

Protocolo de Fotointerpretación

MAPATÓN
DE PANAMÁ



Créditos

Juan Carlos Navarro - Ministro de Ambiente
Oscar Vallarino - Viceministro de Ambiente
Juan Carlos Monterrey- Representante Especial para el Cambio Climático
Carlos Espinosa - Director Forestal
Javier Martínez - Jefe de Mitigación al Cambio Climático, Dirección de Cambio Climático

Equipo técnico de MiAMBIENTE

Yoisy B. Castillo - Dirección de Cambio Climático
Abigail Ábrego - Dirección de Cambio Climático
Nivardo Ibarra - Dirección de Información Ambiental

Equipo técnico apoyo externo

Marcial Arias - Experto MRV para el sector AFOLU y el Inventario de Gases de Efecto Invernadero - Coalición para las Naciones Tropicales
Eduardo Reyes - [colocar cargo] Coalición para las Naciones Tropicales
Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo

Apoyo técnico

El presente documento ha sido elaborado con el apoyo técnico de la Coalición para las Naciones Tropicales (CfRN, por sus siglas en inglés), de manera conjunta con el Ministerio de Ambiente de Panamá (MiAMBIENTE). El contenido de este documento es responsabilidad exclusiva del autor y no puede de modo alguno considerarse como un reflejo de la opinión de la CfRN.

Cómo citar este documento: MiAMBIENTE. 2025. Protocolo de fotointerpretación para los mapatones de Panamá usando el software CfRN LUA App. Ciudad de Panamá, República de Panamá.

TABLA DE CONTENIDO

ACRÓNIMOS y DEFINICIONES.....	7
1. Introducción.....	8
2. Antecedentes.....	8
2.1 ¿QUÉ ES UN MAPATÓN?.....	9
3. OBJETIVO	10
4. Preparación para el Mapatón de Recolecta de Datos de Actividad	11
5. DATOS GENERALES	12
5.1 Software CfRN LUA App.....	13
5.2 Imágenes satelitales empleadas.....	13
5.3 Ubicación y Superficie	13
5.4 Distribución de las parcelas a nivel nacional.....	13
5.5 Sistema de clasificación:.....	14
5.6 Nivel Jerárquico de uso de la tierra	21
6. ABORDAJE DE LAS CLASES DE USO DE LA TIERRA QUE SE USAN EN EL MAPATON	23
6.1 Bosque Maduro.....	23
6.2 Bosque Secundario.....	24
6.3 Bosque de Mangle.....	24
6.4 Bosque Plantado de Coníferas	26
6.5 Bosque Plantado de Latifoliadas	26
6.6 Rastrojo	27
6.7 Cultivos anuales	28
6.8 Cultivos permanentes.....	29
6.9 Pastizales.....	30
6.10 Humedales – Superficies de cuerpos de aguas naturales.....	31
6.11 Humedales – Vegetación baja inundable	32
6.12 Humedales – Tierras inundadas.....	33

6.13 Asentamientos.....	34
6.14 Otras Tierras	35
7. CARACTERÍSTICAS DE LA ENCUESTA CON Cfrn LUA App.....	36
8. ACUERDOS ALCANZADOS PARA LA INTERPRETACIÓN (PASOS Y CONSIDERACIONES)	38
8.1 Orden de interpretación de las parcelas:	39
8.2 Interpretación	40
9. CONTROL DE CALIDAD.....	42
9.1 Proceso Metodológico	44
9.2 Ajustes a la Matriz de Transiciones.....	45
9.3 Resultados Esperados	46
9.4 Conclusión	46
REFERENCIAS	47

TABLA DE FIGURAS

Figura 1: Pasos para el levantamiento de los datos de actividad geo espaciales del nuevo Nivel de Referencia Forestal de Panamá.....	10
Figura 2: Vista de la distribución aleatoria de las parcelas que puede visualizar un fotointérprete con CfRN LUA App	14
Figura 3: Unidad de muestreo con 25 puntos; asignado como Tierras Forestales ya que la cobertura boscosa ocupa más del 30% de los puntos, con CfRN LUA App.....	14
Figura 4: Imagen de un bosque maduro en Landsat y en alta resolución	23
Figura 5: Imagen de un bosque secundario en Landsat y en alta resolución	24
Figura 6: Imagen de cobertura de manglar en Sentinel y en alta resolución	25
Figura 7: Imagen de cobertura de plantaciones coníferas en Landsat y en alta resolución	26
Figura 8: Imagen de cobertura de plantaciones latifoliadas en Landsat y en alta resolución	27
Figura 9: Imagen de cobertura de rastrojo en Sentinel y en alta resolución	28
Figura 10: Imagen de cobertura de cultivo de maíz en Sentinel y en alta resolución.....	29
Figura 11: Imagen de cobertura de palmas aceiteras en Puerto Armuelles, Chiriquí en Landsat y en alta resolución	30
Figura 12 Imagen de cobertura de plantación de banano en Bocas del Toro en Landsat y en alta resolución	30
Figura 13: Imagen de cobertura de pastizal en Landsat y en alta resolución	31

Figura 14: Imagen de cobertura de cuerpo de agua natural (río) en Sentinel y en alta resolución.....	32
Figura 15: Imagen de parcela asignada como vegetación baja inundable en Sentinel y Alta resolución.....	33
Figura 16: Imagen de cobertura de cuerpo de agua artificial (estanques de acuicultura) en Sentinel y en alta resolución.....	34
Figura 17: Imagen de cobertura de asentamientos urbanos en Landsat y en alta resolución	35
Figura 18: Imagen de cobertura de Otras tierras (playa, arenal y roca) en Landsat y en alta resolución.....	35
Figura 19: Imagen de la encuesta en CfRN LUA App - categorías de cobertura/uso de la tierra	37
Figura 20: Imagen de la encuesta en CfRN LUA App - Preguntas adicionales	38

ACRÓNIMOS Y DEFINICIONES

IBT	Informe bienal de transparencia (Biennial transparency report)
CfRN	Coalición de Naciones por los Bosques Tropicales (Coalition for Rainforest Nations)
CfRN LUA App	Coalition for Rainforest Nations Land Use Assessment Land app
CMNUCC	Convención Marco de Naciones Unidas sobre el Cambio Climático
FAO	Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura
Google Earth	Sistema de información geográfica desarrollado por Google que permite visualizar múltiple cartografía, basado en imágenes satelitales
GEE	Google Earth Engine
GEI	Gases de Efecto Invernadero
UTCUTS	Uso de la tierra, cambio de uso de la tierra y silvicultura
LANDSAT	Programa de imágenes satelitales de la NASA
NDVI	Índice de vegetación de diferencia normalizada (Normalized difference vegetation index)
NICFI	Iniciativa internacional de Noruega para el clima y los bosques (Norway's international climate and forests initiative)
NRF	Nivel de referencia forestal
REDD+	Reducción de las emisiones derivadas de la deforestación y la degradación de los bosques
REFLECTANCIA	Magnitud física que sirve para comparar la radiación electromagnética incidente sobre una superficie con la que refleja.
SENTINEL	Proyecto multi satélite de observación terrestre dentro del Programa Copérnico desarrollado por la Agencia Espacial Europea
SSINGEI	Sistema Sostenible de Inventarios de Gases de Efecto Invernadero de Panamá

PROTOCOLO DE INTERPRETACIÓN DE IMÁGENES SATELITALES PARA LA REALIZACIÓN DEL MAPATÓN CON LAND USE ASSESSMENT LAND APP

1. INTRODUCCIÓN

El presente protocolo detalla los requisitos, procesos, directrices y reglas para realizar la interpretación visual con imágenes de alta y mediana resolución, con el fin de determinar la cobertura y/o uso del suelo en cada parcela, usando el enfoque de muestreo sistemático sin estratificar, a nivel nacional con el uso de la herramienta de LUA app de la Coalición de Bosques Tropicales (CrFN) y por ende hacer los respectivos análisis de cambios de cobertura y uso del suelo.

2. ANTECEDENTES

Panamá ratificó la Convención Marco de Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC) mediante la Ley No. 10, de 12 de abril de 1995, y el Protocolo de Kioto mediante la Ley No. 88 de 30 de noviembre de 1998. En consecuencia, adquiere compromisos de reporte, que incluyen la preparación de comunicaciones nacionales e Informes Bienales de Transparencia (IBT).

A partir de 2024, los países Parte deberán presentar su Primer Informe Bienal de Transparencia a la Conferencia de las Partes de la CMNUCC, para el cumplimiento de sus obligaciones con el Acuerdo de París en virtud de la decisión 18/CMA.1 que dicta las modalidades, procedimientos y directrices del marco de transparencia para la acción y el apoyo a que se refiere el artículo 13 del Acuerdo de París. Uno de los elementos a presentar en este informe es el inventario nacional de gases de efecto invernadero (INGEI). En el contexto nacional, la responsabilidad de elaborar y publicar dicho inventario en conjunto con otras instituciones es del Ministerio de Ambiente.

Por consiguiente, y con el objetivo de presentar oportunamente sus inventarios, establece y pone en marcha un sistema sostenible diseñado específicamente para planificar, elaborar y gestionar inventarios de GEI, contemplando todas sus circunstancias y limitaciones nacionales mediante el Decreto Ejecutivo 100 de 20 de octubre de 2020. Establecido como el Sistema Sostenible de Inventarios Nacionales de Gases de Efecto Invernadero (SSINGEI).

Uno de los sectores del inventario de GEI es el sector de Uso y Cambio de Uso de la tierra, el cual tiene la necesidad de contabilizar las emisiones que ocurren en el país por los cambios de coberturas, entre éstas, por ejemplo, la conversión de tierras

forestales. Conocer esta información año a año, no solo es de utilidad para el INGEI de Panamá, ya que, como parte del mecanismo de REDD+ el país también se ve en la necesidad de mapear esta dinámica de usos de la tierra año a año. Es allí, donde emerge la idea del denominado “Mapatón”.

2.1 ¿QUÉ ES UN MAPATÓN?

El Mapatón es una actividad de mapeo grupal, coordinada, donde se invita a los participantes a recopilar datos de manera colectiva e intensiva para un área específica a través de la interpretación visual aumentada de imágenes satelitales.

El objetivo inmediato del Mapatón, como lo explicamos en la sección anterior consiste en ayudar al país en la generación de datos de actividad geoespaciales que permiten estimar las emisiones de gases de efecto invernadero del sector Uso de la Tierra y Cambios de Uso de la Tierra y Silvicultura (UTCUTS); con el propósito de presentar oportunamente sus inventarios como parte de sus Comunicaciones Nacionales, así como los Informes Bienales de Transparencia ante la CMNUCC y además, permite generar datos de actividad para actualizar los Niveles de Referencias Forestales (NRF) [2] como parte de los pilares del mecanismo de reducción de las emisiones debidas a la deforestación y la degradación de los bosques (REDD+), para el cumplimiento de sus obligaciones con la Convención en virtud de la decisión 1/CP.16, párrafo 60 y decisión 2/CP.17, párrafo 41 y su anexo III.

El inventario de gases de efecto invernadero para el sector UTCUTS requiere la integración de los datos de la superficie de uso de la tierra con los datos de gestión de la tierra y la biomasa, la materia orgánica muerta y los depósitos de las existencias de carbono del suelo, para estimar los cambios en las existencias de carbono y las emisiones y absorciones de CO₂ y de no CO₂ asociadas con el uso de la tierra (IPCC, 2006). Para ello, las guías del IPCC plantean tres métodos de representación de la tierra que proporcionan diferentes tipos de información (mapas o tabulaciones), con diferentes frecuencias de declaración y con distintos atributos. El primero se basa en la obtención de las superficies totales de uso de la tierra de una unidad espacial determinada; el segundo, proporciona la evaluación de las pérdidas netas o ganancias de las superficies de las categorías de uso asignada. El tercero, permite detectar conversiones del uso de la tierra explícitos en el espacio. Este último, es el que Panamá ha decidido implementar a través de los mapatones.

La ventaja principal de los datos explícitos en el espacio es que pueden utilizarse las herramientas de análisis como los Sistemas de Información Geográficos para enlazar

numerosos conjuntos de datos explícitos en el espacio (como los utilizados para la estratificación), y describir en detalle las condiciones de un terreno en particular antes y después de una conversión del uso de la tierra. Esta capacidad analítica puede mejorar las estimaciones de las emisiones al alinear mejor las categorías de uso de la tierra (y las conversiones) con los estratos mapeados para la clasificación de las existencias de carbono y los factores de emisión por tipo de suelo y tipo de vegetación.

3. OBJETIVO

El objetivo del presente documento denominado: **Protocolo de foto interpretación para el desarrollo de los Mapatones de Panamá** es mostrar de una manera resumida y práctica los pasos a seguir en el desarrollo del levantamiento de datos geoespaciales mediante la herramienta CfRN LUA App, de modo que los foto-intérpretes tengan un documento base al cual acudir y sustentar la manera en que se realiza la asignación de clases a las distintas parcelas, incluyendo los pasos necesarios para el control y garantía de calidad de los datos analizados.

Figura 1: Pasos para el levantamiento de los datos de actividad geo espaciales del nuevo Nivel de Referencia Forestal de Panamá.



Fuente: Departamento de mitigación, Dirección de cambio climático, Ministerio de Ambiente, 2024.

4. PREPARACIÓN PARA EL MAPATÓN DE RECOLECTA DE DATOS DE ACTIVIDAD

Objetivo: Coordinar y definir las bases para el Mapatón, centrado en el análisis de la dinámica de uso de la tierra en Panamá a través de un proceso colaborativo.

1. Reunión Técnica de Coordinación:

- **Discusión de usos de la tierra en Panamá:** Se abordaron las categorías de uso del suelo que predominan en el país.
- **Definición de Bosques:** Se estableció la definición oficial de lo que constituye un bosque dentro del contexto del monitoreo y la gestión ambiental.
- **Disturbios en los bosques:** Se identificaron los principales disturbios que afectan los ecosistemas forestales, como la deforestación y la degradación.
- **Transiciones posibles e ilógicas:** Se analizó la lógica de los cambios en el uso del suelo, destacando las transiciones posibles según los patrones observados y las transiciones que no son coherentes con el análisis ecológico.

2. Definición de la Grilla para el Mapatón:

- **Tamaño de la grilla:** Se determinó el tamaño de la grilla en función de los recursos disponibles (humanos y financieros). Este paso es clave para definir la cobertura y la eficiencia del muestreo.

3. Definición de la Malla SIG:

- Se utilizó un Sistema de Información Geográfica (SIG) para desarrollar la malla del Mapatón, ajustada al polígono oficial de Panamá, asegurando que todos los puntos de muestreo estén correctamente ubicados.

4. Preparación para el uso de la App LUA:

- **Creación de la encuesta en LUA:** Se configuró la encuesta dentro de la aplicación LUA, vinculando las diferentes imágenes satelitales a las parcelas de muestreo, lo que permitirá un análisis geoespacial preciso y eficiente.

Este proceso define el marco técnico y operativo para la recolección de datos, garantizando la correcta implementación del Mapatón y la calidad de los datos obtenidos.

Igualmente es necesario considerar los siguientes aspectos:

- » **Participantes:** Se busca que tengan un buen conocimiento informático y conocimiento del terreno, así como conocimientos previos de teledetección o de Sistemas de Información Geográfica (SIG). Sin embargo, un número óptimo de participantes serían veinte (20) personas foto interpretando. Dado que se implementó una nueva metodología de recopilación de datos, con un enfoque jerárquico y un modelo de encuesta renovado, se debe organizar una capacitación previa. Esta formación se puede basar en el enfoque aprender-haciendo.
- » **Periodo de tiempo:** El proceso de fotointerpretación para el análisis de por lo menos 1000 parcelas, requerirá un mes aproximadamente; intensivamente. Un (1) foto intérprete puede estar analizando entre 50 a 100 parcelas por día. Esto, tomando en consideración el modelo de cuestionario actual (ver sección 7).
- » **Lugar y equipo:** Se necesita una buena conexión a internet, preferiblemente con un ancho de banda de 100 Megas. El lugar también necesita un proyector y una pantalla grande.
- » **Abastecimiento:** Con objetivo de que el equipo se concentre en aprender y recopilar datos, realizando la fotointerpretación, resulta conveniente que exista un servicio de catering para el café y el almuerzo en el lugar.
- » **Invitación:** Por lo general, se invitan a participantes de las direcciones operativas del Ministerio de Ambiente como: Dirección de Verificación del Desempeño Ambiental, Seguridad Hídrica, Cambio Climático, la Dirección de Información Ambiental, y la Dirección de Forestal.
- » **Certificados de participación:** Para motivar la participación en futuros mapatones, se emitirán certificados de participación para todos los fotointérpretes.

5. DATOS GENERALES

A continuación, se detallan los principales datos generales relacionados con el desarrollo de los mapatones.

5.1 Software CfRN LUA App

En lugar de utilizar directamente la herramienta de Collect Earth Online, se adopta la nueva herramienta de la Coalición de Naciones Tropicales llamada CfRN LUA App (<https://lua.rainforestcoalition.org/home>). Aunque CfRN LUA App está basada en Collect Earth, presenta una serie de mejoras y variantes, especialmente en el proceso de fotointerpretación, lo que la hace más eficiente para el análisis y clasificación de los datos.

5.2 Imágenes satelitales empleadas

Se utilizan las siguientes imágenes satelitales:

- » Imágenes Planet Scope de la plataforma NICFI Planet. Serie mensual de imágenes, de alta resolución espacial (3 x 3 m), desde junio del 2017 al mayo de 2024, como fuente primaria de interpretación de usos de a tierra.
- » Landsat 7. Serie anual de imágenes en falso color del 2000 al 2013.
- » Landsat 8. Serie anual de imágenes en falso color desde 2013 a la fecha.
- » Sentinel 2. Serie anual de imágenes en falso color del 2016 al 2024.
- » Google Earth. Imágenes de alta resolución con fechas según disponibilidad en la plataforma.

5.3 Ubicación y Superficie

Para realizar el Mapatón se toma como área del país una superficie de 7,532,583.4 Km², según información proveída por la Dirección de Información Ambiental del Ministerio de Ambiente.

5.4 Distribución de las parcelas a nivel nacional

La metodología de colecta de datos en la aplicación LUA se inicia con la creación sistemática de una malla de parcelas en ArcGIS. En ArcGIS, se estructura una malla de parcelas que abarca el área completa de interés, asignando coordenadas geográficas (latitud y longitud) y un identificador único a cada parcela. Esta configuración de la grilla permite una cobertura sistemática y homogénea, capturando las variaciones de uso y cobertura del suelo en cada parcela. Este paso implica una evaluación detallada de los recursos financieros y técnicos disponibles para determinar una densidad óptima de parcelas. La cantidad de parcelas se ajusta para balancear la precisión de los datos y la viabilidad operativa, maximizando la representatividad y minimizando el margen de error en el análisis de dinámicas de cambio de uso de suelo y cobertura forestal.

Esta malla sistemática cuenta con un total de **33,488** parcelas de una superficie de 1 ha cada una, con una separación de 1.5 Km x 1.5 Km.

Cada parcela cuenta con 25 puntos, a cada parcela se le asigna un solo uso de la tierra de acuerdo con el Nivel Jerárquico de uso de la tierra establecido por técnicos de la CfRN (**Tabla 3**).

Figura 2: Vista de la distribución aleatoria de las parcelas que puede visualizar un fotointérprete con CfRN LUA App



Fuente: Departamento de mitigación, Dirección de cambio climático, Ministerio de Ambiente, 2024.

Figura 3: Unidad de muestreo con 25 puntos; asignado como Tierras Forestales ya que la cobertura boscosa ocupa más del 30% de los puntos, con CfRN LUA App



Fuente: Departamento de mitigación, Dirección de cambio climático, Ministerio de Ambiente, 2024.

5.5 Sistema de clasificación:

Para la realización del Mapatón se determinan coberturas de uso de la tierra congruentes con las categorías de uso de la tierra para la estimación de las emisiones

de GEI del sector AFOLU (categoría 3B. Tierras) de las Directrices del IPCC de 2006. En la **Tabla 1** se puede observar la homologación simplificada de las categorías del IPCC y las categorías que Panamá utiliza y que comprenden el sistema de clasificación que se asigna en el Mapatón; el cual son 14 categorías. En la **Tabla 2**, se presentan las definiciones según el IPCC, y en el caso de Panamá.

Tabla 1 Definiciones de uso de la tierra del IPCC y de Panamá

CATEGORÍA IPCC	CATEGORÍA NACIONAL
TIERRAS FORESTALES	1. Bosque maduro
	2. Bosque secundario
	3. Bosque de mangle
	4. Bosque plantado de coníferas
	5. Bosque plantado de latifoliadas
TIERRAS DE CULTIVO	6. Cultivos anuales (incluye musáceas)
	7. Cultivos permanentes
PASTIZALES	8. Pasto
	9. Rastrojo
HUMEDAL	10. Superficie de agua (*Natural)
	11. Cuerpo de agua artificial ("Flooded Land" en el IPCC, corresponde a embalse, Lago artificial)
	12. Vegetación baja inundable
	13. Estanques de acuicultura
ASENTAMIENTO	13. Área cultural
OTRAS TIERRAS	14. Área abierta sin o con poca vegetación

Fuente: CfrN, 2024.

Tabla 2. Definiciones de uso de la tierra del IPCC y de Panamá

Categoría de uso de la tierra según el IPCC	Definición IPCC	Subdivisión según Panamá (Cobertura y Uso para Mapatón)	Definición de Panamá	Coberturas, Usos, Tipos y Subtipos que Incluye
Tierras forestales	Toda la tierra con vegetación boscosa coherente con los umbrales utilizados para definir las <i>tierras forestales</i> en el inventario. También incluye los sistemas con una estructura de vegetación que actualmente se encuentra por debajo, pero que potencialmente podría alcanzar in situ los valores	Bosque maduro	Bosque en un estado sucesional avanzado o en su etapa final de sucesión, que pudo o no estar sujeto a un aprovechamiento selectivo.	Orey, cativo, rafia, bosque latifoliado mixto (Todos los tipos de bosques maduros, excepto manglar ¹).
		Bosque secundario	Bosque en un estado sucesional anterior al bosque maduro, que se desarrolló después de que toda o la mayoría de la	Bosque secundario (Todos los tipos de bosques, excepto manglar).

¹Si bien bosque manglar es un bosque latifoliado, esta información se desagrega en otra subcategoría para visualizar la dinámica del mismo manglar sobre todo para aplicar el suplemento de Humedales del IPCC 2013.

	umbrales utilizados por un país para definir la categoría de <i>tierras forestales</i> . Se subdivide en <i>tierras forestales que permanecen como tales</i> , y <i>tierras convertidas en tierras forestales</i> .		vegetación original fue eliminada por actividades humanas o fenómenos naturales.	
		Plantación de latifoliada	Bosque predominantemente compuesto por árboles establecidos por plantación y/o siembra deliberada. Puede ser formado por especies exóticas o nativas con fines de protección, restauración, conservación, producción, recreación y científicos.	Esta categoría, según discusiones técnicas, es muy difícil de detectar con Landsat. Incluyen en su mayoría plantaciones de teca.
		Plantación de conífera		Plantaciones de pino
		Bosque de mangle	Bosque natural en el cual 60% de los árboles dominantes y codominantes (en términos de número de árboles por hectárea) pertenece a una o varias especies de mangle. .	Manglar (Maduro y secundario)
	Incluye la tierra cultivada, incluidos los arrozales y los sistemas de agrosilvicultura,	Cultivo anual	Tierra con cultivos agrícolas perennes o temporales que permanecen de manera	Todos los cultivos anuales (maíz, arroz, hortalizas y otros cultivos temporales)

Tierras de cultivo	donde la estructura de la vegetación se encuentra por debajo de los umbrales utilizados para la categoría de tierras forestales. Se subdivide en <i>tierras de cultivo que permanecen como tales</i> , y <i>tierras convertidas en tierras de cultivo</i> .	Cultivo perenne/permanente	continúa durante varios años (tales como el cacao y el café), con o sin presencia de árboles. Incluye también tierra con árboles y arbustos para la producción de flores, frutas y aceites, y viveros (excepto los viveros forestales, los cuales deben ser clasificados bajo "Bosque").	Caña de azúcar, palma aceitera, café, cacao, frutales, cítricos, plátano, banano y otros cultivos permanentes
Pastizales	Incluye las tierras de pastoreo y los pastizales que no se consideran <i>tierras de cultivo</i> . También incluye todos los pastizales, desde las tierras sin cultivar hasta las zonas de recreo, así como los sistemas silvopastoriles, coherentes con las definiciones nacionales.	Pastizales	Tierra utilizada para producir forraje herbáceo, ya sea que éste crezca de manera natural o que sea cultivado.	Pasto, vegetación herbácea (paja canalera, otra vegetación herbácea).
		Rastrojo	Es la vegetación secundaria de especies arbóreas, arbustivas y herbáceas que aparece naturalmente después de un uso agropecuario. Tiene una altura promedio menor de 5 metros. Aunque cumple con los criterios de bosque en	Rastrojo y vegetación arbustiva. Es la clase de uso más difícil de asignar

			términos de su capacidad de alcanzar una altura mayor de 5 metros y 30% de cobertura de copa in situ, no se considera bosque hasta que haya alcanzado una altura promedio de 5 metros y una cobertura de copa de 30 %.	
Humedales	Incluye las zonas de extracción de turba y la tierra que está cubierta o saturada de agua durante todo el año o durante parte de este (ej. las turberas) y que no está dentro de las categorías de <i>tierras forestales</i> , <i>tierras de cultivo</i> , <i>pastizales</i> o <i>asentamientos</i> . Incluye los reservorios como subdivisión gestionada y los ríos naturales y los lagos como subdivisiones no gestionadas.	Humedal	Extensión de marismas, pantanos y turberas o superficies cubiertas de agua, sean estas de régimen natural o artificial, permanente o temporal, estancado o corriente, dulce, salobre o salado, incluyendo sus zonas ribereñas o costeras adyacentes, así como las islas o extensiones de agua marina cuya profundidad en marea baja no exceda de seis metros.	<p>Superficies de agua Ríos, lagos, y tierras bajas inundables (naturales - no alterados por la mano del hombre). Estanque para acuicultura y otras áreas culturales</p> <p>Tierras inundadas Masas de agua en las que las actividades humanas han causado cambios en el tamaño de la superficie cubierta por agua, generalmente mediante regulación del nivel del</p>

				<p>agua. Incluyen: Reservorios para la producción de hidroelectricidad, irrigación y navegación.</p> <p>Vegetación baja inundable</p> <p>Esta categoría se incluirá en los próximos inventarios para ello se deben definir los criterios para caracterizar y estimar los datos de actividad, así como los factores de emisión para la estimación de GEI de la categoría.</p>
Asentamiento	Incluye toda la tierra desarrollada, incluidas las infraestructuras de transporte y los asentamientos humanos de cualquier tamaño, a menos que ya estén incluidos en otras categorías.	Asentamiento	Lugar poblado con 1,500 o más habitantes y que partiendo de un núcleo central, presenta continuidad física en todas direcciones, hasta ser	Área poblada (urbana y rural), infraestructuras, explotaciones mineras, salinera, caminos, carreteras.

			interrumpida por terrenos no edificados.	
Otras tierras	Incluye el suelo desnudo, roca, hielo y todas aquellas zonas que no estén incluidas en ninguna de las otras cinco categorías.	Otras tierras	Toda la tierra que no ha sido definida como bosque u otros bosques.	Afloramientos rocosos y tierra desnuda, playa y arenal natural y albinas

Fuente: NRF2022, Resolución DM-148-2022.

5.6 Nivel Jerárquico de uso de la tierra

Cada parcela cuenta con un total de 25 puntos, cada punto representa 4%. El uso final de la tierra se determina en función del porcentaje observado por el intérprete sobre el uso del terreno, siguiendo el siguiente Nivel Jerárquico:

Tabla 3. Nivel Jerárquico de uso de la Tierra

Uso de la tierra	Porcentaje
Tierra Forestal	30
Pasto	20
Cultivos	20
Asentamientos	20
Humedales	20
Otras Tierras	20

Fuente: CfRN, 2024.

Si la parcela cuenta con al menos ocho (8) puntos que representan una cobertura de tierra forestal, entonces se le asigna la categoría de tierra forestales.

En casos de tierras no forestales, se debe buscar el uso de la tierra con mayor cobertura de la parcela. En caso de tener similar proporción entre coberturas (ej. Tenemos pastos con 30% y Cultivos con 30%) optamos por el siguiente orden de prioridad de clasificación:

- i. Tierras forestales
- ii. Pastizales
- iii. Tierras de Cultivos
- iv. Tierras de humedales
- v. Asentamientos
- vi. Otras Tierras

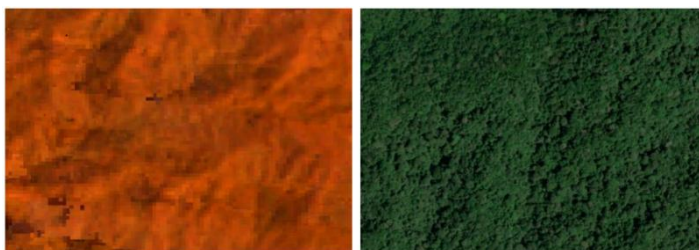
6. ABORDAJE DE LAS CLASES DE USO DE LA TIERRA QUE SE USAN EN EL MAPATON

A continuación, se abordan cada una de las clases de uso de la tierra como apoyo a los foto-interpretes en la tarea de clasificación de puntos.

6.1 Bosque Maduro

Bosque en un estado sucesional avanzado o en su etapa final de sucesión, que pudo o no estar sujeto a un aprovechamiento selectivo. Para verificar que se trata de bosques maduros se debe revisar en el GEE que años anteriores no se haya dado una tala o cambio de uso, es decir, que la imagen sea de la misma coloración pura (tonalidad rojiza). La cobertura del dosel en la textura se observa como un “brócoli”, sin espacios entre las copas (Figura 4). También hay que verificar en qué zona del país estamos trabajando, ya sea por ejemplo Darién o la cordillera central.

Figura 4: Imagen de un bosque maduro en Landsat y en alta resolución



Landsat 8

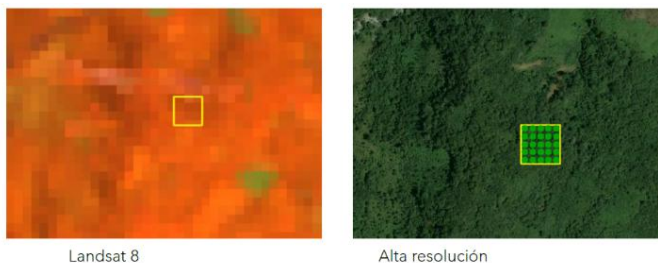
Alta resolución

Fuente: Departamento de mitigación. Proyecto Mapatón 2021

6.2 Bosque Secundario

Bosque en un estado sucesional anterior al bosque maduro, que se desarrolló después de que toda o la mayoría de la vegetación original fue eliminada por actividades humanas o fenómenos naturales. Este tipo de bosque se puede diferenciar del bosque maduro con los siguientes lineamientos: dependiendo de la zona del país; por la textura del dosel no se observa la forma de “brócoli”; existen parches y la tonalidad de la imagen en el GEE no está saturada como en el bosque maduro (Figura 5). A diferencia del bosque maduro, se observa una tonalidad menos marrón, y aumento de la presencia de espacios celestes o verdes.

Figura 5: Imagen de un bosque secundario en Landsat y en alta resolución



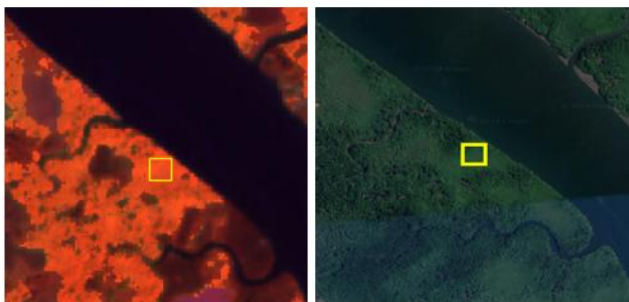
Fuente: Departamento de mitigación. Proyecto Mapatón 2021

6.3 Bosque de Mangle

Grupo de árboles, arbustos, matorrales, algunos helechos y/o palmeras donde el principal integrante es el árbol de mangle, según la Resolución 0148-2022 del 21 de julio de 2022 que aprueba el uso del Mapa de Cobertura Boscosa y Uso de Suelo 2021 [2], debe representar un 60% de la composición.

Las especies de mangle son: *Avicennia bicolor*, *Avicennia germinans*, *Rhizophora mangle*, *Rhizophora racemosa*, *Laguncularia racemosa*, *Conocarpus erectus* y *Pelliciera rhizophorae*. Incluye también híbridos como el *Rhizophora x harrisonii*. Son muy tolerantes a la sal, y se encuentran en áreas lodosas donde se combina el agua de mar con el agua dulce que desemboca de ríos o quebradas, entre las líneas de marea alta y marea baja. El manglar es una de la cobertura más fáciles de diferenciar en la fotointerpretación. Sobre todo, si se trata de zonas costeras e intermareales. Se distingue mejor al observar la imagen en el visor de GEE, con una tonalidad de rojos y marrones fuertes y saturados que la otra vegetación.

Figura 6: Imagen de cobertura de manglar en Sentinel y en alta resolución



Sentinel 2

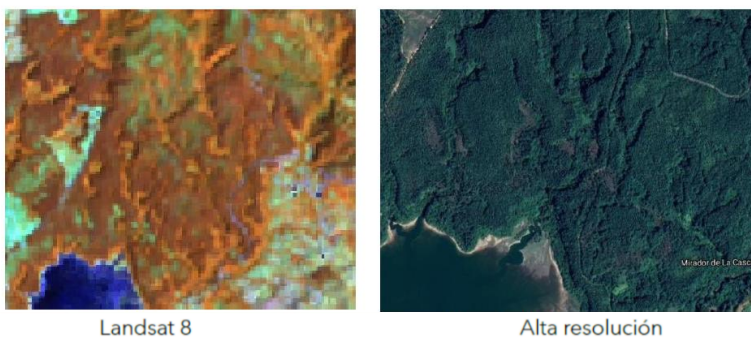
Alta Resolución

Fuente: Departamento de mitigación. Proyecto Mapatón 2024

6.4 Bosque Plantado de Coníferas

Bosque predominantemente compuesto por árboles establecidos por plantación y/o siembra deliberada. Este tipo de cobertura logra diferenciarse más que nada por la textura y forma de la imagen. Se caracteriza por la homogeneidad del color marrón oscuro. No es continua, y se puede apreciar en la Figura 7. Este tipo de cobertura se da más para la región de la provincia de Veraguas.

Figura 7: Imagen de cobertura de plantaciones coníferas en Landsat y en alta resolución



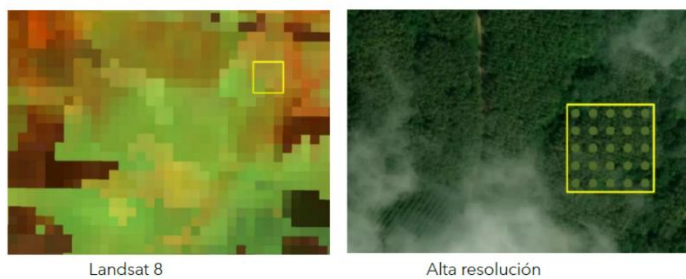
Fuente: Departamento de mitigación. Proyecto Mapatón 2021

6.5 Bosque Plantado de Latifoliadas

Bosque predominantemente compuesto por árboles establecidos por plantación y/o siembra deliberada. Puede ser formado por especies exóticas o nativas con fines de protección, restauración, conservación, producción, recreación y científicos.

Muchas veces también al fijarnos en la zona en la que estemos trabajando, podemos identificar si se trata de plantaciones, zonas como Panamá Este, el sur de Veraguas, e incluso partes de Darién pueden ser áreas potenciales de plantaciones de latifoliadas (teca en su mayoría).

Figura 8: Imagen de cobertura de plantaciones latifoliadas en Landsat y en alta resolución



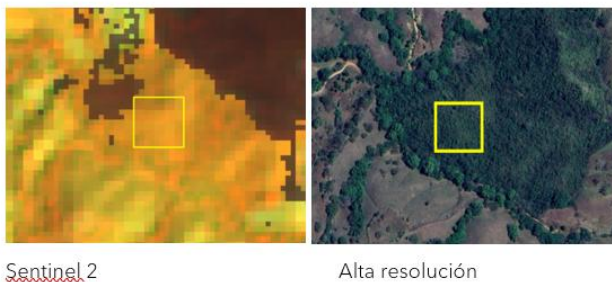
Fuente: Departamento de mitigación. Proyecto Mapatón 2021

6.6 Rastrojo

Comprende un grupo de coberturas vegetales de tipo natural y producto de la sucesión natural, que generalmente no alcanzan los 5 m de altura in situ, y cuyo hábito de crecimiento es arbustivo y herbáceo, desarrolladas sobre diferentes sustratos y pisos altitudinales. Se incluyen otros tipos de cobertura tales como las áreas cubiertas por vegetación arbustiva con dosel irregular y presencia de arbustos, palmas, enredaderas y vegetación de bajo porte. Aunque su origen puede ser antropogénico, en la actualidad su uso es marginal [3].

Es importante recalcar que el/la foto intérprete tiene el deber de asignar una categoría de uso de la tierra de lo que está observando en el momento del análisis, tomando en cuenta la lógica de la sucesión de años anteriores, pero sin permitir que su clasificación sea subjetiva. Es decir, que si estoy observando una formación (claramente) de rastrojo al sexto año de haber visto la primera tala o remoción de cobertura vegetal, se debe colocar lo que se está observando. Es decir, que, al no tener imágenes diarias, hay eventos que pueden escaparse de la fotointerpretación, como, por ejemplo, si ha habido alguna socuela o poda en algún punto del tiempo, que puede ser que haya influido en que el terreno presente una cobertura que se visualiza como un rastrojo.

Figura 9: Imagen de cobertura de rastrojo en Sentinel y en alta resolución



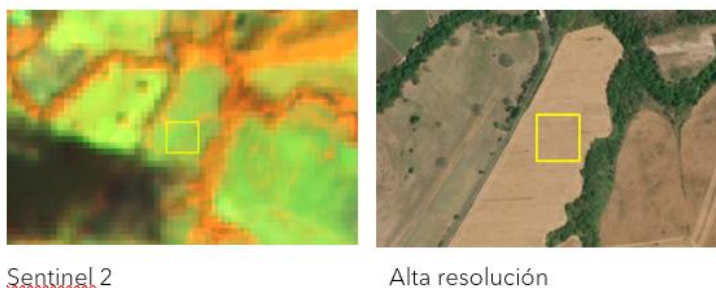
Fuente: Departamento de mitigación. Proyecto Mapatón 2024.

6.7 Cultivos anuales

Los cultivos anuales son aquellos que tiene un periodo corto de duración desde la siembra hasta la cosecha (maíz, arroz,

hortalizas y otros cultivos temporales). Se puede determinar al analizar varias imágenes mensualmente a lo largo de una serie anual. Es importante detectarlo para evitar asignar una clasificación de pasto, ya que, al estimar emisiones por pérdida de biomasa, en cultivos anuales se asume que existe un balance, el carbono de la biomasa que se cosecha vuelve a recuperarse con el nuevo ciclo de siembra y crecimiento.

Figura 10: Imagen de cobertura de cultivo de maíz en Sentinel y en alta resolución

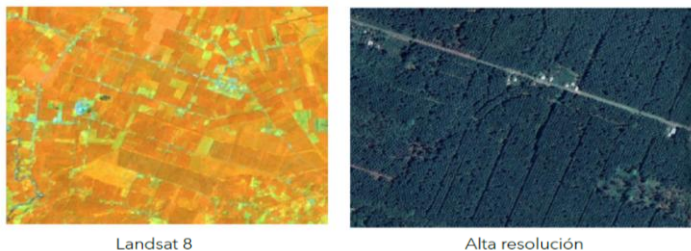


Fuente: Departamento de mitigación. Proyecto Mapatón 2024.

6.8 Cultivos permanentes

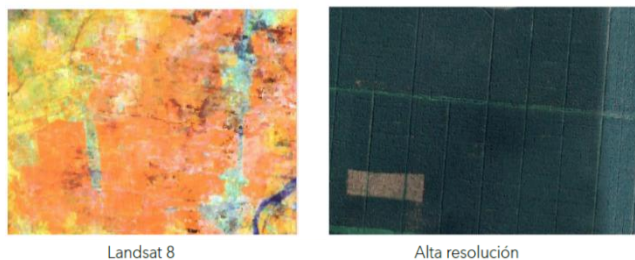
Los cultivos permanentes son cultivos agrícolas perennes que permanecen de manera continua durante varios años. Se incluyen la caña de azúcar, palma aceitera, café, cacao, frutales, cítricos, plátano, banano y otros cultivos. Un fotointérprete que conoce su provincia y región del país podrá determinar de una manera más intuitiva qué tipo de cultivos estamos observando en la imagen.

Figura 11: Imagen de cobertura de palmas aceiteras en Puerto Armuelles, Chiriquí en Landsat y en alta resolución



Fuente: Departamento de mitigación. Proyecto Mapatón 2021

Figura 12 Imagen de cobertura de plantación de banano en Bocas del Toro en Landsat y en alta resolución



Fuente: Departamento de mitigación. Proyecto Mapatón 2021

6.9 Pastizales

Para la clasificación de pastizales se incluyen el pasto, la vegetación herbácea (paja canalera, otra vegetación herbácea). Se entiende por pasto la tierra utilizada para producir forraje herbáceo, ya sea que éste crezca de manera natural o que sea cultivado. Dentro de esta categoría se incluye la vegetación herbácea no inundables, aquella

dominada por vegetación natural en diferentes densidades y sustratos, las cuales forman una cobertura mayor de 70%, aunque no tenga influencia de pastoreo.

Figura 13: Imagen de cobertura de pastizal en Landsat y en alta resolución



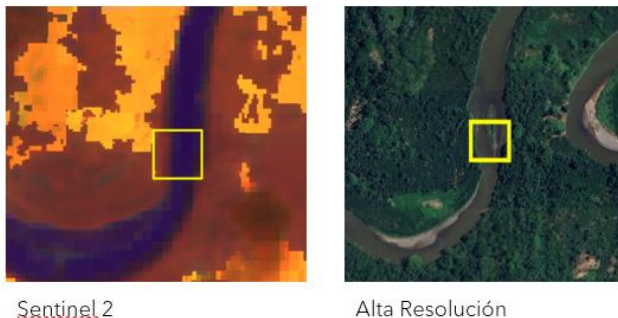
Fuente: Departamento de mitigación. Proyecto Mapatón 2021

6.10 Humedales - Superficies de cuerpos de aguas naturales

Extensión de marismas, pantanos y turberas o superficies cubiertas de agua, sean estas de régimen natural o artificial, permanente o temporal, estancado o corriente, dulce, salobre o salado, incluyendo sus zonas ribereñas o costeras adyacentes, así como las islas o extensiones de agua marina cuya profundidad en marea baja no exceda de seis metros.

Cuando la parcela caiga en su totalidad o algunos puntos correspondan a cuerpos de aguas superficial se debe marcar como humedal bajo la subclasificación de humedal natural.

Figura 14: Imagen de cobertura de cuerpo de agua natural (río) en Sentinel y en alta resolución



Fuente: Departamento de mitigación. Proyecto Mapatón 2024

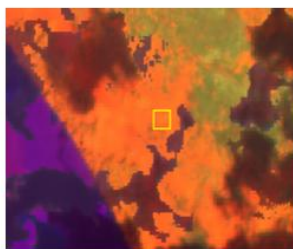
6.11 Humedales - Vegetación baja inundable

La vegetación baja inundable comprende áreas con vegetación baja localizada principalmente en tierras que permanecen inundadas durante la mayor parte del año, pueden estar constituidas por zonas de divagación de cursos de agua, pantanos, ciénagas, llanuras de inundación, y depresiones naturales donde la capa freática aflora de manera permanente o estacional. Comprende hondonadas donde se recogen, y naturalmente se detiene las aguas, con fondos más o menos cenagosos, pueden contener pequeños islotes arenosos y lodosos, de formas irregulares alargadas y fragmentadas. Se pueden encontrar cuerpos de aguas, algunos con cobertura parcial de vegetación acuática.

Se debe tener cuidado con esta categoría, ya que, dependiendo de la fecha de la imagen analizada, a veces se

podrá observar como un tipo vegetación herbácea que deja al intérprete en dudas si se trata de un rastrojo o pastizal, lo que puede llevar al interprete a asignar una clase de uso que conlleva sobre estimación en las emisiones. Es recomendable verificar todas las épocas del año y años anteriores para conocer si se trata de un área inundable.

Figura 15: Imagen de parcela asignada como vegetación baja inundable en Sentinel y Alta resolución



Sentinel 2



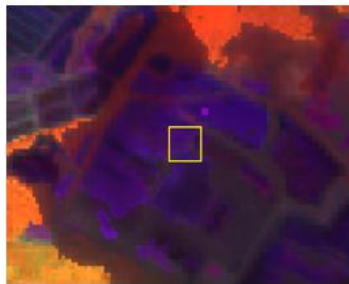
Alta resolución

Fuente: Departamento de mitigación. Proyecto Mapatón, 2024.

6.12 Humedales - Tierras inundadas

Masas de agua en las que las actividades humanas han causado cambios en el tamaño de la superficie cubierta por agua, generalmente mediante regulación del nivel del agua. Incluyen: Reservorios para la producción de hidroelectricidad, irrigación, camaroneras, y navegación, etc.

Figura 16: Imagen de cobertura de cuerpo de agua artificial (estanques de acuicultura) en Sentinel y en alta resolución



Sentinel 2



Alta Resolución

Fuente: Departamento de mitigación. Proyecto Mapatón, 2024.

6.13 Asentamientos

Lugar poblado con 1,500 o más habitantes y que partiendo de un núcleo central, presenta continuidad física en todas direcciones, hasta ser interrumpida por terrenos no edificados. Dentro de la categoría de asentamientos, podemos observar que se encuentran también: vías ferroviarias, red vial, zonas portuarias, aeropuertos, obras hidráulicas (salvo hidroeléctricas, cuyos embalses irán en “tierras inundadas” dentro de la categoría de Humedales), redes de transmisión eléctrica, canteras, explotación minera. También las viviendas dispersas se colocan como asentamientos cuando la parcela caiga sobre ellas.

Figura 17: Imagen de cobertura de asentamientos urbanos en Landsat y en alta resolución



Landsat 8

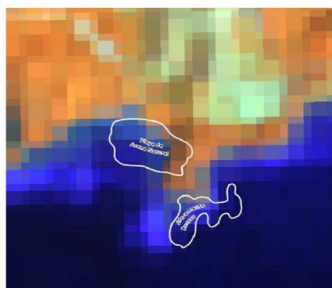
Alta resolución

Fuente: Departamento de mitigación. Proyecto Mapatón, 2024.

6.14 Otras Tierras

Área abierta sin o con poca vegetación. En el contexto nacional esta cobertura incluye Afloramientos rocosos y tierra desnuda, playa y arenal natural y albinas.

Figura 18: Imagen de cobertura de Otras tierras (playa, arenal y roca) en Landsat y en alta resolución



Landsat 8



Alta resolución

Fuente: Departamento de mitigación. Proyecto Mapatón 2021

7. CARACTERÍSTICAS DE LA ENCUESTA CON CFRN LUA APP.

El cuestionario en línea para la recopilación de información de uso y cambio de uso de la tierra en la plataforma, CfrN LUA App tiene las siguientes características:

Contiene catorce (14) categorías de uso final o cobertura de la tierra.

Adicional a la clasificación del uso de la tierra, la encuesta incluye las siguientes preguntas en el cuestionario (Figura 22):

Observación previa. Posibles respuestas: Cambio de uso del suelo, Perturbación y Ninguna.

Año de Cambio. En “Observación previa” si se seleccionó “Cambio de uso del suelo”, se despliega los años del 2001 al 2024, y se debe escoger el año en que ocurrió el cambio.

Uso anterior de la tierra. Al escoger “Cambio de uso del suelo”, luego de escoger el año en que ocurrió el cambio, se debe seleccionar el “Uso anterior de la tierra”.

Año de Perturbación. En “Observación previa” si se seleccionó “Perturbación”, se despliegan los años del 2001 al 2024, y se debe escoger el año en que ocurrió la perturbación.

Nueva Perturbación. Al seleccionar “Perturbación”, luego de escoger el año en que ocurrió la perturbación, se debe seleccionar la “Nueva Perturbación”.

Estás seguro con esta parcela. Posibles respuestas: Sí o no.

Figura 19: Imagen de la encuesta en CfrN LUA App - categorías de cobertura/uso de la tierra

▼ Preguntas de la encuesta

< 1 2 3 >

A las páginas con un contorno rojo les
faltan algunas respuestas para poder
guardar la colección

Uso final de la tierra

<input checked="" type="radio"/> Tierras Forestales ✓	<input type="radio"/> Pastizales
<input type="radio"/> Tierras de Cultivos	<input type="radio"/> Humedales
	<input type="radio"/> Asentamiento
	<input type="radio"/> Otras Tierras

- F - Sub Land Use

<input checked="" type="radio"/> Bosque Maduro	<input type="radio"/> Plantación Latifoliada
<input type="radio"/> Bosque Secundario	<input type="radio"/> Plantación de Conífera
<input type="radio"/> Manglar	

Fuente: Ministerio de Ambiente. Proyecto Mapatón 2024, CfrN LUA App.

Figura 20: Imagen de la encuesta en CfrN LUA App - Preguntas adicionales

▼ Preguntas de la encuesta

< 1 2 3 >

A las páginas con un contorno rojo les faltan algunas respuestas para poder guardar la colección

Observación previa

☐ Cambio de uso del suelo

☒ Perturbación ✓

☐ Ninguna

- Año de la perturbación

- Nueva Perturbación

☐ Fuego

☐ Agricultura Itinerante

☐ Tala

Fuente: Ministerio de Ambiente. Proyecto Mapatón 2024, CfrN LUA App.

8. ACUERDOS ALCANZADOS PARA LA INTERPRETACIÓN (PASOS Y CONSIDERACIONES)

Durante el proceso de capacitación y práctica con el uso de la herramienta CfrN LUA App han surgido una serie de consideraciones y acuerdos basados en las experiencias aprendidas en mapatones anteriores, la experiencia en campo del equipo, y la experiencia en teledetección del personal. Estas consideraciones son:

8.1 Orden de interpretación de las parcelas:

- i. Análisis de la imagen de alta resolución del visualizador. Normalmente es la imagen de inicio con alta resolución.
- ii. Visualización de las imágenes del satélite Planet NICFI, con mayor número de imágenes en el tiempo (imágenes con fecha), y se observan texturas y colores. La fecha recomendada para realizar la interpretación del uso de la tierra es diciembre del año correspondiente.
- iii. Visualización en el geo-dash para conocer el contexto del sitio y los cambios. Podemos observar el cambio de colores (dependiendo del arreglo de las bandas) en imágenes de Landsat y Sentinel para conocer si sucedió un cambio de uso de la tierra (sobre todo para determinar que un bosque es maduro se debe observar la reflectancia uniforme y saturada en toda la parcela). Con el MODIS, es posible localizar los incendios.
- iv. Descargar Plot KML para visualizarlas en Google Earth Pro. Esto nos permite ubicar con mayor resolución el tipo de cobertura y la fecha. Se debe verificar bien la fecha al pie de la imagen, ya que comúnmente no se tienen imágenes para toda la serie temporal.

8.2 Interpretación

- Cada interprete tendrá una encuesta con un número definido de parcelas a interpretar, esta encuesta es de carácter individual, y solo el usuario asignado debería tener acceso. Sin embargo, cualquier usuario, registrado en el proyecto del Mapatón, puede ingresar a una encuesta en la cual no se ha terminado de interpretar todas las parcelas asignadas. Esto facilita procesos de control de calidad y revisión de la interpretación, sin embargo, es necesario monitorear que no se den ingresos no autorizados a las encuestas en línea.
- Para plantaciones latifoliadas, cuando la imagen de falso color o infrarrojo cercano no sea de ayuda, se procederá a visualizar con alta resolución y solo se marcará como plantación cuando la misma sea completamente visible.
- Incendios, no se está analizando el tipo de incendio, sino solo si existe la ocurrencia de este o no y el año en que ocurre. Es una perturbación.
- La tala de árboles, solo se da cuando el suelo es catalogado como Tierra Forestal antes de esta perturbación.
- Procurar usar los valores de NDVI o de la gráfica de banda de NDFI, cuando existe poca información en las imágenes de alta resolución (este paso es para

expertos en el uso de NDVI/NDFI, ya que muchas veces las nubes pueden hacer que el valor sea atípico para el objetivo que se busca).

- Determinar el uso final de la tierra, teniendo como base el nivel jerárquico de uso de la tierra.
- Es necesario estar consciente de la lógica de las transiciones y evitar marcar transiciones ilógicas.
- Cuando no exista manera de interpretar la parcela o surjan dudas específicas, la parcela se podrá marcar con un Flag o Bandera para ser analizada posteriormente.
- Se debe tener claridad de la zona en la que se encuentra la parcela a analizar, ya que este sitio puede brindar mucha información sobre el contexto de los usos y cambios de uso de la tierra.
- Un factor importante por considerar en zonas de bosque maduro es la inclinación del sitio (En caso de estar en una ladera o pendiente), ya que el ángulo en el que el sensor (satélite) tomó la imagen, puede captar una sombra de la montaña y cambiar reflectancia de la imagen, donde se puede llegar a confundir la categoría de un bosque maduro, con uno secundario u otra cobertura.
- Cuando se visualiza un cambio de uso de la tierra con el GEO-DASH, solo marcarlo como cambio,

cuando se está seguro del patrón existente o se tenga respaldo de alta definición, evitando así errores de interpretación.

9. CONTROL DE CALIDAD

En esta sección se describe el proceso metodológico implementado para realizar el control de calidad de los datos de actividad descargados de la aplicación LUA. El objetivo principal es identificar y corregir transiciones de uso de la tierra raras o imposibles que se reportan entre años consecutivos, asegurando la integridad y fiabilidad de los datos.

Durante el desarrollo del Mapatón, se puede asignar dos o tres oficiales (super usuarios) quienes estarán a cargo de revisar parcelas foto interpretadas aleatoriamente para identificar errores dados por asignaciones incorrectas de transiciones ilógicas de uso de la tierra.

Para periodos cortos (1 año), se han definido transiciones lógicas e ilógicas que pueden ocurrir. Estas transiciones han sido establecidas en base a criterios técnicos, ecológicos y de dinámicas observadas en el territorio.

Tabla 4: Matriz de transiciones lógicas e ilógicas aplicables para periodos de 1 año entre dos tipos de cobertura de suelo

¿Es posible esta transición?	Bosque Maduro	Bosque Secundario	Tierras forestales, Manglar	Plantación Latifoliadas	Plantación Coníferas	Cultivos anuales	Cultivos Permanentes	Pastizales, Pasto	Pastizales, Rastrojos	Humedales	Asentamientos	Otras tierras
Bosque Maduro	SI	NO	NO	NO	NO	SI	SI	SI	NO	SI	SI	SI
Bosque Secundario	NO	SI	NO	NO	NO	SI	SI	SI	NO	SI	SI	SI
Manglar	NO	NO	SI	NO	NO	SI	SI	SI	NO	SI	SI	SI
Plantación Latifoliadas	NO	SI	NO	SI	NO	SI	SI	SI	NO	SI	SI	SI
Plantación Coníferas	NO	NO	NO	NO	SI	SI	SI	SI	NO	SI	SI	SI
Cultivos anuales	NO	NO	NO	NO	NO	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI
Cultivos permanentes	NO	NO	NO	NO	NO	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI
Pastizales, Pasto	NO	NO	NO	NO	NO	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI
Pastizales, Rastrojos	NO	SI	NO	NO	NO	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI
Humedales	NO	NO	NO	NO	NO	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI
Asentamientos	NO	NO	NO	NO	NO	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI
Otras tierras	NO	NO	SI	SI	SI	NO	NO	NO	NO	SI	SI	SI

Fuente: CfRN, 2024.

Se ha elaborado una **matriz de transiciones lógicas e ilógicas** aplicables para periodos de **1 año (Tabla 4)**. Esta matriz establece si una transición entre dos tipos de cobertura de suelo es factible en un plazo corto. Por ejemplo:

- **Transiciones lógicas:**
 - Bosque Secundario → Bosque Maduro
(posible en largo plazo, no en un año)

- Manglar → Cultivos Permanentes (**posible debido a presión humana y conversión agrícola**).
- **Transiciones ilógicas:**
 - Pastizales → Bosque Maduro (imposible en un año)
 - Asentamientos → Bosque Secundario (no plausible sin evidencia de abandono y regeneración).

9.1 Proceso Metodológico

Descarga y Preparación de Datos

1. Se descargan los datos de actividad desde la aplicación LUA.
2. Los datos se organizan por **ID de parcela, año, uso inicial y uso final**.

Filtrado de Transiciones Ilógicas

1. Se aplica la **matriz de transiciones** a los datos para identificar aquellas parcelas que presentan transiciones **raras o imposibles**.
2. Se filtran y agrupan las parcelas que cumplen con estos criterios para su análisis posterior.

Validación de Transiciones con Imágenes Satelitales

1. Un experto en **Teledetección y Sensores Remotos** revisa las parcelas filtradas utilizando **imágenes satelitales recientes**.
2. Se evalúa la consistencia de la transición reportada con la evidencia visual de las imágenes.

Corrección de Datos

1. Si se confirma que la transición es incorrecta, se procede a corregir el uso de la tierra reportado.
2. La corrección se documenta en una tabla de control que incluye:
 - ID de parcela
 - Año inicial y final
 - Uso inicial y uso reportado
 - Uso corregido
 - Justificación basada en imágenes satelitales.

9.2 Ajustes a la Matriz de Transiciones

Es posible que, durante el proceso de validación, se identifiquen transiciones posibles que talvez hayan sido catalogadas como ilógicas; por ejemplo, la transición Manglar → Cultivos Permanentes es posible en un año debido a la presión humana y la conversión de manglares en sistemas agrícolas. Estos ajustes se deben documentar y actualizar en la matriz de transiciones.

9.3 Resultados Esperados

El proceso de control de calidad permite:

- Eliminar errores en los datos de actividad reportados.
- Mejorar la fiabilidad de los datos utilizados para análisis posteriores (e.g., niveles de referencia forestal, informes REDD+).
- Documentar y justificar los cambios realizados en un proceso transparente.

9.4 Conclusión

El proceso metodológico descrito asegura un control riguroso de los datos de actividad descargados de la aplicación LUA. A través de la identificación y validación de transiciones lógicas e ilógicas mediante imágenes satelitales, se garantiza la calidad e integridad de la información utilizada en estudios de uso y cambio de la tierra.

El proceso metodológico descrito asegura un control riguroso de los datos de actividad descargados de la aplicación LUA. A través de la identificación y validación de transiciones lógicas e ilógicas mediante imágenes satelitales, se garantiza la calidad e integridad de la información utilizada en estudios de uso y cambio de la tierra.

REFERENCIAS

- [1] MiAMBIENTE, «Nivel de Referencia Forestal de Panamá,» 2022. [En línea]. Available: https://redd.unfccc.int/files/2022_frl_panama.pdf.

- [2] M. d. Ambiente, «Informe Ejecutivo del Mapa de Cobertura Boscosa y Uso de Suelo 2021. Resolución DM-0148-2022,» 2022.

- [3] M. d. A. MiAMBIENTE.Dirección de Información Ambiental/ Dirección de Cambio Climático, «Protocolo para la interpretación de unidades de muestreo con imágenes de satélites utilizando la plataforma Collect Earth Online (CEO),» 2021.