MAPBIOMAS
ECUADOR

Cobertura y Uso del Suelo

Mapa Transversal - Coberturas Inundables

Documento Teórico Base de Algoritmos (ATBD)

Colección 4.0

Versión 1.0

Octubre 2026

Equipo MapBiomas Ecuador - Transversal Coberturas inundables

Coordinador general de MapBiomas en Ecuador
Wagner Holguín

Especialistas en mapeo
Katherine Terán
Cristina Cabrera

Directora Ejecutiva de Fundación Ecociencia
Carmen Josse

Institución
Fundación de Estudios Ecológicos Ecociencia

Lizardo García E10-80 y 12 de Octubre.
Edificio Alto Aragón, Oficina 5C
Quito-Ecuador
+593 2 2523 066
http://ecociencia.org

Cómo citar
W. Holguín, K. Terán, F. Garcés, C. Cabrera & S. Cevallos. (2026). Documento de Bases Teóricas de Algoritmo (ATBD) MapBiomas Ecuador - Transversal Coberturas inundables Colección 4.0, Apéndice Ecuador.

Índice

1. Introducción **2**
2 Definición y construcción de los mosaicos satelitales **4**
2.1. Definición de las zonas de inundación 5
2.2. Selección de variables de clasificación 6
3 Clasificación **7**
3.1. Clases identificadas 7
3.1.1 Bosque inundable (ID 6) 7
3.1.2 Formación natural no forestal inundable (ID 11) 8
3.2 Muestras de entrenamiento 9
4 Post-clasificación **10**
4.1 Llenado de vacíos de información 10
4.2 Filtro temporal 11
4.3 Filtro frecuencia 11
4.4 Filtro espacial 12
5 Referencias **13**

Lista de Figuras

1. Introducción **2**
Figura 1. Área de estudio 3
Figura 2. Diagrama metodológico para la identificación de coberturas inundables 4
2 Definición y construcción de los mosaicos satelitales **4**
2.1. Definición de las zonas de inundación 5
Tabla 1. Capas de referencia utilizadas para el proyecto. Fuente: Elaboración propia. 5
Figura 3. Delimitación de regiones de clasificación a partir de mapas de referencia 6
2.2. Selección de variables de clasificación 6
Tabla 2. Variables para la clasificación de coberturas inundables de la Colección 4.0, MapBiomas Ecuador 7
3 Clasificación **7**
3.1. Clases identificadas 7
3.1.1 Bosque inundable (ID 6) 7
Figura 4. Imágenes de referencia para la clase Bosque inundable. Arriba a la izquierda: mosaico Landsat (RGB), Arriba a la derecha: clasificación de coberturas (Leyenda Bosque inundable, Zonas sin bosque inundable). Abajo: fotografía del paisaje 8
3.1.2 Formación natural no forestal inundable (ID 11) 8
Figura 5. Imágenes de referencia para la clase bosque inundable. Arriba a la izquierda: mosaico Landsat (RGB), Arriba a la derecha: clasificación de coberturas (Leyenda Bosque inundable a) inundable, Zonas sin formaciones no inundables). Abajo: fotografía del paisaje 9
3.2 Muestras de entrenamiento 9

Tabla 2a. mapas de referencia de bosques inundables....9
Tabla 2b. mapas de referencia de formación no forestal en humedales....9
Tabla 3. Coberturas de la colección 6 MapBiomas Amazonía utilizadas para la obtención de la imagen de píxeles estables para zonas inundables. Fuente: elaboración propia....10
Figura 6. Muestras de entrenamiento (b) sorteadas aleatoriamente para cobertura inundable (celeste) y no inundable (gris), a partir del mapa de referencia (a)....10
4 Post-clasificación....10
4.1 Llenado de vacíos de información....10
Figura 7. Ejemplo del mecanismo de acción del filtro de relleno de vacíos....11
4.2 Filtro temporal....11
Tabla 4. Reglas de aplicación de filtro temporal y resultados....11
4.3 Filtro frecuencia....11
Figura 8. Efecto de la aplicación del filtro de frecuencia....12
Figura 9. Efecto de la aplicación del filtro de frecuencia. Fuente: MapBiomas Colección 4, 2026....12
4.4 Filtro espacial....12
Figura 10. Efecto de la aplicación del filtro espacial....12
5 Referencias....13

Lista de Tablas

1. Introducción....3
Figura 1. Área de estudio....4
Figura 2. Diagrama metodológico para la identificación de coberturas inundables....5
2 Definición y construcción de los mosaicos satelitales....5
2.1. Definición de las zonas de inundación....6
Tabla 1. Capas de referencia utilizadas para el proyecto. Fuente: Elaboración propia. 6
Figura 3. Delimitación de regiones de clasificación a partir de mapas de referencia....7
2.2. Selección de variables de clasificación....7
Tabla 2. Variables para la clasificación de coberturas inundables de la Colección 4.0, MapBiomas Ecuador....8
3 Clasificación....8
3.1. Clases identificadas....8
3.1.1 Bosque inundable (ID 6)....8
Figura 4. Imágenes de referencia para la clase Bosque inundable. Arriba a la izquierda: mosaico Landsat (RGB), Arriba a la derecha: clasificación de coberturas (Leyenda Bosque inundable, Zonas sin bosque inundable). Abajo: fotografía del paisaje....9
3.1.2 Formación natural no forestal inundable (ID 11)....9
Figura 5. Imágenes de referencia para la clase bosque inundable. Arriba a la izquierda: mosaico Landsat (RGB), Arriba a la derecha: clasificación de coberturas (Leyenda Bosque inundable a) inundable, Zonas sin formaciones no inundables). Abajo: fotografía del paisaje....10
3.2 Muestras de entrenamiento....10
Tabla 2a. mapas de referencia de bosques inundables....10
Tabla 2b. mapas de referencia de formación no forestal en humedales....10
Tabla 3. Coberturas de la colección 6 MapBiomas Amazonía utilizadas para la obtención de la imagen de píxeles estables para zonas inundables. Fuente: elaboración propia....11

Figura 6. Muestras de entrenamiento (b) sorteadas aleatoriamente para cobertura inundable (celeste) y no inundable (gris), a partir del mapa de referencia (a)..... 11
4 Post-clasificación.....11
4.1 Llenado de vacíos de información.....11
Figura 7. Ejemplo del mecanismo de acción del filtro de relleno de vacíos..... 12
4.2 Filtro temporal.....12
Tabla 4. Reglas de aplicación de filtro temporal y resultados..... 12
4.3 Filtro frecuencia..... 12
Figura 8. Efecto de la aplicación del filtro de frecuencia..... 13
Figura 9. Efecto de la aplicación del filtro de frecuencia. Fuente: MapBiomas Colección 4, 2026.....13
4.4 Filtro espacial..... 13
Figura 10. Efecto de la aplicación del filtro espacial.....13
5 Referencias.....14

1. Introducción

El mapeo de las coberturas inundables, especialmente los bosques inundables, en la región amazónica es uno de los grandes retos en MapBiomas Ecuador . El primer avance frente a este desafío se logró en colecciones anteriores de Amazonía, concentrando los esfuerzos, como área piloto, en el territorio peruano y utilizando las herramientas disponibles para el equipo en esas ediciones.

Los algoritmos desarrollados para la clasificación anual de áreas inundables en MapBiomas Ecuador (1985-2025) incorporaron áreas de trabajo específicas y el uso de mapas de referencia nacionales, lo que convierte este tema en un aspecto transversal dentro del proyecto.

Este enfoque aprovecha los mosaicos Landsat generados para el mapa general de la Colección 4.0, empleando los mismos parámetros de períodos de imágenes, sensores, cobertura de nubes y exclusión de escenas anuales. Sin embargo, se añadieron bandas relacionadas con el índice Tasseled Cap en sus tres componentes: *Brightness, Greenness y Wetness*. De todas las variables disponibles, se seleccionaron las más representativas para cada clase. En total, se utilizó un conjunto de 26 variables (entre bandas Landsat, índices espectrales y variables topográficas, con reductores de mediana y percentil 25%) para entrenar el clasificador Random Forest.

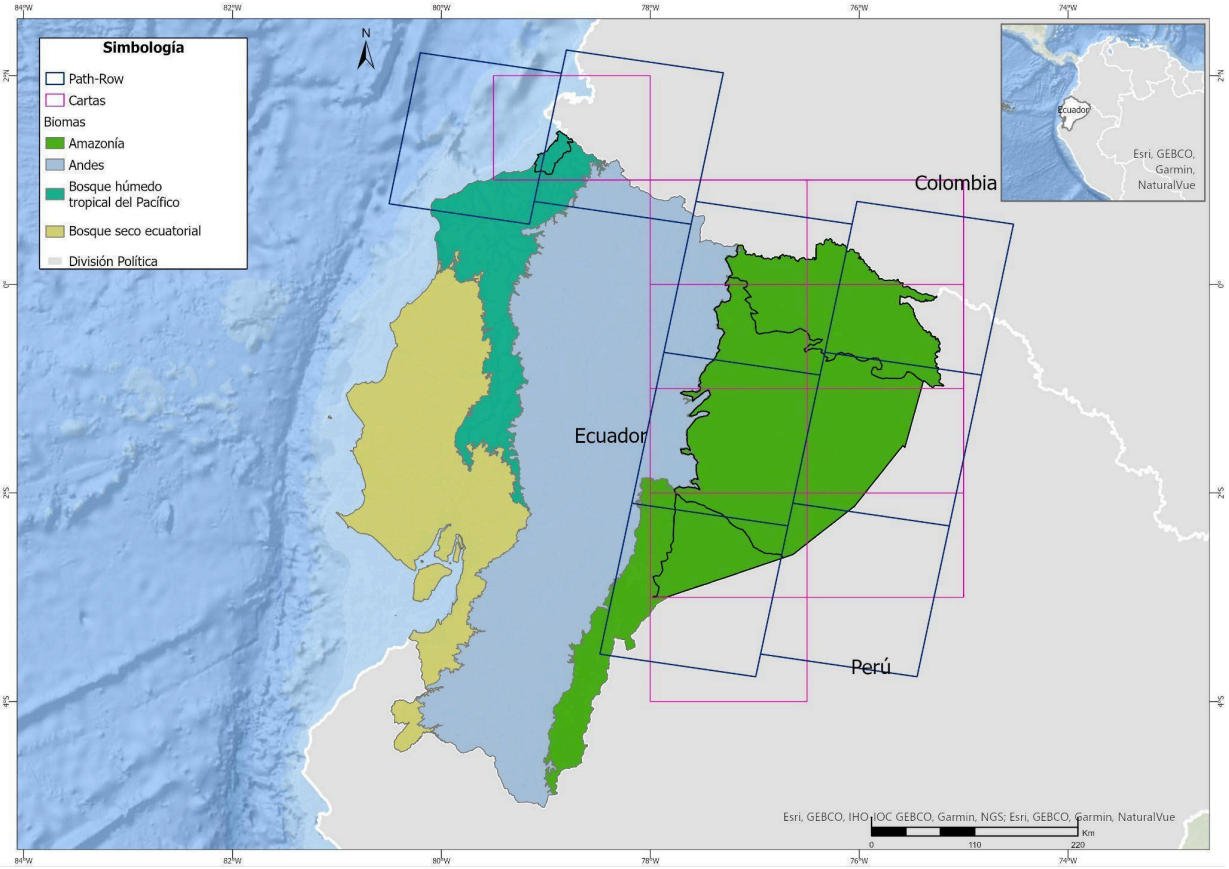


***Figura 1**. Área de estudio.*

El proceso completo se estructuró en tres etapas principales: (I) definición y construcción de los mosaicos satelitales, (II) clasificación de los mosaicos y (III) aplicación de filtros posclasificación. Cada una de estas etapas incluyó diversos pasos, como la recopilación de datos de referencia, la definición de zonas de muestreo y la realización de clasificaciones preliminares de prueba. El esquema detallado del proceso de clasificación se presenta en la Figura 2.

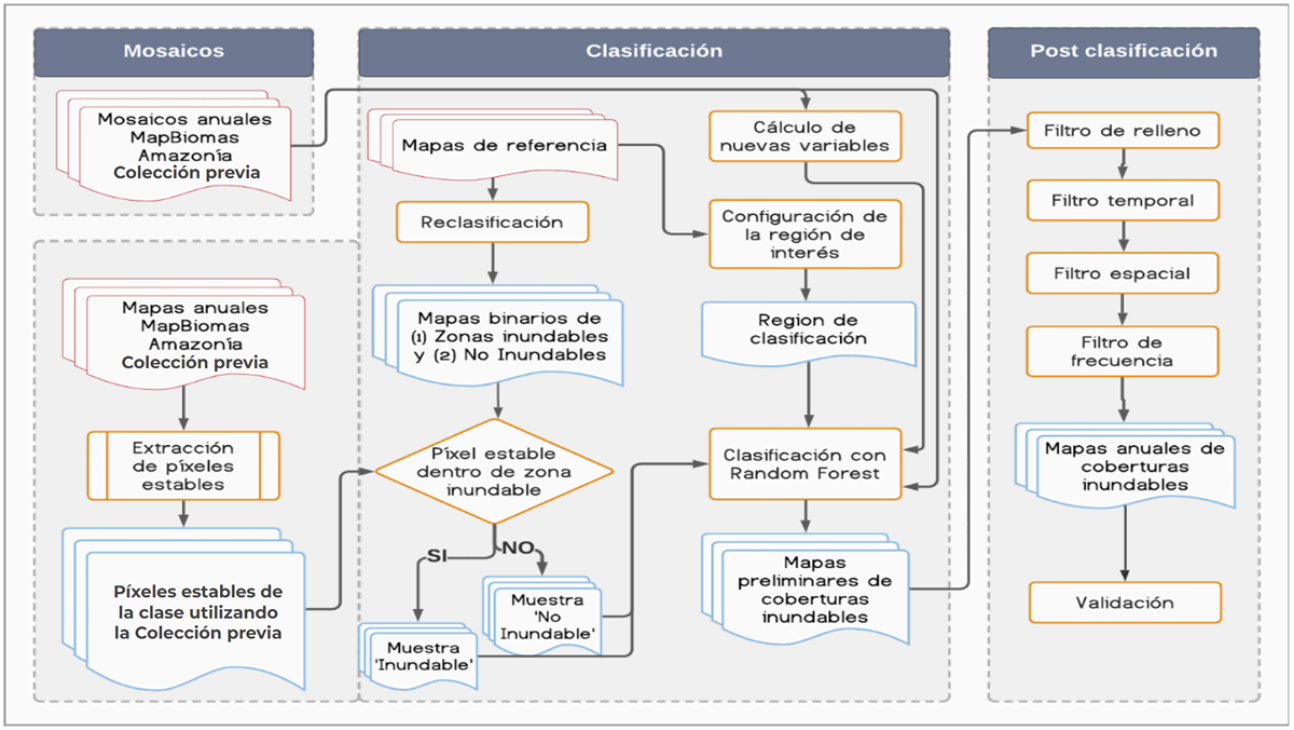


Figura 2. *Diagrama metodológico para la identificación de coberturas inundables.*

2 Definición y construcción de los mosaicos satelitales

Los mosaicos utilizados para identificar las coberturas inundables son los mismos generados para el mapa general de la Colección 4.0 MapBiomas Ecuador. Como se detalla en el ATBD General, los mosaicos se construyen a partir de las imágenes Landsat disponibles en las colecciones de Google Earth Engine para el área de estudio, utilizando como unidad de trabajo las cartas millonésimas mundiales (Figura 1). Se seleccionan las escenas de mejor calidad que cubran la mayor superficie posible por carta y se aplican los algoritmos *Cfmask y CloudScore* para enmascaramiento de nubes y sombras.

Cada mosaico se forma con 151 bandas (detalladas en el ATBD General) que incluyen, además de las bandas propias del satélite, índices espectrales derivados que utilizan los siguientes métodos de agregación[1]:

- Mediana (_median): Mediana por píxel de las imágenes correspondientes al periodo de mapeo óptimo definido para cada año[2].
- Mediana época seca (_dry): Mediana por píxel de las imágenes ubicadas en el percentil 25% anual de NDVI.

[1] Estos métodos de agregación se aplicaron a las imágenes Landsat seleccionadas por carta y a todos los índices espectrales derivados de ellas.

[2] Cada país evaluó y definió un período óptimo del año tomando como criterios: 1) la disponibilidad o cobertura de datos, 2) el contraste espectral entre clases y 3) las características fenológicas de la cobertura vegetal en diferentes momentos del año. Este periodo fue aplicado para calcular las bandas que emplearon el reductor de "mediana", mientras que para las demás bandas que emplearon otros reductores se consideró la totalidad de imágenes disponibles en el año calendario.

- Mediana época húmeda (_wet): Mediana por píxel de las imágenes ubicadas en el percentil 75% anual de NDVI.
- Amplitud (_amp): Amplitud anual por pixel.
- Desviación estándar (_stdDev): Desviación estándar anual por pixel.
- Mínimo (_min): Mínimo anual por pixel.
- Máximo (_max): Mínimo anual por pixel.

La selección de escenas y construcción de los mosaicos definitivos se realiza utilizando como referencia los siguientes parámetros, almacenados como metadatos en cada asset construído:

- ID: Identificador único de la región.
- Año: Año (1985 a 2025) al que corresponde el mosaico.
- Carta: Identificador de la carta
- Fecha inicial y final: Fechas utilizadas para la selección de imágenes de las colecciones disponibles en Google Earth Engine.
- Sensor: Identificador del sensor (L5: Landsat 5 TM, L7: Landsat 7 ETM+,L8: Landsat 8 OLI, L9: Landsat 9 y LX: Combinación de escenas de Landsat 5 y Landsat 7.)
- Cobertura de nubes: Porcentaje máximo permitido de cobertura de nubes. Se excluyeron de la creación de los mosaicos las escenas que superan ese porcentaje.
- Blacklist: Lista de escenas consideradas de mala calidad, que son excluidas de la construcción del mosaico.

Todos los mosaicos generados se almacenan como colección de imágenes de Google Earth Engine.

2.1. Definición de las zonas de inundación

A partir de los mosaicos o cartas generados para cada país, en este caso para Ecuador, se seleccionan aquellos que corresponden a las zonas de inundación. Para ello, se utilizan capas vectoriales de diversas fuentes con el objetivo de establecer el límite de las áreas inundables que serán clasificadas (ver Tabla 1, Figura 3). Todos los mosaicos o cartas ubicados dentro de estas áreas se emplean para generar las clasificaciones, mientras que se excluyen del procesamiento aquellos que están fuera de ellas.

Tabla 1. Capas de referencia utilizadas para el proyecto. Fuente: Elaboración propia

Referencia	Fuente
Mapa Global de Humedales Producido por el Programa de Mitigación y Adaptación Sostenible de Humedales (SWAMP)	CIFOR, USAID y CGIAR - FTA https://www2.cifor.org/global-wetlands/
Mapa global de humedales a partir de imágenes de aguas superficiales y limitaciones de aguas subterráneas.	A. Tootchi, Anne Jost, and Agnès Ducharne. 2018 https://doi.pangaea.de/10.1594/PANGAEA.892657?format=html#download
Ecosistemas terrestres (WWF)	https://www.worldwildlife.org/publications/terrestrial-ecoregions-of-the-world
Remote sensing of the distribution and extent of wetlands in the Amazon basin. Amazonian floodplain forests. Springer	Melack JM, Hess LL; 2010. pp. 43–59
A classification of major naturally-occurring amazonian lowland wetlands. Wetlands.	Junk WJ, Piedade MTF, Schöngart J, Cohn-Haft M, Adeney JM, Wittmann F 2011;31: 623–640.

AR Flooded Wetlands and Vegetation, Amazon Basin: 1995–1996. ORNL Distributed Active Archive Center	Hess LL, Melack JM, Novo EMLM, Barbosa CCF, Gastil M. LBA-ECO LC-07 JERS-1 S; 2015.
Coberturas de la Tierra en la Amazonia colombiana. Escala 1:100.000. Año: 2012, 2014, 2016, 2018. Melack JM, Hess LL; 2010. pp. 43–59	http://geoservicios.ideam.gov.co/geonetwork/srv/spa/catalog.search;jsessionid=97B6F80606F3D7E735B92FA7456F174E#/metadata/285c4d0a-6924-42c6-b4d4-6aef2c1aceb5
Mapa de Ecosistemas Modelamientos biofísicos, interpretación de imágenes satelitales (2010-2012) y validación en campo.	MAAE, 2012 (https://www.ambiente.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2012/09/LEYENDA-ECOSISTEMAS_ECUADOR_2.pdf)

Fuente: Elaboración propia

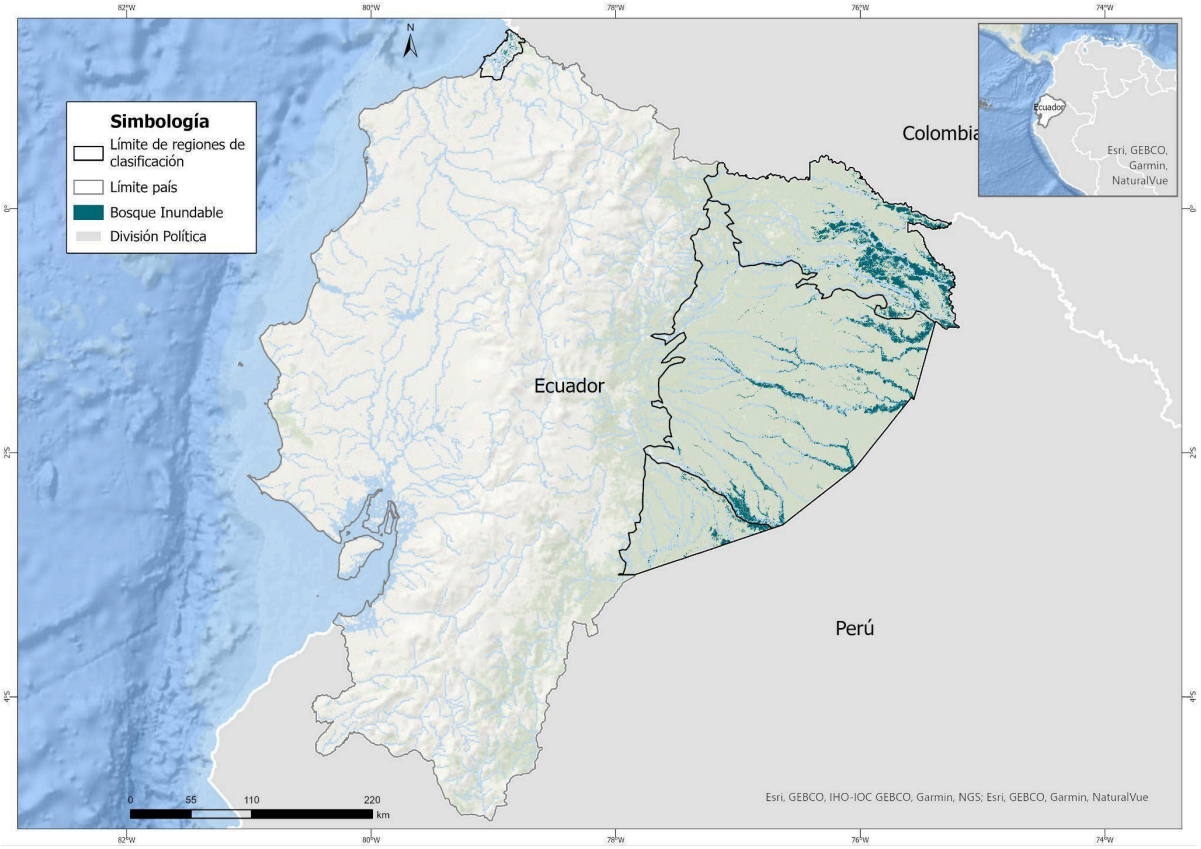


Figura 3. *Delimitación de regiones de clasificación a partir de mapas de referencia.*

2.2. Selección de variables de clasificación

A partir de los mosaicos regionales generados, se realizan pruebas preliminares de clasificación que permiten reducir el número de variables necesarias para la clasificación definitiva. Con base en los resultados de estas pruebas, se incluyen en el proceso de clasificación los indicadores espectrales Tasseled Cap (T-cap brightness, T-cap greenness y T-cap wetness), así como las bandas topográficas (altitud, pendiente, slppost) derivadas del modelo de elevación SRTM. Estos datos adicionales resultan útiles para detectar diferentes estadíos fenológicos y tipos de vegetación. En total, se utilizan 26 variables para implementar la clasificación, cuyo detalle se presenta en la Tabla 2.

Tabla 2. Variables para la clasificación de coberturas inundables de la Colección 4.0, MapBiomas Ecuador

Banda	Descripción	Reductor
blue	Valor de la banda azul	Mediana
green	Valor de la banda verde	Mediana
red	Valor de la banda roja	Mediana
nir	Valor de la banda infrarrojo cercano (NIR)	Mediana
swir1	Valor de la banda SWIR1	Mediana
swir2	Valor de la banda SWIR2	Mediana
ndfi	Índice de fracción de diferencia normalizada	Mediana
ndfib	Adaptación del NDFI para los Andes	Mediana
gv	Abundancia fraccional de vegetación verde	Mediana
gvs	Vegetación verde normalizada por sombra	Mediana, Percentil 25% más seco
npv	Abundancia fraccional de vegetación no fotosintética	Mediana
shade	Abundancia fraccional de sombra dentro	Median
evi2	Modificación del Índice de Vegetación Mejorado (EVI)	Mediana, Percentil 25% más seco
ndvi	Índice de vegetación de diferencia normalizada	Mediana, Percentil 25% más seco
ndwi_gao	Índice de agua de diferencia normalizada (gao)	Mediana, Percentil 25% más seco
ndwi_mcfeeters	Índice de agua de diferencia normalizada (mcfeeters)	Mediana
mndwi	Índice de agua de diferencia normalizada	Mediana
savi	Índice de vegetación ajustada al suelo	Mediana, Percentil 25% más seco
sefi	Índice de fracción del ecosistema de sabana	Mediana, Percentil 25% más seco
mmri	Índice de Reconocimiento Modular de Manglares	Mediana
T-cap brightness*	Tasseled Cap que ajusta valores de brillo en suelo	
T-cap greenness	Tasseled Cap que ajusta valores de verdor en vegetación	
T-cap wetness	Tasseled Cap que ajusta valores de humedad	
slope	Pendiente	
slppost	Pendiente estratificada	
altitude	Altitud	

Fuente: Elaboración propia,2026

*Kauth, R. J. and Thomas, G. S. (1976) desarrollaron coeficientes que realzan la información contenida en las bandas espectrales (Landsat) y generaron fórmulas a las que se refirieron como "Tasseled Cap" (TC), representadas en tres bandas: Brightness (brillo) está asociado a las variaciones de reflectancia del suelo, Greeness (verdor) está correlacionado con el vigor de la vegetación, y Wetness (Humedad) está influído por las bandas en el IR medio y tiene que ver con la humedad vegetal y del suelo

3 Clasificación

A partir de los mosaicos o cartas seleccionados (ver apartado anterior de este manual), se realiza una clasificación supervisada basada en el algoritmo de Árboles Aleatorios (Random Forests; Breiman 2001). El procesamiento se desarrolla por completo en la plataforma Google Earth Engine, y los resultados se almacenan como una colección de imágenes en la misma plataforma. La detección de coberturas se enfoca en la identificación de dos clases principales presentes en las zonas de inundación de la región: 1) Bosque inundable y 2) Formación natural no forestal (sabana) inundable. El proceso de clasificación se lleva a cabo por separado para ambas coberturas, considerando sólo dos clases posibles en cada caso: la clase de interés (bosque inundable o formación no forestal inundable) y la clase No observado (todo lo que no corresponde a la clase de interés).

3.1. Clases identificadas

3.1.1 Bosque inundable (ID 6)

En este trabajo, se define como bosque inundable toda área continua de cobertura predominantemente arbórea natural, mayor a media hectárea (aproximadamente más de 6 píxeles Landsat o 0.5 ha), que esté inundada de manera estacional o permanente. Esta definición se basa en referencias bibliográficas nacionales (Instituto Sinchi, 2009; Wittmann et al., 2002; Ministerio de Ambiente de Ecuador, 2012; MINAM, 2019, entre otros).

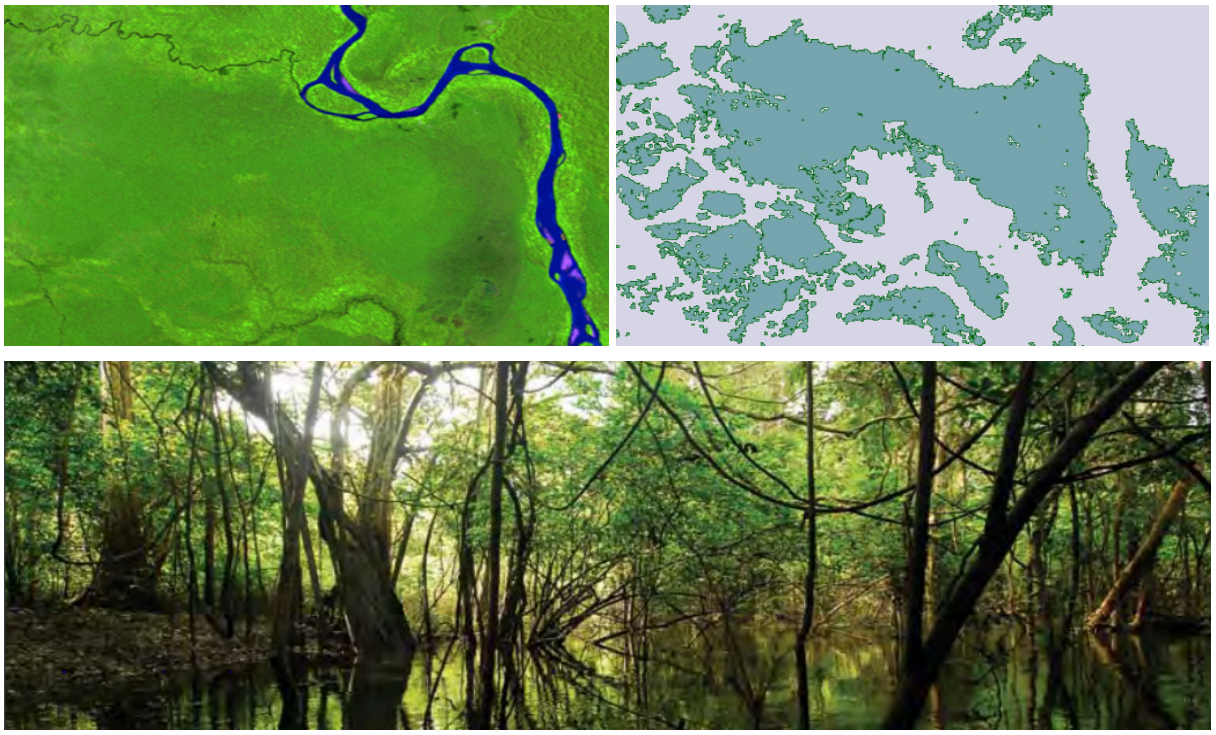


Figura 4. *Imágenes de referencia para la clase Bosque inundable. Arriba a la izquierda: mosaico Landsat (RGB), Arriba a la derecha: clasificación de coberturas (Leyenda Bosque inundable, Zonas sin bosque inundable). Abajo: fotografía del paisaje.*

3.1.2 Formación natural no forestal inundable (ID 11)

La formación natural no forestal inundable clasificada en este proyecto incluye todas las áreas de vegetación natural herbácea o arbustiva que están sujetas a inundaciones periódicas o permanentes. Para esta definición se toman en cuenta fuentes como el Instituto Sinchi (2009), Wittmann et al. (2002), Ministerio de Ambiente de Ecuador (2012), MINAM (2019), entre otros.

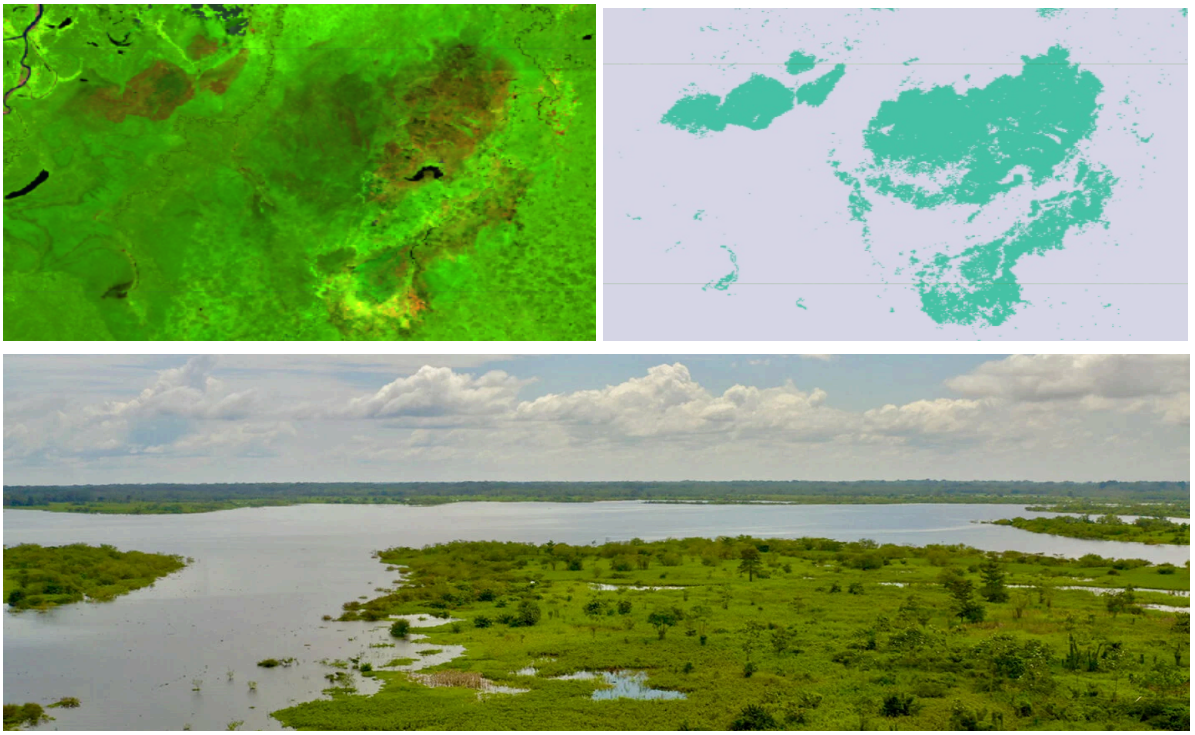


Figura 5. *Imágenes de referencia para la clase bosque inundable. Arriba a la izquierda: mosaico Landsat (RGB), Arriba a la derecha: clasificación de coberturas (Leyenda Bosque inundable a) inundable, Zonas sin formaciones no inundables). Abajo: fotografía del paisaje.*

3.2 Muestras de entrenamiento

Las muestras de entrenamiento utilizadas para la clasificación se generaron sobre el área de intersección entre la capa de píxeles estables de la colección 6 MapBiomas Amazonía (1985 - 2025) y los mapas de referencia de coberturas inundables (Tabla 2a y 2b). Se define como píxeles estables aquellos cuya clase de cobertura se repite en todos los años de la serie que abarca la colección 6.

Tabla 2a. mapas de referencia de bosques inundables

Referencia	Bolivia	Colombia	Ecuador	Guyanas	Perú	Ven
Accumulated Flooded col3	si	si	si	si	si	si
Stable Flooded col3	si	si	si	no	si	no
Cifor-2017	si	si	si	si	no	no
WCS_100m	si	si	si	no	no	no
Tootch i- 2017	si	no	no	no	no	no
Global Flood Plain 250M-2019	no	si	si	si	si	no
Referencia nacional	no	si	si	no	si	no

Tabla 2b. mapas de referencia de formación no forestal en humedales

Referencia	Bolivia	Colombia	Ecuador	Guyanas	Perú	Ven
Accumulated Flooded col3	**si**	**no**	**si**	**si**	**si**	si
Stable Flooded col3	si	no	si	no	no	si
Cifor-2017	no	no	si	no	no	no
WCS_100m	no	no	no	no	no	no
Tootch i- 2017	no	no	si	no	no	no
Global Flood Plain 250M-2019	no	no	no	no	no	no
Referencia nacional	no	si	si	si	si	no

En el caso de Ecuador, los píxeles estables de las coberturas inundables se seleccionan a partir de las clases de la Colección 6 de amazonía, que se muestran en la Tabla 3. Los píxeles correspondientes a las áreas "no inundables" se generan a partir de la intersección entre los mapas de referencia de cada país y la capa de píxeles estables del resto de las coberturas. Además, se implementa una función para excluir o incluir zonas de muestreo basadas en geometrías, con el fin de evitar errores derivados de inconsistencias en las capas de referencia.

Tabla 3. Coberturas de la colección 6 MapBiomas Amazonía utilizadas para la obtención de la imagen de píxeles estables para zonas inundables. Fuente: elaboración propia

País	Coberturas (IDs) de la colección 6 usados para identificar bosques inundables	Coberturas (IDs) de la colección 6 usadas para identificar formaciones no forestales inundables
Ecuador	3	13

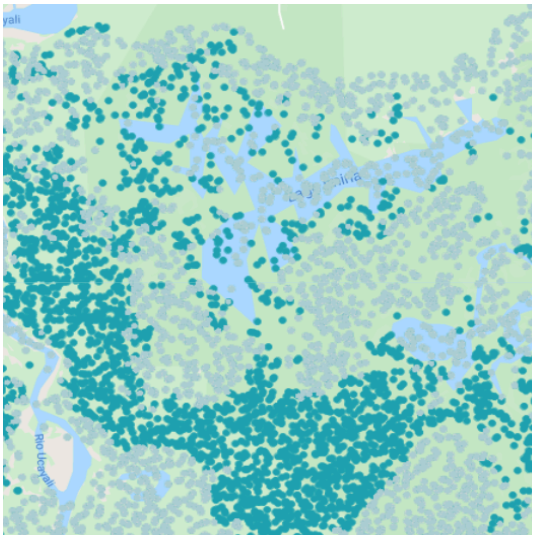
(a) (b) 

Figura 6. *Muestras de entrenamiento (b) sorteadas aleatoriamente para cobertura inundable (celeste) y no inundable (gris), a partir del mapa de referencia (a).*

4 Post-clasificación

Debido a la naturaleza basada en píxeles del método de clasificación y al trabajo sobre una serie temporal extensa, se aplica una serie de filtros de post-clasificación. Este proceso incluye la aplicación de filtros de relleno, temporal, espacial y de frecuencia

4.1 Llenado de vacíos de información

La secuencia de filtros comienza con el relleno de vacíos de información. En una serie temporal extensa de regiones severamente afectadas por nubes, es común que se presenten vacíos en el resultado de la mediana. Este filtro reemplaza esos vacíos con la clasificación temporalmente más cercana (ver Figura 7). Si no hay disponibilidad de un valor en el año anterior, el espacio se rellena con el valor del año siguiente. Por lo tanto, las brechas solo deberían existir si un píxel ha sido clasificado permanentemente como "sin información" a lo largo de toda la serie temporal.

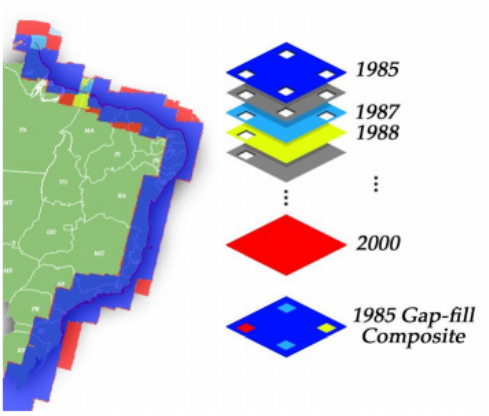


Figura 7. *Ejemplo del mecanismo de acción del filtro de relleno de vacíos.*

4.2 Filtro temporal

Después del llenado de vacíos, se aplica un filtro temporal. Este filtro utiliza clasificaciones secuenciales en una ventana móvil unidireccional de 3, 4 o 5 años para identificar transiciones temporalmente incoherentes. Basado en reglas generales (RG), aplicadas a todos los años intermedios de la serie (1986-2024); reglas de primer año (RP), aplicadas a 1985; y reglas de último año (RU), aplicadas a 2025, el filtro temporal inspecciona el año de interés y clasifica el píxel central según los criterios establecidos en la Tabla 4

Tabla 4. Reglas de aplicación de filtro temporal y resultados.

	Secuencia de ingreso					**Secuencia de salida**				
	T-2	**T-1**	**T0**	**T+1**	**T+2**	**T-2**	**T-1**	**T0**	**T+1**	**T+2**
RG		Bi/Fi	No	Bi/Fi			Bi/Fi	Bi/Fi	Bi/Fi	
	Bi/Fi	No	No	Bi/Fi	Bi/Fi	Bi/Fi	No	Bi/Fi	Bi/Fi	Bi/Fi
RP			No	Bi/Fi	Bi/Fi			Bi/Fi	Bi/Fi	Bi/Fi
RU	Bi/Fi	Bi/Fi	No			Bi/Fi	Bi/Fi	Bi/Fi		

Fuente: Elaboración propia.

Donde RG es una regla general, aplicada a todos los años intermedios (1986 - 2024); RP es una regla de primer año, aplicada solo al año 1985; y RU es una regla de último año, aplicada al año 2025. T0 es el año sobre el cual es aplicado el filtro, T-n los años anteriores, y T+n, los años posteriores. Bi: Bosque inundable. Fi: Formación natural no forestal inundable, No: No observado.

4.3 Filtro frecuencia

Otro filtro disponible en la secuencia es el filtro de frecuencia. Como se muestra en la Figura 9, este filtro considera la ocurrencia de la clase a lo largo de la serie temporal para optimizar el resultado de la clasificación.

Por un lado, este filtro contribuye a completar las clasificaciones en áreas cubiertas por nubes que el filtro temporal no logra recuperar. Dado que la clase "Formación natural no forestal inundable" se caracteriza por una alta dinámica de humedad en el tiempo (aumento y reducción de la superficie inundada), a esta clase se le aplica un filtro del 80%. Es decir, los vacíos de información se rellenan siempre y cuando la clase mantenga una persistencia temporal de 29 años o más. En cuanto al "Bosque inundable", el valor aplicado es más flexible (60%), ya que esta cobertura es más estable en el tiempo y fue bien detectada en la mayoría de las regiones.

Por otro lado, el filtro también se ajusta para identificar ruidos temporales y malas clasificaciones. En contraste con los valores utilizados en la función anterior, en este caso se excluyen de la clasificación todos los píxeles de "Formación natural no forestal inundable" que no superan el 20% de frecuencia en la serie temporal. Para la clasificación de "Bosque inundable", se eliminan los píxeles con una frecuencia inferior al 40%.

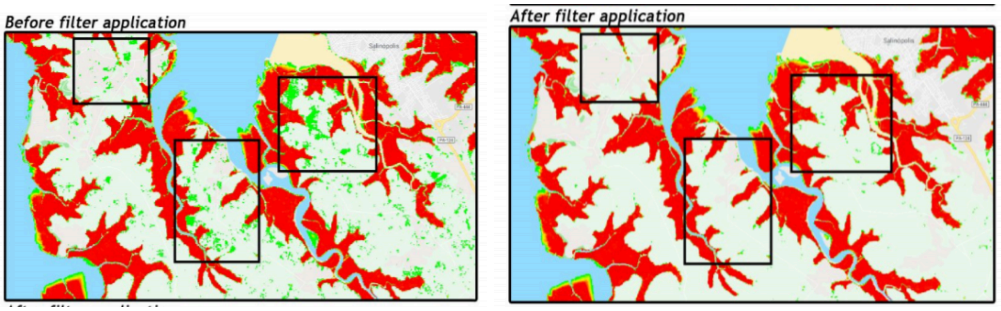


Figura 8. *Efecto de la aplicación del filtro de frecuencia*

Nota: Áreas en color verde no cumplen con las reglas de frecuencia aplicadas, por ende son eliminadas de la clasificación; en tanto, las áreas en color rojo sí cumple con el criterio de frecuencia por lo cual permanece en la clasificación

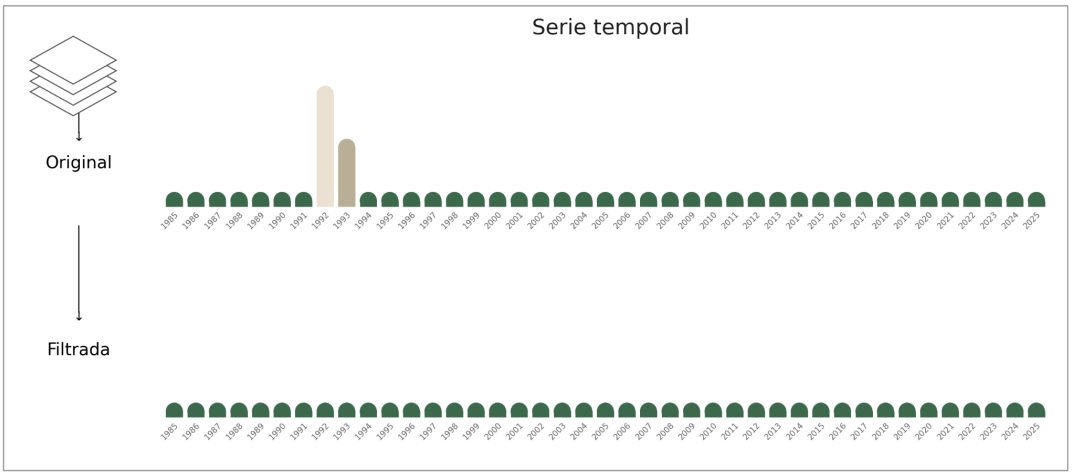


Figura 9. *Efecto de la aplicación del filtro de frecuencia. Fuente: MapBiomas Colección 4, 2026.*

4.4 Filtro espacial

El filtro espacial se basa en la función "connectedPixelCount", que identifica el conjunto de píxeles (vecindario) que comparten el mismo valor. De este modo, sólo los píxeles que no presentan conexión, según una cantidad mínima predefinida de píxeles idénticos, son definidos como píxeles aislados y reclasificados (ver Figura 10). Para ambas clases, la conexión mínima establecida es de 6 píxeles, lo que equivale aproximadamente a 0.5 hectáreas.

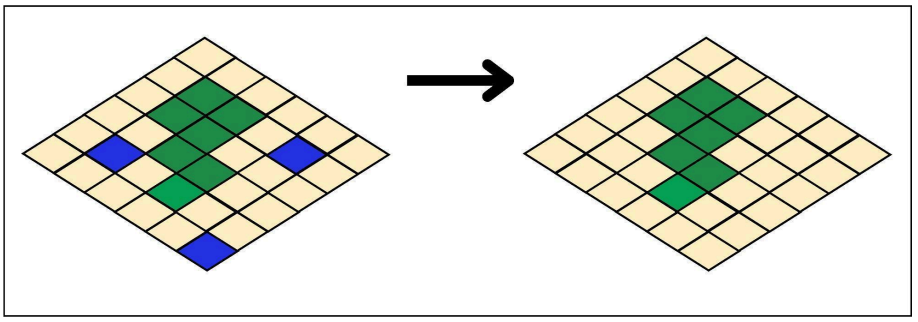


Figura 10. *Efecto de la aplicación del filtro espacial.*

5 Referencias

Tootchi A., Jost A., and Ducharne A. 2018. Multi-source global wetland maps combining surface water imagery and groundwater constraints. https://doi.pangaea.de/10.1594/PANGAEA.892657?format=html#download

CIFOR. (s.f.) Global Wetlands Map. Sustainable Wetlands Adaptation and Mitigation Program (SWAMP). https://www.cifor.org/publications/pdf_files/articles/AGumbricht1701.pdf

Hess LL, Melack JM, Novo EMLM, Barbosa CCF, Gastil M. LBA-ECO LC-07 JERS-1 S. AR Flooded Wetlands and Vegetation, Amazon Basin: 1995–1996. ORNL Distributed Active Archive Center; 2015.

Hu et al. - 2017 - Global Wetland Datasets a Review. Wetlands 37(5).

Hu, S., et al. (2017), Global wetlands: Potential distribution, wetland loss, and status, Sci Total Environ, http://dx.doi.org/10.1016/j.scitotenv.2017.02.001.

Instituto Sinchi. (2009a). Bosque denso alto inundable. Fichas de los patrones de las coberturas de la tierra de la Amazonia Colombiana. Bogotá D.C.

Instituto Sinchi. (2009b). Herbazal denso inundable arbolado. Fichas de los patrones de las coberturas de la tierra de la Amazonia Colombiana. Bogotá D.C.

Kauth, R. J. and Thomas, G. S. (1976) – The tasselled cap – a graphic description of the spectraltemporal development of agricultural crops as seen by Landsat.

Lasso et al. (2014). Humedales de la Orinoquia (Colombia- Venezuela).Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá, Colombia.

Melack JM, Hess LL.(2010). Remote sensing of the distribution and extent of wetlands in the Amazon basin. Amazonian floodplain forests. Springer; 2010. pp. 43–59.

Ministerio de Ambiente del Ecuador. (2012). Sistema de clasificación de los Ecosistemas del Ecuador Continental. Proyecto Mapa de Vegetación del Ecuador. Dirección Nacional Forestal 143 pp.

Ministerio del Ambiente - MINAM (2019). Mapa Nacional de Ecosistemas. Memoria Descriptiva. Dirección General de Ordenamiento Territorial Ambiental - DGOTA

Olson DM, Dinertstein E, Wikramanayake ED, et al. (2001). Terrestrial ecoregions of the world: a new map of life on Earth. Bioscience. 2001;51: 933–938.

Pekel et al. (2016). High-resolution mapping of global surface water and its long-term changes. Nature volume 540. doi:10.1038/nature20584.

Rodríguez et al.(2010) Libro rojo de los ecosistemas terrestres de Venezuela. Provita, Caracas, Venezuela.

Yamazaki et al. (2019) MERIT Hydro A High-Resolution Global Hydrography Map Based on Latest Topography Dataset. Water Resources Research 55(6).

Wittmann et al. (2002) BOSQUES INUNDABLES DE LA AMAZONÍA: AMBIENTES ACUÁTICOS ESTRATÉGICOS" en BOSQUES DEL MUNDO, CAMBIO CLIMÁTICO & AMAZONÍA (pp.147-157)