y recopilación de datos

El diseño de muestreo estadístico de la ENF es sistemático en el total del territorio de la Republica de Honduras. Se estableció una malla de puntos cada 10 min de latitud y 10 min de longitud (malla de 18.5 X 18.5 Km) con 340 unidades de muestreo (UM) de las cuales midieron 181 unidades para el primer ciclo y 263 en el segundo ciclo de la ENF, y un total de 113 UM se remidió para el segundo ciclo (Figura 7). La malla se encuentra dentro y fuera del bosque lo que permite también evaluar la recuperación de bosques y otros usos de la tierra.

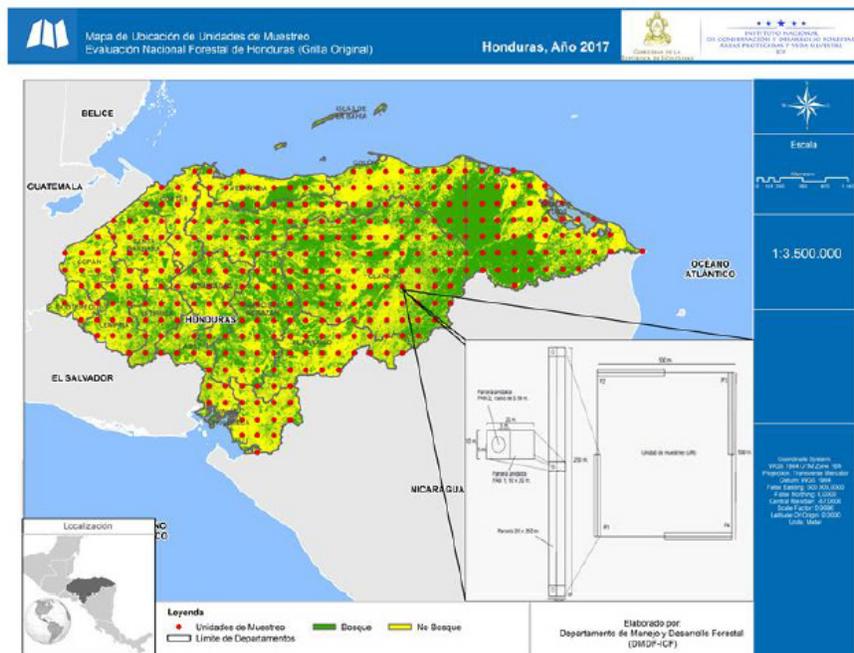


Figura 7. Malla total de muestreo de la Evaluación Nacional Forestal de Honduras

Las Unidades de Muestreo (UM) para el primer ciclo se componen de cuatro parcelas rectangulares (250 X 20 m) con un diseño anidado de medición de diferentes variables dentro de un cuadrado de 500 x 500 m (cubriendo un área de 25 ha). En el segundo ciclo de medición las parcelas tuvieron una ligera modificación con una dimensión menor de 130 X 20 m (Figura 7, Tabla 10 y Figura 8). Las UM del primer ciclo remedidas en 2014 durante el levantamiento de los datos en campo del segundo ciclo se hizo el mismo diseño y con los procedimientos originales del primer ciclo adicionando la medición de variables para carbono.

Los datos de los bosques fueron colectados en campo por profesionales forestales en los dos ciclos de la ENF y la información se recopila en una base de datos en Microsoft Access, que tiene las características de estar unificada (con todos los ciclos de inventario), normalizada (tablas estandarizadas sin redundancia) y es relacional (datos relacionados entre sí para la anidación de parcelas, con el registro de medidas repetidas en series de tiempo de cada UM), lo que le permite ser apropiada y funcional para fines de monitoreo forestal (enlace a base de datos desde <http://sigmof.icf.gob.hn/>).

Del indicador de la ENF para la estimación de carbono se encuentran disponibles las variables para la cuantificación de 4 depósitos de carbono y sus componentes principales, que son: los depósitos de la biomasa aérea y subterránea, que se componen de los árboles vivos en pie y sus raíces respectivamente, el depósito de la madera muerta, compuesta de árboles muertos en pie, tocones y la madera muerta sobre el suelo y el depósito de la hojarasca, que es la capa sobre el suelo compuesta de diferentes residuos de plantas, principalmente hojas en diferentes estados de descomposición. El depósito de carbono en suelo no fue medido en la ENF por lo cual no es estimado.

Los depósitos de madera muerta y hojarasca no fueron medidos en el primer ciclo de la ENF, se midieron posteriormente para la mayoría de sus UM en una remediación en 2014, como se muestra en el registro de variables medidas para carbono de sus dos ciclos de la ENF en el Tabla 9.

Tabla 9. Mediciones realizadas para el cálculo de depósitos de carbono para cada ciclo y número de UM medidos con los 4 depósitos para áreas de bosque y otros usos de la tierra.

Depósito	Componente	Ciclo I	Ciclo II	Remediación (2014)	No de UM con todas las mediciones para carbono Ciclo I	No de UM con mediciones Ciclo II
Biomasa aérea	Árboles vivos	Si	Si	Si	156	107
Biomasa subterránea	Raíces	Si	Si	Si	156	107
Madera muerta	Árboles muertos y sus raíces	Si	Si	Si	156	107
	Tocones	Si	Si	Si	156	107
	Madera muerta caída	No	Si	Si	113	107
Hojarasca	Capa de hojarasca y residuos sobre el suelo	No	Si	Si	113	107

El diseño de las mediciones de inventario forestal, y las variables usadas para la estimación de carbono que se realizan en las UM y sus parcelas, se describen en el Tabla 10 y la figura 8.

Tabla 10. Depósitos, componentes, tipo de parcela (submuestra anidada en la UM), número de parcelas (N) y variables medidas para el cálculo de carbono en las UM del primer Ciclo (2005-2006) y UM remedidas, y el segundo Ciclo (2011-2015) de la ENF (ICF y REED/CAAD-GIZ 2014, COHDEFOR 2005).

Depósitos de carbono (IPCC 2003)	Componentes	Forma y Tamaño de la Parcela y/o Líneas de intercepción		Número de submuestras o parcelas (N)		Variables usadas para el cálculo de carbono
		I ciclo ¹⁴	II ciclo	I ciclo	II ciclo	
Biomasa aérea	Árboles vivos de DAP ≥ 20	Rectángulo, 5000 m ²	Rectángulo, 2600 m ²	4	4	Tipo de bosque, especie, diámetro a la altura del pecho (DAP), altura y densidad de la madera
	Árboles vivos, Muertos de DAP ≥ 10 y < 20 cm	Rectángulo, 200 m ²		12	8	
Biomasa Subterránea		Rectángulo, 5000 m ²	Rectángulo, 2600 m ²	4	4	
	Raíces de árboles muertos DAP ≥ 10 y < 20 cm	Rectángulo, 200 m ²		12	8	
Madera muerta		Rectángulo, 5000 m ²	Rectángulo, 2600 m ²	4	4	
	Árboles muertos y sus raíces DAP ≥ 10 y < 20 cm	Rectángulo, 200 m ²		12	8	
	Tocones > 20 cm de diámetro basal	Rectángulo, 5000 m ²	Rectángulo, 2600 m ²	4	4	
	Madera muerta caída ≥ 10 cm de diámetro	Línea de intercepción, 20 m		12	8	Número de tocones, diámetro inferior (base), diámetro superior y la densidad de la madera
	Madera muerta caída < 10 cm y ≥ 5 de diámetro	Línea de intercepción, 10 m		12	8	Diámetro de piezas interceptadas, estado de descomposición y su densidad de la madera
Hojarasca	Capa de hojarasca sobre el suelo mineral con madera muerta caída < 5 cm de diámetro y otros residuos	Cuadro, 0.25 m ²		12	8	Peso seco de material colectado y profundidad de la capa

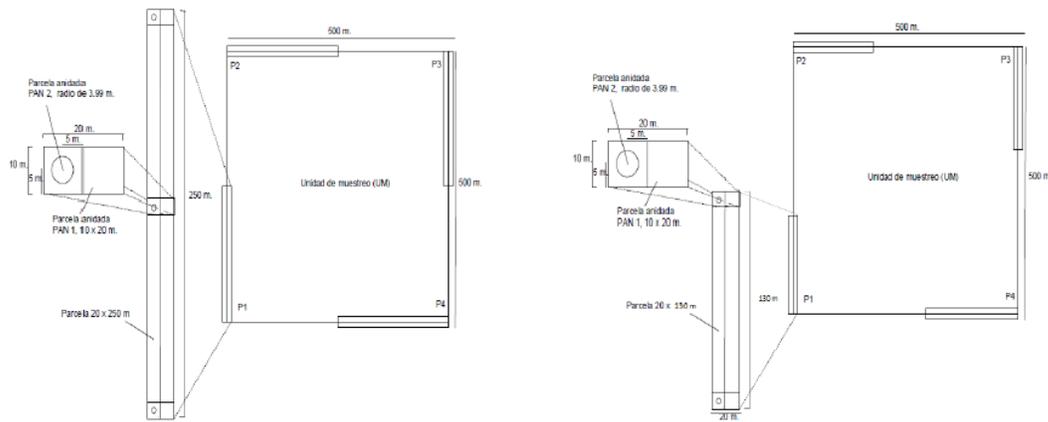


Figura 8. Diseño de las unidades de muestreo y sus submuestras para la medición de componentes y variables de carbono para el primer ciclo y su modificación en el segundo ciclo

4.4.1.2 Control de calidad

Los levantamientos de campo del INF se someten a un control de calidad interno por el ICF y otro control por una entidad externa especializada para cada ciclo en sus UM ejecutadas y que cuentan con datos disponibles. En el primer ciclo del inventario se realizó una supervisión del 20% de UM por el equipo de FAO y la Corporación Hondureña de Desarrollo Forestal (AFE-COHDEFOR), adicionalmente se hizo una supervisión del 10% de UM con dudas de revisiones que se tuvieron en gabinete. En el segundo ciclo se contrató a una empresa que supervisó el 10% de UM (22 UM) y el ICF de manera interna supervisó otro 10% de UM (44 UM en control de calidad). En el transcurso de la supervisión se realizaban reuniones con la empresa encargada de hacer el inventario para corregir durante el periodo de levantamiento los problemas detectados de la colecta de datos en campo. Como resultado de la supervisión en un análisis del comparativo entre los dos ciclos se concluyó que el levantamiento del primer ciclo fue de mejor calidad (ICF 2017).

4.4.2 Estimación de Carbono y su incertidumbre asociada

En la estimación se calcula la cantidad de carbono por hectárea contenida en los cuatro depósitos medidos a partir de la base de datos de la ENF. Los procedimientos y cálculos se ejecutan en el manejador de base de datos en Access con algoritmos predeterminados en su herramienta de programación de consultas de SQL para cada componente de los depósitos de carbono, generando tablas con los resultados que se integran a la base de datos original. Las estimaciones que resultan son para cada UM, a partir de sus parcelas para cada componente del depósito de carbono, las cuales se integran por tipo de bosque para tener la densidad de carbono y así obtener los Factores de Emisión del carbono y su incertidumbre asociada, estratificadas por tipo de bosque (bosque latifoliado húmedo, latifoliado decido, bosques de conífera y manglares).

4.4.2.1 Estratificación por tipo de bosque

Se realiza una post estratificación de la malla de las UM y sus parcelas, homologándose por tipo de bosque con base en el mapa de tipología de bosque, que es el insumo principal de regionalización forestal del componente de monitoreo de datos de actividad. Las UM y sus parcelas fueron digitalizadas (Formato vector) en un programa de SIG (ArcMap) a partir de sus coordenadas geográficas tomadas en campo y sus croquis ubicados en hojas cartográficas en campo. Cada UM y parcelas digitalizadas referidas geográficamente (Tabla 10 y figura 8) se unen con el mapa de tipología para asignar el tipo de bosque y uso de la tierra, y posteriormente se asocia sus bases de datos originales de la ENF mediante su relación de códigos (ICFb 2017).

Para conocer el grado de relación entre tipos de bosque asignado por los datos de campo de cobertura y uso de la tierra (CUT) de la base de datos original y los asignados por el mapa de tipología, se analizó su coincidencia, con un matriz de confusión que presentó una correlación alta del 80% para el primer ciclo, y de 79% para el segundo ciclo, por lo que se concluye que es factible y confiable realizar las estimaciones de contenido de carbono a partir de la asignación de su estrato o tipo de vegetación con el mapa de tipología (ICFb 2017,). La correspondencia conceptual entre la calificación de uso de la tierra y tipo de bosque de la ENF y en el mapa de tipología, se anidan al primero y segundo nivel jerárquico de clasificación de bosques, entre las CUT y el mapa de tipología como se muestra en la Tabla 11.

Tabla 11. Correspondencia entre la cobertura o clasificación del uso de la tierra y tipos de bosque (CUT) de la ENF y los tipos de bosque del mapa de tipología de bosque (ICF y REDD/CCAD-GIZ 2014, ICFb 2017).

Nivel 1 (ENF)	Nivel 2 ¹⁵ ENF (CUT)	Nivel 2 Tipología de bosques	Nivel 1 Tipología de bosque (Máscara de bosque y no bosque 2012)
Bosque	Latifoliado	Latifoliado húmedo	Bosque
		Latifoliado deciduo	
	Coníferas	Conífera	
	Mixto		
	Manglar	Manglar	
Áreas fuera de bosque	Sistemas agroforestales ¹⁶	Latifoliado húmedo	No bosque
	Otras Tierras Naturales con plantas leñosas (sabanas y formaciones arbustivas)	Otros Usos de la Tierra	
	Otras tierras		
	Cuerpos de Agua interior		

¹⁵ Los niveles de clasificación 3 y 4 se pueden consultar en el Manual de Campo Para el Establecimiento de las UM y Parcelas 2014-2015 (ICF y REDD/CCAD-GIZ 2014)

¹⁶ Esta categoría se encuentra al nivel 3 de los CUT de la ENF, pero se identifica en el mapa de tipología y en el NREF que la incluye en el bosque latifoliado húmedo.

En la estimación de carbono se usan las UM y sus parcelas anidadas del primer y segundo ciclo estratificadas por tipo de bosque asignado por el mapa de tipología, y se seleccionan para el cálculo de depósitos de carbono solo las UM y parcelas que se encuentran localizadas dentro de la máscara de bosque de 2012 (ver sección de datos de actividad).

4.4.2.2. Estimación de carbono en árboles y tocones

En las UM y sus parcelas se estima la biomasa aérea (necromasa en el caso de árboles muertos) y subterránea de cada árbol vivo y muerto en función del área de sus parcelas (Tabla 10). Para el cálculo de carbono se emplean modelos alométricos adecuados para los bosques de Honduras, que calculan la biomasa y necromasa total aérea y subterránea a nivel de individuo.

Para los individuos que se encuentran en UM y parcelas en los bosques latifoliados húmedos y deciduos, se aplica el modelo alométrico desarrollado por Chavé et al. (2014) para árboles tropicales, que fue desarrollado a partir de una extensa base de datos pantropical de modelos alométricos que incluye grupos de especies y condiciones bioclimáticas características los bosques latifoliados de Honduras. Este modelo requiere del diámetro a la altura del pecho (DAP), la altura (H) y la gravedad específica de la madera o la densidad de la madera en kg/m^3 (ρ), que se obtiene de la base de datos global de densidad de la madera "DRYAD" elaborada por Zanne et al. (2009), donde se encuentran la mayoría de géneros y especies de latifoliadas para Honduras, en caso de no ser encontrada para la especie a estimar se usa una densidad promedio regional de árboles tropicales (Tabla 12 y Tabla 10). Ya calculada la biomasa se utiliza el valor por defecto con la proporción de 0.47 (IPCC 2006) para estimar el carbono contenido.

En los bosques de coníferas se aplica el modelo alométrico desarrollado por Alberto y Elvir (2005) para *Pinus oocarpa*, especie abundante en los bosques de coníferas y representativa de la fisonomía de comunidades de coníferas en Honduras (ICFa 2017). Este modelo alométrico requiere el DAP y su altura, la densidad de la madera ya se encuentra incluida en la construcción del modelo y se usa el contenido de carbono para pino calculado en el mismo estudio que es una proporción de 0.5 (Tabla 12 y Tabla 10).

La estimación de biomasa y necromasa subterránea para árboles vivos y muertos es dependiente de la estimación de materia seca aérea para los árboles en la UM y sus parcelas para cada estrato de bosque, ya que se utiliza un modelo de relación vástago/raíz para bosques tropicales elaborado por Cairns et. al. 1997 citado en IPCC (2003). A la biomasa estimada de las raíces para cada árbol se le relaciona con la misma fracción de carbono usada para la estimación de su biomasa aérea.

En la biomasa aérea se miden los tocones en las mismas UM y parcelas del arbolado que componen parte depósito de carbono. Este elemento se estima para cada tocón calculando su volumen con la fórmula de proyección de volumen tipo Smalian para la cubicación de tocones en una altura estándar de 30 cm (Tabla 10 y tabla 12) (Ferreira 2005). El volumen medido de todos los individuos para cada UM se extrapola mediante el número tocones/

ha por UM y sus parcelas con las proporciones de 0.5 árboles por ha por ha para las parcelas de 5000 m² y 0.96 árboles por ha para las parcelas de 2600 m². Obteniendo el volumen por hectárea se calcula su necromasa con la densidad de la madera en función de sus años estimados desde que fue cortado, al cual se asigna una densidad de la madera de acuerdo con su nivel de descomposición (Tabla 12). Para convertirlo en carbono se usa una fracción de carbono proporcional a su densidad adaptada de las densidades generales de la base de datos DRYAD regionalizada (Zanne et al. 2004).

Tabla 12. Modelos alométricos aplicados por componente para estimar la biomasa aérea (BA) y subterránea (BS) por tipo de bosque, fórmula de la ecuación usada, gravedad específica de la madera (p) y fracción de contenido de carbono en la biomasa y necromasa (FC).

Componente	Tipo de bosque	Ecuación (BA y BS en Ton materia seca/Ha)	p	FC
Arboles vivos y muertos	Latifoliado húmedo y deciduo	$BA = ((0.0673 * (p * dap^2 * H) 0.976) /1000)$	0.63 ¹⁷	0.47
	Conífera	$BA = ((0.11264421 * (dap^2 * h) 0.85091168) /1000)$	NA ¹⁸	0.59
Raíces de árboles muertos y vivos	Latifoliado húmedo, deciduo y conífera	$BS = \exp[-1,0587 + 0,8836 \cdot \ln(BA)]$	NA	NA ¹⁹
Tocones	Latifoliado húmedo, deciduo y conífera	$BA_{toc} = [(d1 \div 100)^2 + (d2 \div 100)^2] / 2 \times (\pi / 4) \times h \times p$	0.63 ²⁰	0.50
		Variable p para Tocones < 1 año	0.63	0.40
		Variable p Tocones > 1 año	0.50	0.30

4.4.2.3 Estimación de carbono en la madera muerta caída y la hojarasca

El componente de madera muerta sobre el suelo que incluye ramas y troncos caídos (MMC) y el de la hojarasca son de los principales aportes a este depósito (Tabla 10). El MMC a diferencia de todos los componentes se estima con método de muestreo de dimensiones variables que son las líneas de intercepción planares (Van Wagner 1968, Brown 1971), que consisten en considerar las líneas como una parcela lineal (el tamaño de la muestra es la longitud del transecto), que a través de la medición del diámetro de las partículas o piezas de madera interceptada en la línea, se calculan proyecciones de áreas elípticas que se transforman a volumen y con la gravedad específica de la madera se obtiene la materia seca por hectárea de cada unidad de muestreo lineal (Tabla 13).

La gravedad específica y fracción asignada para cada pieza interceptada depende de su estado de descomposición en tres categorías que son; sólido (madera recién caída que conserva su integridad estructural), intermedio (madera descompuesta que comienza a perder integridad estructural) y descompuesto (madera que pierde completamente su integridad estructural). Estos datos se obtienen a través de colectas de las piezas en campo según su estado de descomposición para ser llevadas a laboratorio y obtener su gravedad específica y carbono (ICF y REED/CAAD-GIZ 2014) (Tabla 13).

17 Promedio regional para especies tropicales de Centro América, México y Sudamérica. Si la especie estimada se encuentra en la base de datos "DRYAD" se asigna su p específica a la variable del modelo.

18 La p está integrada en la construcción del modelo.

19 Se asigna la misma fracción de carbono de la biomasa aérea

20 Estos factores se asignan cuando en campo no es posible determinada la edad desde que fue cortado

Es importante señalar que tienen un distinto tamaño de la muestra, dependiendo si es una UM del primer ciclo remediada o reinstalada con parcelas de 5000 m² o es una instalada exclusivamente para el segundo ciclo de 2600 m², debido a que el número de líneas muestreadas es distinto (Tabla 13 y Tabla 10). En la estimación del carbono por hectárea contenido en la MMC se utiliza la ecuación y variables descritas en la tabla 13.

Tabla 13. Categoría de diámetro de madera muerta caída, longitud de muestra (L) en primer ciclo (remediación y reinstalación) y segundo ciclo (L), ecuación para la estimación de cada pieza interceptada (diámetro en cm) y gravedad específica de la madera () y fracción de carbono (FC) por estado de descomposición.

Categoría	UM del I ciclo (L)	UM del II ciclo (L)	Ecuación UM (Van Wagner, 1982)		
MMC ≥10 cm	240 m	160 m	$MMC_{(ton/ha)} = \sum (1.2337 / (L \times \text{diámetro}^2)) \times p$		
MMC <10 cm y MMC ≥5	120 m	80 m			
			Estado de descomposición	p ²¹	FC
			Sólidos	0.63	0.5
			Intermedio	0.40	0.4
			Descompuesto	0.20	0.3

La hojarasca que es el último componente por estimar del depósito de madera muerta se estima en parcelas de dimensiones fijas de 0.025 m² como la mayoría de los depósitos (Tabla 10). En los cuadros, se colecta toda la materia orgánica que se encuentra sobre el suelo mineral como hojas, ramillas, frutos y otros residuos de plantas. El material es llevado a laboratorio para secarlo hasta que alcanza un peso constante y posteriormente se estima su contenido de carbono. El peso seco obtenido se extrapola linealmente usando de referencia el área de cada parcela por UM y se calcula el peso seco por hectárea que contiene cada muestra. Al igual que en las otras mediciones, para cada UM cambia el número de parcelas y por lo tanto el área, por lo cual también se toma en cuenta para la extrapolación a la UM (Tabla 14). La necromasa (ton/ha) se convierte a carbono por la fracción de carbono que se obtuvo de las muestras para estimar el contenido final de este componente por UM.

Tabla 14. Cálculo de carbono de la hojarasca

Diseño de Ciclo de Inventario	Ecuación
I ciclo	$B = PS / 1000000 * 10000 / (0.25 * 12) \Rightarrow PS * 0.003333$
II ciclo	$B = PS / 1000000 * 10000 / (0.25 * 8) \Rightarrow PS * 0.005$

4.4.3 Factores de emisión por tipo de bosque y depósito de carbono

Como se describió en las secciones anteriores, cada depósito de carbono y su componente es estimado a nivel de UM y estas se estratifican para tener el contenido de carbono promedio por tipo de bosque, su depósito y componente estimado en t C/ha. El procesamiento a nivel de tipos de bosque se realizó con el Sistema de Inventarios Forestales en Bosques

Públicos y Privados (SIBP), donde se utilizó el promedio de las áreas como estimador de razón para obtener una mejor precisión en los promedios de los componentes y depósitos de carbono por tipo de bosque ICF, 2017).

Para los bosques latifoliados húmedos, latifoliados deciduos y coníferas se contó con la muestra suficiente para ser estimados de la ENF. Por el contrario, la muestra de la ENF en manglares es limitada (Tabla 10) y las UM no fueron levantadas en su totalidad (NREF 2017), lo que dificulta usar los datos de la ENF para estimar el contenido de carbono en este tipo de bosque. Debido a lo anterior se tomaron los valores de contenido de carbono de un estudio realizado en el parque Nacional Jeannette Kawas en Honduras para los árboles vivos de biomasa aérea y subterránea (Rivera-Montoy et al. 2013). De la misma manera, para el carbono contenido en la madera muerta se obtienen de una fuente alterna, se usan los datos del Inventario Nacional Forestal de Costa Rica de manglares debido a su similitud en estructura y composición con los manglares de Honduras que pertenecen a la misma región biogeográfica. Estos valores son asignados al contenido de carbono de ambos componentes para el estrato completo del tipo de bosque.

En la estimación del gas de efecto invernadero de dióxido de carbono considerado para los resultados REDD+, se usa la relación de la especie química de 44/12 (IPCC 2006) para transformar todos los componentes de los depósitos de carbono promedio a CO₂ por tipo de bosque. El CO₂ total estimado representa la cantidad de emisiones total que genera (FE) cada tipo bosque cuando es sometido a un proceso de deforestación (Tabla 15).

Tabla 15. Contenido de CO₂ por hectárea promedio por tipo de bosque

Depósito y componente	Tipo de bosque							
	Latifoliado húmedo		Conífera		Latifoliado Deciduo		Mangle	
	TonC/ha	TonCO ₂ /ha	TonC/ha	TonCO ₂ /ha	TonC/ha	TonCO ₂ /ha	TonC/ha	TonCO ₂ /ha
Biomasa Aérea	64.92	238.06	28.23	103.52	19.25	70.57	722.98	197.18
Biomasa Subterránea	22.35	81.95	10.93	40.06	7.51	27.53	135.56	36.97
Madera Muerta (Tocones)	0.08	0.28	0.09	0.32	0.02	0.07	0.00	0.00
Madera Muerta (árboles muertos en pie)	2.03	7.45	1.51	5.54	0.39	1.44	0.00	0.00
Madera Muerta (madera muerta caída)	0.77	2.84	0.13	0.48	0.66	2.41	24.13	6.58
Hojarasca	0.02	0.06	0.27	0.99	0.71	2.60	3.36	0.92
Total	90.17	330.64	41.16	150.91	28.53	104.62	886.03	241.64

4.4.4 Estimación de Incertidumbre de los Factores de Emisión

La incertidumbre para los factores se estima para el error asociado al diseño del muestreo a partir de sus unidades de muestreo estimadas en cada componente de los depósitos de carbono usado para determinar el contenido de carbono por hectárea para cada tipo de bosques, y se asume que todas las mediciones desde el nivel de individuo hasta la parcela no tienen un error asociado.

El error se determinó para el primer y segundo ciclo por componente medido en el reservorio de carbono de árboles vivos y muertos en pie, madera muerta caída, tocones y hojarasca para todos los tipos de bosques. El error se propagó en cada estrato con el método simple de propagación del error descrito en las directrices del IPCC (2006). La incertidumbre propagada del factor de emisión fue de 47.86% para el bosque latifoliado húmedo, 31.94 en el bosque de conífera, 54.75% en bosque de latifoliadas deciduo y de 27.14% en el manglar (Tabla 16).

Tabla 16. Error estándar (ciclo 1 y ciclo 2 del INF) de los factores de emisión por componente medido en el reservorio de carbono y por tipo de bosque estimado por propagación lineal simple.

Depósito y componente	Bosque latifoliado húmedo	Bosque de Conífera	Bosque latifoliado deciduo	Mangle
Biomasa Aérea	51.93%	30.16%	51.02%	26.00%
Biomasa Subterránea	33.80%	30.10%	50.84%	26.54%
Madera Muerta (Tocones)	51.93%	30.16%	51.02%	26.00%
Madera Muerta (árboles muertos en pie)	65.41%	64.95%	87.52%	63.25%
Madera Muerta (madera muerta caída)	65.41%	64.95%	87.52%	63.25%
Hojarasca	115.21%	91.60%	149.10%	34.25%
Total	47.86%	31.94%	54.75%	27.13%

El proceso de estimación del componente de factores de emisión del SIGMOF -REDD+ se describe en el diagrama de la Figura 9.

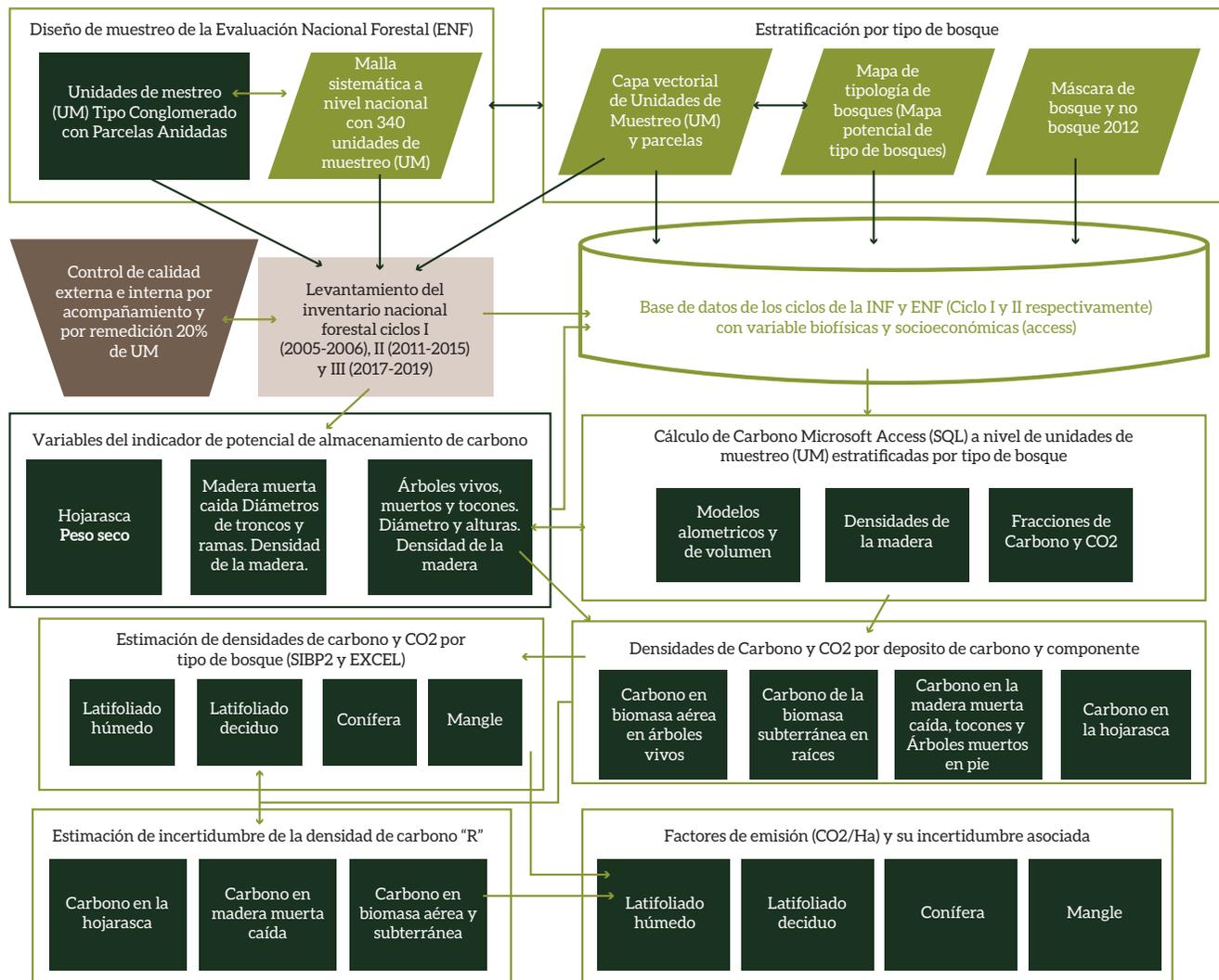


Figura 9. Diagrama de procesos para el componente de Factores de Emisión del SIGMOF-REDD+

Para una consulta a mayor detalle sobre el diseño, métodos de inventario, control de calidad y procedimientos de estimación de los depósitos por UM del componente de factores de emisión del SIGMOF-REDD+, están disponibles los siguientes anexos del NREF y otros documentos de apoyo en <http://sigmof.icf.gob.hn/downloads/>:

- Manual para levantamiento de campo para la Evaluación Nacional Forestal 2005
- Manual de Campo Para el Establecimiento de las UM y Parcelas 2014-2015, Evaluación Nacional Forestal y de Biodiversidad.
- Procedimientos de Cálculos en la Base de datos INF de Honduras
- Metodología del control de calidad en el marco de la segunda Evaluación Nacional Forestal en Honduras
- Resultados de la Evaluación Nacional de Honduras

4.5 Estimación de emisiones por deforestación

Las estimaciones de emisiones por deforestación bruta para el período comprendido entre 2016 y 2018 (2 años) se realizaron con el enfoque de único uso de la tierra para la actividad REDD+ de deforestación (IPCC, 2006). Las emisiones se obtienen a partir de la multiplicación del dato de actividad que es el área convertida de bosque a otras tierras y su factor de emisión por el tipo de bosque, bajo el supuesto de que en el área deforestada se pierde todo el carbono contenido en forma de dióxido de carbono representado por su factor de emisión (Ecuación 3).

$$\text{Emisiones_CO2} = \text{DA} \times \text{FE}$$

Donde,

Emisiones CO2= Emisiones por deforestación de Toneladas de CO2 por año

DA = Los datos de actividad que es la superficie de conversión de cualquier tipo de bosque a otras tierras en una unidad de superficie (hectáreas) por año.

FE = Factores de emisión que son el contenido de carbono de todos los tipos de bosque expresado en la cantidad del gas de efecto invernadero de CO2 en toneladas por hectárea.

Las emisiones totales por tipo de bosque y las emisiones reducidas ya se presentaron en la sección de resultados REDD+ en la tabla 5, con un total de 5,595,266.01 TonCO2 por año.

4.6 Propagación del error e incertidumbre asociada en la estimación de emisiones totales

El cálculo de la incertidumbre total se realizó mediante el método de Montecarlo siguiendo las Directrices del IPCC (2006). En el cálculo se asumieron distribuciones normales en todos los datos relacionados al factor de emisión y datos de actividad y se combinaron los errores derivados del diseño de muestreo para FE y de los obtenidos de la evaluación de la exactitud temática para deforestación del dato de actividad, como se han descrito previamente. Se multiplicaron los factores de emisión y datos de actividad, realizando 100,000 iteraciones para el cálculo de emisiones por CO2 resultantes de cada tipo de bosque y la suma resultante de las emisiones totales de todos los tipos de bosque para el periodo 2016-2018. A partir de las 100,000 iteraciones se obtuvieron sus desviaciones estándar, intervalos de confianza y la incertidumbre total propagada con sus límites inferiores y superiores para el periodo de los Resultados REDD+ . . De esta manera la incertidumbre de la estimación para el NREF fue del 29.25% y para el periodo de los resultados REDD+ del 41.83%. Luego se procedió a realizar el cálculo de la reducción en términos de emisiones, el cual determinó un promedio de reducción anual de 982,547.82976 con una incertidumbre global acumulada de 506.15%.

Tabla 17. Incertidumbre asociada a la estimación total de emisiones de CO2 para el NREF y el periodo de los Resultados REDD+

Estadísticos	NREF (2000-2016) TonCO2/ha	Resultados REDD+(2016-2018) TonCO2/ha	Diferencias TonCO2/ha
Media anual (simulada)	6,554,122.90	5,592,790.56	961,332.33
Desviación Estándar	3,828,771.30	1,552,949.75	-3,916,392.59
Intervalo de confianza inferior (5%)	9,264,317.37	9,615,238.57	5,815,160.91
Intervalo de confianza superior (95%)	1,653,087.17	2,449,399.71	2,957,779.35
Límite Inferior (5 %)	4,901,035.73	3,143,390.85	-1,996,447.02
Límite Superior (95%)	8,207,210.06	8,042,190.27	3,919,111.69
Incertidumbre (U%)	29.25%	41.83%	506.15%

Nota: Todos los valores presentados en esta tabla corresponden a resultados de modelaciones hechas mediante metodología de Montecarlo (modelaciones basadas en aleatoriedad) considerando acumulación de errores.

5. Sistema de Información de Gestión de Bosques *y Monitoreo Forestal para REDD+ (SIGMOF).*

5.1 El SIGMOF y su Marco Legal e Institucional para la planeación y operación de las acciones de mitigación en el sector forestal con el mecanismo REDD+

La Secretaría de Recursos Naturales y Ambiente (Mi Ambiente+) es la instancia que coordina y acompaña institucionalmente la protección, conservación y manejo sostenible de los recursos naturales y vigila su cumplimiento a través de la política pública y la aplicación de su legislación, y encargada del seguimiento y ejecución de los mandatos establecidos en ley de Cambio Climático presentada en 2014 (LCC, Decreto No. 297-2013). En esta ley se establece la institucionalidad a Mi Ambiente+ para coordinar como punto focal ante la CMNUCC con las dependencias del Estado a través de la Dirección Nacional de Cambio Climático (DNCC), la cual lleva a cabo los Inventarios Nacionales de Gases de Efecto Invernadero (INGEI) del país y el desarrollo e implementación de programas y estrategias de mitigación sectoriales conforme a la Estrategia Nacional de Cambio Climático (ENCC, 2010) y así cumplir con los compromisos nacionales e internacionales de la CMNUCC (Decreto Ejecutivo PMC-022-2010).

La DNCC tiene órganos de consulta de apoyo político y técnico que son el Comité Interinstitucional de Cambio Climático (CICC) y su Comité Técnico Interinstitucional (CTICC) donde participan instituciones gubernamentales, municipalidades, sociedad civil, sector privado, colegios profesionales e instituciones académicas. El CTICC es un órgano vital ya que, mantiene el apoyo intersectorial a los instrumentos necesarios para llevar a cabo la planeación e implementación de la mitigación en todos los sectores, con su Unidad de Gestión y Monitoreo para el Cambio Climático (UGMCC) y la Unidad de Gestión Financiera para el Cambio Climático (UGEFCC).

En el Sector de Bosques y Biodiversidad el objetivo estratégico de la ENCC como se ha mencionado anteriormente en este primer Informe Bienal de Actualización (IBA), es el de reducir y limitar las emisiones de GEI, para contribuir voluntariamente a la mitigación de cambio climático y fortalecer procesos colaterales de sostenibilidad económica y ambiental. Y para la gestión, creación y establecimiento de medidas de mitigación en este sector, la LGCC menciona que es responsabilidad de Mi Ambiente en conjunto con la instancia a nivel de ministerio encargada del sector forestal que es el Instituto Nacional de Conservación y Desarrollo Forestal, Áreas Protegidas y Vida silvestre (ICF), que conforme a La Ley Forestal, Áreas Protegidas y Vida Silvestre, es la institución responsable de la administración y manejo de recursos forestales, incluyendo la protección, restauración, aprovechamiento, conservación, fomento, propiciando desarrollo sostenible, de acuerdo al interés social, económico, ambiental (LFAPVS, Decreto 098-2007).

En este sentido, Mi Ambiente a través de la DNCC y el ICF han establecido el mecanismo REDD+ para contribuir al cumplimiento del objetivo sectorial estratégico de mitigación, como el principal instrumento aglutinador de política pública y acciones de implementación, para la mitigación con respecto a la reducción de emisiones por deforestación y degradación evitada que se implementa a través de la operación del Programa Nacional de Recuperación de los Bienes y Servicios de Ecosistemas Degradados y el Programa Nacional de Conservación de Ecosistemas Terrestres (EN-REDD, 2019) así como el Programa Nacional de Reforestación (PNR) Bosque 030 ejecutado por el ICF.

Para operar e implementar de manera transversal las medidas de mitigación en la ENCC del sector forestal con el mecanismo REDD+ y sus programas, también se enmarcan dentro de la iniciativa Nacional del Plan Maestro de Agua, Bosque y Suelo, de la Visión de País y Plan de Nación (implementación de medidas y tecnologías de adaptación y mitigación en los distintos territorios y municipios del país de forma focalizada y diferenciada), que se alinea a los planes Nacionales de Mitigación y Adaptación de la Agenda Ambiental de la Ley General del Ambiente (Decreto 104-93, publicado el 30 de junio de 1993), vinculándose al ordenamiento y planificación territorial, y a su contribución a los Objetivos del Desarrollo Sostenible (ODS), principalmente en su Agenda Climática, también formulada y compuesta por actores de CICC y CTICC de la DNCC, para lograr la completa participación directa institucional del Estado y demás organizaciones sociales, y así responder de forma completa y articulada con las diversas instituciones y organizaciones del país y sus regiones al cumplimiento de los compromisos vinculantes con la CMNUCC y su acuerdo de París, en la reducción de CO₂ en actividades REDD+ relacionadas con cambio de uso del suelo.

El CTICC tiene comités temáticos que atienden y apoyan diversos temas y objetivos de mitigación en el sector forestal, donde está establecido el comité REDD+ para atender todos sus temas relevantes de apoyo financiero, formulación de política y estrategias, seguimiento a la implementación de programas, los resultados de reducciones, su evaluación, cumplimiento de sus salvaguardas y vigilancia del funcionamiento del mecanismo REDD+.

El marco legal e institucional del país logra facilitar la coordinación integral de los objetivos, estrategias, iniciativas, planes y programas para cumplimiento y seguimiento de compromisos de mitigación internacionales del sector forestal y el cambio climático, además de poder contar con espacios institucionales de participación para relacionar otros compromisos y tratados donde Honduras también es firmante, como la Convención sobre la Diversidad Biológica, la Convención de la Lucha contra la Desertificación, degradación de la Tierra y Sequía, la Convención sobre Humedales de Importancia Internacional (RAMSAR, por su siglas en Inglés), Tratados de la UNESCO, entre otros.

En este contexto a través de Mi Ambiente como punto focal y el ICF como ente operativo, en el Acuerdo No. 002-2019 se encuentra formalizado el Sistema de Gestión para la Información y Monitoreo Forestal (SIGMOF) como la plataforma oficial del ICF y el Estado de Honduras para la divulgación de información oficial y detallada de todo lo relacionado con el sector forestal incluyendo los aspectos relevantes, como el monitoreo del estado de los bosques del país y los datos desarrollados del INGEI-USCUSS, con el objetivo de “atender la generación de información,

consulta, interpretación y publicación de la información, estadística relacionada al estado actual de los bosques, cambios y usos de la tierra, así como los ecosistemas, para la toma de decisiones que garanticen su sostenibilidad y responder a compromisos adquiridos por el país en materia forestal”. El acuerdo No. 002-2019, es un instrumento legal de formalización del SIGMOF que sienta las bases jurídicas para sus arreglos institucionales que permitan su operación, su continua mejora y la creación de una plataforma marco que facilite concertar convenios con las entidades, instituciones y organizaciones específicas que se requieran para fortalecerlo (D. 10/CP.19).

El SIGMOF como plataforma e instrumento oficial se encuentra regido por la Ley de Transparencia que se integra en el Sistema de Información Nacional (Decreto 170-2006, publicado 30 de diciembre 2006), con el ICF como ente responsable del sector es encargado de poner a disposición toda la información que se genere y sus reportes de manera detallada, de forma transparente y de acceso público, con excepciones previstas por la ley vigente con su discrecionalidad definida previamente y debidamente justificada por el ICF.

Por lo tanto el SIGMOF en la República de Honduras es un instrumento de operación fundamental para ejecutar el diagnóstico, la formulación, propuesta y actualización de objetivos y metas cuantitativas (NREF), su medición, el monitoreo, el reporte y la evaluación de los programas que se implementan en el sector forestal para realizar las acciones para la mitigación del cambio climático, en especial la estrategia REDD+, que cuenta con un marco sólido legal e institucional para garantizar la sostenibilidad a largo plazo del sistema (Figura 10).

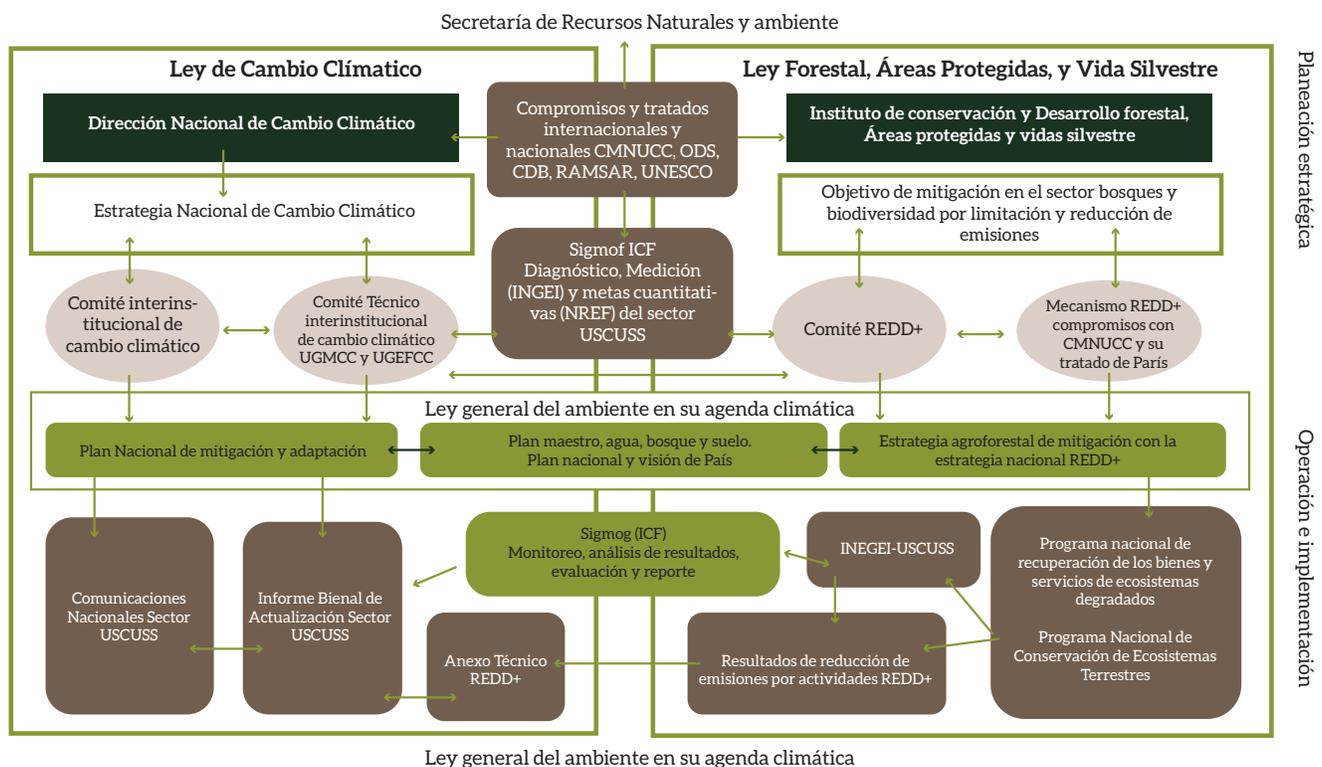


Figura 10. Marco legal e institucional del SIGMOF como instrumento fundamental en la planeación, operación, implementación, monitoreo, evaluación y reporte de las medidas y acciones de Mitigación REDD+.

5.2 Descripción de los componentes y características del SIGMOF

El SIGMOF tiene una visión amplia para proveer de información sobre el sector forestal, como se menciona anteriormente en su objetivo principal, siendo una de sus funciones principales la operación del sistema MRV para el mecanismo REDD+ y sus reportes relacionados, el cual, a su vez, fue parte de los principios y bases de su creación. Para fines del presente anexo técnico nos centraremos en la descripción de SIGMOF para MRV de REDD+.

El desarrollo del SIGMOF comenzó en la fase de preparación para REDD+ en 2013 con apoyo del Fondo Cooperativo para el carbono en los Bosques (FCPF) y el Programa ONU-REDD y concretándose en 2019 con su conceptualización, diseño, operación e implementación. Es un sistema nacional robusto y transparente para la medición, reporte y verificación, con una mejora continua, que es parte de los pilares fundamentales para acceder al Mecanismo REDD+ de la CMNUCC para recibir pago por las acciones resultantes de la reducción de emisiones (Decisión 1/CP.16). La base principal del diseño del SIGMOF fueron los métodos utilizados para el Nivel de Referencia presentado en 2017 para la actividad de deforestación, por lo tanto, su implementación se realizó en paralelo con la operación del sistema en la construcción del primer NREF presentado en 2017 y en la actualidad se implementa en la estimación y reporte de resultados REDD+ del presente Anexo Técnico.

El SIGMOF durante su proceso de diseño, en su constante mejora y en su operación e implementación, toma en cuenta el cumplimiento de la decisión 4/CP. 15 Párrafo 1 (c) y (d), incorporando para todos sus procesos de contabilidad de carbono, el uso de las directrices de 2006 del IPCC y las orientaciones sobre las Buenas Prácticas para Uso de la Tierra, Cambio de Uso de la Tierra y Silvicultura (IPCC 2003), como base metodológica para estimar las emisiones antropogénicas y las absorciones por los sumideros de gases de efecto invernadero, así como sus reservas de carbono en sus tipos de bosque, y se encuentra establecido de acuerdo a sus circunstancias y capacidades nacionales, usando los mecanismos institucionales, sistemas nacionales de información, herramientas tecnológicas para el manejo almacenamiento, análisis y el acceso de datos en línea (Acuerdo No. 002-2019). El diseño y las mejoras del SIGMOF a cargo del ICF también cuenta con un proceso participativo de instituciones nacionales vinculadas con el monitoreo, la academia y el apoyo técnico y financiero de iniciativas nacionales e internacionales como el Programa de Adaptación al Cambio Climático en el Sector Forestal (CLIFOR) y el programa ONU REDD respectivamente. El SIGMOF fue lanzado y oficializado en noviembre del 2019 por las autoridades de ICF con la participación de entidades gubernamentales, cooperación internacional, sociedad civil entre otras.

El SIGMOF tiene un enfoque integrado en el cual se combinan tecnologías de percepción remota de sistemas de información geográfica con mediciones en terreno de carbono en los bosques para verificar su estado. Es un instrumento que unifica y centraliza la información generada para la contabilización de carbono y cuenta con cinco componentes principales para la medición, reporte y verificación de emisiones antropogénicas por fuentes y absorciones por sumideros. Sus

componentes son (SIGMOF 2020, en: http://sigmof.icf.gob.hn/?page_id=4596, Acuerdo No.002-2019):

- a) Un sistema de información para el análisis de datos espaciales provenientes de los Sistemas Satelitales de Monitoreo Terrestre (SSMT), que genera y dispone información oficial, clara y detallada sobre la cobertura forestal actual, sus pérdidas y ganancias de la cobertura forestal que representan los datos de actividad (DA) en donde se identifican los fenómenos de deforestación, degradación o aumento de área de bosque.
- b) Un Inventario Nacional Forestal (INF) periódico (tres ciclos) que a través de la ENF proporciona información oficial y detallada sobre el estado del bosque, para conocer los reservorios y depósitos de carbono forestal y su dinámica, y así estimar los factores de emisión (FE) de dióxido de carbono de los tipos de bosque en Honduras.
- c) Un Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero del sector Uso del Suelo Cambio de Uso del Suelo y Silvicultura (INGEI-USCUSS), que se obtiene de los insumos de los dos primeros componentes, sobre emisiones y absorciones de CO₂, debido a cambio en la cobertura de tierras forestales que se convierten a otras tierras, otras tierras que se convierten a tierras forestales y tierras forestales que permanecen como tierras forestales.
- d) Reportes del estado de los bosques, emisiones y absorciones del sector forestal del INGEI en USCUSS en conformidad con los lineamientos para cumplimiento de los compromisos nacionales e internacionales, como las comunicaciones nacionales ante la CMNUCC, el Informe Bienal de Actualización, la Propuesta de Nivel de Referencia y el Anexo Técnico de resultados para REDD+. Y otros reportes importantes para el sector forestal que se realizan en coordinación con las estancias o dependencias gubernamentales que los requieren.
- e) Una plataforma tecnológica de acceso libre de consulta y visualización, para la divulgación de información oficial, debido a sus obligaciones de sistematización y la naturaleza del SIGMOF que se basa en sistemas existentes del ICF. Es una herramienta en línea que se puede ingresar en el siguiente enlace: <http://sigmof.icf.gob.hn/>. Donde se puede verificar a detalle la información usada para elaborar insumos, informes y reportes nacionales e internacionales. En ella también se puede acceder a diferentes plataformas del ICF que se utilizan para la generación de datos y análisis generales para el sector forestal, como el Sistema Nacional de Información Forestal (SNIF), Infraestructura de datos espaciales del sector Forestal (IDE, forestal), Sistema de Rastreabilidad de Madera (SIRMA), Inventario Nacional Forestal (INF) y el Sistema de Monitoreo Integral (SIMONI). En la plataforma tecnológica los procesos de generación de información, visualización y consulta más importantes que se coordinan, son referentes a los objetivos principales de sus componentes para el mecanismo REDD+ en su sistema MRV, que son el estado y dinámica de cobertura forestal o los datos de actividad (cartografía oficial), los factores de emisión que se obtienen del Inventario Nacional Forestal y los INGEI de USCUSS, información que se puede consultar en el siguiente enlace del SIGMOF: http://sigmof.icf.gob.hn/?page_id=4596.

Para todos los componentes el SIGMOF se han establecido de manera transversal los protocolos, métricas, instrumentos técnicos y las herramientas tecnológicas que permiten estandarizar los procesos y flujos de información con los cuales opera, tal como se describe en los métodos y protocolos para la operación técnica de generación de información, análisis y resultados en la sección 4 del presente anexo técnico para los datos de actividad, factores de emisión y las estimaciones de carbono por deforestación.

El sistema se ha construido y se consolida bajo los “principios y características de transparencia, consistencia, exactitud, completitud, precisión, comparabilidad, interoperabilidad, participación e inclusión. Además de que procura una eficiente coordinación institucional, libre acceso a la información, su permanencia, sostenibilidad en el tiempo, su actualización y mejoramiento continuo para la rendición de cuentas y respeto a las salvaguardas, obteniendo datos y generando información requerida por el país, en el marco de acuerdos y procesos internacionales” (Acuerdo No. 002-2019) (D. 11/CP9).

De esta manera el ICF ha desarrollado el SIGMOF como un sistema robusto y transparente de monitoreo sobre la cobertura forestal y uso de la tierra, ecosistemas y cambio climático que es capaz de generar información de calidad, verificable y de naturaleza oficial (D.9/CP19). Los componentes del SIGMOF y sus principales funciones y objetivos se ilustran en la figura 11.

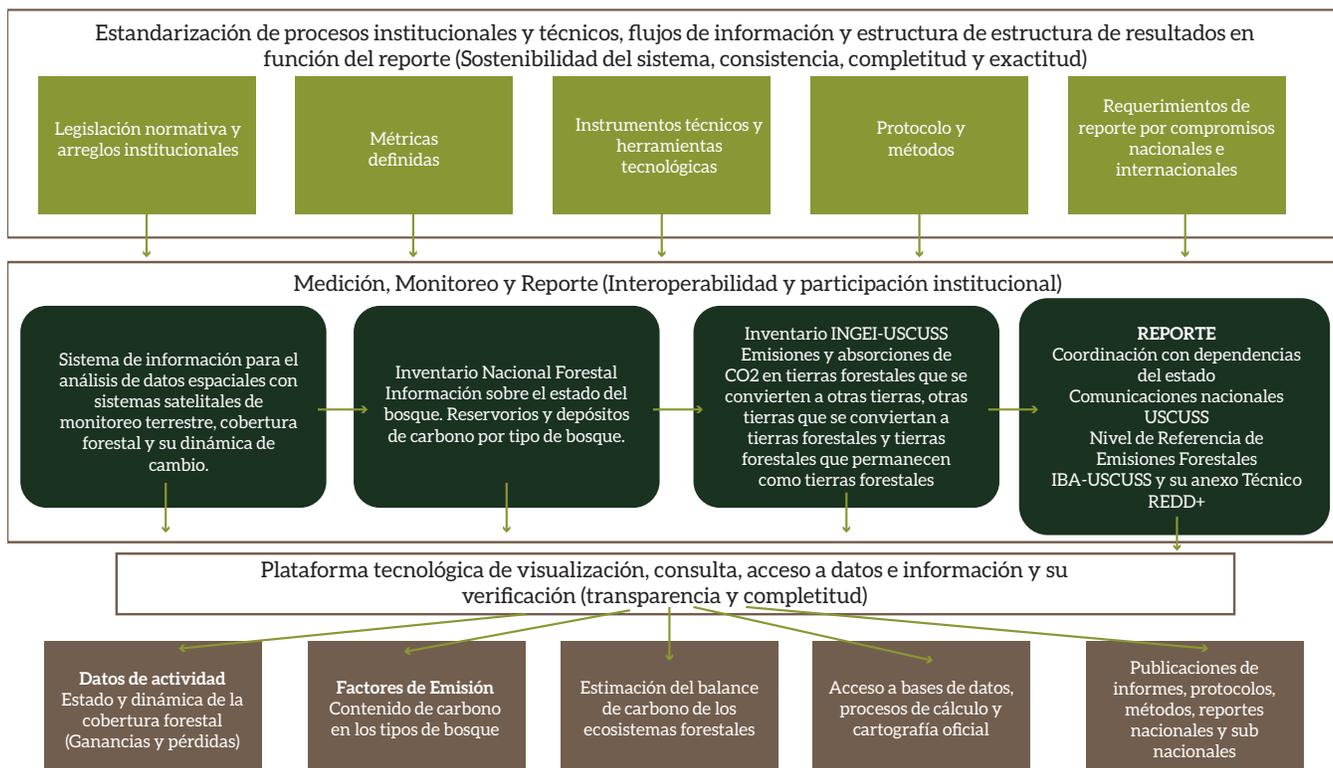


Figura 11. Componentes, objetivos, principios y características en el diseño para la operación e implementación del SIGMOF para MRV del Mecanismo REDD+.

5.3 Funciones y responsabilidades institucionales para la operación e implementación del SIGMOF

El ICF es el responsable de la coordinación, funcionamiento y operación del SIGMOF que está conformado por un Consejo Consultivo que dicta su marco de gobernanza, integrado por representantes del Departamento de Cambio Climático y Bosques (DCCB), Centro de Información y Patrimonio Forestal (CIPF), Departamento de Manejo y Desarrollo Forestal (DMDF), Departamento de Salud y Sanidad Forestal (DSSF) y el Departamento de Protección Forestal (DPF). El consejo también cuenta con una Unidad Coordinadora conformada por el CIPF y el DCCB.

El Consejo Consultivo es el responsable de reglamentar la operación y funcionamiento del SIGMOF, dar recomendaciones para su operación en función de los compromisos internacionales y nacionales, identificar fuentes de financiamiento para su fortalecimiento, revisar los requerimientos del comité técnico para determinar la pertinencia de su aplicación, generar alianzas para fortalecer al equipo técnico operativo, definir los mecanismos para facilitar información de los reportes nacionales relacionada con el sector forestal y establecer mesas técnicas para la incorporación de nuevos elementos de información y análisis del SIGMOF.

La Unidad de Monitoreo Forestal del CIPF creada en 2011, con la formalización del SIGMOF pasa a ser la “Unidad Técnica del SIGMOF”, que tiene como función principal la coordinación y operación del sistema, sirviendo de secretaría al Consejo Consultivo para comunicar todo lo referente al desarrollo de actividades del SIGMOF.

Sus principales responsabilidades para el funcionamiento integral del SIGMOF son; la planificación e implementación de acciones prioritarias donde interviene el SIGMOF y asegurar su cumplimiento de acuerdo a los compromisos adquiridos; la generación de productos, procesos, insumos y su normalización metodológica; aplicar las recomendaciones estratégicas operativas del consejo consultivo y comunicar a la Unidad Coordinadora los aspectos relevantes del accionar del SIGMOF; comunicar los aspectos relevantes a la Unidad Coordinadora; presentar requerimientos de mejora del SIGMOF, su alcance y posibles fuentes de financiamiento, generar insumos a solicitud del Consejo Consultivo y la propuesta de creación y acompañamiento de mesas técnicas temáticas para satisfacer necesidades de información que involucren al SIGMOF.

La Unidad de Monitoreo Forestal también ha funcionado desde su origen en 2011 como la dependencia de ICF, encargada de operar los sistemas de información para los análisis espaciales o los datos de actividad. Tiene la responsabilidad de monitorear y medir la cobertura forestal y su dinámica, realizar los análisis de datos sobre cobertura forestal, su estado, las ganancias y pérdidas; centraliza las bases de datos espaciales de los Departamentos y Regiones Forestales en la Infraestructura de Datos Espaciales (IDE, Forestal) y elabora y aplica la normativa de gestión de calidad de información espacial y su estandarización de bases de datos para la consulta.

El componente del Inventario Nacional Forestal (INF) a partir del cual se obtienen los Factores de Emisión se encuentra a cargo del Departamento de Manejo y Desarrollo Forestal, responsable

de la Evaluación Nacional Forestal que realiza “un proceso sistematizado de verificación del valor de los beneficios del bosque y árboles para la planeación Estratégica” (ICF, 2017). El INF se actualiza de manera periódica (ciclos de inventario), en coordinación y colaboración con otras instituciones competentes. Las tareas incluyen; la recopilación, levantamiento de datos de campo, organización/procesamiento y análisis de la información relacionada con los bosques a nivel nacional y la obtención de sus indicadores, entre ellos, los relacionados con su indicador sobre el potencial de almacenamiento de carbono en ecosistemas forestales que es utilizado en el SIGMOF en este componente para el Reporte REDD+.

Para la contabilidad general de carbono en el componente de INGEI-USCUSS la Unidad Técnica del SIGMOF se encarga también de realizar las estimaciones, estandarizar los datos y centralizar las estimaciones del sector USCUSS de sus absorciones y emisiones en las tierras forestales y así ser consistente con la información del sector en la contabilidad de carbono de gases de efecto invernadero que se proporciona para diferentes reportes y armonizarlos. De igual manera la Unidad Técnica del SIGMOF en su carácter de integrar el sistema MRV para los procesos de estimación, se encarga de la plataforma tecnológica del SIGMOF para la consulta y acceso a los datos generados para los datos de actividad, factores de emisión, el INGEI-USCUSS y publicación de reportes del sector. La Unidad Técnica del SIGMOF es responsable de coordinar la operación de la plataforma tecnológica del SIGMOF y capacitar en la administración y uso, al personal técnico, para alimentar las bases de datos y disponer de información según los requerimientos de reportes y el formato de su publicación en línea para que se consulte a detalle la información si se requiere ser verificada.

Para proporcionar la información en los reportes del sector forestal, el SIGMOF se coordina con el Departamento de Cambio Climático y Bosques (DCCB) del ICF, quien es el enlace con la Dirección Nacional de Cambio Climático de MiAmbiente+, y este se encarga de supervisar y revisar los requerimientos de la información que se genera y es pertinente generar conforme a la planeación nacional referente a las estrategias e implementación de acciones para el mecanismo de mitigación REDD+.

De esta manera la Dirección Nacional de Cambio Climático de MiAmbiente+ como punto focal ante la CMNUCC, se encarga de integrar y reportar los INGEI para todos los sectores en las Comunicaciones Nacionales para informar sobre las emisiones de país y es responsable de reportar las metas, medidas y resultados de mitigación de cada sector, como en el sector USCUSS donde integra la información generada por el SIGMOF en los NREF, los informes de Actualizaciones Bienales y sus Anexos de resultados REDD+. En este sentido, y como instrumento fundamental para la integración de los reportes, MiAmbiente+ a través de la DNCC apoya los procesos del SIGMOF para el cumplimiento de sus funciones y operación, a través de la Unidad de Gestión y Monitoreo de Cambio climático (UGMCC) y la Unidad de Gestión Financiera de Cambio Climático (UGE FCC) que forman parte de la DNCC, y el Comité Técnico Interinstitucional de Cambio Climático que coordina la DNCC como plataforma técnica de consulta y socialización de los procesos de cambio climático en el país.

En un contexto general MiAmbiente+ apoya al ICF en el fortalecimiento técnico y necesidades financieras para la sostenibilidad a largo plazo del SIGMOF.

El SIGMOF se ha construido y consolidado en la actualidad según las circunstancias nacionales con base a los arreglos institucionales, fundamentos legales y capacidades técnicas institucionales existentes, pero también, en el proceso, se han creado mecanismos institucionales necesarios y capacidades nacionales que han favorecido al sector forestal con la operación actual del SIGMOF que permite llevar un proceso continuo de establecimiento de metas de mitigación, su medición y monitoreo para poder reportar los resultados que se muestran en el presente reporte. En la tabla 18 se resume el funcionamiento institucional para todos los componentes del SIGMOF.

Instituciones y órganos internos	Dependencias operativas	Componente SIGMOF	Función o Rol	Fundamento legal
Instituto Nacional de Conservación y Desarrollo Forestal, Áreas Naturales y Vida Silvestre	Centro de Información y Patrimonio Forestal (CIPF) Departamentos de cambio Climático y bosques, de Manejo y Desarrollo Forestal, de Salud y Sanidad Forestal y de Protección Forestal	Operación y funcionamiento Integral del SIGMOF	- Órgano de gobernanza que Supervisa la Generación de información en función del quehacer institucional del ICF con respecto a los compromisos internacionales y nacionales.	Acuerdo No. 002-2019
		Operación y funcionamiento Integral del SIGMOF	-Realiza la coordinación técnica para su operación y las mejoras técnicas para el fortalecimiento del sistema y su alcance.	Acuerdo No. 002-2019
		Datos de actividad	-Monitoreo y medición del comportamiento de los recursos naturales aplicado al cambio de cobertura forestal, cambio climático, perturbaciones naturales y antropogénicas, mediante la utilización de sistemas de teledetección, generando y sistematizando bases geoestadísticas medibles en el tiempo y actualizables.	Acuerdo No. 010-2011 y 002-2019

	Centro de Información y Patrimonio Forestal (CIPF)	Unidad Técnica del SIGMOF	INEGEI-USCUSS y su Reporte	<ul style="list-style-type: none"> -Estimación de absorciones y emisiones de las tierras forestales para USCUS con las directrices y Métodos del IPCC. -Proporciona información y facilita su vinculación y flujo de información para elaborar los reportes de Gases de Efecto Invernadero y los resultados de acciones de mitigación del sector USCUS. 	Acuerdo No. 002-2019
		Unidad Técnica del SIGMOF	Plataforma tecnológica SIGMOF de acceso a información y verificación	<ul style="list-style-type: none"> -Proporciona acceso libre a la información del sector forestal sobre MRV, sus funciones, procesos de análisis y resultados de los productos y reportes del SIGMOF. -Publica los reportes e informes del sector forestal como los INGEI, NREF y los Resultados REDD+. -Facilita la revisión de protocolos y métodos sobre el proceso que se realiza para la medición, monitoreo y reportes del SIGMOF. 	Acuerdo No. 002-2019
	Sub dirección Manejo y de Desarrollo Forestal	Departamento de Manejo y Desarrollo Forestal	Factores de emisión	<ul style="list-style-type: none"> -Evaluación el estado de los bosques mediante el Inventario Nacional Forestal periódico de la Evaluación Nacional Forestal. -Realiza el análisis de las variables levantadas en campo para el indicador de potencial de almacenamiento de carbono en ecosistemas forestales y sus factores de emisión. 	LFAPVS, art. 18
	Sub Dirección Manejo y de Desarrollo Forestal	Departamento de Cambio Climático y Bosques	Reporte	<ul style="list-style-type: none"> - Realiza la vinculación con la Dirección de Coordina, supervisa y evalúa que los reportes del sector forestal estén acordes a los Planes, Estrategias y Objetivos de Mitigación. -Apoya en la planeación e implementación de la Estrategia REDD+ y revisa sus resultados por actividades REDD+. 	Resolución 142-2010

Secretaría de Recursos Naturales y Ambiente (MiAmbiente+)	Secretaría de Recursos Naturales y Ambiente (MiAmbiente+)	Dirección Nacional de Cambio Climático	Reporte	-Integra la información y elabora los Reportes para todos los sectores ante la CMNUCC. -Elabora para la sección de USCUS, las Comunicaciones Nacionales y Remite Nivel de Referencia de Emisiones Forestales, Informes Bienales de Actualización y sus Anexos Técnicos de Resultados REDD+ a la CMNUCC.	LCC, Decreto 297-2013 y Decreto Ejecutivo PMC-022-2010
		Comité Técnico Interinstitucional de Cambio Climático	Operación y funcionamiento integral del SIGMOF	-Apoyo a largo plazo en el fortalecimiento técnico y financiero del SIGMOF.	

5.4 Mejoras realizadas al SIGMOF y planificación de mejora técnicas y fortalecimiento institucional

El SIGMOF en sus principios de mejora continua y con su enfoque gradual de construcción y actualización del NREF de Honduras, conforme a la decisión 12/CP.17, párrafo 10., se ha mejorado técnicamente considerando las áreas de oportunidad en la Evaluación Técnica del NREF presentado en 2017 y que ya han sido implementadas en el SIGMOF y aplicadas en la construcción de la actualización del NRF presentado en 2020 que son:

- La Inclusión de todas las actividades REDD+ incluyendo la degradación de bosques en el nivel de referencia de emisiones forestales y para su medición, monitoreo y reporte en el SIGMOF.
- La colecta de datos de actividad en línea con los umbrales de la definición de bosque
- La estimación de factores de emisión de todos los tipos de bosque incluido el Manglar a partir del Inventario Nacional Forestal.
- Se incrementó el tamaño de la muestra de unidades de muestreo para la colecta de variables dasométricas
- Se incluye la incertidumbre asociada a la estimación de los factores de emisión
- Se tiene acceso público en la plataforma tecnológica del SIGMOF a toda la información necesaria para reconstruir los NREF presentados (2017 y 2020) y los Resultados REDD+ para cumplir con la completitud de las estimaciones realizadas en las revisiones técnicas.

No obstante Honduras con el instrumento del SIGMOF para cumplir con un proceso de estimación más transparente, completo y exacto ha identificado de manera esencial para continuar con el proceso de mejora los siguientes elementos:

- La inclusión de gases no CO₂ derivados de los incendios forestales y la quema de biomasa debida a procesos de cambio de tierras forestales a otras tierras.
- Identificar y cuantificar los efectos en emisiones por perturbaciones por plagas y enfermedades forestales que pueden ocasionar deforestación o degradación.

- Desarrollo de ecuaciones alométricas específicas para especies y tipos de bosque para Honduras.
- Incluir el depósito de suelos minerales y orgánicos
- Enfoque anidado para reportes subnacionales que se operará para la Estrategia REDD+.

6. Información Necesaria

para la reconstrucción de los resultados.

Se presenta para propósitos de REDD+ la información completa para la reconstrucción de los resultados por la actividad de deforestación y emisiones reducidas del periodo 2016 a 2018 y también la información necesaria para comprobar que los resultados de emisiones reducidas son consistentes con el NREF presentado en 2017. A continuación, se presentan la descripción de la información la cual se encontrará disponible en la Plataforma tecnológica del SIGMOF de bases de datos tabulares, datos geográficos y sus metadatos, procesos de cálculo para las estimaciones, documentación e información estadística de los resultados.

1. Mapa base de cobertura forestal y uso de suelo 2012
2. Mapa de tipología de bosques de Honduras
3. Máscara de bosque y no bosque
4. Mapas de cambio formato raster detectados automáticamente y editados de los periodos 2000-2006, 2006-2012, 2012-2016 y 2016-2018.
5. Mapas finales de cambio segmentados en formato vector de los periodos 2000-2006, 2006-2012, 2012-2016 y 2016-2018.
6. Malla de muestreo aleatoria (segmentos utilizados) en formato vector y su estratificación para determinar la exactitud temática de los mapas de cambio.
7. Bases de datos para determinar la exactitud temática.
8. Bases de datos tabulares de cobertura y cambios derivados de los mapas de cambio
9. Bases de datos dasométricas de las unidades muestra y parcelas usadas para el cálculo de los depósitos de carbono biomasa aérea, subterránea, madera muerta y hojarasca.
10. Bases de datos, procedimientos de cálculo del contenido de carbono y su incertidumbre asociada en la biomasa aérea y subterránea en árboles vivos y muertos por tipo de bosque.
11. Bases de datos, procedimientos de cálculo del contenido de carbono y su incertidumbre asociada de la madera muerta por tipo de bosque.
12. Bases de datos y procedimientos de cálculo del contenido de carbono y su incertidumbre asociada de la hojarasca por tipo de bosque.
13. Bases de datos y procedimientos de la estimación de emisiones por tipo de bosque, su incertidumbre asociada y la propagación del Error.

- Alberto, D. M., & Elvir, J. A. (2005). Acumulación y fijación de carbono en biomasa aérea de *Pinus oocarpa* en bosques naturales de Cabañas, La Paz. *Tatascán*, 17(2).
- Brown, J.K., 1974. Handbook for inventorying downed woody material (Gen. Tech. Rep. INT-16.). Department of Agriculture, Forest Service, Intermountain Forest and Range Experiment Station., Ogden, UT: U.S.
- Brown, J. K. 1971. A Planar Intersect Method for Sampling Volume and Surface Area. *For. Sci.* 17:96-102.
- Chave, J., Réjou-Méchain, M., Búrquez, A., Chidumayo, E., Colgan, M. S., Delitti, W. B.,... & Henry, M. (2014). Improved allometric models to estimate the aboveground biomass of tropical trees. *Global change biology*, 20(10), 3177-3190.
- CCAD. (2004). Sistematización de la Experiencia Del Proceso Nacional de Criterios e Indicadores de Ordenación Forestal Sostenible para los Bosques de Honduras. Técnico, Convención Centroamericana de Ambiente y Desarrollo, Estrategia Forestal Centroamericana, Tegucigalpa, M.D.C.
- Cochran, W. G. (1977). *Sampling techniques* (3rd ed.). New York: John Wiley & Sons.
- ESRI 2011. *ArcGIS Desktop: Release 10*. Redlands, CA: Environmental Systems Research Institute.
- Ferreira, R. O. (2005). *Herramientas para el manejo Forestal: Inventario Forestal*. Siguatepeque, Honduras. 141p.
- Gislason, P. O., Benediktsson, J. A., & Sveinsson, J. R. (2006). Random forests for land cover classification. *Pattern Recognition Letters*, 27(4), 294-300.
- Gobierno de Honduras. 2008. *Ley Forestal, Áreas Protegidas y Vida Silvestre*. Decreto 98-2007, publicado el 26 de febrero de 2008.
- Gobierno de Honduras. 1993. *Ley General del Ambiente*. Decreto 104-93, publicado el 30 de junio de 1993
- Gobierno de Honduras. 2014. *Ley de Cambio Climático*. Decreto 297-2013, publicado el 10 de noviembre de 2014.
- Gorelick, N., Hancher, M., Dixon, M., Ilyushchenko, S., Thau, D., & Moore, R. (2017). Google Earth Engine: Planetary-scale geospatial analysis for everyone. *Remote Sensing of Environment*, 202, 18-27.
- Hansen, M. C., P. V. Potapov, R. Moore, M. Hancher, S. A. Turubanova, A. Tyukavina, D. Thau, S. V. Stehman, S. J. Goetz, T. R. Loveland, A. Kommareddy, A. Egorov, L. Chini, C. O. Justice, and J. R. G. Townshend. 2013. "High-Resolution Global Maps of 21st-Century Forest Cover Change." *Science* 342 (15 November): 850-53. Data available from: earthenginepartners.appspot.com/science-2013-global-forest.
- Instituto Nacional de Conservación y Desarrollo Forestal, Áreas Naturales Protegidas y Vida Silvestre (ICF). 2019. Acuerdo ministerial No. 002-2019. Formalización del Sistema de Información para la Gestión y Monitoreo Forestal. Tegucigalpa, 18 de enero de 2019.
- Instituto Nacional de Conservación y Desarrollo Forestal, Áreas Naturales

- Protegidas y Vida Silvestre (ICF). 2011. Acuerdo ministerial No. 010-2011 Creación de la Unidad de Monitoreo Forestal en el ICF. Tegucigalpa, 27 de abril de 2011.
- Instituto Nacional de Conservación y Desarrollo Forestal, Áreas Naturales Protegidas y Vida Silvestre (ICF). 2010. Resolución de MP- 142-2010. Creación del Departamento de Cambio Climático. Tegucigalpa, 6 de agosto de 2010.
- Instituto Nacional de Conservación y Desarrollo Forestal, Áreas Naturales Protegidas y Vida Silvestre (ICF) y Programa Regional REDD/CCAD-GIZ (2014). Manual de Campo Para el Establecimiento de las UM y Parcelas 2014-2015, Evaluación Nacional Forestal y de Biodiversidad II Etapa de Honduras. Técnico, ICF, Inventario Nacional Forestal, Tegucigalpa, M.D.C.
- Instituto Nacional de Conservación y Desarrollo Forestal, Áreas Naturales Protegidas y Vida Silvestre. ICF. (2017). Resultados de la Evaluación Nacional Forestal de Honduras. Tegucigalpa MDC, Honduras: Proyecto de Modernización del Sector Forestal de Honduras, EuroFor MOSEF.
- Olofsson, P., Foody, G. M., Herold, M., Stehman, S. V., Woodcock, C. E., & Wulder, M. A. (2014). Good practices for estimating area and assessing accuracy of land change. *Remote Sensing of Environment*, 148, 42-57.
- Orfeo ToolBox (OTB). (2002). Open Source processing of remote sensing images. <https://www.orfeo-toolbox.org/> (Acceso en enero de 2020)
- Penman, J., Gytarsky, M., Hiraishi, T., Krug, T., Kruger, D., Pipatti, R., Buendia L., Miwa K., Ngara T., Tanabe K., & Wagner, F. (2003). Good practice guidance for land use, land-use change and forestry. Good practice guidance for land use, land-use change and forestry. Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). Japan.
- QGIS Development Team. (2015). QGIS Geographic Information System. Open Source Geospatial Foundation Project. URL: <http://qgis.osgeo.org>.
- Mi Ambiente+ y ONU-REDD+. 2019. Estrategia Nacional REDD+ Honduras. Tegucigalpa, Honduras. 241 p.
- Rivera-Monroy, V; Castañeda-Moya, E; Carrasco, J; Caviedes, V. 2013. Análisis de carbono orgánico total en manglares del Parque Nacional Jeannette Kawas. Tela, Honduras. 29 p.
- Secretaría de Agricultura y Ganadería (SAG)-Asociación Forestal del Estado, Corporación Hondureña de Desarrollo Forestal (AFE-COHDEFOR). (2005). Manual para levantamiento de campo para la Evaluación Nacional Forestal 2005. Técnico, AFE-COHDEFOR, Unidad Técnica de Evaluación Nacional Forestal, Tegucigalpa, M.D.C
- Van Wagner, C.E., (1982). Practical aspects of the line intersect method (Information Report PI-X-12). Canadian Forestry Service, Petawawa National Forestry Institute. Chalk River, Ontario, Canada.
- Wenzel, M. 2016. Supervisión de la II etapa de la Evaluación Nacional Forestal y de la Biodiversidad. UNIQUE Forestry and Land Use GmbH. Freiburg, Alemania.
- Zanne, A. E., Lopez-Gonzalez, G., Coomes, D. A., Ilic, J., Jansen, S., Lewis, S. L., ... & Chave, J. (2009). Global wood density database. *Dryad*.



Mi Ambiente+
Donde todos somos parte

The logo for "Mi Ambiente+" consists of the words "Mi Ambiente" in a blue, cursive script font, followed by a green plus sign. Below this, the slogan "Donde todos somos parte" is written in a smaller, green, sans-serif font.