

Análisis Multitemporal de Cobertura y Uso del Suelo en Áreas Protegidas Costero-Marinas de Honduras

Cuantificación de ganancias y pérdidas de cobertura forestal · Periodo 2020–2025



Proyecto: Conservación de la Biodiversidad Costera-Marina Basada en la Comunidad (2025–2030)

Consultoría: COLPROFORH · Financia: Gobierno de Canadá · Implementa: UICN

Contexto del proyecto

La **UICN** impulsa, con financiamiento del **Gobierno de Canadá**, el proyecto de **Conservación de la Biodiversidad Costera-Marina Basada en la Comunidad** (2025–2030), orientado a mejorar la salud de los ecosistemas costero-marinos del Caribe y el Pacífico hondureño.

La iniciativa opera bajo un enfoque de derechos y el principio de Soluciones Basadas en la Naturaleza (SbN), beneficiando a pueblos indígenas, afrodescendientes, mujeres y jóvenes. En este marco, COLPROFORH desarrolla el análisis multitemporal que establece la línea base cartográfica y estadística del proyecto.

Protección

Vía estratégica

Uso sostenible

Vía estratégica

Restauración

Vía estratégica



Costas del Caribe y el Pacífico hondureño

Objetivo general y específicos

GENERAL

Realizar un análisis multitemporal de la cobertura del suelo en áreas protegidas costero-marinas de Honduras, identificando ganancias y pérdidas de ecosistemas clave entre 2020 y 2025, para establecer la línea base cartográfica y estadística del proyecto y calcular la tasa de deforestación del periodo.

1

Recopilar y procesar

Datos de teledetección (Sentinel-2, GEE) para cuantificar cambios en índices de vegetación como NDVI, con homogeneidad temporal y corrección de distorsiones.

2

Generar productos

Mapas temáticos, estadísticas y reportes que identifiquen mejora o deterioro en ecosistemas clave —manglares y humedales— para orientar la planificación.

3

Verificar en campo

Validar la precisión de los resultados satelitales en sitios prioritarios, e identificar la naturaleza y causas reales de los cambios detectados.

Alcance de la consultoría

Análisis multitemporal de la cobertura vegetal en áreas protegidas costeras y de conservación de las costas atlántica y pacífica, abarcando 12 municipios priorizados por el proyecto.

La consultoría comprende

- Recopilación y organización de datos de teledetección (Sentinel-2, Google Earth Engine) e información cartográfica oficial.
- Procesamiento satelital con correcciones atmosféricas, radiométricas y geométricas.
- Cálculo de índices espectrales (NDVI, entre otros) para evaluar salud y densidad de la vegetación.
- Identificación de cambios 2020–2025: pérdidas, ganancias y tasa de deforestación.
- Clasificación de cobertura con aprendizaje automático y detección cronológica de cambios.
- Alineación con el Marco Global de Biodiversidad Kunming-Montreal y los ODS.

No incluye

- Actividades fuera del periodo 2020–2025.
- Proyecciones más allá de 2030.
- Intervenciones directas de restauración.
- Incidencia política o legal: el trabajo se limita a herramientas técnicas SIG y análisis geoespacial.

Productos por entregar

01

PRODUCTO

Informe técnico de avances

Recopilación de insumos y metodología para procesar datos de teledetección y cuantificar cambios en índices de vegetación. Incluye criterios de clasificación, fuentes, cronograma y base de datos geoespacial inicial.

02

PRODUCTO

verificación de campo

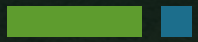
Metodología de verificación, resultados cuantitativos y cualitativos, comparación con teledetección y causas de cambio. Anexos: fotografías georreferenciadas, puntos de campo y shapefiles validados.

03

PRODUCTO

Informe final integrado

Integra los Productos 1 y 2 más ajustes de campo: mapas temáticos, estadísticas y tasas de deforestación. Incluye geodatabase, material de socialización y bibliografía APA.



01

Área de estudio

Dos paisajes estratégicos priorizados en las costas atlántica y pacífica de Honduras.

Dos paisajes, doce municipios

El proyecto se desarrolla en clusters territoriales distribuidos en dos paisajes estratégicos que delimitan las zonas de análisis multiespectral y de verificación en campo.

Litoral Atlántico

288,855.26 ha

Áreas costeras y marino-costeras de alta biodiversidad en Cortés, Atlántida y Colón. Clusters: Bahía de Tela, Ceiba Jutiapa, Omoa, Zambuco y Cuero Salado.

Golfo de Fonseca

37,600.88 ha

Región pacífica de manglares, humedales y uso comunitario en Valle y Choluteca. Clusters: Bahía de Chismuyo y Costa Pacífico.

2

Paisajes priorizados

12

Municipios priorizados

6

Clusters de análisis

Distribución de sitios priorizados

Cluster	Área (ha)
Bahía de Tela	193,283.57
Omoa	44,349.25
Zambuco y Cuero Salado	33,196.73
Ceiba Jutiapa	18,025.71
Total general	288,855.26

Ubicación político-administrativa: departamentos de Cortés, Atlántida y Colón, en la zona del Atlántico. Incluye amplias zonas marítimas asociadas a cada cluster.



Paisaje litoral del Caribe hondureño

Distribución de sitios priorizados

Cluster	Área (ha)
Bahía de Chismuyo	31,616.20
Costa Pacífico	5,984.67
Total general	37,600.88

- Caracterizado por ecosistemas de manglar, humedales y zonas de uso comunitario vinculadas a la pesca y la conservación.
- Ubicación político-administrativa: departamentos de Valle y Choluteca.
- Bahía de Chismuyo integra el Corredor Biológico del Pacífico Hondureño.



Comunidades costeras del Golfo de Fonseca



02

Metodología y herramientas

Tres fases consecutivas que transforman datos satelitales en evidencia científica y cartográfica.

Tres fases consecutivas e integradas

El propósito central es cuantificar los cambios espaciales y temporales en la cobertura vegetal y el uso del suelo, convirtiendo información cruda en productos técnicos verificables.

FASE I

Procesamiento y análisis de imágenes satelitales

Recolección de insumos, preprocesamiento radiométrico, cálculo de índices, clasificación y detección multitemporal de cambios.

Producto 1

FASE II

Verificación y validación en campo

Diseño de muestreo estratificado, trabajo de campo con GPS y fichas, y validación cruzada con matriz de confusión.

Producto 2

FASE III

Integración final y producción cartográfica

Ajuste temático con datos de campo, generación de estadísticas de cambio y entrega de productos GIS y socialización.

Producto 3

Procesamiento y análisis satelital

1

Recolección de insumos

Repositorio geoespacial estandarizado: AOI, imágenes con $\leq 10\%$ nubosidad (Sentinel-2, Landsat) y metadatos.

2

Preprocesamiento radiométrico

Corrección atmosférica, máscaras de nubes/sombras/agua (Fmask, SCL), recorte al AOI y mosaicos multitemporales.

3

Cálculo de índices de vegetación

NDVI y complementarios (NBR, EVI, NDWI) como raster, histograma y mapa temático por fecha.

4

Clasificación de cobertura

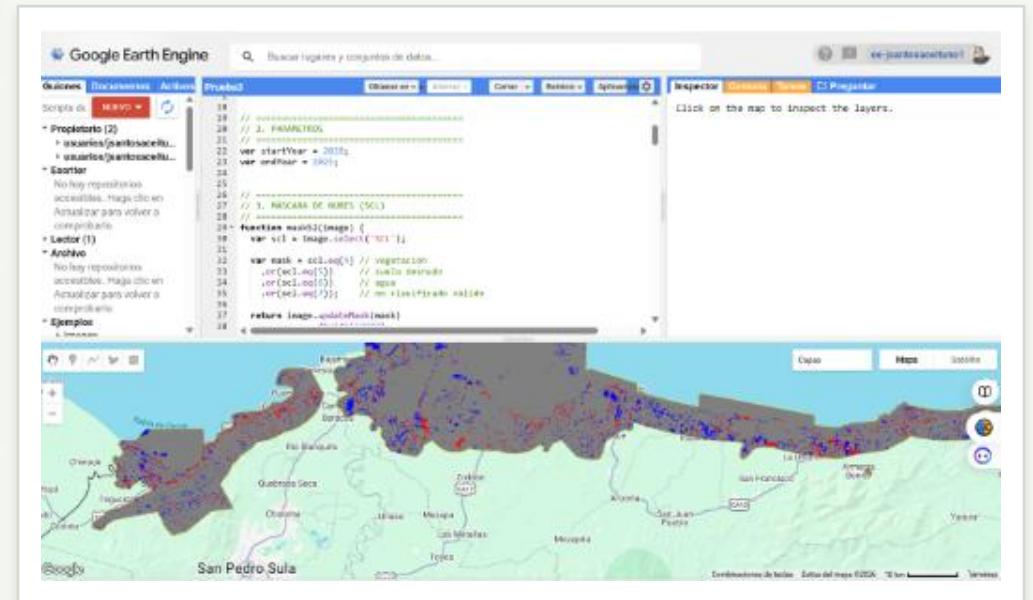
Clasificación supervisada con Random Forest; mapas temáticos preliminares por año (2020–2025).

5

Detección multitemporal de cambios

Superposición de mapas, transiciones por categoría, estadísticas comparativas y tasa anual de cambio.

Editor de código · Google Earth Engine



Captura del flujo en Google Earth Engine: enmascarado de nubes (SCL), cálculo de índices y clasificación supervisada sobre el área de estudio.

Cálculo de índices de vegetación

NDVI

$$\text{NDVI} = (\text{NIR} - \text{RED}) / (\text{NIR} + \text{RED})$$

- 1 vegetación sana y densa
- 0 suelo desnudo o vegetación escasa
- < 0 cuerpos de agua o sombras densas

Índice	Propósito
NBR	Detección de disturbios y quemas
EVI	Análisis en áreas de vegetación densa
NDWI	Humedad y cuerpos de agua

Objetivo de la etapa

Estimar la vigorosidad y el estado de la cobertura vegetal en cada fecha de análisis. Cada índice se presenta como raster, histograma y mapa temático, permitiendo reconocer patrones espaciales y temporales según el ecosistema —manglares, humedales, bosque latifoliado y zonas costeras.

Clasificación de cobertura y uso del suelo

Clasificación supervisada con muestras representativas (o k-means no supervisado sin datos previos), aplicando Random Forest por su precisión y capacidad para grandes volúmenes de datos.

Proceso de clasificación

- Selección de muestras de entrenamiento por categoría de cobertura.
- Extracción de firmas espectrales características por clase.
- Entrenamiento del algoritmo (Random Forest recomendado).
- Clasificación inicial por año (2020–2025).
- Revisión, validación visual y ajuste de inconsistencias.

Clases de cobertura

- Bosque latifoliado / manglar
- Humedal
- Agricultura / pastos
- Áreas urbanas / infraestructura
- Cuerpos de agua

Criterios ajustables según la realidad local de cada cluster.

Detección multitemporal de cambios

Superposición y comparación de mapas clasificados en distintos periodos (2020–2025) para identificar transformaciones en la cobertura y uso del suelo.

Transformaciones clave

Pérdidas y ganancias de vegetación; conversión de bosque a agricultura o pastos; degradación de humedales; expansión urbana sobre cobertura natural.

Mapas de transición

Representación cartográfica por categoría que facilita interpretar deforestación, regeneración o degradación.

Tablas estadísticas

Cálculo de superficies afectadas (ha) y porcentajes respecto al AOI para cuantificar la magnitud del cambio.

Tasa anual de cambio

Indicador clave para reportes de restauración y planificación ambiental, por año.

$$\text{Tasa anual de cambio} = \left[\ln(A_2 / A_1) / t \right] \times 100$$

Verificación y validación en campo

Diseño y trabajo de campo

- Muestreo estratificado por clase de cobertura, con distribución proporcional de puntos de control según el área de cada clase.
- Selección de sitios accesibles y mapa de puntos sugeridos con rutas de navegación.
- Registro en cada punto: coordenadas (Lat/Long o UTM), cobertura observada, 1–4 fotografías georreferenciadas y comentarios.
- Validación cruzada: matriz de confusión, precisión global, por clase y coeficiente Kappa.
- Si la precisión es $< 85\%$, se reentrena el modelo.



85%

Umbral de precisión que exige reentrenar el modelo

Integración final y producción cartográfica

01

Ajuste temático final

Corrección de píxeles mal asignados, regeneración de mapas finales y representación bajo normas visuales estándar (leyenda, escala, norte, metadatos).

02

Estadísticas de cambios

Reportes de áreas degradadas vs. regeneradas, tendencias por ecosistema e identificación de zonas prioritarias para restauración.

03

Productos GIS y socialización

Shapefiles, raster clasificados, mosaicos, mapas PDF/PNG y presentación final para actores clave.

Salida final del Producto 3

Informe Final + mapas definitivos + presentación + base GIS completa, en formatos digitales e imprimibles.

Stack tecnológico por etapa

Etapa	Principales	Secundarias
Descarga y filtrado de imágenes	GEE	—
Cálculo de NDVI / índices	GEE	R / Python (opcional)
Clasificación y detección de cambios	GEE (RF / SVM)	QGIS (post-edición)
Verificación de campo	QField / Collector / GPS	Google Forms / KoBo
Validación y ajuste	GEE + Excel (matriz de confusión)	R (estadística avanzada)
Mapas finales	QGIS	ArcGIS
Informe final	Word	PowerPoint

Fuentes de imágenes satelitales

Sentinel-1

Radar de apertura sintética (SAR) en banda C

Información independiente de la nubosidad y la iluminación solar. Monitoreo continuo, detección de cambios, humedad del suelo e identificación de eventos extremos como inundaciones.

Sentinel-2

Óptico multiespectral · resolución 10 m

Análisis de cobertura y uso del suelo, evaluación del estado de la vegetación mediante índices espectrales y caracterización de cuerpos de agua y áreas urbanas.

Procesamiento · Google Earth Engine (GEE)

Acceso directo a colecciones completas de imágenes

Algoritmos geoespaciales a gran escala

Integración de radar y óptico en un mismo flujo

Reproducibilidad y eficiencia de procesamiento

Estándar del Instituto de Conservación Forestal

La definición de las clases de cobertura y uso del suelo toma como referencia los **criterios oficiales y estandarizados del Instituto de Conservación Forestal (ICF)** de Honduras, garantizando coherencia institucional y compatibilidad con los marcos nacionales de gestión territorial.

Este enfoque asegura categorías comparables, verificables y alineadas con la normativa vigente, ajustadas a la realidad local de las áreas costero-marinas y de conservación.

Mapa Forestal

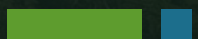
Leyenda 2018 / 2024 Honduras

Marco normativo

ICF · gestión territorial nacional



Composición de índice de vegetación sobre el dosel forestal



03

Principales resultados

Afectación por deforestación y degradación en seis paisajes priorizados.

Deforestación y degradación forestal

Deforestación

Conversión directa o inducida por el ser humano de la cobertura forestal hacia otro tipo de cobertura no boscosa. Implica la eliminación total de la cubierta arbórea, generalmente para agricultura, ganadería, minería o expansión urbana.

9,473.44 ha

18.5% del área afectada

Degradación forestal

Disminución de la calidad del bosque sin reducir necesariamente la superficie total. Pérdida de capacidad del ecosistema para proveer bienes y servicios; causada por tala selectiva, incendios o sobrepastoreo.

41,817.19 ha

81.5% del área afectada

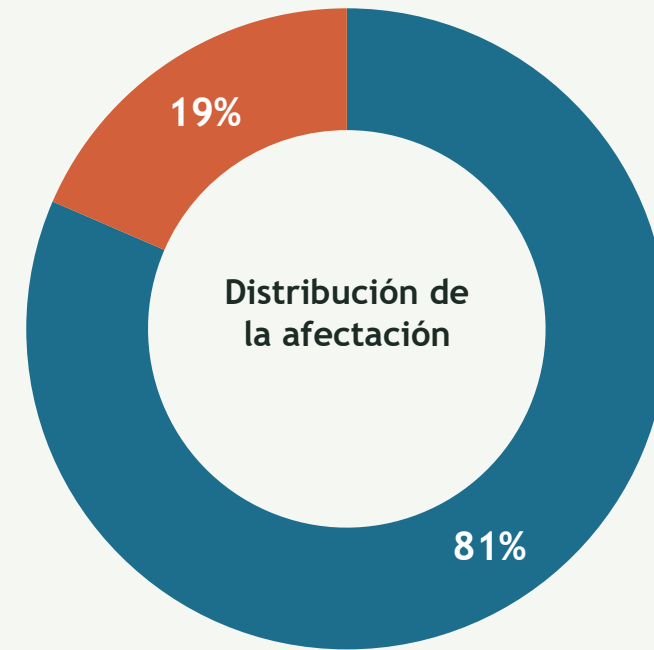
Magnitud total de la afectación

Afectación total identificada

51,290.62

hectáreas afectadas en 6 paisajes priorizados

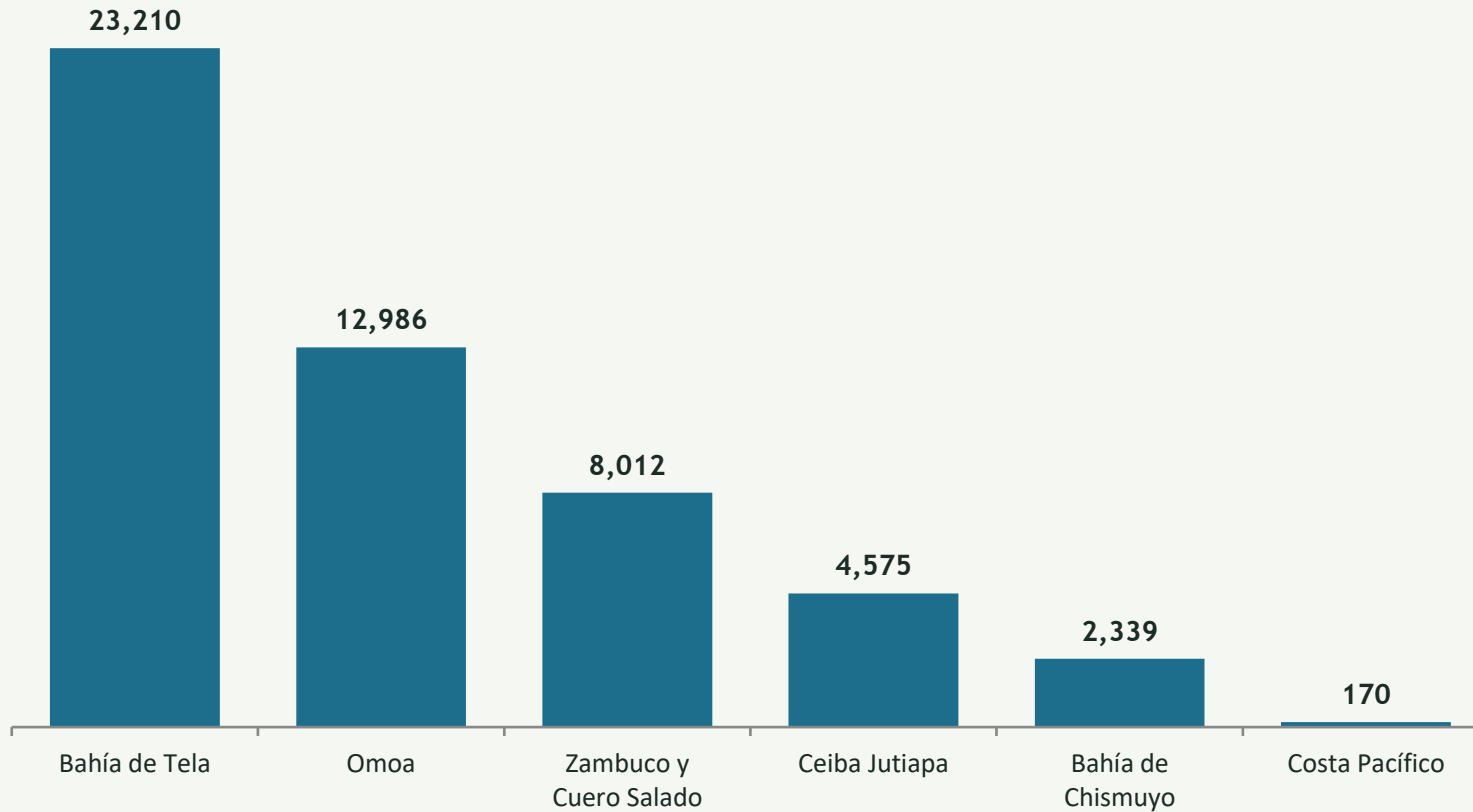
La **degradación supera ~4.4x** la superficie asociada a deforestación: la presión predominante es de deterioro progresivo, no de conversión total.



■ Degradación ■ Deforestación

■ ■ RESULTADOS POR CLUSTER

Afectación total por paisaje



Concentración

86%

de la afectación se concentra en tres paisajes:

- Bahía de Tela — 45.3%
- Omoa — 25.3%
- Zambuco y Cuero Salado — 15.6%

Alta concentración espacial → estrategias focalizadas de intervención.

Bahía de Tela

Afectación total

23,209.60

hectáreas

45.3% del total
analizado

ALTA PRIORIDAD

Composición

Deforestación

3,453.12 ha

Degradación

19,756.48 ha



Predomina la degradación: oportunidad de restauración activa y manejo.

Lectura del paisaje

Paisaje bajo mayor presión: concentra cerca del 45.3% de toda el área impactada. Predomina ampliamente la degradación, sugiriendo fragmentación, perturbación crónica o presión antrópica sostenida. Principal foco prioritario de intervención.

Omoa

Afectación total

12,985.95

hectáreas

25.3% del total
analizado

ALTA PRIORIDAD

Composición

Deforestación

2,638.19 ha

Degradación

10,347.76 ha



Predomina la degradación: oportunidad de restauración activa y manejo.

Lectura del paisaje

Segundo paisaje crítico. Fuerte predominancia de degradación sobre pérdida total de bosque, lo que indica procesos susceptibles de recuperación mediante restauración activa y manejo.

Zambuco y Cuero Salado

Afectación total

8,011.87

hectáreas

15.6% del total
analizado

ALTA PRIORIDAD

Composición

Deforestación

1,960.15 ha

Degradación

6,051.72 ha



Predomina la degradación: oportunidad de restauración activa y manejo.

Lectura del paisaje

Presión importante sobre la funcionalidad ecológica del paisaje, con oportunidades claras de restauración. Territorio clave para la conservación de especies emblemáticas como el manatí.

Ceiba Jutiapa y Bahía de Chismuyo

Ceiba Jutiapa

4,574.51 ha 8.9% del total

Deforestación **938.22 ha**

Degradación **3,636.29 ha**



PRIORIDAD MEDIA

Presión intermedia con predominancia de degradación, aunque de menor magnitud relativa que los principales hotspots.

Bahía de Chismuyo

2,338.76 ha 4.6% del total

Deforestación **413.76 ha**

Degradación **1,925.01 ha**



PRIORIDAD MEDIA

Contribución relativa menor, pero la proporción de degradación continúa siendo alta. Integra el Corredor Biológico del Pacífico.

Costa Pacífico — menor presión

Costa Pacífico

169.93

hectáreas afectadas

0.3% del total analizado · Deforestación 70.01 ha

PRIORIDAD BAJA

Afectaciones menos concentradas; restauración preventiva y complementaria.

Hallazgo clave

La dinámica predominante es de degradación progresiva más que de cambios abruptos por deforestación.

Factores asociados:

- Fragmentación del paisaje y extracción selectiva de recursos.
- Presión agrícola o ganadera y perturbaciones hidrológicas.
- Pérdida gradual de cobertura y funcionalidad ecológica.

Las áreas degradadas conservan mayor potencial de recuperación que las completamente deforestadas.

Niveles de intervención

Alta prioridad

-  Bahía de Tela
-  Omoa
-  Zambuco y Cuero Salado

Mayor degradación y concentración de impactos.
Intervención inmediata y recursos significativos.

Prioridad media

-  Ceiba Jutiapa
-  Bahía de Chismuyo

Afectación moderada o localizada. Intervención necesaria, escalonada en el tiempo.

Prioridad baja

-  Costa Pacífico

Menor degradación o impactos dispersos.
Restauración preventiva, gradual o complementaria.

Estrategias de restauración recomendadas

Dado que más del 80% del área afectada corresponde a degradación, las estrategias deben intervenir sobre la pérdida de funcionalidad del paisaje, más que responder únicamente a la deforestación.

Restauración ecológica activa y pasiva

Reforestación, control de invasoras y repoblación, o reducción de presiones para regeneración natural.

Manejo del paisaje

Gestión integral del territorio que equilibra conservación y desarrollo sin fragmentar ecosistemas.

Conectividad ecológica

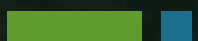
Corredores biológicos que permiten el flujo de especies y aumentan la resiliencia climática.

Recuperación de servicios ecosistémicos

Rehabilitar cuencas y manglares para asegurar agua, captura de carbono y protección costera.

Sistemas productivos sostenibles

Agroforestería, manejo forestal comunitario y ganadería regenerativa.



04

Línea base territorial

Perfiles de los paisajes priorizados: ubicación, ecología, dimensión social y prioridad.

Bahía de Tela

ALTA PRIORIDAD



Ubicación y extensión

Costa norte, Atlántida, frente al Caribe. ~1,150–1,170 km². Ciudad de Tela (fundada en 1524, +106,000 hab. en 2020).

Características ecológicas

Manglares, lagunas costeras (Laguna de Los Micos), arrecifes y bosques tropicales. Parques Punta Sal (Jeanette Kawas), Punta Izopo y Jardín Botánico Lancetilla.

Dimensión social y cultural

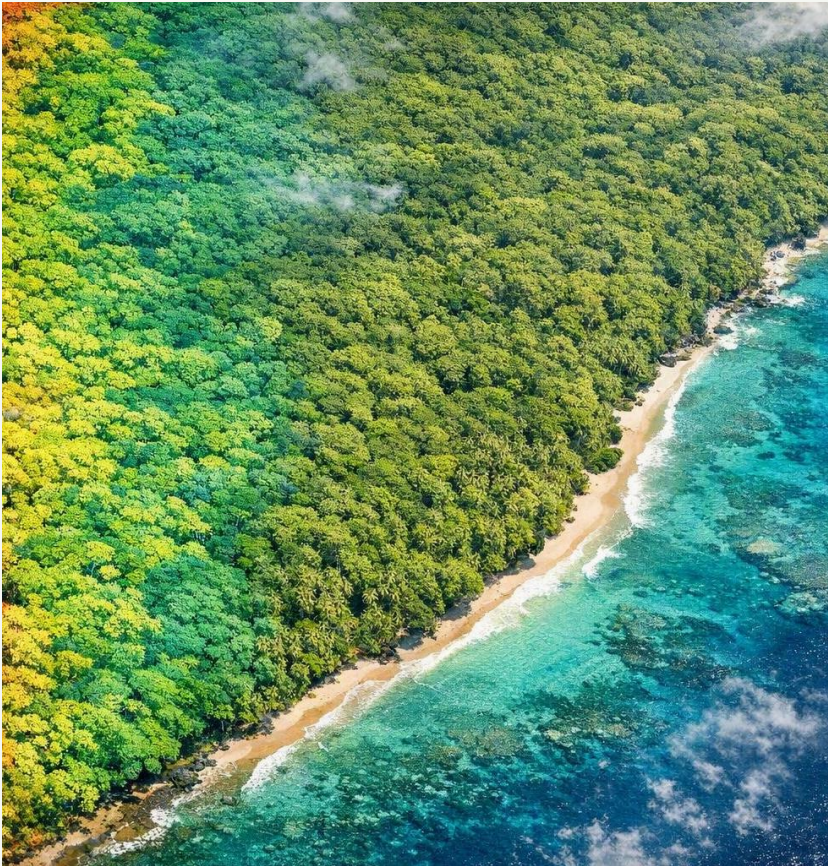
Comunidades garífunas (Tornabé, Triunfo de la Cruz, Miami). Economía de pesca artesanal, turismo y agricultura.

Presiones y retos

Tala de manglar, expansión urbana, turismo no regulado y contaminación costera. Concentra el 45.3% del área impactada.

Omoa

ALTA PRIORIDAD



Ubicación y extensión

Costa norte, departamento de Cortés, frente al Caribe. ~382 km² con franja costera de playas, manglares y estuarios.

Características ecológicas

Manglares, humedales, arrecifes coralinos y bosques tropicales. Hábitat de aves acuáticas, peces y especies marino-costeras.

Dimensión social y cultural

Población dedicada a pesca, agricultura y turismo. Patrimonio: Fortaleza de San Fernando de Omoa, símbolo nacional.

Presiones y retos

Contaminación por desechos y aguas residuales, tala de manglar, sobrepesca y vulnerabilidad a huracanes.

Zambuco y Cuero Salado



Ubicación y extensión

Costa norte, Atlántida. Cuero y Salado declarado Refugio de Vida Silvestre en 1987 (~13,225 ha) con manglares y lagunas.

Características ecológicas

Hábitat crítico del manatí antillano y aves acuáticas. Zambuco actúa como corredor biológico y amortiguador costero.

Dimensión social y cultural

Pesca artesanal, agricultura y turismo sostenible. Gestión por FUCSA e ICF con comunidades locales.

Presiones y retos

Tala de manglar, contaminación, sobrepesca y presión turística. Vulnerabilidad a tormentas y huracanes.

Bahía de Chismuyo



Ubicación y extensión

Golfo de Fonseca, departamento de Valle. 31,616 ha (21,571.64 terrestres y 10,042.36 marítimas). AMHE desde 1999 (Decreto 5-99-E).

Características ecológicas

Zona más extensa del Corredor Biológico del Pacífico Hondureño. Manglares, humedales y esteros de alta productividad.

Dimensión social y cultural

38 comunidades en 4 municipios (~15,000 hab.). Pesca artesanal y agricultura. Gestión ICF + CODDEFFAGOLF.

Presiones y retos

Tala ilegal de manglar, sobrepesca y prácticas extractivas dañinas (químicos, dinamita).

Ceiba Jutiapa y Costa Pacífica

Ceiba Jutiapa

PRIORIDAD MEDIA

UBICACIÓN

Municipio de La Ceiba, Atlántida. Manglares, humedales y esteros del Golfo de Honduras; área de uso mixto.

ECOLOGÍA

Barreras naturales contra tormentas; hábitat de peces y aves. Pesca artesanal, agricultura y ecoturismo potencial.

PRESIONES

Tala de manglar, contaminación y presión turística no regulada; deforestación localizada por expansión urbana.

Costa Pacífica

PRIORIDAD BAJA

UBICACIÓN

Litoral sur, Valle y Choluteca (Golfo de Fonseca). Esteros y manglares conectados con áreas compartidas con El Salvador y Nicaragua.

ECOLOGÍA

Manglares y humedales de alta productividad. Servicios: regulación hídrica, protección costera y captura de carbono.

PRESIONES

Tala de manglar, contaminación y sobrepesca; afectaciones menos concentradas que en paisajes de alta prioridad.



05

Validación

Verificación de campo y análisis multifuente para confirmar la precisión del modelo geoespacial.

Enfoque y fuentes de verificación

Enfoque combinado para contrastar los cambios detectados por análisis satelital con las condiciones reales observadas en terreno, fortaleciendo la trazabilidad del análisis.

1

Interpretación visual
multifuentes

2

Verificación directa en
campo

3

Análisis temporal
comparativo

4

Imágenes de alta resolución
(Google Earth Pro)

170

Puntos validados (campo + alta resolución)

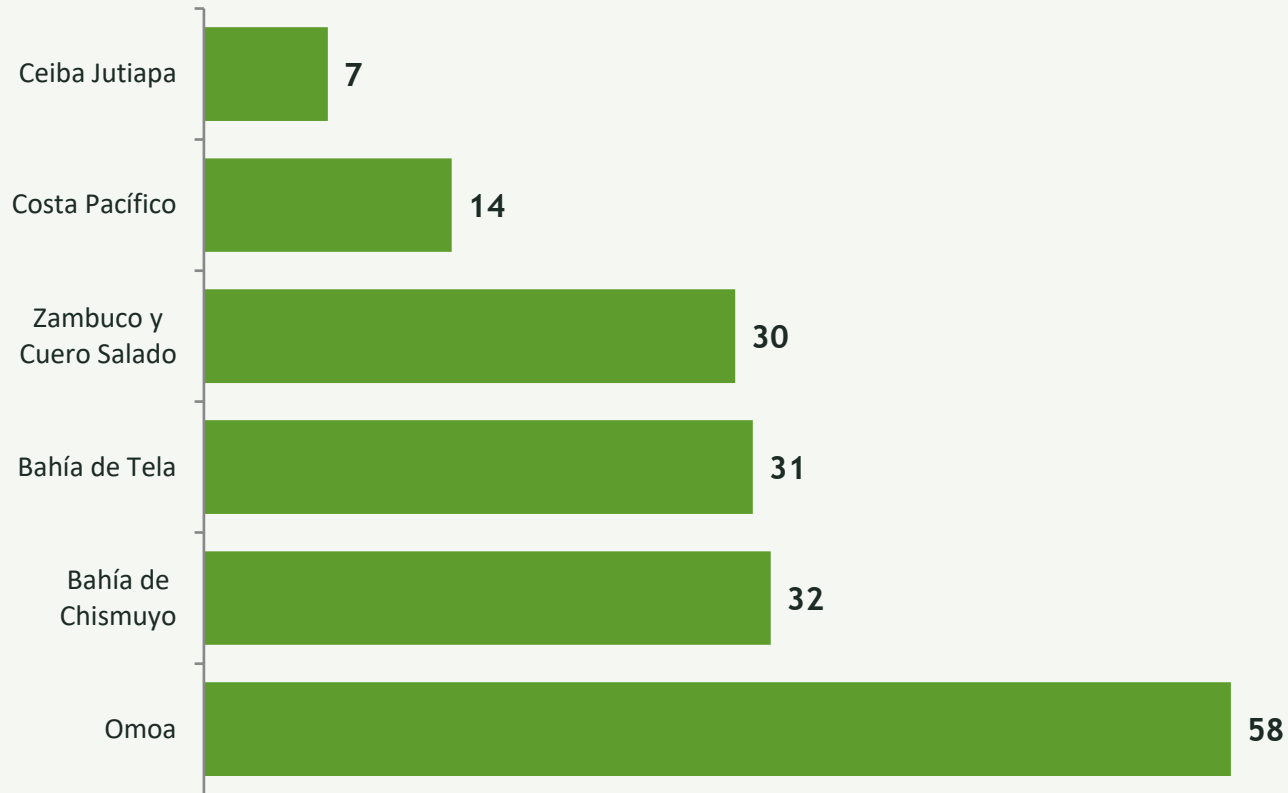
87%

Confiabilidad general del análisis

WGS 84

UTM Zona 16N · campo (GPS) e imágenes de alta resolución

Distribución de puntos por paisaje



Muestreo dirigido

- 170 puntos contrastados combinando verificación de campo e imágenes de alta resolución (Google Earth Pro).
- Priorización de áreas clasificadas como degradación y deforestación.
- Omoa concentró el mayor esfuerzo de verificación (58 puntos).
- Evidencia: coordenadas, fotografías georreferenciadas y descripción de cobertura y perturbaciones.

Mapas de ubicación de puntos de cambio

Los puntos de cambio detectados por teledetección se cartografiaron por paisaje y se contrastaron mediante verificación de campo e imágenes de alta resolución, confirmando la correspondencia espacial entre la clasificación satelital y las condiciones reales del terreno.



Bahía de Tela



Zambuco y Cuero Salado



Costa Pacífico

Lectura de los mapas

- Cada punto señala un sitio de cambio de cobertura sobre los límites del proyecto y las áreas protegidas.
- Sistema de referencia WGS 84 · UTM Zona 16N, con escala y orientación por hoja.

Validación cruzada

- Los sitios cartografiados orientaron la selección de los 170 puntos validados (campo e imágenes de alta resolución).
- La validación combinada respalda la confiabilidad general del 87% del análisis.

Puntos de cambio · Omoa, Ceiba Jutiapa y Chismuyo

Los paisajes restantes completan la cobertura cartográfica de la verificación, integrando los sitios atlánticos de Omoa y Ceiba Jutiapa con el cluster pacífico de Bahía de Chismuyo en el Golfo de Fonseca.



Omoa



Ceiba Jutiapa



Bahía de Chismuyo

Cobertura por paisaje

- Omoa concentró el mayor esfuerzo de verificación, con 58 puntos de control.
- Ceiba Jutiapa (7 puntos) y Chismuyo (32 puntos) completan los seis paisajes cartografiados.

Continuidad del muestreo

- Los seis mapas comparten sistema de referencia WGS 84 · UTM Zona 16N.
- Bahía de Chismuyo integra el Corredor Biológico del Pacífico Hondureño.

Confiabilidad del análisis: 87%

Confiabilidad general

87%

Nivel alto de precisión para estudios de dinámica de cobertura y restauración a escala regional.

170

Puntos validados (campo + alta resolución)

21

Puntos coincidentes con la clasificación satelital

149

Puntos con diferencias o cambios que requirieron revisión técnica

El valor refleja la coincidencia entre clasificación satelital, evidencia visual de alta resolución y verificación en campo.

Matriz de confusión: esquema metodológico

La validación cruzada contrasta la clasificación satelital (filas) con la cobertura observada en campo y por imágenes de alta resolución (columnas). La diagonal concentra los aciertos; las celdas restantes representan la confusión entre clases, base para calcular la precisión global y el índice Kappa.

	Bosque / Manglar	Humedal	Agric. / Pastos	Urbano / Agua
Bosque / Manglar	✓			
Humedal		✓		
Agric. / Pastos			✓	
Urbano / Agua				✓

Filas: clasificación satelital · Columnas: cobertura observada (campo y alta resolución)

 Aciertos (diagonal)
  Confusión entre clases

Indicadores derivados

- Precisión global**
 Aciertos sobre el total de puntos verificados.
- Precisión productor / usuario**
 Exactitud por clase: omisión y comisión.
- Coefficiente Kappa**
 Concordancia ajustada al azar.
- Umbral 85%**
 Si la precisión es menor, se reentrena el modelo.

Esquema ilustrativo de la metodología; los valores por celda no representan conteos reales.

Análisis de causas de cambio

Diferenciar las causas evita sobreestimar pérdidas de cobertura y orienta recomendaciones de restauración técnicamente sustentadas.

Causas antropogénicas

- Expansión agrícola o ganadera.
- Construcción y apertura de áreas.
- Aprovechamiento forestal y extracción selectiva.
- Presión turística y contaminación.
- Alteración de manglares o humedales.

Causas naturales o metodológicas

- Variaciones de marea y cambios estacionales de vegetación.
- Cuerpos de agua, lagunas naturales, salineras y camaroneras.
- Nubosidad residual y diferencias temporales entre imágenes.
- Efectos de la época seca interpretados como pérdida de cobertura.

Robustez y limitaciones del análisis

Robustez del análisis

La confiabilidad alcanzada se sustenta en el uso de múltiples fuentes de validación:

- Sentinel-2 · Google Earth · verificación de campo.
- El modelo identifica adecuadamente patrones de degradación.
- Coherencia temporal en los cambios detectados.
- Correspondencia real entre las áreas clasificadas y las condiciones observadas.

Limitaciones

- Cobertura nubosa residual en algunas zonas.
- Limitaciones inherentes a la resolución espacial de 10 m.
- Accesibilidad limitada en ciertos sitios (desembocaduras, marea alta).
- Posibles cambios estacionales de vegetación.

Estas limitaciones no afectan significativamente la confiabilidad general del análisis.



06

Conclusiones

Síntesis de hallazgos y base para la priorización territorial y la planificación de restauración.

Hallazgos principales

1

51,290.62 ha afectadas

identificadas en los paisajes analizados durante el periodo 2020–2025.

2

81.5% es degradación

la principal presión territorial, superando ampliamente la deforestación.

3

86% en tres paisajes

Bahía de Tela, Omoa y Zambuco y Cuero Salado son las áreas críticas de intervención.

4

Oportunidad de restauración

los resultados revelan un alto potencial de recuperación ecológica.

5

Base para la planificación

insumo sólido para priorización territorial, diseño de proyectos y estrategia.

Hallazgos de la verificación en terreno

Evidencias de cambio real

Deforestación asociada principalmente a construcción, además de degradación ambiental, pérdida de palma y aprovechamiento forestal por corte de árboles.

Falsos cambios

Varios sitios no presentan cambios reales, sino variaciones por mareas, lagunas naturales, salineras/camaroneras, puntos sobre cuerpos de agua y época seca.

Limitaciones de acceso

En el cluster Los Delgaditos no fue posible evaluar otros sitios por la desembocadura de ríos y la marea alta durante la visita.

Restricciones de movilidad

Los bloqueos carreteros en el municipio de San Lorenzo impidieron verificar y caracterizar otros puntos de interés en campo.



Gracias

Línea base para la conservación y restauración de los ecosistemas costero-marinos de Honduras.

COLPROFORH · Colegio de Profesionales Forestales de Honduras

Proyecto Conservación de la Biodiversidad Costera-Marina (2025–2030) · Financia: Gobierno de Canadá · Implementa: UICN

Fuentes: Sentinel-1 / Sentinel-2 (Copernicus) · Google Earth Engine · ICF · verificación de campo 2025