

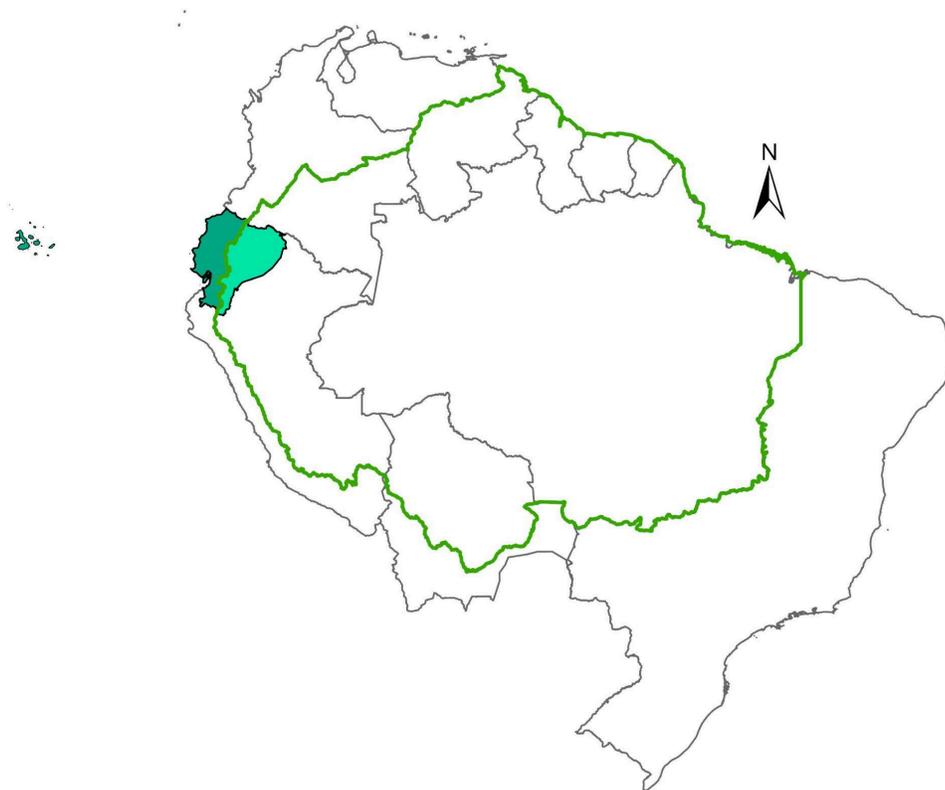
MAPBIOMAS

ECUADOR

Documento Teórico Base de Algoritmos (ATBD)

Colección 2.0

Versión 1.0



Noviembre 2024

Equipo MapBiomias Ecuador

Coordinador técnico de MapBiomias en Ecuador

Wagner Holguín

Especialistas en mapeo

Wagner Holguín

Cristina Aguilar

Katherine Terán

Adrián Rodríguez

Asistentes a la interpretación

Julieth Chancay (*transversal minería, saleras, agricultura*)

Fernando Villacís (*transversal minería*)

Kevin Pilliza (*transversal acuicultura*)

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, C. Aguilar, K. Terán, A. Rodríguez & C. Josse. (2024). Documento de Bases Teóricas de Algoritmo (ATBD) MapBiomias Ecuador Colección 2.0, Apéndice Ecuador - Colección 2.0 de Mapas Anuales de Cobertura y Uso del Suelo de la Amazonía.

Índice

Lista de Tablas	3
Lista de Figuras	3
•	4
1. Introducción	5
2. Características generales del país	5
2.1. Breve descripción de Ecuador.	5
2.2. Biomas de Ecuador.	6
2.2.1. Bioma Bosque húmedo tropical del Pacífico	8
Figura 3. Foto Bioma Bosque húmedo tropical del Pacífico. Foto: Jorge Vinueza	8
2.2.2. Bioma Bosque seco ecuatorial	8
2.2.3. Bioma Andes	9
2.2.4. Bioma Amazonía	10
2.2.5. Bioma Galápagos	11
3. Iniciativas de mapeo de cobertura y uso del suelo a escala nacional	12
4. Detalles metodológicos aplicados durante la Colección 2.0 de MapBiomias Ecuador	14
3.1. Generación de mosaicos anuales	14
3.1.1 Feature Space	19
3.2. Clasificación del Mapa General	19
3.2.1 Regiones de clasificación	21
3.2.2 Leyenda	23
3.2.3 Rutinas de clasificación	26
3.2.4 Parámetros de clasificación	28
3.3 Post-clasificación	33
3.3.1 Filtro para relleno de vacíos (GapFill)	33
3.3.2 Filtro temporal	35
3.3.3 Filtro espacial	39
3.3.4 Filtro de frecuencia	40
3.3.5 Orden de aplicación de filtros por región en Ecuador	44
3.3.6 Máscaras	46
Afloramiento rocoso (ID 29)	46
Silvicultura (ID 9)	47
Acuicultura (ID 31)	47
Remapeo de arrozales a mosaico de agricultura y/o pastos (ID 21)	48
Remapeo de playas, dunas y arenas (ID 23)	49
3.4 Clasificación de los temas transversales	51
3.5 Integración	52
3.5.1 Integración nacional	52
4. Referencias	56
5. Anexos	57
Anexo 1: Título	57
5.1 Mapa de Ecosistemas del Ecuador Continental escala 1:100.000	57
5.2. Mapa de Cobertura y Uso de la Tierra escala 1:25.000	57
5.3 Mapa de Cobertura y uso de la tierra y Sistemas productivos agropecuarios del Ecuador continental (versión editada por el Ministerio de Agricultura y Ganadería en 2020) escala 1:25.000	58
5.4 Mapas de Cobertura y Uso de la Tierra (CUT) del Ecuador Continental escala 1:100.000	59
5.5 Mapa de Ecosistemas de Galápagos	61
5.6 Colección 1 de Mapas anuales de Cobertura y Uso del Suelo 2000-2017 de la Amazonía	61
5.7 Colección 2 de Mapas anuales de Cobertura y Uso del Suelo 1985-2018 de la Amazonía	61

5.8 Colección 3 de Mapas anuales de Cobertura y Uso del Suelo 1985-2020 de la Amazonía	62
5.9 Colección 4 de Mapas anuales de Cobertura y Uso del Suelo 1985-2021 de la Amazonía	63
5.10 Colección 5 de Mapas anuales de Cobertura y Uso del Suelo 1985-2022 de la Amazonía	64
5.11 Colección 6 de Mapas anuales de Cobertura y Uso del Suelo 1985-2023 de la Amazonía	65
5.12 Colección 1 de Mapas anuales de Cobertura y Uso del Suelo 1985-2022 del Ecuador	66
Anexo 2: Leyenda del Mapa de Ecosistemas de Ecuador	67
Anexo 3: Leyenda del Mapa de Cobertura y Uso de la Tierra del Ecuador Continental	69
Anexo 4: Feature space de la Colección 3.0 de MapBiomias Amazonía.	70
Anexo 5: Ecosistemas de la Amazonía de Ecuador agrupados según las clases de cobertura y uso de suelo equivalentes de la leyenda MapBiomias Ecuador.	71
Anexo 6: Categorías de Uso del Suelo de Ecuador agrupados según las clases de cobertura y uso de suelo equivalentes de la leyenda MapBiomias Ecuador.	74
Anexo 7: Categorías de Ecosistemas Nativos de Galápagos agrupados según las clases de cobertura y uso de suelo equivalentes de la leyenda MapBiomias Ecuador.	75

Lista de Tablas

Tabla 1. Biomias como parte del proyecto MapBiomias Ecuador. Áreas medidas empleando sistema de referencia de coordenadas SIRGAS 2000 (Elaboración Ecociencia).
Tabla 2. Datos cartográficos de cobertura vegetal y uso del suelo existentes para Ecuador (Elaboración Ecociencia).
Tabla 3. Cantidad de mosaicos anuales procesados por región para el área dentro del límite RAISG (Elaboración Ecociencia).
Tabla 4. Cantidad de mosaicos anuales procesados para el área fuera del Límite RAISG(Elaboración Ecociencia).
Tabla 5. Cantidad de imágenes satelitales Landsat que han capturado información del Ecuador hasta el 2022 (Elaboración Ecociencia).
Tabla 6. Regiones de clasificación definidas en Ecuador. Áreas medidas empleando sistema de referencia de coordenadas Sphere Sinusoidal (Elaboración Ecociencia).
Tabla 7. Parámetros de muestreo y número de árboles de decisión empleados por región de clasificación (Elaboración Ecociencia).
Tabla 8. Variables más significativas identificadas por región de clasificación (Elaboración Ecociencia).
Tabla 9. Parámetros del filtro Gapfill definidos para cada región de clasificación de la Colección 2.0 de MapBiomias Ecuador (Elaboración Ecociencia).
Tabla 10. Parámetros del filtro temporal definidos para cada región de clasificación de la Colección 2.0 de MapBiomias Ecuador (Elaboración Ecociencia).
Tabla 11. Parámetros del filtro espacial definidos para cada región de clasificación de la Colección 2.0 de MapBiomias Ecuador (Elaboración Ecociencia).
Tabla 12. Parámetros del filtro de frecuencia definidos para cada región de clasificación de la Colección 2.0 de MapBiomias Ecuador(Elaboración Ecociencia).
Tabla 13. Orden de aplicación de filtros por región de clasificación en la Colección 2.0 de MapBiomias Ecuador (Elaboración Ecociencia).

Lista de Figuras

Figura 1. Área de estudio en Ecuador Colección 2.0 (Elaboración Ecociencia).
Figura 2. Biomias de Ecuador: Regiones empleadas para la Colección 2.0 de MapBiomias Ecuador(Elaboración Ecociencia).
Figura 3. Foto Bioma Bosque húmedo tropical del Pacífico. Foto: Jorge Vinueza
Figura 4. Foto Bioma Bosque seco ecuatorial
Figura 5. Foto Bioma Andes
Figura 6. Foto bioma Amazonía
Figura 7. Foto Bioma Galápagos
Figura 8. Cartas para límite RAISG (Elaboración Ecociencia).
Figura 9. Mosaicos anuales 1985-2023 de la Colección 2.0 de MapBiomias Ecuador dentro del límite RAISG (Elaboración Ecociencia).
Figura 10. PathRows No RAISG Ecuador (Elaboración Ecociencia).
Figura 11. Mosaicos anuales 1985-2023 de la Colección 2.0 de MapBiomias Ecuador fuera del límite RAISG (Elaboración Ecociencia).
Figura 12. Efecto de la aplicación de un reductor a una colección de imágenes para componer un mosaico (composite) (Google, 2020).
Figura 13. Cadena de procesamiento completa del Mapa General de la Colección 2.0 MapBiomias Ecuador (Elaboración Gaia Amazonas).
Figura 14. Regiones de clasificación de Ecuador para la Colección 2.0 de MapBiomias Ecuador (Elaboración Ecociencia).
Figura 15. Clases mapeadas en la Colección 2.0 de MapBiomias Ecuador (Elaboración Ecociencia).

Figura 16. Ejemplo de sorteo de puntos de muestreo de entrenamiento para una región de clasificación de la Amazonía ecuatoriana. a) Límite de la región de clasificación 40201 “Amazonía Baja 1”. b) Mapa de píxeles estables para sorteo de puntos de muestreo. c) Puntos de muestreo sorteados en la región 40201 (Elaboración Ecociencia).

Figura 17. Funcionalidad del filtro Gapfill de la Colección 2.0 de MapBiomias Ecuador(Elaboración MapBiomias).

Figura 18. Funcionalidad del filtro Gapfill de la Colección 2.0 de MapBiomias Ecuador (Elaboración MapBiomias).

Figura 19. Funcionalidad del filtro espacial de la Colección 2.0 de MapBiomias Ecuador (Elaboración MapBiomias).

Figura 20. Funcionalidad del filtro de frecuencia de la Colección 2.0 de MapBiomias Ecuador(Elaboración MapBiomias).

Figura 21. Geometrías de exclusión (hidden). a)Clasificación pre filtro. b) Clasificación post filtro de frecuencia. c) Mosaico Landsat año 2022 d) Zona de exclusión en color blanco (Elaboración MapBiomias).

Figura 22. Máscara de afloramiento rocoso (ID 29). a) Clasificación original (antes de la aplicación de la máscara). b) Aplicación de máscara de afloramiento rocoso. c) Mosaico Landsat año 2022 d)Imagen de alta resolución de Google Earth (Elaboración Ecociencia).

Figura 23. Máscara de silvicultura (ID = 9). a) Clasificación original (antes de la aplicación de la máscara). b) Aplicación de máscara de afloramiento rocoso. c) Mosaico Landsat año 2022 d)Imagen de alta resolución de Google Earth (Elaboración Ecociencia).

Figura 24. Máscara de acuicultura (ID = 31). a) Clasificación original (antes de la aplicación de la máscara). b) Aplicación de máscara de afloramiento rocoso. c) Mosaico Landsat año 2022 d)Imagen de alta resolución de Google Earth (Elaboración Ecociencia).

Figura 25. Máscara de arrozales (mosaico de agricultura y/o pastos, ID = 21). a) Clasificación original (antes de la aplicación de la máscara). b) Aplicación de máscara de afloramiento rocoso. c) Mosaico Landsat año 2022 d)Imagen de alta resolución de Google Earth (Elaboración Ecociencia).

Figura 26. Filtro temporal ajustado para la clase de áreas naturales sin vegetación (ID = 68). a) Clasificación original (antes de la aplicación del filtro). b) Clasificación al aplicar el filtro. c) Serie temporal pre filtro. d) Serie temporal post filtro (Elaboración Ecociencia).

Figura 27. Filtro de frecuencia ajustado para la clase de áreas naturales sin vegetación (ID = 68). a) Clasificación original (antes de la aplicación del filtro). b) Clasificación al aplicar el filtro. c) Serie temporal pre filtro. d) Serie temporal post filtro (Elaboración Ecociencia).

Figura 28. Esquema metodológico empleado por clase de la leyenda en Ecuador (Elaboración Ecociencia).

Figura 29. Reglas de prevalencia empleadas durante la fase de integración nacional de la Colección 2.0 de MapBiomias Ecuador . Las letras “G” (Mapa General) y “T” (Tema Transversal) junto al nombre de cada clase diferencian el origen del dato. (Elaboración Ecociencia).

que muestra el resultado del tema “**bosque inundable**” integrado al resultado del mapa general 2021; d) Mapa base de Google Earth Engine (imagen de alta resolución sin fecha); e) Mosaico Landsat para el año 2021; (Elaboración Ecociencia).

Figura 30. Ejemplo del efecto de la integración de capas para una zona en la Amazonía ecuatoriana (región 40201). a) Resultado clasificado del Mapa General 2021; b) Resultado clasificado del Tema transversal “bosque inundable” 2021; c) Mapa final que muestra el resultado del tema “bosque inundable” integrado al resultado del mapa general 2021; d) Mapa base de Google Earth Engine (imagen de alta resolución sin fecha); e) Mosaico Landsat para el año 2021; (Elaboración Ecociencia).

Figura 31. Ejemplo del efecto de la integración de capas para una zona en el Pacífico ecuatoriano (región 40904). a) Resultado clasificado del Mapa General 2022; b) Resultado clasificado del Tema transversal “**manglar**” 2022; c) Mapa final que muestra el resultado del tema “**manglar**” integrado al resultado del mapa general 2022; d) Mapa base de Google Earth Engine (imagen de alta resolución sin fecha); e) Mosaico Landsat para el año 2022; (Elaboración Ecociencia).

Figura 32. Mapas anuales 1985-2023 resultantes de la integración nacional de Ecuador (Elaboración Ecociencia).

Figura 33. Mapas mural del mapeo de Cobertura y Uso del Suelo del año 2023 (Elaboración Ecociencia).

1. Introducción

MapBiomás Ecuador es una iniciativa que se enfoca en monitorear los cambios de uso de suelo de todo el territorio nacional. Este seguimiento de mapeo multitemporal permite rastrear las presiones sobre los ecosistemas naturales y el avance de los usos antrópicos del suelo.

El Proyecto de MapBiomás Network envuelve a una red colaborativa de especialistas de cada uno de los países miembros en temas como uso del suelo, sensores remotos, SIG y programación. Utiliza procesamiento en la nube y clasificadores automatizados, desarrollados y operados desde la plataforma de Google Earth Engine, para generar una serie histórica de mapas anuales de cobertura y uso del suelo de la Amazonía.

Este año 2024, en Ecuador, con el liderazgo de EcoCiencia, se generó la segunda colección de mapas de cambio de uso de suelo a nivel nacional y también se actualizó la segunda colección del monitoreo de cuerpos de agua superficiales de todo el país como parte de la iniciativa regional MapBiomás Agua.

Las colecciones de mapas 1 a 4 (publicadas entre 2019 y 2022) de la iniciativa MapBiomás Amazonia consideraron únicamente como ámbito de trabajo el área de Ecuador dentro del límite RAISG, que corresponde a la superficie del Ecuador continental que forma parte de la cuenca amazónica, definida a partir del límite de divisoria de aguas, obtenida de información cartográfica oficial proporcionada por SENAGUA (2014) y CONALI (2016). Este territorio cubre una extensión total de 132,292 km², equivalente al 53% del país y a 1.6% de la cuenca amazónica (Figura 1).

Para esta nueva colección se consideró como área de estudio **todo el territorio ecuatoriano incluyendo las islas Galápagos**, lo que equivale a 256,579 km². El límite fue definido a partir de información cartográfica oficial proporcionada por CONALI (2021). Es por ello que esta serie de mapas anuales de cobertura y uso del suelo representan la Colección 2.0 de MapBiomás Ecuador.

2. Características generales del país

2.1. Breve descripción de Ecuador.

Ecuador está ubicado en el extremo noroccidental de América del Sur. Limita al norte con Colombia, al este y sur con Perú y al oeste con el Océano Pacífico. La división político administrativa del país se compone por 24 provincias, 221 cantones, 396 parroquias urbanas y 799 parroquias rurales. Todo el límite de Ecuador, incluyendo a Galápagos, cubre una extensión total de 256.579 km².

Según cifras oficiales, el 48.97% del territorio ecuatoriano continental está cubierto por bosque nativo al 2020, es decir, la superficie de bosques de Ecuador tiene una extensión de 12.191.585 hectáreas, de las cuales el mayor porcentaje (75%) se encuentran en la región Amazónica (definida político-administrativamente). Aproximadamente el 14% están en la región Costa y el 11% en la Sierra (MAATE,2020).

^{1*} Los límites territoriales internacionales e internos corresponden a los definidos por el Comité Nacional de Límites Internos, CONALI. (2021) modificado por la Fundación EcoCiencia (2023). Escala 1:50.000. Adicionalmente, se considera la superficie de análisis por la iniciativa MapBiomás Ecuador donde no se toman en cuenta algunos islotes que por su tamaño no son susceptibles a analizar con la resolución espacial de las imágenes satelitales.

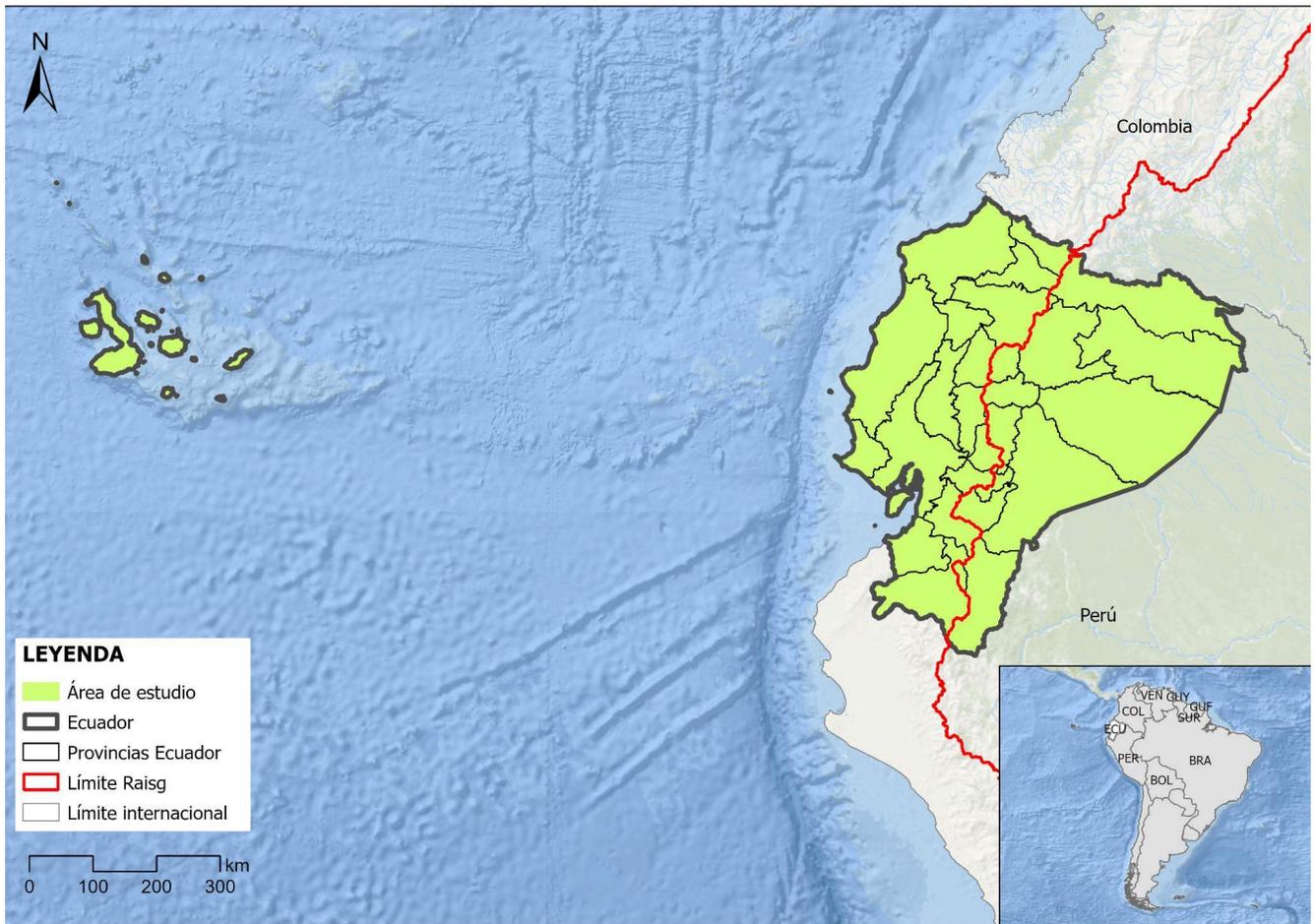


Figura 1. Área de estudio en Ecuador Colección 2.0 (Elaboración Ecociencia).

2.2. Biomas de Ecuador.

El proyecto MapBiomias definió para Ecuador cinco ecorregiones que dentro del proyecto MapBiomias son denominados “biomas”: Bosque húmedo tropical del Pacífico, Bosque seco ecuatorial, Andes, Amazonía y Galápagos (Figura 2, Tabla 1). Para la definición de estas ecorregiones se emplearon criterios técnicos sobre la distribución de ecosistemas a partir de los siguientes mapas nacionales de referencia:

- Sectores biogeográficos² (MAATE, 2013b)
- Ecosistemas del Ecuador Continental (MAATE, 2013a)
- Ecosistemas de los Andes del Norte y Centro (Josse et al., 2009)
- Modelo digital de elevación SRTM de 90 m (Jarvis et al., 2008)
- Mapa de Ecoregiones (Dinerstein et al., 2017)
- Sistemas ecológicos de Latino América y el Caribe (Josse et al., 2003)
- Mapa de Cobertura y Uso de la Tierra y Sistemas Productivos Agropecuarios del Ecuador Continental (MAG, 2021)
- Disponibilidad de imágenes Landsat libres de nubes

² Definido por MAATE como: “Representación de la biogeografía del Ecuador continental, este mapa nos permite explicar las áreas de distribución de las especies de acuerdo a patrones que permiten identificar los centros de origen y dispersión de las mismas, así como comprender los patrones espaciales de la diversidad biológica. Estas unidades se basan en la fisonomía de la vegetación, criterios de paisaje, condiciones climáticas, y componentes florísticos.”

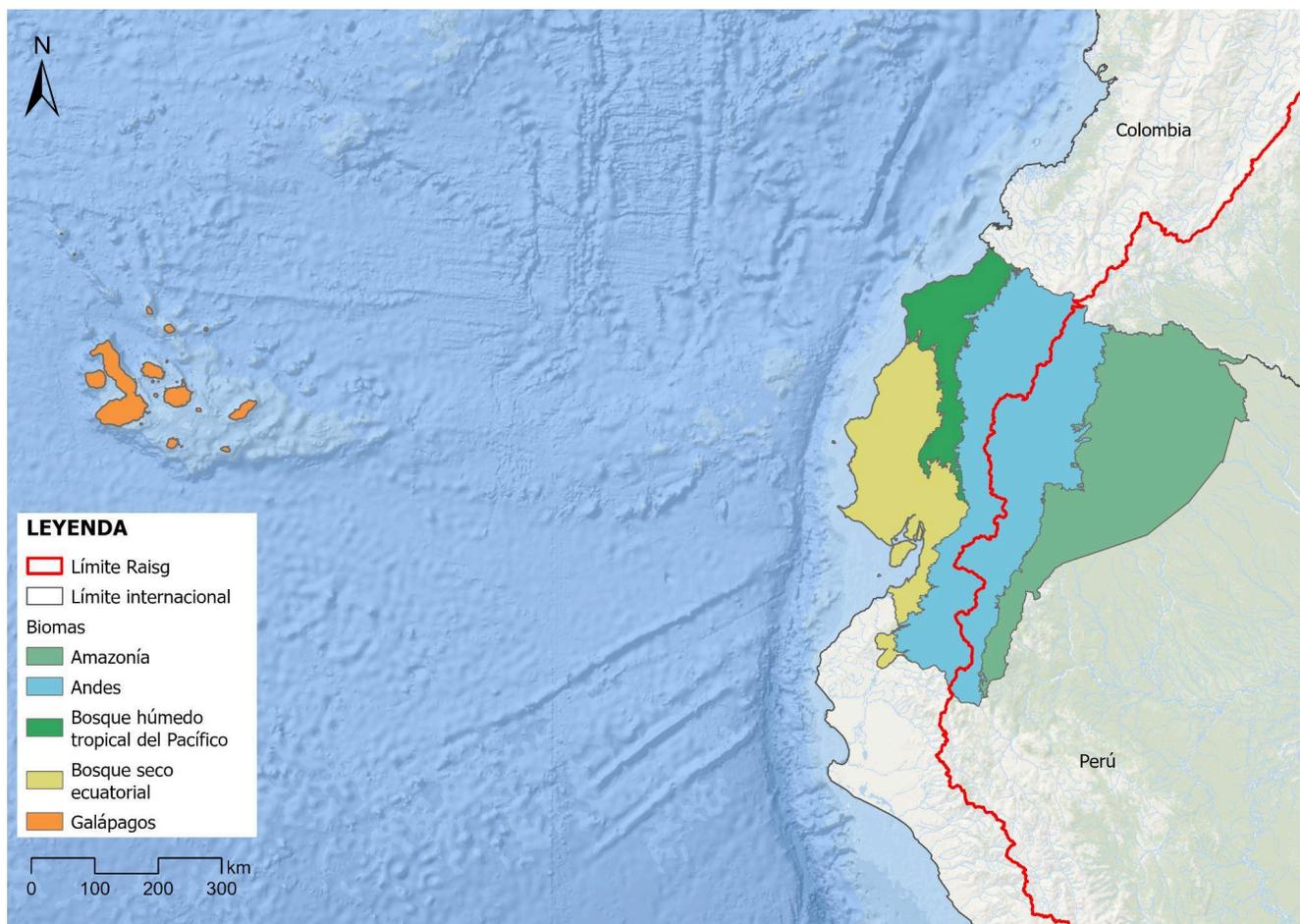


Figura 2. Biomos de Ecuador: Regiones empleadas para la Colección 2.0 de MapBiomos Ecuador (Elaboración Ecociencia).

Tabla 1. Biomos como parte del proyecto MapBiomos Ecuador. Áreas medidas empleando sistema de referencia de coordenadas SIRGAS 2000 (Elaboración Ecociencia).

Bioma	Km ²	%	Provincias que forman parte de cada bioma (total o parcialmente)
Amazonía	81.482	32	Orellana, Napo, Morona Santiago, Pastaza, Zamora Chinchipe, Sucumbios
Andes	101.367	40	Azuay, Bolívar, Orellana, Cañar, Guayas, Chimborazo, Imbabura, Loja, Napo, El Oro, Pichincha, Los Ríos, Morona Santiago, Santo Domingo de los Tsáchilas, Tungurahua, Cotopaxi, Pastaza, Zamora Chinchipe, Carchi, Sucumbios, Esmeraldas
Bosque húmedo tropical del Pacífico	22.050	9	Bolívar, Guayas, Imbabura, Manabí, Pichincha, Los Ríos, Santo Domingo de los Tsáchilas, Cotopaxi, Carchi, Esmeraldas
Bosque seco ecuatorial	43.709	17	Azuay, Bolívar, Cañar, Guayas, Chimborazo, Loja, Manabí, El Oro, Los Ríos, Santa Elena, Esmeraldas
Galápagos	7.992	3	Galápagos
Total	256.605		

2.2.1. Bioma Bosque húmedo tropical del Pacífico

El bioma Bosque húmedo tropical del Pacífico cubre una superficie de 22.050 km², equivalente al 9% del área de estudio (Figura 2). Se encuentra en un rango de elevación de 0 a 300 m y las condiciones son cálidas y húmedas. Incluyen bosques de dosel cerrado con árboles que pueden alcanzar los 30 m de altura y un sotobosque dominado por helechos y plantas de la familia Araceae. La diversidad de árboles es alta (más de 100 especies por hectárea; pero menor que en el Biomas Amazonia.) La degradación antropogénica del hábitat en esta ecorregión es una de las más altas en el Ecuador; casi el 75% del bosque ha sido destruido por actividades humanas. Está ausente en las tierras bajas del suroccidente de Ecuador debido a la predominancia de condiciones secas.



Figura 3. Foto Bioma Bosque húmedo tropical del Pacífico. Foto: Jorge Vinueza

2.2.2. Bioma Bosque seco ecuatorial

El bioma Bosque seco ecuatorial cubre una superficie de 43.709 km², equivalente al 17% del área de estudio (Figura 2). Se caracteriza por una combinación de condiciones cálidas y extremadamente secas. El promedio de precipitación anual puede no sobrepasar los 60 mm (en la localidad más occidental, Salinas, Provincia del Guayas). Se encuentra principalmente al margen de la costa, en el centro de Ecuador. En algunas áreas, las hierbas introducidas para la crianza de ganado han reemplazado a las plantas nativas. En los hábitats más secos, son dominantes los cactus y otras plantas espinosas.

Forman parte también los bosques deciduos de la costa, cuyas condiciones son más secas y el terreno tiene densidades de árboles más bajas que los bosques siempre-verdes. Los árboles generalmente son menores a 20 m de alto y hay un sotobosque que puede ser denso y con plantas herbáceas abundantes. Algunas especies de árboles, como los ceibos, pierden sus hojas durante la época seca. El impacto humano en esta región ha sido severo. Se ha estimado que más del 60% de su área ha sido destruida por actividades humanas, especialmente agricultura y ganadería



Figura 4. Foto Bioma Bosque seco ecuatorial

2.2.3. Bioma Andes

El bioma Andes comprende la región “Andes” y “Amazonía alta”, cubriendo una superficie de 101.367 km², equivalente al 40% del área de estudio (Figura 2). Este bioma se encuentra aproximadamente entre 300 m.s.n.m. de altitud hacia la vertiente del Pacífico y 400 m.s.n.m. hacia la Amazonía. Comprende los pisos bioclimáticos montano, montano alto, montano alto superior, subnival y nival (MAATE, 2013c) con altitudes entre los 2300 y 5800 m.s.n.m. aproximadamente y temperaturas que raramente sobrepasan los 25°C. Su relieve es de cordillera y serranía, con valles de origen glaciar y/o tectónicos, cuyo paisaje está compuesto por cimas de montañas, calderas, cráteres, depósitos de lava y colinas altas entre las que se ubican llanuras y extensos valles. Del deshielo de los glaciares que cubren las cimas de varios volcanes, se forman sistemas de lagunas, humedales y delgados cuerpos de agua que conforman las cabeceras de las cuencas de origen andino de la Cuenca Amazónica.

Esta región, llamada localmente la “Sierra” (para diferenciarla de la región “Costa” y de la “Oriental”), se caracteriza por la presencia de bosques montanos y de páramo y por ecosistemas no forestales como arbustales y herbazales naturales, conocidos como “páramos”, muchos de los cuales son lacustres, inundables o subnavales, cuya fenología varía entre siempreverde, siempreverde estacional y semidecíduo (MAATE, 2013c). Las zonas que limitan con la Amazonía reciben una fuerte influencia de humedad y hay una continuidad de cobertura boscosa. Conforme incrementa la altitud, disminuye el porte y la fisionomía de la vegetación cambia, llegando a ser nula en lugares como por ejemplo en arenales, roca expuesta, cicatrices de eventos eruptivos y glaciares.

Al norte del país, la cordillera Andina presenta una rama oriental y otra occidental, en cuyo centro se ubican valles interandinos densamente poblados, ambas ramas de la cordillera presentan una alta concentración de volcanes. Conforme se avanza de norte a sur, este patrón cambia, los valores de altitud máxima de la cordillera se reducen y el macizo occidental pierde altura considerablemente a la latitud del Golfo de Guayaquil, punto que corresponde a la división entre los Andes septentrionales al norte y los Andes centrales al sur, cuyos orígenes geológicos son diferentes (Cuesta et al. 2009).

Las laderas de los valles interandinos presentan alternancia entre períodos secos y húmedos con gran influencia de efecto de sombra de lluvia.

La zona andina de Ecuador ha sido ampliamente transformada a zonas urbanas, infraestructura y, por la calidad de sus suelos a usos agropecuarios. Parte de estas zonas transformadas presentan actualmente bosques de especies introducidas, algunas con fines comerciales o estéticos (principalmente de eucalipto *Eucalyptus spp* y pino *Pinus spp*).



Figura 5. Foto Bioma Andes

2.2.4. Bioma Amazonía

El bioma Amazonía comprende la región “Amazonía baja”, que cubre una superficie de 81.482 km², equivalente al 32% del área de estudio (Figura 2). Comprende las estribaciones de la cordillera Andina y zonas de transición a tierras bajas de la Amazonía, en las que se encuentran los pisos bioclimáticos piemontano, montano bajo y montano (MAATE, 2013c) con altitudes entre los 700 y 2300 m.s.n.m. aproximadamente. Su relieve es piedemonte y cordillera, caracterizado por terrenos escarpados con empinadas pendientes y quebradas profundas. Debido a su topografía, los suelos de las estribaciones sufren deslizamientos de tierra frecuentes, exacerbados por efecto de procesos antropogénicos de deforestación y erosión del suelo.

Son zonas hiper húmedas, caracterizadas por lluvia intensa y casi constante, nubosidad permanente y bajas temperaturas. Dada la influencia orográfica de la zona, estos ecosistemas captan grandes volúmenes de agua de la neblina que en ellos se acumula (fenómeno conocido como precipitación horizontal o lluvia incidental), lo que ha llevado a que los bosques de esta ecorregión, o “bosques montanos de los Andes del Norte” (Cuesta et al. 2009) sean conocidos como ‘bosque pluviales’, ‘bosques de niebla’ o ‘de neblina’. El porte promedio de estos bosques está entre los 20 a 30 metros y su fenología es siempreverde. Los valores de humedad se reducen latitudinalmente en la región Amazonía Alta, alcanzando sus menores valores en zonas de frontera con Perú donde se encuentran remanentes de bosques siempreverde estacionales de distribución restringida. En porciones de esta región también se encuentran arbustales y herbazales siempreverdes montanos, especialmente en zonas donde se alcanzan mayores valores de altitud como ramales de la cordillera de los Andes o en la cima de cordilleras propiamente amazónicas.

Los ecosistemas de este bioma juegan un rol especialmente importante como reguladores del flujo hídrico local y regional. Además, en esta ecorregión se encuentran los bosques más biodiversos. Sin embargo, aquí también se concentran los ecosistemas más frágiles, en peligro de desaparecer debido a la actual y creciente transformación de bosques a pastizales, cultivos y poblados por

efectos de la ocupación humana. En el caso de Ecuador, ciertas porciones de estos ecosistemas se encuentran dentro de áreas protegidas; sin embargo, donde no existen estas figuras de conservación, el grado de transformación es tan elevado que los bosques están restringidos a laderas con topografía accidentada o donde el suelo no es apto para la agricultura.

La región Amazonía Baja comprende el piso bioclimático de tierras bajas de la Amazonía ecuatoriana (MAATE, 2013c), con altitudes entre los 700 y 100 m.s.n.m. aproximadamente. Su relieve es de piedemonte periandino, penillanura y llanura, cuya topografía varía entre zonas de mesetas y colinas medianas a planicies y terrazas. Por efecto de su topografía y de abundantes precipitaciones, son regiones susceptibles de inundación, inundables estacionalmente o inundadas permanentemente. Se caracteriza por la predominancia de bosques densos siempreverdes tropicales de tierras bajas, algunos de ellos inundados e inundables, portes que superan los 30 metros, además de herbazales lacustre-riparios.



Figura 6. Foto bioma Amazonía

2.2.5. Bioma Galápagos

El bioma Galápagos cubre una superficie de 7.992 km², equivalente al 3% del área de estudio (Figura 2). Se encuentra ubicado en el Océano Pacífico a 972 km. de la costa continental del Ecuador, con un rango de elevación de 345 y 1707 m.s.n.m.. Está formado por el archipiélago de Galápagos constituido por 13 islas de origen volcánico y con una superficie total de 8.010 km² (Consejo de Gobierno del Régimen Especial de Galápagos, 2015).

El clima de las Islas Galápagos se determina casi en su totalidad por las corrientes oceánicas, que a su vez están influenciadas por los vientos alisios que empujan las corrientes. Incluye una época caliente entre enero y abril que fluctúa entre los 26°C y 28°C, y una época fría durante el resto del año con temperaturas menores a los 24°C, registrándose en ciertos sitios del oeste temperaturas de 14°C (Consejo de Gobierno del Régimen Especial de Galápagos, 2015).



Figura 7. Foto Bioma Galápagos

3. Iniciativas de mapeo de cobertura y uso del suelo a escala nacional

Las iniciativas más recientes a nivel nacional de carácter oficial y no oficial de mapeo de la cobertura vegetal y uso del suelo en Ecuador, se resumen en la Tabla 2 y se detallan en el Anexo 1.

Tabla 2. Datos cartográficos de cobertura vegetal y uso del suelo existentes para Ecuador (Elaboración Ecociencia).

Mapa	Referencia	Descripción	Escala	Año mapeado
Mapa de Ecosistemas del Ecuador Continental	MAATE, 2013	Distribución espacial de los ecosistemas remanentes al 2012 del Ecuador continental para áreas con cobertura natural.	1:100.000	2012
Mapa de Cobertura y Uso de la Tierra	MAGAP, SIGTIERRAS, IEE 2009-2015	Información detallada de los sistemas productivos, cobertura del suelo, tamaño de la parcela, y temporalidad del cultivo.	1:25.000	Entre 2009 a 2015, dependiendo del cantón
Mapas de Cobertura y Uso de la Tierra (CUT) del Ecuador Continental	MAATE, MAGAP, 2016 MAATE, MAGAP, 2017 MAATE, MAGAP, 2019 MAATE, MAGAP, 2023 MAATE, MAGAP, 2023	A un 1er nivel mapea las 6 clases definidas por el IPCC (bosque, tierra agropecuaria, vegetación arbustiva y herbácea, cuerpo de agua, zona antrópica y otras tierras). A un 2do nivel define a mayor detalle 16 clases de cobertura y uso de la tierra.	1:100.000	1990, 2000, 2008, 2014, 2016, 2018, 2020, 2022

Mapa de Cobertura y Uso de la Tierra y Sistemas Productivos Agropecuarios del Ecuador Continental	MAG, 2021	Información detallada de los sistemas productivos, cobertura del suelo, tamaño de la parcela, y temporalidad del cultivo. Versión editada por el Ministerio de Agricultura y Ganadería en el año 2020.	1:25.0000	Entre 2009 a 2015, editado a 2020
Metodología para mapear la cobertura de vegetación nativa e invasora en archipiélagos: Un ejemplo de las Islas Galápagos.	Rivas et al., 2018, Universidad San Francisco de Quito.	Información detallada sobre metodología para mapear la vegetación y evaluar la invasión de especies en el Parque Nacional Galápagos. Identificación de ecosistemas nativos y especies invasoras. Se destaca la vulnerabilidad de los bosques deciduos y amenazas en ecosistemas de alta montaña.	1:75.000	2015 y 2016
Colección 1 de Mapas anuales de Cobertura y Uso del Suelo 2000-2017 de la Amazonía	MapBiomias Amazonía, 2019	Mapas anuales de cobertura y uso del suelo de la Amazonia para el periodo 2000 a 2017, generados a partir de imágenes satelitales Landsat clasificados mediante árboles de decisión empíricos.		Anual, 2000 a 2017
Colección 2 de Mapas anuales de Cobertura y Uso del Suelo 1985-2018 de la Amazonía	MapBiomias Amazonía, 2020	Mapas anuales de cobertura y uso del suelo de la Amazonia para el periodo 1985 a 2018, generados a partir de imágenes satelitales Landsat clasificados mediante el algoritmo Random Forest en Google Earth Engine.		Anual, 1985 a 2018
Colección 3 de Mapas anuales de Cobertura y Uso del Suelo 1985-2020 de la Amazonía	MapBiomias Amazonía, 2021	Mapas anuales de cobertura y uso del suelo de la Amazonia para el periodo 1985 a 2020, generados a partir de imágenes satelitales Landsat clasificados mediante el algoritmo Random Forest en Google Earth Engine.		Anual, 1985 a 2020
Colección 4 de Mapas anuales de Cobertura y Uso del Suelo 1985-2021 de la Amazonía	MapBiomias Amazonía, 2022	Mapas anuales de cobertura y uso del suelo de la Amazonia para el periodo 1985 a 2021, generados a partir de imágenes satelitales Landsat clasificados mediante el algoritmo Random Forest en Google Earth Engine.		Anual, 1985 a 2021
Colección 5 de Mapas anuales de Cobertura y Uso del Suelo 1985-2022 de la Amazonía	MapBiomias Amazonía, 2023	Mapas anuales de cobertura y uso del suelo de la Amazonia para el periodo 1985 a 2022, generados a partir de imágenes satelitales Landsat clasificados mediante el algoritmo Random Forest en Google Earth Engine.		Anual, 1985 a 2022
Colección 6 de Mapas anuales de Cobertura y Uso del Suelo 1985-2023 de la Amazonía	MapBiomias Amazonía, 2024	Mapas anuales de cobertura y uso del suelo de la Amazonia para el periodo 1985 a 2023, generados a partir de imágenes satelitales Landsat clasificados mediante el algoritmo Random Forest en Google Earth Engine.		Anual, 1985 a 2023
Colección 1 de Mapas anuales de Cobertura y Uso del Suelo 1985-2023 del Ecuador	MapBiomias Amazonía, 2023	Mapas anuales de cobertura y uso del suelo del Ecuador para el periodo 1985 a 2023, generados a partir de imágenes satelitales Landsat clasificados mediante el algoritmo Random Forest en Google Earth Engine.		Anual, 1985 a 2023

Tabla 3. Cantidad de mosaicos anuales procesados por región para el área dentro del límite RAISG (Elaboración Ecociencia).

País	Región	Cartas por región	Mosaicos parametrizados y procesados para la serie temporal 1985-2023
Ecuador	Andes	8	279
	Amazonía Alta	10	410
	Amazonía Baja	9	302
Total		27	991



Figura 9. Mosaicos anuales 1985-2023 de la Colección 2.0 de MapBiomos Ecuador dentro del límite RAISG (Elaboración Ecociencia).

3. Para el área fuera del límite RAISG: la unidad de referencia para el proceso de construcción de los mosaicos fue la cuadrícula de path y row. Todo el territorio ecuatoriano, tanto continental como insular, se encuentra cubierto por 17 path y row. La Tabla 4 resume la cantidad de estos por región.

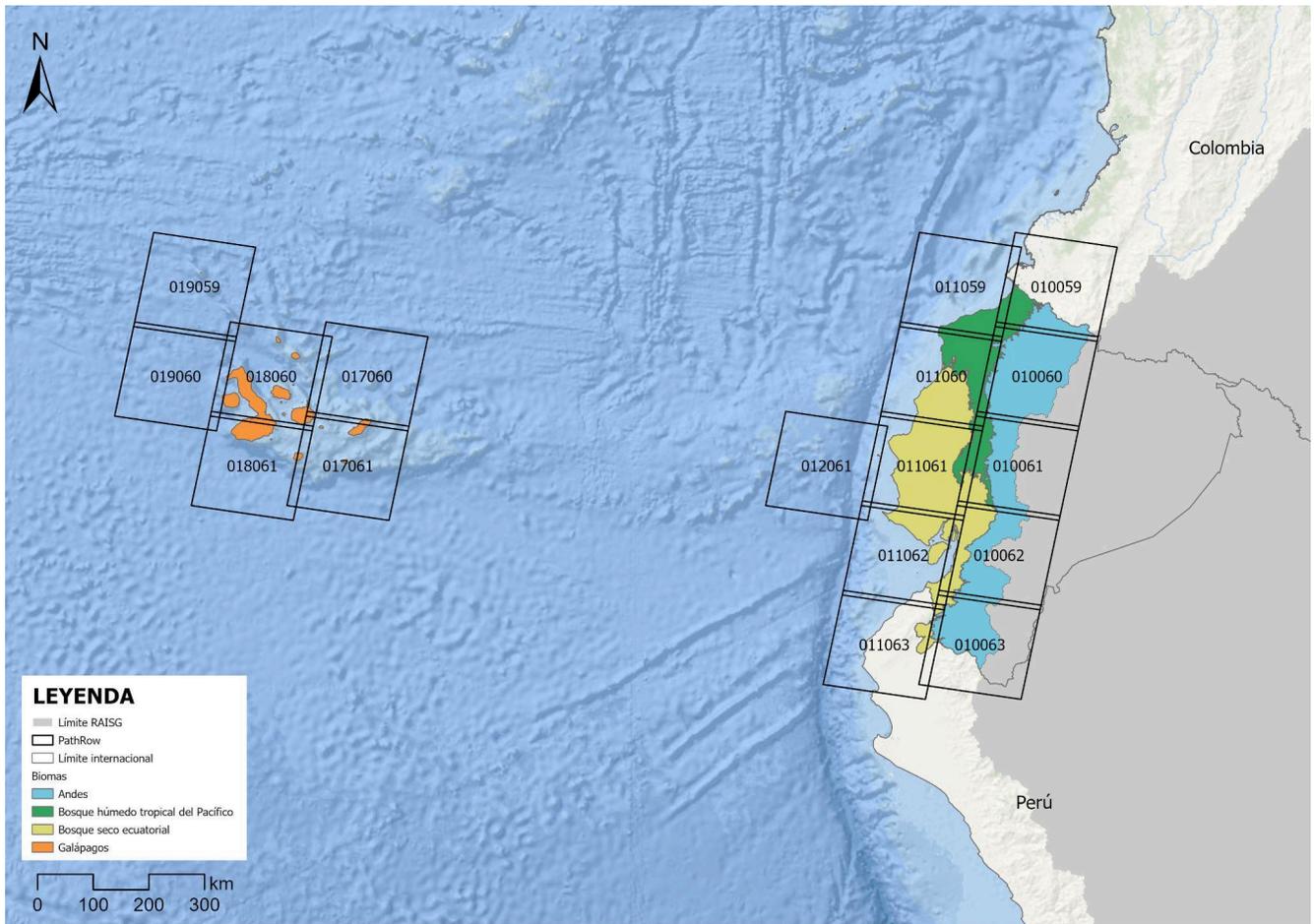


Figura 10. PathRows No RAISG Ecuador (Elaboración Ecociencia)

Tabla 4. Cantidad de mosaicos anuales procesados para el área fuera del Límite RAISG(Elaboración Ecociencia).

País	Bioma	Escenas por bioma	Mosaicos parametrizados y procesados para la serie temporal 1985-2022
Ecuador	Andes, Bosque húmedo tropical del Pacífico y Bosque seco ecuatorial	11	378
	Galápagos	6	178
Total		17	556

Mosaicos Colección 2 (Landsat C2) - MapBiomos Pacifico - Ecuador

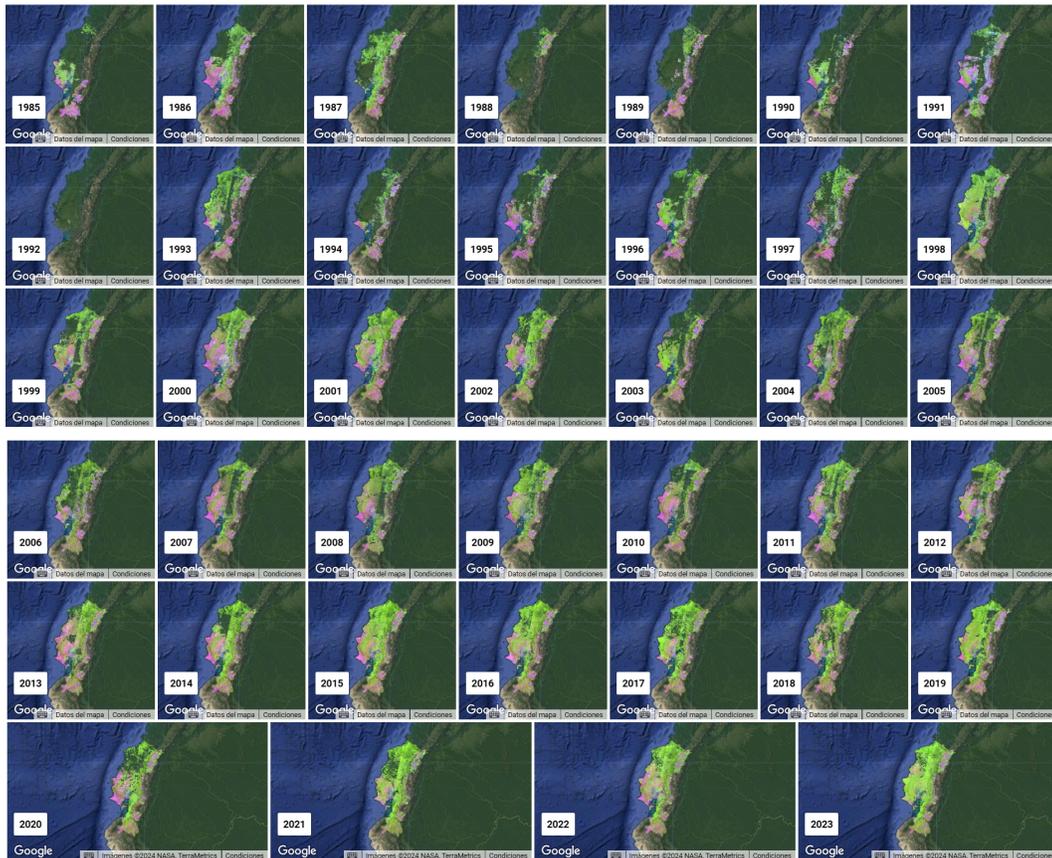


Figura 11. Mosaicos anuales 1985-2023 de la Colección 2.0 de MapBiomos Ecuador fuera del límite RAISG (Elaboración Ecociencia).

Tanto dentro como fuera del límite RAISG, a través de Google Earth Engine, se evaluó visualmente cada imagen satelital adquirida durante el periodo 1985-2023 y disponible en la Colección 2 del [catálogo de imágenes Landsat](#). Esta colección de imágenes fue filtrada empleando parámetros definidos individualmente para cada carta que incluyeron: umbrales de nubosidad, periodo de búsqueda de datos (ventana temporal) e inclusive la exclusión de imágenes específicas con una calidad insuficiente producto de: exceso de nubes, fallas en el sensor, fallas en el pre-procesamiento, entre otros factores. Las imágenes seleccionadas por año fueron reducidas a una imagen individual, o mosaico anual (composite de imágenes), empleando operadores llamados reductores existentes en Google Earth Engine (Figura 12).

Mosaico de mediana: Para cada carta y por cada año, se conformó un mosaico de imágenes de Landsat de la serie 4, 5, 7, 8 y 9. Cada mosaico está compuesto por al menos 2 imágenes, donde la asignación del valor de cada píxel por banda en la composición, se hace con el valor de la mediana del conjunto de imágenes seleccionadas (espectro visible rojo, infrarrojo cercano e infrarrojo medio) tal como se representa en la Figura 12.

De esta manera, el píxel que se usó para la clasificación corresponde al valor de la mediana de la serie temporal. Por ejemplo, si para una carta el mosaico final está compuesto por imágenes entre los meses de octubre a diciembre con un porcentaje máximo de cobertura de nubes del 30%, para el resultado final primero se enmascaran las nubes o sombras remanentes y luego se usó el reductor estadístico de mediana para la construcción del mosaico final de interpretación. Cada carta fue procesada individualmente usando el valor de la mediana entre las imágenes seleccionadas para cada año de la serie temporal 1985 - 2022. En la Figura 11 se presentan los mosaicos para el área continental del territorio ecuatoriano. Debido a la falta de información en las colecciones de Landsat o por alta cobertura de nubes, persisten vacíos a lo largo de la serie temporal; este vacío de información se presentó temporalmente y con mayor énfasis a inicios de la serie entre los años 1985 a 1988 y 1992 a 1996, especialmente en las áreas de alta montaña, como páramos y glaciares, y el Chocó biogeográfico; esta situación afectó los resultados en zonas de alta dinámica en el cambio de coberturas, donde la capacidad del método para subsanar estos vacíos fue insuficiente.

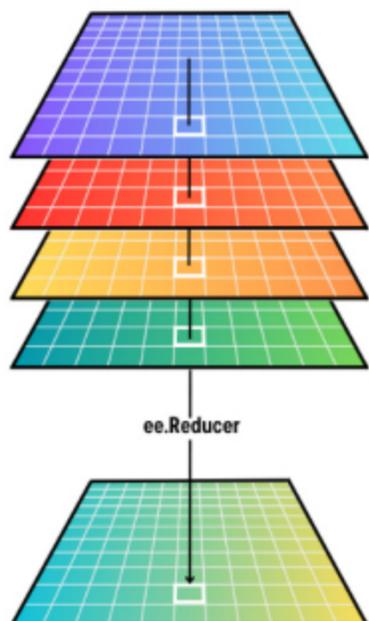


Figura 12. Efecto de la aplicación de un reductor a una colección de imágenes para componer un mosaico (composite) (Google, 2020³).

En total, se definieron parámetros específicos para cada uno de los 39 años del periodo 1985 a 2023, para cada una de las 27 “cartas-región” y 27 escenas Landsat. Sin embargo, debido a vacíos de información en el catálogo de datos, se procesaron un total de 991 mosaicos (Tabla 3 y 4) para el área dentro del límite RAISG de Ecuador y 556 mosaicos para el área fuera del límite RAISG. La parametrización permitió construir mosaicos anuales con la mejor calidad posible, la mayor cobertura de datos útiles y la menor cantidad de nubes o interferencias (Figura 11). En esta colección se usaron datos de Landsat 4, 5, 7, 8 y 9.

Dentro del Ecuador y tal como se demuestra en la Tabla 5, existe un total de 10841 imágenes satelitales Landsat a Reflectancia de Superficie (SR) y pertenecientes a la [Colección 2](#), que han capturado datos del país desde 1985; estas equivalen a más de 10 TeraBytes de información; dichas imágenes son analizadas, descartadas o procesadas dentro de los mosaicos anuales. Cabe mencionar que, en la presente colección, se incluye Landsat 9, un satélite relativamente nuevo y cuyos datos ya están disponibles en Google Earth Engine.

Tabla 5. Cantidad de imágenes satelitales Landsat que han capturado información del Ecuador hasta el 2023 (Elaboración Ecociencia).

	Lt4	Lt5	Lt7	Lt8	Lt9	Total
1980-1989	109	371	0	0	0	480
1990-1999	30	1048	90	0	0	1168
2000-2010	0	406	1956	0	0	2362
2010-2019	0	53	2461	2293	0	4807
2020-2023	0	0	946	1275	685	2906
Total	139	1878	5453	3568	685	10841

A pesar de los esfuerzos por recuperar la mayor cantidad de datos útiles de buena calidad, los mosaicos resultantes no están libres de vacíos de información. Ecuador es un país donde la disponibilidad de datos satelitales de sensores ópticos como Landsat para el periodo 1985-2023 se ha visto afectada en gran medida por:

³ Tomado de: https://developers.google.com/earth-engine/guides/reducers_image_collection

- La presencia continua de nubes que limita la cantidad de píxeles útiles (observaciones libre de nubes), siendo las regiones de Bosque húmedo tropical del Pacífico y Bosque seco ecuatorial, Andes y Amazonía Alta las que presentan mayores limitaciones;
- Fallos en los equipos de recepción y grabación de datos satelitales de órbita baja dentro del alcance de cobertura de la antena de la Estación “Cotopaxi”⁴, que afectó permanentemente el registro de datos para el periodo 1991-1995, motivo por el cual para estos años no fue posible generar mosaicos para la mayoría de cartas.

3.1.1 Feature Space

Para cada píxel con datos útiles de cada mosaico anual, se calcularon 151 variables que componen el feature space, el cual está compuesto por: bandas de reflectancia, índices derivados de las bandas espectrales, fracciones espectrales obtenidas de un análisis de mixtura espectral e índices de las fracciones espectrales (Anexo 4). Estas variables representan el insumo principal para el algoritmo de clasificación.

Se aplicaron los siguientes reductores estadísticos⁵ a las variables para obtener:

- *Mediana*: Cálculo de la mediana⁶ aplicada a todos los píxeles disponibles en el mosaico anual en esa ubicación.
- *Mediana época seca*: Cálculo de la mediana estadística aplicada a los píxeles del cuartil con los menores valores de NDVI (proxy de época seca).
- *Mediana época lluviosa*: Cálculo de mediana estadística aplicada a los píxeles del cuartil con los mayores valores de NDVI (proxy de época lluviosa).
- *Amplitud*: Extensión de la variación entre todos los píxeles disponibles en el mosaico anual.
- *Desviación estándar*: Desviación estándar de los valores de todos los píxeles disponibles en el mosaico anual para una ubicación determinada.
- *Mínimo*: Menor valor de todos los píxeles disponibles en el mosaico anual en una ubicación determinada.
- *Máximo*: Mayor valor de todos los píxeles disponibles en el mosaico anual en una ubicación determinada.
- *Mínimo del periodo seco*: Cálculo del menor valor de todos los píxeles disponibles de las imágenes del cuartil con los menores valores de NDVI (proxy de época seca).
- *Mínimo del periodo lluvioso*: Cálculo del menor valor de todos los píxeles disponibles de las imágenes del cuartil con los mayores valores de NDVI (proxy de época lluviosa).
- *Máximo del periodo seco*: Cálculo del mayor valor de todos los píxeles disponibles de las imágenes del cuartil con los menores valores de NDVI (proxy de época seca).
- *Máximo del periodo lluvioso*: Cálculo del mayor valor de todos los píxeles disponibles de las imágenes del cuartil con los mayores valores de NDVI (proxy de época lluviosa).
- *QMO del periodo seco*: El valor más alto que tiene la banda en el índice evi2 en la estación seca.
- *QMO del periodo lluvioso*: El valor más alto que tiene la banda en el índice evi2 en la estación lluviosa.

Cada variable conforma una banda en el mosaico anual final. Adicionalmente, se incluyeron variables como pendiente, altitud, sombra, inundabilidad, entre otros, de tal modo que los mosaicos anuales finales están compuestos por 151 bandas (La lista completa de bandas se adjunta como Anexo 4).

3.2. Clasificación del Mapa General

La clasificación del mapa base o mapa general de cobertura y uso de la tierra de Ecuador se desarrolló siguiendo un protocolo metodológico estandarizado regionalmente (metodología MapBiomass), que se basa en el uso del algoritmo Random Forest de clasificación supervisada, a nivel de píxel. La totalidad del proceso fue ejecutado en el ambiente de geoprocésamiento en la nube llamado Google Earth Engine (GEE), siguiendo una secuencia de pasos iterativos, los cuales se llevan a cabo cuantas veces sea necesario hasta alcanzar un producto de clasificación con calidad (Figura 13).

⁴ Instalada por la NASA y transferida en 1982 al CLIRSEN (actual Instituto Espacial Ecuatoriano), la Estación Cotopaxi tiene por objetivo la recepción, grabación y procesamiento de datos satelitales dentro de su alcance de recepción.

⁵ La aplicación de los reductores se realiza a nivel de píxeles, de modo que cada píxel en la salida se compone del cálculo de todos los píxeles de las imágenes de la colección en esa ubicación.

⁶ Mediana es el valor que separa la mitad superior de la mitad inferior de una muestra de datos o una población. [Documentación](#) de la herramienta en Google Earth Engine.

La cadena de procesamiento completa para la generación del mapa general de la Colección 2.0 de MapBiomos Ecuador se encuentra sintetizada en la Figura 13.

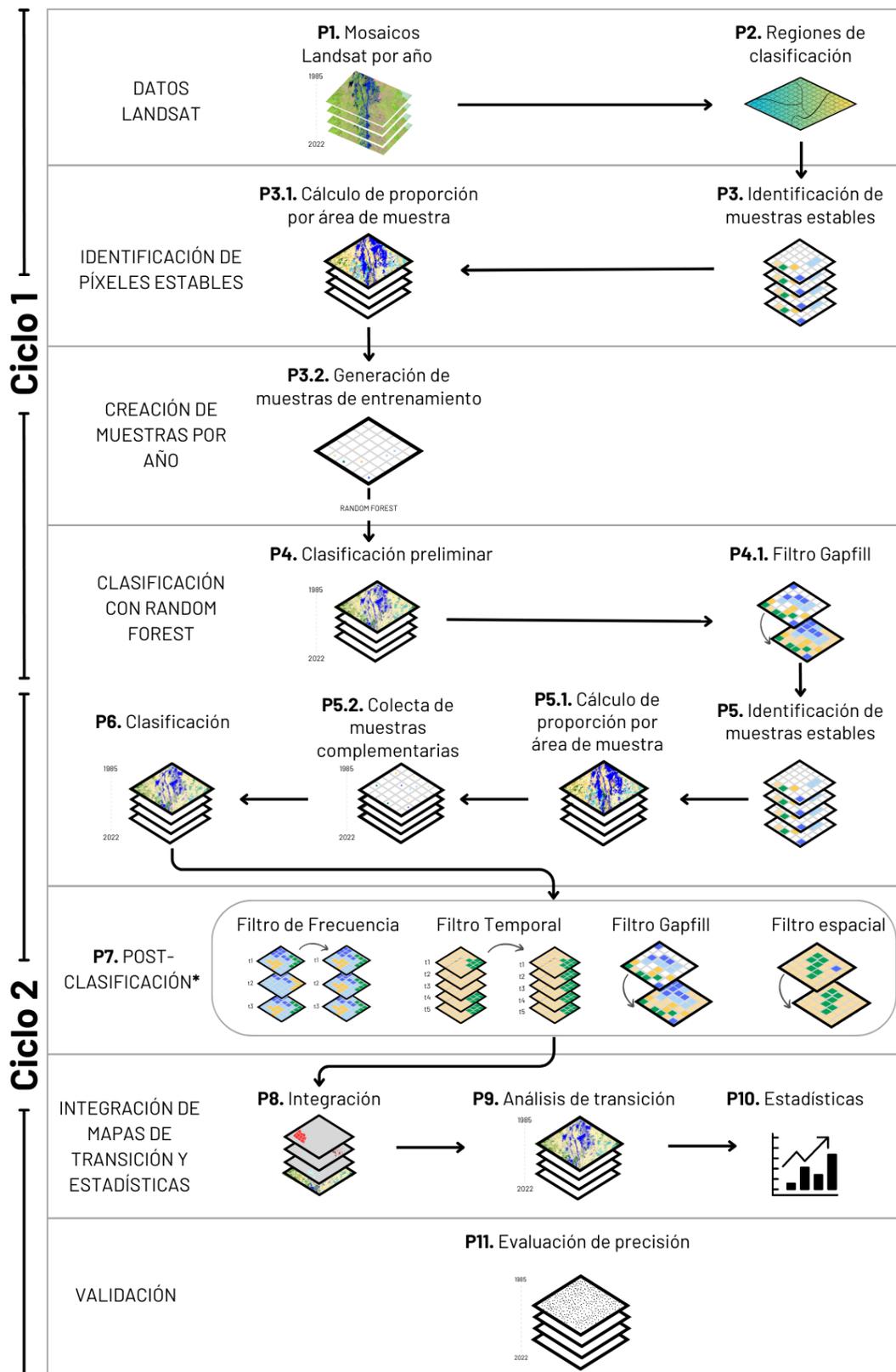


Figura 13. Cadena de procesamiento completa del Mapa General de la Colección 2.0 MapBiomos Ecuador (Elaboración Gaia Amazonas).

En nuestra experiencia, los factores determinantes en la calidad de la clasificación fueron:

- Entrenamiento y clasificación basado en el uso de unidades de mapeo que siguen criterios de la distribución espacial de los tipos de coberturas y usos (denominados regiones de clasificación),
- La distribución equilibrada de muestras de entrenamiento, tanto geográficamente como entre clases (donde la clase menos representada o de distribución restringida alcanza cerca al 12% del total de las muestras para una región),
- La identificación de un umbral o cantidad de árboles permitidos (si bien el incremento en la cantidad de árboles arroja mejores resultados, pasado un cierto punto decae la precisión),
- La cantidad de iteraciones (cada ronda adicional fortalece el producto final. Con cada iteración, el mapa de píxeles estables, a partir del cual se sortean las muestras de entrenamiento, gana precisión generando cada vez un set de muestras espectralmente menos ambiguas),
- La evaluación y selección de las variables que más aporta a la distinción de clases (si bien nuestros mosaicos anuales están compuestos por 151 bandas, se obtuvo mejores resultados cuando se excluyó aquellas bandas cuyos valores (variables de clasificación) menos aportan al clasificador, ajuste que se realizó individualmente para cada región de clasificación).

3.2.1 Regiones de clasificación

La secuencia de pasos de clasificación son aplicadas de modo independiente a cada unidad de mapeo o región de clasificación. En Ecuador se definieron veintiocho (28) regiones de clasificación (Figura 14, Tabla 5), siguiendo criterios de distribución espacial de los tipos de coberturas y usos⁷.

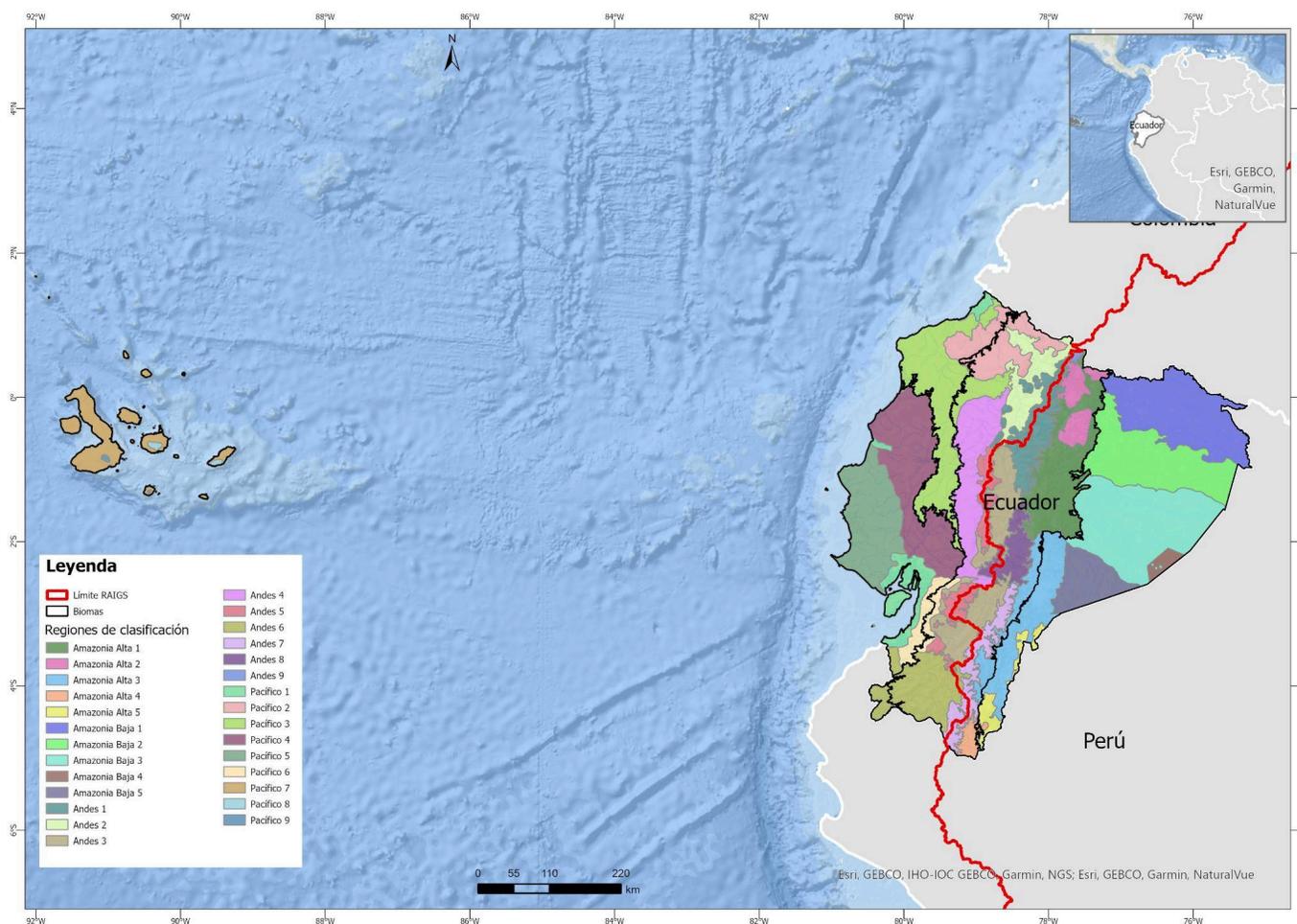


Figura 14. Regiones de clasificación de Ecuador para la Colección 2.0 de MapBiomias Ecuador (Elaboración Ecociencia).

⁷ Las regiones de clasificación fueron definidas siguiendo criterios de unidades ecológicas e hidrológicas basados en Mapa de Ecosistemas de Ecuador (MAATE, 2013) junto con la presencia o ausencia de intervención antropogénica y lecciones aprendidas en Colecciones pasadas.

Los motivos para separar el país en regiones de clasificación obedecen a:

- Andes: Sus condiciones de mayor estacionalidad y constante cobertura de nubes determinan un periodo temporal de construcción del mosaico distinto al de la Amazonía. Se buscó fortalecer el mapeo de formaciones específicas a esta región (glaciares, páramos) y evitar confusión (dada la similitud espectral) entre las coberturas naturales no forestales con predominancia de especies herbáceas y áreas de uso como la agricultura y los pastos plantados.
- Amazonía Alta: Sus condiciones de vacío de información por nubosidad constante determinan la necesidad de establecer parámetros temporales de construcción del mosaico anual más amplios. Debido a su topografía y nubosidad, presenta un aumento de sombras que dificultan la clasificación de bosques en zonas de sombra y cuerpos de agua angostos.
- Amazonía Baja: Su fisiografía de llanuras y colinas ligeramente accidentadas facilitan el mapeo de sus bosques siempreverdes, cuerpos de agua anchos y zonas de uso agropecuario.
- Cuenca del Pacífico y Galápagos: tratándose de una primera colección para estas regiones, los criterios de separación de regiones se basaron en el uso de mapas secundarios de referencia (principalmente de distribución de ecosistemas y de uso del suelo). A partir de los aprendizajes y los resultados de mapeo obtenidos en esta 1ra colección, se refinarán las regiones de clasificación como estrategia para fortalecer el mapeo de colecciones futuras.

Tabla 6. Regiones de clasificación definidas en Ecuador. Áreas medidas empleando sistema de referencia de coordenadas Sphere Sinusoidal (Elaboración Ecociencia).

Nro,	Código	Region clasificación	Área (km2)	%	Región de mosaico
1	40101	Amazonia Alta 1	14.120,92	5,42%	Amazonía
2	40102	Amazonia Alta 2	4617,88	1,77%	Amazonía
3	40103	Amazonia Alta 3	14.458,26	5,55%	Amazonía
4	40104	Amazonia Alta 4	1.823,46	0,70%	Amazonía
5	40105	Amazonia Alta 5	2.618,06	1,00%	Amazonía
6	40201	Amazonia Baja 1	18.970,77	7,28%	Amazonía
7	40202	Amazonia Baja 2	18.170,08	6,97%	Amazonía
8	40203	Amazonia Baja 3	23.524,15	9,03%	Amazonía
9	40204	Amazonia Baja 4	1.236,14	0,47%	Amazonía
10	40205	Amazonia Baja 5	7.142,72	2,74%	Amazonía
11	40601	Andes 1	17.229,89	6,61%	Andes
12	40602	Andes 2	8.138,78	3,12%	Andes
13	40603	Andes 3	15.131,74	5,81%	Andes
14	40604	Andes 4	8.201,39	3,15%	Andes
15	40605	Andes 5	3.859,78	1,48%	Andes
16	40606	Andes 6	10.190,82	3,91%	Andes
17	40607	Andes 7	2.613,34	1,00%	Andes
18	40901	Pacífico 1	15.383,11	5,90%	Pacífico
19	40902	Pacífico 2	19.246,06	7,38%	Pacífico

20	40903	Pacífico 3	22.762,87	8,73%	Pacífico
21	40904	Pacífico 4	8.333,56	3,20%	Pacífico
22	40905	Pacífico 5	8.989,32	3,45%	Pacífico
23	40906	Pacífico 6	7.475,96	2,87%	Pacífico
24	40907	Pacífico 7	926,72	0,36%	Pacífico
25	40908	Pacífico 8	356,18	0,14%	Pacífico
26	40909	Pacífico 3	4.935,36	1,89%	Pacífico
27	40910	Pacífico 10	153,29	0,06%	Pacífico

3.2.2 Leyenda

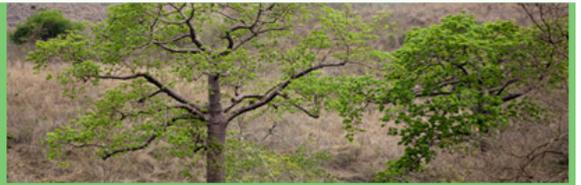
MapBiomias emplea una leyenda común para todas sus iniciativas, de las cuales, Ecuador utiliza un subconjunto de clases que obedecen a la ocurrencia de las mismas en el país. La definición operativa de cada clase la puede encontrar en nuestra [página web](#). Las clases mapeadas en Ecuador (Figura 15) para la Colección 2.0 de MapBiomias Ecuador son: Bosque (ID⁸ = 3), Bosque abierto (ID = 4), Manglar (ID = 5), Bosque inundable (ID = 6), Formaciones naturales no forestales inundables (ID = 11), Herbazal (ID = 12), Otra formación natural no forestal (ID = 13), Afloramiento rocoso (ID = 29), Mosaico de agricultura y pasto (ID = 21), Silvicultura (ID = 9), Minería (ID = 30), Otra área sin vegetación (ID = 25), Ríos, lagos u océano (ID = 33), Acuicultura (ID = 31), Glaciares (ID = 34) y No observado (ID = 27).

⁸ ID, corresponde al valor del píxel en el mapa temático.

3. Bosque



4. Bosque abierto



5. Manglar



6. Bosque inundable



11. Formación natural no forestal inundable



12. Formación campestre o Herbazal



13. Otra formación natural no forestal



29. Afloramiento rocoso



21. Mosaico de agricultura y pastos



9. Silvicultura



23. Playa, duna o banco de arena



24. Infraestructura urbana



30. Minería



25. Otra área antrópica sin vegetación



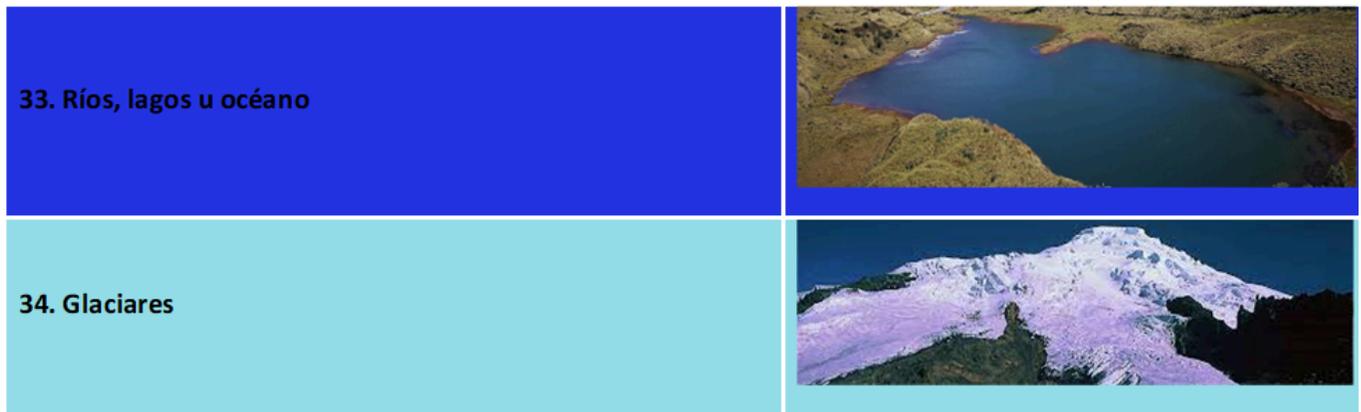


Figura 15. Clases mapeadas en la Colección 2.0 de MapBiomias Ecuador (Elaboración Ecociencia).

Las clases de la leyenda de la Colección 2.0 de MapBiomias Ecuador agrupan a las formaciones vegetales del Mapa de los Ecosistemas de Ecuador (MAATE, 2013a), del Mapa de Cobertura y Uso de la Tierra (MAATE, 2014) y de Ecosistemas de Galápagos (Rivas et al., 2018). Los Anexos 5, 6 y 7 muestran su correspondencia (espacial y/o conceptual).

3.2.3 Rutinas de clasificación

La siguiente secuencia de pasos describe las rutinas que componen el método de clasificación. La totalidad de la secuencia fue implementada en javascript y ejecutada en el ambiente de procesamiento Google Earth Engine (GEE).

Debido a que para esta primera colección se contaba con información de colecciones pasadas para el territorio nacional dentro del límite RAISG (la cuenca amazónica) y fuera de la cuenca amazónica, se debió aplicar la siguiente rutina para estas dos regiones, las cuales se describen a continuación:

Para las regiones dentro del límite RAISG se contaba con mapeo de las Colecciones 1 a 5 de MapBiomias Amazonía y para fuera del límite RAISG se contaba con el mapeo de la Colección 2, que fueron los insumos para la obtención de este mapa. Por ello, la secuencia repetida para cada región de clasificación de modo independiente, consistió en los siguientes pasos, ajustando los parámetros⁹ hasta alcanzar una clasificación de calidad satisfactoria.

1. Se identificaron los píxeles que mantuvieron de modo estable una misma clase a lo largo de la serie de 39 años (1985-2022) en los mapas de la Colección 5 de MapBiomias Amazonía (Figura 16b) y de la Colección 2 de MapBiomias Ecuador. A partir de esta información se generó un mapa de píxeles estables para cada una de las clases de la leyenda. El mapa fue inspeccionado visualmente y corregido manualmente. La corrección manual incluyó 1) la exclusión de píxeles que mediante inspección visual de las imágenes Landsat se identificó que no fueron estables, y 2) la reasignación (reclasificación) de píxeles equivocados.
2. Dentro del ámbito del mapa de píxeles estables, se sortearon puntos (Figura 16c) o localidades de entrenamiento. Para cada una se extrajo los valores de cada variable que componen el feature space (151 valores por cada localidad, uno por cada variable; ver sección 3.1 composición de mosaicos Landsat y sección 3.2 feature space). Estos valores describen espectralmente los tipos de coberturas que se busca clasificar y por lo tanto representan las muestras para el entrenamiento del algoritmo de clasificación supervisada Random Forest.
3. De la totalidad de píxeles estables se obtuvo una muestra de puntos por sorteo aleatorio. El sorteo fue balanceado y estratificado, con lo cual se buscó que la cantidad de muestras obtenidas por clase sea proporcional a la extensión conocida de cada clase (estimada a priori para cada región). En esta fase, la/el intérprete evaluó la correcta distribución espacial de las muestras, la distribución de puntos por clase y ajustó los parámetros (Tabla 6) para asegurar un equilibrio en el muestreo. Tras varias rondas de evaluación, se identificó que los mejores resultados se obtuvieron cuando el sorteo aseguraba que por entre 10% y 15% de la muestra total corresponde a puntos de la clase menos abundante. De

⁹ Los parámetros empleados para cada región se detallan en la sección 3.4.3 "Parámetros de clasificación".

considerarse necesario, se colectó muestras adicionales, denominadas “muestras complementarias”, para fortalecer la clasificación de clases poco representadas o cuya clasificación requería ser fortalecida.

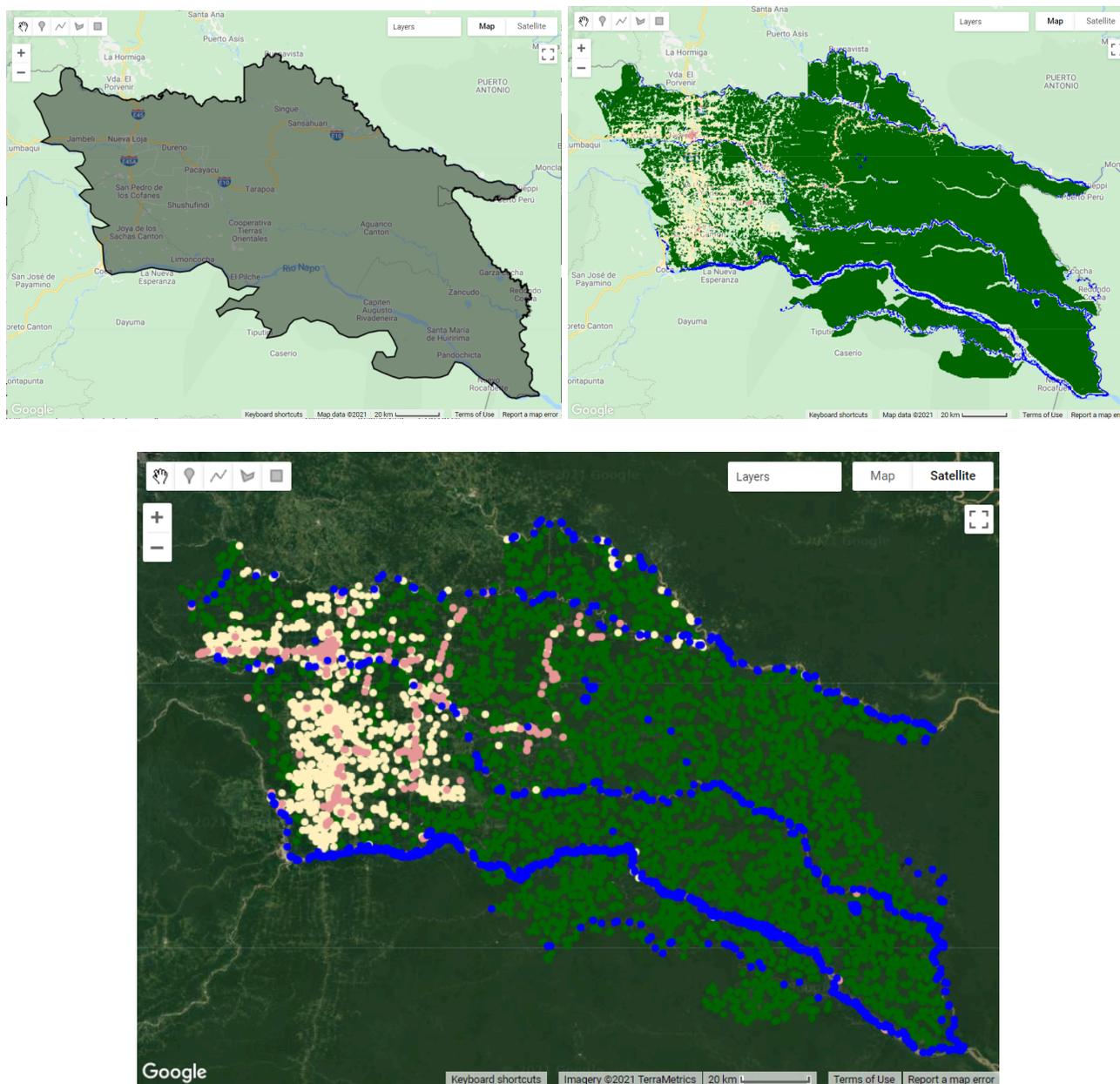


Figura 16. Ejemplo de sorteo de puntos de muestreo de entrenamiento para una región de clasificación de la Amazonía ecuatoriana. a) Límite de la región de clasificación 40201 “Amazonía Baja 1”. b) Mapa de píxeles estables para sorteo de puntos de muestreo. c) Puntos de muestreo sorteados en la región 40201 (Elaboración Ecociencia).

4. Otro elemento que determina la calidad de la clasificación es la cantidad de árboles que el clasificador emplea para solucionar la clasificación. Tras varias pruebas, se identificó que 120 árboles resultó ser el número óptimo, valor que estandarizamos para todas las regiones (Tabla 6). Valores menores representan disminuciones en la precisión de la clasificación, mientras que valores mayores no representan ganancias en calidad y demandan más recursos de procesamiento.
5. Se generó una clasificación para cada año de la serie temporal (1985-2023). La clasificación resultante representa el producto culminante de la ronda de clasificación, listo para pasar a la fase de post-clasificación (ver sección 3.4.4) y posteriormente a la fase de integración (ver sección 3.6).

6. Si bien el proceso de clasificación puede ser iterado (repetido) tantas veces el/la intérprete considere necesario hasta alcanzar un producto satisfactorio, para la Colección actual adoptamos la estrategia de corregir los pasos 1 y 2 cuantas veces fuera necesario, con lo cual se redujo la cantidad de productos intermedios que requieren de almacenamiento físico.
7. Cabe destacar un paso adicional que favorece la calidad de la clasificación: a partir de un diagnóstico del aporte de las 151 variables en la separabilidad de las clases se filtró la cantidad de variables disponibles para el clasificador, de tal modo que en el entrenamiento definitivo del clasificador, éste empleó únicamente la información de las variables más determinantes (es decir, se excluyeron aquellas variables que menos aportaron a la separabilidad de clases). Esta reducción de dimensionalidad (feature space) permitió adecuar el uso de las variables más significativas acorde a las formaciones naturales y tipos de uso del suelo específicos de cada región. Las variables seleccionadas para cada región se detallan en la Tabla 7.
8. Esta colección se apoyó en el uso de imágenes Planet para inspeccionar y mejorar la calidad de los mapas, y el uso de datos de altura del dosel derivados de GEDI (Dubayah, 2021; Potatov et. al., 2021) para eliminar zonas con baja probabilidad de ser bosques. En varias regiones se adoptó la estrategia de emplear los mapas corregidos de las Colecciones 3 y 4 para excluir zonas que ya habían sido corregidas en las colecciones anteriores. Estas correcciones permitieron la mejora del pool de datos de entrenamiento.

3.2.4 Parámetros de clasificación

Tabla 7. Parámetros de muestreo y número de árboles de decisión empleados por región de clasificación (Elaboración Ecociencia).

Bioma	Código región	Cantidad de iteraciones	Parámetros para muestreo estratificado			Muestras estables exportadas		Número de árboles Random Forest
			Iteración	Muestra máxima	Muestra mínima	Muestra de la clase menos representada	Tamaño de muestra final	
Amazonia	40101	1	1	2500	400	400 (19,44%)	2058	120
	40102	1	1	500	350	350 (15,70%)	2229	120
	40103	1	1	3000	400	400 (16,51%)	2423	120
	40104	1	1	1000	350	150 (16,27%)	922	120
	40105	1	1	1200	150	150 (6,23%)	2408	120
	40201	1	1	4000	600	600 (18,59%)	3228	120
	40202	1	1	4000	600	600 (16,67%)	3600	120
	40203	1	1	6000	1000	1000 (11,29%)	8859	120
	40204	1	1	1150	120	120 (10,56%)	1136	120
	40205	1	1	4000	200	200 (4,21%)	4745	120
Andes	40601	1	1	2000	400	400 (10,5%)	3811	120
	40602	1	1	2100	500	500 (12,31%)	4062	120
	40603	1	1	1000	150	150 (10,44%)	1437	120
	40604	1	1	600	250	250 (3,52%)	7111	120
	40605	1	1	1000	200	200 (10,19%)	1962	120
	40606	1	1	1000	200	210 (9,28%)	2263	120
	40607	1	1	1000	200	200 (10,05%)	1990	120
	40608	1	1	1000	200	200 (10,05%)	1990	120
	40609	1	1	1000	200	200 (12,4%)	1613	120
Pacífico	40901	1	1	1000	150	150 (10,5%)	1449	120

	40902	1	1	3500	200	200 (4,92%)	4064	120
	40903	1	1	1500	50	50 (3,11%)	1606	120
	40904	1	1	4000	200	200 (12,40%)	4295	120
	40905	1	1	1000	150	150 (9,30%)	6573	120
	40906	1	1	1500	50	150 (11,73%)	1279	120
	40907	1	1	500	100	100 (3,67%)	2728	120
Galápagos	40908	1	1	400	30	30 (27,03%)	111	120
	40909	1	1	400	30	30 (38,96%)	77	120

Tabla 8. Variables más significativas identificadas por región de clasificación (Elaboración Ecociencia).

Bioma	Código región	Variables seleccionadas
	40101	swir1_wet', 'swir2_wet_max', 'hallcover_median', 'swir1_wet_max', 'nir_wet', 'swir1_median', 'green_min', 'ndwi_mcfeters_median', 'swir1_min', 'evi2_median', 'swir1_dry_qmo', 'swir1_dry_max', 'greenmedian', 'swir1_wet_qmo', 'swir1_dry', 'swir2_median', 'ndvi_median', 'blue_median', 'mndwi_max', 'evi2_wet', 'nir_wet_qmo', 'gcvl_median', 'swir2_dry_qmo', 'savi_wet', 'swir2_wet', 'swir2_wet_qmo', 'nirmin', 'red_min', 'textG_median', 'savi_median', 'mndwi_dry', 'red_median', 'nir_dry', 'swir1_wet_min', 'ndmi_dry', 'cai_min', 'ndsi_median', 'nir_median', 'gcvl_wet', 'ndmi_median', 'ndmi_max', 'ndsi2_wet', 'nmir_max', 'ndwi_gao_dry_min', 'swir2_min', 'swir2_dry', 'ndvi_dry', 'gcvl_dry', 'green_wet_qmo', 'ndvi_wet', 'nir_dry_qmo', 'ndrb_wet',
	40102	red_median', 'nir_median', 'savi_median', 'swir1_median', 'swir2_median', 'ndvi_median', 'swir2_dry_qmo', 'evi2_median', 'savi_dry', 'swir1_wet', 'swir2_wet_max', 'gcvl_wet', 'ndsi_median', 'ndvi_wet', 'savi_wet', 'nir_dry_qmo', 'mndwi_max', 'swir1_wet_qmo', 'swir1_dry', 'ndsi_min', 'swir2_dry_min', 'evi2_wet', 'swir2_dry', 'ndvi_dry', 'swir1_dry_qmo', 'swir1_min',
Amazonia	40103	swir1_wet', 'swir2_wet_max', 'hallcover_median', 'swir1_wet_max', 'nir_wet', 'swir1_median', 'green_min', 'ndwi_mcfeters_median', 'swir1_min', 'evi2_median', 'swir1_dry_qmo', 'swir1_dry_max', 'greenmedian', 'swir1_wet_qmo', 'swir1_dry', 'swir2_median', 'ndvi_median', 'blue_median', 'mndwi_max', 'evi2_wet', 'nir_wet_qmo', 'gcvl_median', 'swir2_dry_qmo', 'savi_wet', 'swir2_wet', 'swir2_wet_qmo', 'nirmin', 'red_min', 'textG_median', 'savi_median', 'mndwi_dry', 'red_median', 'nir_dry', 'swir1_wet_min', 'ndmi_dry', 'cai_min', 'ndsi_median', 'nir_median', 'gcvl_wet', 'ndmi_median', 'ndmi_max', 'ndsi2_wet', 'nmir_max', 'ndwi_gao_dry_min', 'swir2_min', 'swir2_dry', 'ndvi_dry', 'gcvl_dry', 'green_wet_qmo', 'ndvi_wet', 'nir_dry_qmo', 'ndrb_wet',
	40104	NA
	40105	ndvi_median', 'mndwi_wet', 'ndgb_median', 'ndvi_wet', 'pri_median', 'evi2_median', 'ndvi_dry', 'gcvl_median', 'ndrb_wet', 'ndgb_wet', 'savi_dry', 'ndwi_mcfeters_median', 'ndsi2_min', 'textG_median', 'ndmir_median', 'ndwi_gao_dry', 'savi_median', 'ndbi_max', 'ndrb_min', 'ndwi_gao_dry_min', 'ndgb_dry', 'nir_dry_qmo', 'swir2_wet_max', 'mndwi_max', 'gli_min', 'ndsi_median', 'nir_median', 'red_dry', 'ndsi2_max', 'gli_max', 'savi_wet', 'ndwi_gao_wet_qmo', 'swir1_wet', 'nir_min', 'red_dry_max', 'mndwi_median', 'mndwi_dry', 'ndmir_wet', 'ndsi_min', 'ndsi2_wet', 'ndsi2_median', 'ndmir_max', 'ndmi_median', 'red_wet_max', 'evi2_wet', 'nir_wet', 'green_dry_qmo', 'nir_wet_qmo', 'ndmi_dry', 'swir1_wet_min', 'swir1_dry_max', 'ndbi_min', 'red_min', 'green_median',

'ndwi_gao_wet', 'ndbi_median', 'red_median', 'swir1_median'

40201 swir1_wet', 'swir2_wet_max', 'hallcover_median', 'swir1_wet_max', 'nir_wet', '//hand30_5000', 'swir1_median', 'green_min', 'ndwi_mcfeters_median', 'swir1_min', 'evi2_median', '//hand90_1000', 'swir1_dry_qmo', 'swir1_dry_max', 'green_median', 'swir1_wet_qmo', 'swir1_dry', 'swir2_median', 'ndvi_median', 'blue_median', 'mndwi_max', 'evi2_wet', 'nir_wet_qmo', 'gcvi_median', 'swir2_dry_qmo', '//slppest', 'savi_wet', 'swir2_wet', 'swir2_wet_qmo', '//hand30_1000', 'nir_min', '//altitude', 'red_min', 'textG_median', 'savi_median', 'mndwi_dry', 'red_median', 'nir_dry', 'swir1_wet_min', 'ndmi_dry', 'cai_min', 'ndsi_median', 'nir_median', 'gcvi_wet', 'ndmi_median', 'ndmi_max', 'ndsi2_wet', 'ndmir_max', 'ndwi_gao_dry_min', 'swir2_min', 'swir2_dry', 'ndvi_dry', 'gcvi_dry', 'green_wet_qmo', 'ndvi_wet', 'nir_dry_qmo', 'ndrb_wet',

40202 swir1_wet', 'swir2_wet_max', 'hallcover_median', 'swir1_wet_max', 'nir_wet', '//hand30_5000', 'swir1_median', 'green_min', 'ndwi_mcfeters_median', 'swir1_min', 'evi2_median', '//hand90_1000', 'swir1_dry_qmo', 'swir1_dry_max', 'green_median', 'swir1_wet_qmo', 'swir1_dry', 'swir2_median', 'ndvi_median', 'blue_median', 'mndwi_max', 'evi2_wet', 'nir_wet_qmo', 'gcvi_median', 'swir2_dry_qmo', '//slppest', 'savi_wet', 'swir2_wet', 'swir2_wet_qmo', '//hand30_1000', 'nir_min', '//altitude', 'red_min', 'textG_median', 'savi_median', 'mndwi_dry', 'red_median', 'nir_dry', 'swir1_wet_min', 'ndmi_dry', 'cai_min', 'ndsi_median', 'nir_median', 'gcvi_wet', 'ndmi_median', 'ndmi_max', 'ndsi2_wet', 'ndmir_max', 'ndwi_gao_dry_min', 'swir2_min', 'swir2_dry', 'ndvi_dry', 'gcvi_dry', 'green_wet_qmo', 'ndvi_wet', 'nir_dry_qmo', 'ndrb_wet',

40203 swir2_wet', 'swir1_dry', 'swir1_dry_qmo', 'green_median', 'swir2_median', 'swir1_wet', 'nir_dry_qmo', 'nir_min', 'green_wet_qmo', 'nir_median', 'red_wet_max', 'swir1_dry_max', 'swir1_median', 'swir1_min', 'nir_wet_qmo', 'swir1_wet_min', 'swir1_wet_qmo', 'swir2_wet_qmo', 'green_wet_min', 'swir2_wet_max', 'swir2_dry_qmo', 'red_dry_max', 'swir2_dry_min', 'nir_dry', 'nir_wet', 'red_min', 'swir2_min', 'textG_median', 'blue_median', 'swir1_wet_max', 'red_median'

40204 NA

40205 swir2_wet', 'swir1_dry', 'swir1_dry_qmo', 'green_median', 'swir2_median', 'swir1_wet', 'nir_dry_qmo', 'nir_min', 'green_wet_qmo', 'nir_median', 'red_wet_max', 'swir1_dry_max', 'swir1_median', 'swir1_min', 'nir_wet_qmo', 'swir1_wet_min', 'swir1_wet_qmo', 'swir2_wet_qmo', 'green_wet_min', 'swir2_wet_max', 'swir2_dry_qmo', 'red_dry_max', 'swir2_dry_min', 'nir_dry', 'nir_wet', 'red_min', 'swir2_min', 'textG_median', 'blue_median', 'swir1_wet_max', 'red_median'

Andes

40601 'nir_median', 'evi2_median', 'nir_dry', 'hallcover_median', /*hand30_5000*/ 'ndsi2_wet', 'swir1_dry', 'gv_median', 'ndmir_max', 'swir1_wet', 'ndmir_wet', 'ndmi_max', 'ndwi_gao_wet_qmo', 'ndwi_gao_wet_min', 'ndwi_gao_wet_max', 'ndwi_gao_dry', 'ndmi_median', 'ndvi_stdDev', 'ndvi_median', 'ndvi_dry', 'ndmir_stdDev', 'ndvi_amp', 'ndsi_min', 'ndmir_min', 'ndwi_mcfeters_median', 'ndsi2_dry', 'ndrb_wet', 'ndrb_min', 'ndsi2_median', /*altitude*/ 'ndfi_wet', 'sefi_median', 'textG_median', 'swir2_wet', 'swir1_wet_min', 'swir1_wet_max', 'swir1_min', 'swir1_median', 'swir1_dry_qmo', 'swir1_dry_max', 'shade_median', 'sefi_dry', 'nir_min', 'savi_wet', 'red_wet_max', 'red_wet', 'red_min', 'red_dry_min', 'red_dry', 'pri_dry', 'nir_wet_qmo', 'nir_wet', 'red_median'

40602 NA

40603 NA

40604 NA

40605 NA

40606 NA

40607 NA

nir_median', 'evi2_median', 'nir_dry', 'hallcover_median', 'ndsi2_wet', 'swir1_dry', 'gv_median', 'ndmir_max', 'swir1_wet', 'ndmir_wet', 'ndmi_max', 'ndwi_gao_wet_qmo', 'ndwi_gao_wet_min', 'ndwi_gao_wet_max', 'ndwi_gao_dry', 'ndmi_median', 'ndvi_stdDev', 'ndvi_median', 'ndvi_dry', 'ndmir_stdDev', 'ndvi_amp', 'ndsi_min', 'ndmir_min', 'ndwi_mcfeters_median', 40608 'ndsi2_dry', 'ndrb_wet', 'ndrb_min', 'ndsi2_median', 'ndfi_wet', 'sefi_median', 'textG_median', 'swir2_wet', 'swir1_wet_min', 'swir1_wet_max', 'swir1_min', 'swir1_median', 'swir1_dry_qmo', 'swir1_dry_max', 'shade_median', 'sefi_dry', 'nir_min', 'savi_wet', 'red_wet_max', 'red_wet', 'red_min', 'red_dry_min', 'red_dry', 'red_median'

nir_median', 'evi2_median', 'nir_dry', 'hallcover_median', 'ndsi2_wet', 'swir1_dry', 'gv_median', 'ndmir_max', 'swir1_wet', 'ndmir_wet', 'ndmi_max', 'ndwi_gao_wet_qmo', 'ndwi_gao_wet_min', 'ndwi_gao_wet_max', 'ndwi_gao_dry', 'ndmi_median', 'ndvi_stdDev', 'ndvi_median', 'ndvi_dry', 'ndmir_stdDev', 'ndvi_amp', 'ndsi_min', 'ndmir_min', 'ndwi_mcfeters_median', 'ndsi2_dry', 'ndrb_wet', 'ndrb_min', 'ndsi2_median', 'ndfi_wet', 'sefi_median', 'textG_median', 'swir2_wet', 'swir1_wet_min', 'swir1_wet_max', 'swir1_min', 40609 'swir1_median', 'swir1_dry_qmo', 'swir1_dry_max', 'shade_median', 'sefi_dry', 'nir_min', 'savi_wet', 'red_wet_max', 'red_wet', 'red_min', 'red_dry_min', 'red_dry', 'pri_dry', 'nir_wet_qmo', 'nir_wet', 'ndmi_dry', 'wefi_wet', 'gli_max', 'ndbi_dry', 'gvs_dry', 'gvs_wet', 'fns_dry', 'evi2_dry', 'green_wet_qmo', 'green_wet_min', 'cai_wet_min', 'mndwi_max', 'gcv_i_dry', 'green_median', 'gcv_i_median', 'mndwi_wet', 'ndbi_max', 'ndfi_dry', 'gli_dry', 'gli_min', 'cai_max', 'green_dry_qmo', 'green_dry', 'ndfi_amp', 'ndbi_min', 'gvs_median', 'red_median'

40901 NA

nir_median', 'red_median', 'ndvi_median', 'swir1_wet_min', 'ndsi_median', 'savi_wet', 'swir2_wet_max', 'ndwi_gao_wet_max', 'swir2_min', 'swir1_median', 'green_min', 'green_dry_qmo', 'swir1_wet', 'ndwi_mcfeters_median', 'swir2_median', 'nir_wet', 40902 'nir_wet_qmo', 'gcv_i_wet', 'gcv_i_median', 'mndwi_wet', 'ndmi_max', 'hallcover_median', 'ndvi_wet', 'evi2_median', 'swir2_wet', 'swir2_dry_qmo', 'red_dry', 'swir2_wet_qmo', 'red_dry_max', 'ndmi_median', 'ndrb_wet', 'red_dry_qmo', 'swir2_dry', 'ndbi_median', 'ndrb_min', 'cai_min', 'blue_median', 'ndsi_min', 'ndgb_dry', 'ndgb_max', 'ndwi_gao_wet', 'ndgb_median', 'ndsi2_dry', 'ndwi_gao_wet_qmo', 'nir_min', 'nir_dry_qmo'

40903 ndsi2_wet', 'red_min', 'mndwi_dry', 'nir_dry_qmo', 'ndwi_mcfeters_median',
 'ndwi_gao_wet_qmo', 'ndwi_gao_wet_min', 'ndwi_gao_wet_max', 'ndwi_gao_wet',
 'nir_min', 'ndwi_gao_dry_min', 'ndwi_gao_dry', 'ndvi_wet', 'ndvi_median', 'ndvi_dry',
 'ndsi_median', 'ndsi2_dry', 'ndrb_wet', 'ndrb_min', 'ndmir_wet', 'ndmir_min',
 'ndmir_median', 'nir_median', 'nir_wet', 'ndgb_wet', 'swir1_dry_qmo', 'textG_median',
 'swir2_wet_qmo', 'swir2_wet_max', 'swir2_wet', 'swir2_min', 'swir2_dry_min',
 'swir1_wet_qmo', 'swir1_wet_min', 'swir1_wet_max', 'swir1_min', 'swir1_median',
 'swir1_dry', 'nir_wet_qmo', 'shade_median', 'savi_wet', 'savi_median', 'savi_dry',
 'red_wet', 'red_median', 'red_dry_qmo', 'red_dry_min', 'red_dry', 'pri_dry', 'ndmir_max',
 'ndsi_min', 'green_wet_min', 'mndwi_median', 'hallcover_median', 'gvs_median',
 'gv_median', 'green_min', 'green_median', 'green_dry', 'gli_min', 'gli_max', 'gli_dry',
 'gcv_i_wet', 'gcv_i_median', 'gcv_i_dry', 'evi2_wet', 'evi2_median', 'evi2_dry', 'cai_wet_min',
 'cai_min', 'cai_median', 'cai_max', 'mndwi_max', 'wefi_wet', 'ndfib_median',
 'ndgb_median', 'ndbi_median', 'ndgb_dry', 'ndgb_max', 'ndbi_min', 'ndbi_max'

40904 ndmir_min', 'swir2_wet', 'green_dry', 'swir2_wet_qmo', 'green_min', 'ndsi_median',
 'swir2_min', 'red_wet', 'green_dry_qmo', 'swir1_dry', 'gcv_i_wet', 'swir1_median',
 'nir_dry_qmo', 'gli_median', 'blue_median', 'swir2_dry_qmo', 'ndmi_dry', 'ndmir_median',
 'ndmir_wet', 'ndmir_max', 'ndsi2_wet', 'ndsi_min', 'ndvi_dry', 'ndvi_median', 'ndvi_wet',
 'ndwi_gao_wet_min', 'ndbi_min', 'nir_dry', 'nir_median', 'nir_wet', 'red_dry_min',
 'red_median', 'swir1_min', 'swir1_wet_qmo', 'swir2_dry', 'ndgb_max', 'wefi_wet',
 'gcv_i_median', 'evi2_median', 'gcv_i_dry', 'green_wet_qmo', 'mndwi_wet', 'evi2_wet',
 'ndbi_max', 'mndwi_median', 'gli_max', 'cai_wet_min', 'green_median', 'cai_min',
 'green_wet_min', 'red_dry_qmo', 'nir_wet_qmo', 'red_dry_max', 'ndwi_gao_wet_qmo',
 'nir_min', 'savi_dry', 'red_min', 'red_wet_max', 'savi_median', 'savi_wet',
 'swir1_dry_max', 'swir1_dry_qmo', 'swir1_wet_min', 'swir2_median', 'cai_median',
 'cai_max', 'ndwi_gao_dry_min', 'ndbi_median', 'mndwi_max', 'ndrb_wet',
 'shade_median', 'pri_median', 'hallcover_median', 'mndwi_dry', 'ndgb_wet',
 'ndgb_median', 'ndbi_dry', 'evi2_dry', 'swir1_wet', 'swir1_wet_max', 'swir2_dry_min',
 'swir2_wet_max', 'textG_median', 'pri_dry', 'gv_median', 'ndsi2_dry', 'gli_min',
 'ndwi_gao_wet_max', 'gvs_wet', 'ndgb_dry', 'ndwi_gao_wet', 'gli_dry', 'red_dry',
 'savi_stdDev', 'ndwi_gao_dry'

40905 NA

40906 NA

40907 NA

40908 'swir1_median', 'savi_dry', 'gcv_i_wet', 'ndvi_dry', 'nir_median', 'cai_min', 'evi2_median', 'nir_dr
 y_qmo', 'swir2_dry_min', 'swir1_dry_max', 'swir2_median', 'hallcover_median', 'mndwi_med
 ian', 'swir1_wet', 'ndwi_mcfeters_median', 'ndbi_min', 'ndvi_median', 'swir1_wet_qmo', 'savi
 _wet', 'red_median', 'ndvi_wet', 'nir_dry', 'textG_median', 'nir_wet_qmo', 'swir2_wet', 'red_min
 ', 'gcv_i_median', 'swir1_wet_max', 'swir1_min', 'swir1_dry_qmo', 'swir2_wet_max',
 'mndwi_dry', 'ndsi_min', 'swir1_wet_min', 'nir_min', 'cai_max', 'evi2_wet', 'evi2_dry',
 'ndmir_wet', 'red_dry', 'nir_wet', 'green_min', 'shade_median', 'ndsi2_dry', 'wefi_wet',
 'green_wet_qmo', 'mndwi_wet', 'red_wet_max', 'cai_median', 'savi_median', 'swir2_min',
 'swir1_median', 'savi_dry', 'gcv_i_wet', 'ndvi_dry', 'nir_median', 'cai_min', 'evi2_median', 'nir_dr
 y_qmo', 'swir2_dry_min', 'swir1_dry_max', 'swir2_median', 'hallcover_median', 'mndwi_med
 ian', 'swir1_wet', 'ndwi_mcfeters_median', 'ndbi_min', 'ndvi_median', 'swir1_wet_qmo', 'savi
 _wet', 'red_median', 'ndvi_wet', 'nir_dry', 'textG_median', 'nir_wet_qmo', 'swir2_wet', 'red_min
 ', 'gcv_i_median', 'swir1_wet_max', 'swir1_min', 'swir1_dry_qmo', 'swir2_wet_max',
 'mndwi_dry', 'ndsi_min', 'swir1_wet_min', 'nir_min', 'cai_max', 'evi2_wet', 'evi2_dry',
 'ndmir_wet', 'red_dry', 'nir_wet', 'green_min', 'shade_median', 'ndsi2_dry', 'wefi_wet',

40909

Galápagos

3.3 Post-clasificación

La fase de post-clasificación consiste en la aplicación de distintos tipos de filtros cuyo propósito es la reducción de vacíos de información y la comparabilidad de los mapas entre los distintos años de la serie temporal. Todos los filtros son aplicados a la clasificación resultante del proceso arriba descrito (ningún filtro es aplicado a los mosaicos Landsat).

Se utilizaron 4 distintos tipos de filtros. El proceso se llevó a cabo por región, aplicando los filtros en un orden definido según las necesidades y condiciones de cada región, a criterio de los intérpretes, incluyendo la opción de utilizar un filtro en más de una ocasión. Esta flexibilidad representó un cambio en la metodología y redujo fuentes de error identificadas en colecciones pasadas. También se optó por la posibilidad de excluir de los efectos de cualquier filtro a clases y años específicos, seleccionados por los intérpretes.

Una descripción de cada herramienta se presenta a continuación:

3.3.1 Filtro para relleno de vacíos (GapFill)

Según la leyenda de MapBiomias, los píxeles que presentan ausencia de información debido a limitantes a su observación al momento de la adquisición de las imágenes satelitales son clasificados como “no observados” (ID = 27). Este filtro es especialmente útil en regiones como Ecuador, severamente afectadas por una persistente presencia de nubes que obstruyen la adquisición de datos de sensores remotos ópticos como Landsat. El filtro de relleno o Gapfill reemplaza estos vacíos de información en la serie temporal, de tal modo que los píxeles carentes de un valor de clasificación asumen el valor conocido (clase) temporalmente más cercano (es decir, el último valor para el cual hubo una observación). Como efecto de este filtro, se obtiene una clasificación prácticamente sin vacíos (Figura 17). Se puede dar el caso de vacíos persistentes, lo cual ocurre cuando no se obtuvo ni una observación a lo largo de toda la serie temporal. Adicional, para el caso de Ecuador se trabajó en la posibilidad de excluir años que insertaban una mayor cantidad de ruido a la clasificación, es decir, no fueron utilizados para trasladar sus píxeles a los años cercanos; así mismo, también se pudo realizar una exclusión de clases, con ello, se generó un bloqueo que impidió traspasar ciertos errores que se producen en las clasificaciones pre-filtros.

Este filtro fue aplicado en todas las regiones del área de estudio de Ecuador y los parámetros empleados se resumen en la Tabla 9.

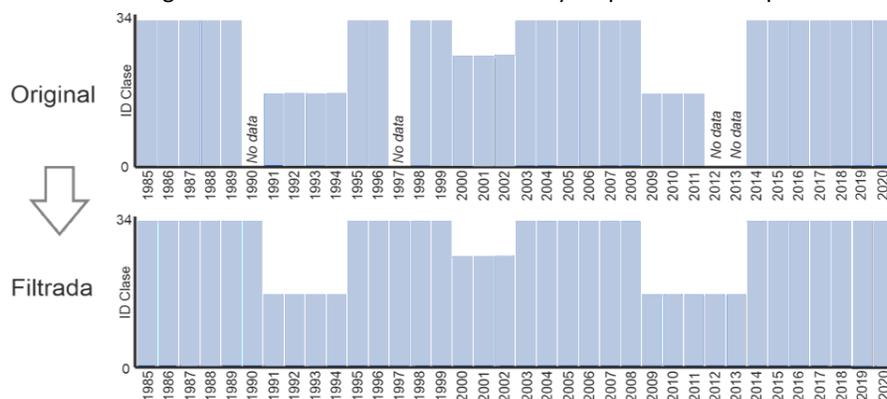


Figura 17. Funcionalidad del filtro Gapfill de la Colección 2.0 de MapBiomias Ecuador (Elaboración MapBiomias).

Tabla 9. Parámetros del filtro Gapfill definidos para cada región de clasificación de la Colección 2.0 de MapBiomias Ecuador (Elaboración Ecociencia).

Bioma	Código región	Cantidad aplicaciones	Orden	clases excluidas	Años excluidos	Motivo de aplicación repetida
-------	---------------	-----------------------	-------	------------------	----------------	-------------------------------

	40101	1	tnt0_t0tn	NA	NA	
	40102	2	tnt0_t0tn	NA	1986, 1987, 1988, 1991, 1996, 2006, 2007, 2017, 2020	Exclusión de años
			tnt0_t0tn	NA	NA	Exclusión de años
	40103	1	t0tn_tnt0	NA	NA	Exclusión de años
	40104	2	t0tn_tnt0	NA	1985,1986,1987,1989,1990, 1991, 1992, 1993, 1994, 1995, 1996,1997	Exclusión de años
			t0tn_tnt0	NA	NA	Exclusión de clases y años
AMAZONIA	40105	2	t0tn_tnt0	21,33	1988,1990,1992	Exclusión de clases y años
			t0tn_tnt0	NA	NA	Exclusión de clases y años
	40201	1	t0tn_tnt0	NA	1992	Exclusión de años
	40202	2	t0tn_tnt0	NA	NA	
	40203	2	t0tn_tnt0	NA	1986,1987,1988,1989,1990,1991,1992,1 993,1994	Exclusión de años
	40204	2	t0tn_tnt0	25,33	NA	Exclusión de clases
	40205	2	t0tn_tnt0	NA	1986,1987,1994,1996,1998,1999	Exclusión de años
			t0tn_tnt0	NA	NA	Exclusión de años
	40601	2	t0tn_tnt0	33	NA	Exclusión de clases
			t0tn_tnt0	NA	NA	Exclusión de clases
	40602	2	t0tn_tnt0	33	NA	Exclusión de clases
			t0tn_tnt0	NA	NA	Exclusión de clases
	40603	2	t0tn_tnt0	33	NA	Exclusión de clases
			t0tn_tnt0	NA	NA	Exclusión de clases
	40604	2	t0tn_tnt0	33,12,25,11	NA	Exclusión de clases
			t0tn_tnt0	NA	NA	Exclusión de clases
ANDES	40605	3	t0tn_tnt0	11, 13, 12	1988, 1992, 1994, 1995,1985, 1986, 1987, 1989, 1990"	Exclusión de clases y años
			t0tn_tnt0	11	NA	Exclusión de clases
			t0tn_tnt0	NA	NA	
	40606	1	t0tn_tnt0	NA	NA	
	40607	2	t0tn_tnt0	NA	1996,1997,1998,1999	Exclusión de años
			t0tn_tnt0	NA	NA	Exclusión de años
	40608	2	t0tn_tnt0	33	NA	Exclusión de clases
			t0tn_tnt0	NA	NA	Exclusión de clases
	40609	2	t0tn_tnt0	33	NA	Exclusión de clases
			t0tn_tnt0	NA	NA	Exclusión de clases
			t0tn_tnt0	NA	1987,2008	Exclusión de años
PACÍFICO	40901	2	t0tn_tnt0	NA	NA	
	40902	1	t0tn_tnt0	NA	1986	Exclusión de años

		tnt0_t0tn	NA	1985, 1986, 1987, 1988, 1989, 1990, 1991, 1992, 1993, 1994, 1995, 1996, 1997, 1998, 1999, 2000	Exclusión de años
40903	2	tnt0_t0tn	NA	1985,1986,1987,1988, 1990,1989,1990,1991,1992, 1993,1994,1995, 1996,1997,1998,1999, 2000, 2001,2002,2003,2004, 2023,2024	
40904		tnt0_t0tn	NA	1985, 1986, 1987, 1988, 1989, 1990, 1991, 1992, 1993, 1994, 1995, 1996, 1997, 1998, 1999, 2000	Exclusión de años
	2	tnt0_t0tn	NA	1985,1986,1987,1988, 1990,1989,1990,1991,1992, 1993,1994,1995, 1996,1997,1998,1999, 2000, 2001,2002,2003,2004, 2023,2024	
40905		tnt0_t0tn	NA	1990,1991,1993,1996,1997,2004,2022, 2024	Exclusión de años
	2	tnt0_t0tn	NA	NA	
40906	1	t0tn_tnt0	Na	Na	Exclusión de años
40907		tnt0_t0tn	33	1989,1990,1991,1992,1993,1995,1996,1 997,1998,1999,2000,2001,2002,2003 ,2004,2005,2006,2007,2008,2009,2 010,2011,2012,2013,2014,2015,2016,2 017,2018	Exclusión de años
	2	t0tn_tnt0	NA	NA	
GALÁPAGO S	40908	tnt0_t0tn	NA	1990,1991,1996,2000,2002,2004,200 7,2011,2015,2018	Exclusión de años
	2	t0tn_tnt0	NA	NA	
40909		tnt0_t0tn	NA	1991,1993,1997,1998,1999,2000,2001, 2002,2004,2005,2006,2010,2011,201 2,2013,2014,2015,2017,2018,2021,202 2	Exclusión de años
	2	t0tn_tnt0	NA	NA	

3.3.2 Filtro temporal

Este filtro busca reducir vacíos de información, inconsistencias temporales, ruidos o errores de clasificación empleando el registro histórico en base a tres tipos de reglas (Figura 18):

- Reglas generales (RG), buscan corregir el dato del año central (T), en función de los valores de píxeles de años que le anteceden (T-1, T-2) y suceden (T+1, T+2). Esta regla modifica valores en las clasificaciones de los años 1986 al 2022. Pueden emplearse ventanas o períodos de tiempo de tres, cuatro y cinco años.
- Reglas de primer año (RP), corrige el valor del primer año (1985) con base en los valores de los siguientes dos años consecutivos.
- Reglas de último año (RU), corrige el valor del último año (2023) tomando en cuenta los valores de los dos años que le preceden.

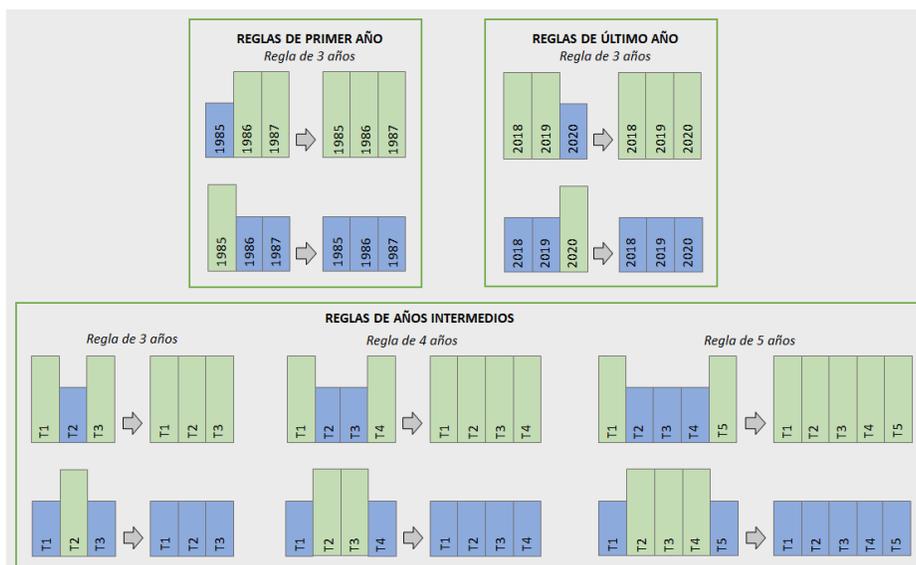


Figura 18. Funcionalidad del filtro temporal de la Colección 2.0 de MapBiomos Ecuador (Elaboración MapBiomos).

En Ecuador se aplicaron filtros temporales en todas las regiones de clasificación. Los parámetros de cada regla fueron definidos en función a las necesidades de cada región (Tabla 10):

- first3: orden de ejecución de las clases para la regla del primer año.
- last3: orden de ejecución de las clases para la regla del último año.
- middle3: orden de ejecución de las clases para las reglas de los 3 años intermedios.
- middle4: orden de ejecución de las clases para las reglas de los 4 años intermedios.
- middle5: orden de ejecución de las clases para las reglas de los 5 años intermedios.

Tabla 10. Parámetros del filtro temporal definidos para cada región de clasificación de la Colección 2.0 de MapBiomos Ecuador (Elaboración Ecociencia).

Bioma	Código región	Orden reglas	Orden de ejecución	Clases/años excluidos
	40101	3, 4, 3, 5, 4, 3, Last, First, 3	<pre>var ordem_exec_first = [25,33,21,13] var ordem_exec_last = [21,33,13,25] var ordem_exec_middle = [21,3,33,25,13]</pre>	NA
	40102	first,3,4,3,5,4,3,last	<pre>var ordem_exec_first = [3, 21] var ordem_exec_last = [21, 25] var ordem_exec_middle = [33, 21, 3, 18]</pre>	NA
	40103	3, 4, 3, 5, 4, 3, Last, First, 3	<pre>var ordem_exec_first = [13, 3, 33,13, 11] var ordem_exec_last = [13, 21, 3, 33, 25,13, 11] var ordem_exec_middle = [13, 21, 33, 13, 11]</pre>	NA
AMAZONÍA	40104	first,3,4,3,5,4,3,last	<pre>var ordem_exec_first = [3, 21] var ordem_exec_last = [21,25] var ordem_exec_middle = [21, 25, 3,33]</pre>	NA
		first,3,4,3,5,4,3,last	<pre>var ordem_exec_first = [3,13,25,33] var ordem_exec_last = [21,3,13,25,33] var ordem_exec_middle = [3,13,25,33]</pre>	21
	40105	first,3,4,3,5,4,3,last	<pre>var ordem_exec_first = [3,13,25,33] var ordem_exec_last = [3,13,25,21,33] var ordem_exec_middle = [21,3,13,25,33]</pre>	NA
	40201	3, 4, 3, 5, 4, 3, Last, First, 3	<pre>var ordem_exec_first = [3, 33, 13, 11] var ordem_exec_last = [21, 33, 13, 11] var ordem_exec_middle = [21, 3, 33, 25, 13, 11]</pre>	NA

			var ordem_exec_first = [11, 3, 33, 13, 11] var ordem_exec_last = [11, 21, 33, 13, 11] var ordem_exec_middle = [11, 21, 3, 33, 25, 13, 11]	NA
40202	3, 4, 3, 5, 4, 3, Last, First, 3		var ordem_exec_first = [3, 21] var ordem_exec_last = [25, 21, 3] var ordem_exec_middle = [21, 3, 25, 13, 33]	NA
	first,3,4,3,5,4,3,last			
40203	first		var ordem_exec_first = [33]	NA
			var ordem_exec_first = [13, 3, 33, 25] var ordem_exec_last = [25, 33, 13] var ordem_exec_middle = [33, 13, 3, 25]	
40204	first,Middle3,4,5,last		var ordem_exec_first = [3, 33, 21, 25] var ordem_exec_last = [21, 25]	NA
40205	first,Middle3,4,5,last		var ordem_exec_middle = [21, 33, 11, 3, 13, 25]	NA
			var ordem_exec_first = [3,12,11,21,25] var ordem_exec_last = [3,12,11,21,25] var ordem_exec_middle = [3,12,11,13,33,21,25,34]	NA
40601	3,4,3,5,4,3,first,last		var ordem_exec_first = [3,12,11,21,25] var ordem_exec_last = [3,12,11,21,25] var ordem_exec_middle = [3,12,11,13,33,21,25,34]	NA
40602	3,4,3,5,4,3,first,last		var ordem_exec_first = [3, 13, 12, 21, 25, 33] var ordem_exec_last = [3, 13, 12, 21, 25, 33] var ordem_exec_middle = [3, 13, 12, 21, 25, 33]	NA
40603	first,3,4,3,5,4,3,last		var ordem_exec_first = [3,11,21] var ordem_exec_last = [3, 11,21] var ordem_exec_middle = [21,11,2003]	12,13,25,33
	first,3,4,3,5,4,3,last			25,33
40604				2000, 2001, 2002, 2003, 2004, 2005, 2006, 2007, 2008, 2009,2010, 2011, 2012, 2013, 2014, 2015, 2016, 2017, 2018, 2019, 2020, 2021, 2022, 2023, 2024
	first,3,4,3,5,4,3,last		var ordem_exec_first = [3,11,12,13,21] var ordem_exec_middle = [13,3,11,12,21]	
ANDES	First,3,4,3,5,4,3,last		var ordem_exec_first = [3,33,11,12,13,21,25] var ordem_exec_last = [11,13,21,3,25,33] var ordem_exec_middle = [11,13,3,12,25,21,33]	NA
			var ordem_exec_first = [3, 12, 11, 13, 25, 21] var ordem_exec_last = [25, 21, 3, 12, 11, 13] var ordem_exec_middle = [25, 21, 3, 12, 11, 13]	NA
40605	first,3,4,3,5,4,3,last		var ordem_exec_first = [3, 13, 4, 21, 25] var ordem_exec_last = [21,25,3, 13, 4] var ordem_exec_middle = [25,21,3,13,4]	NA
40606	first,3,4,3,5,4,3,last		var ordem_exec_first = [3, 13, 4, 21, 25] var ordem_exec_last = [21, 25,3, 13, 4] var ordem_exec_middle = [25,21,3,13,4]	NA
	first,3,4,3,5,4,3,last		var ordem_exec_first = [3, 4, 13, 12, 11, 21, 25] var ordem_exec_last = [3, 4, 13, 12, 11, 21, 25] var ordem_exec_middle = [3, 4, 13, 12, 11, 21, 25]	NA
40607	first,3,4,3,5,4,3,last		var ordem_exec_first = [12, 3, 13, 11, 25] var ordem_exec_last = [21, 25,3, 13, 4] var ordem_exec_middle = [12, 3, 13, 21, 25, 33, 11]	NA
	3,4,3,5,4,3,first,last,3			NA
40608	last		var ordem_exec_last = [21, 12, 3, 13, 11, 25]	NA
			var ordem_exec_first = [12, 3, 13, 25] var ordem_exec_last = [12, 3, 13, 33, 25]	NA
40609	3,4,3,5,4,3,first,last,3			NA

			var ordem_exec_middle = [12, 3, 13, 21, 25, 33, 11]	
	40901	first,3,4,3,5,4,3,last	var ordem_exec_first = [3, 21, 25, 11, 4, 33] var ordem_exec_last = [11, 25, 21, 3, 4, 33] var ordem_exec_middle = [33, 11, 4, 25, 21, 3]	2024
	40902	3,4,3,first,last	var ordem_exec_first = [33, 3, 12, 11, 21, 25] var ordem_exec_last = [33, 3, 12, 11, 21, 25] var ordem_exec_middle = [33, 3, 12, 11, 21, 25]	NA
		5,4,3,first,last	var ordem_exec_first = [33, 3, 12, 11, 21, 25] var ordem_exec_last = [33, 3, 12, 11, 21, 25] var ordem_exec_middle = [33, 3, 12, 11, 21, 25]	NA
		3,4,3,first,last	var ordem_exec_first = [31, 11, 21, 33, 3, 12] var ordem_exec_last = [31, 11, 21, 33, 3, 12] var ordem_exec_middle = [31, 11, 21, 33, 3, 12]	NA
	40903	5,4,3,first,last	var ordem_exec_first = [12, 3, 13, 25] var ordem_exec_last = [12, 3, 13, 33, 25] var ordem_exec_middle = [12, 3, 13, 21, 25, 33, 11]	NA
		3,4,3,first,last	var ordem_exec_first = [3, 12, 33, 11, 31, 21] var ordem_exec_last = [3, 4, 33, 11, 31, 22] var ordem_exec_middle = [3, 4, 33, 11, 31, 23]	NA
PACÍFICO		5,4,3,first,last	var ordem_exec_first = [31, 11, 21, 33, 3, 4] var ordem_exec_last = [4, 3, 33, 11, 31, 21] var ordem_exec_middle = [4, 3, 33, 11, 31, 21]	NA
		3,4,3,first,last	var ordem_exec_first = [31, 11, 21, 33, 3, 4] var ordem_exec_last = [3, 4, 31, 11, 21, 33] var ordem_exec_middle = [3, 4, 31, 11, 21, 33]	NA
	40904	5,4,3,first,last	var ordem_exec_first = [31, 11, 21, 33, 3, 4] var ordem_exec_last = [31, 11, 21, 33, 3, 4] var ordem_exec_middle = [31, 11, 21, 33, 3, 4]	NA
		3,4,3,first,last	var ordem_exec_first = [3, 4, 33, 11, 31, 21] var ordem_exec_last = [3, 4, 33, 11, 31, 22] var ordem_exec_middle = [3, 4, 33, 11, 31, 21]	NA
	40905	first,3,4,3,5,4,3,last	var ordem_exec_first = [13, 25, 33, 3, 4, 21] var ordem_exec_last = [13, 25, 33, 3, 4, 21] var ordem_exec_middle = [13, 25, 33, 3, 4, 21]	NA
	40906	3, first, last	var ordem_exec_first = [31, 33, 4, 3, 11, 21, 25] var ordem_exec_last = [31, 33, 4, 3, 11, 21, 25] var ordem_exec_middle = [31, 33, 4, 3, 11, 21, 25]	NA
		4,3,5,4,3,first,last	var ordem_exec_first = [31, 33, 11, 4, 3, 21, 25] var ordem_exec_last = [31, 33, 11, 4, 3, 21, 25] var ordem_exec_middle = [31, 33, 11, 4, 3, 21, 25]	NA
		first,3,4,3,5,4,3,last	var ordem_exec_first = [30, 3, 12, 25, 33] var ordem_exec_last = [30, 25, 3, 4, 12, 33] var ordem_exec_middle = [30, 3, 4, 12, 25, 33]	NA
GALÁPAGOS	40907	first,3,4,3,5,4,3,last	var ordem_exec_first = [3, 25, 13, 12, 33] var ordem_exec_last = [3, 25, 13, 4, 12, 33] var ordem_exec_middle = [3, 4, 12, 25, 33]	NA
	40908	first,3,4,3,5,4,3,last	var ordem_exec_first = [12, 13, 3, 21, 4, 33, 25] var ordem_exec_last = [12, 13, 3, 21, 4, 33, 25] var ordem_exec_middle = [12, 13, 25, 21, 3, 4, 33]	NA
		first,3,4,3,5,4,3,last	var ordem_exec_first = [12, 13, 33, 25] var ordem_exec_last = [12, 13, 33, 25] var ordem_exec_middle = [12, 13, 25, 33]	NA
	40909	first,3,4,3,5,4,3,last	var ordem_exec_first = [12, 3, 4, 13, 21, 33, 25] var ordem_exec_last = [12, 13, 3, 21, 4, 25, 33] var ordem_exec_middle = [12, 21, 3, 33, 4, 25]	NA

3.3.3 Filtro espacial

El filtro espacial busca reducir la cantidad de píxeles aislados y/o discontinuos (Figura 19). Conjuntos de píxeles que no cumplen el equivalente a la unidad mínima de mapeo (\approx media hectárea; circa 5 píxeles) son identificados mediante reglas de vecindad y reclasificados (asumen el valor de la clase circundante).

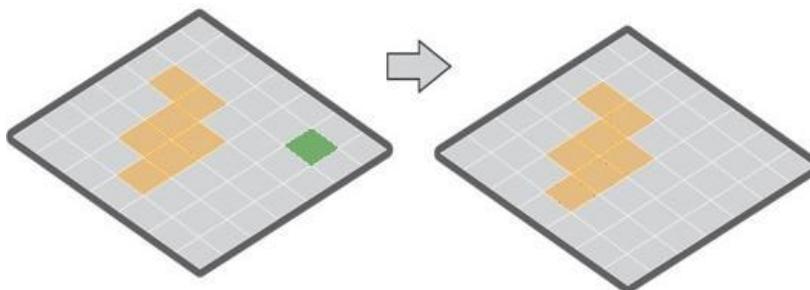


Figura 19. Funcionalidad del filtro espacial de la Colección 2.0 de MapBiomias Ecuador (Elaboración MapBiomias).

En la Amazonía de Ecuador se utilizó un filtro espacial en todas las regiones de clasificación, cuyos parámetros fueron ajustados según la región y se detallan en la siguiente tabla.

Tabla 11. Parámetros del filtro espacial definidos para cada región de clasificación de la Colección 2.0 de MapBiomias Ecuador (Elaboración Ecociencia).

Bioma	Código región	Cantidad aplicaciones	Cantidad mínima de píxeles conectados	clases/años excluidos
AMAZONIA	40101	1	5	NA
	40102	1	5	NA
	40103	1	5	NA
	40104	1	5	33,21
			3	NA
	40105	2	2	NA
	40201	1	5	NA
	40202	1	5	NA
	40203	1	5	NA
			3	33,25
	40204	2	1	NA
	40205	1	5	NA
ANDES	40601	1	5	NA
	40602	1	5	NA
	40603	1	5	NA
			4	33,25,11
	40604	2	3	NA
	40605	1	5	NA
	40606	1	5	NA
	40607	1	5	NA
	40608	1	5	NA

	40609	1	5	NA
	40901	1	5	NA
	40902	1	5	NA
PACÍFICO	40903	1	5	NA
	40904	1	5	NA
	40905	1	5	NA
	40906	1	5	NA
	40907	1	5	NA
GALÁPAGOS	40908	1	5	NA
	40909	1	5	NA

3.3.4 Filtro de frecuencia

Este filtro toma en consideración la frecuencia de ocurrencia de clases naturales (IDs 3, 4, 6, 11, 12, 13, 29, 33, 34) a lo largo de toda la serie temporal, donde, clases con ocurrencias esporádicas a lo largo de la serie son reemplazadas por el valor de la clase más frecuente (temporalmente), siempre y cuando esta clase más frecuente cumpla con un criterio de estabilidad a lo largo de la serie temporal. Este filtro contribuye a reducir oscilaciones temporales asociadas a dinámicas naturales que son clasificadas erróneamente como una clase distinta o un cambio de clase. La aplicación de este filtro da como resultado una clasificación de clases naturales más consistente al disminuir la frecuencia de falsos positivos relacionados a dinámicas naturales y preservando trayectorias consolidadas.

Cada píxel, evaluado a la largo de la serie histórica, debe cumplir con dos criterios simultáneamente para que el filtro sea aplicado: la ocurrencia de una sola clase natural debe superar un porcentaje mínimo a lo largo de la serie (presentar una relativa estabilidad), y la clase mayoritaria debe superar un porcentaje mínimo de ocurrencia para que prevalezca como la clase definitiva. A partir del valor de la clase que cumple este último porcentaje se actualiza aquellos píxeles “temporalmente aislados” que tienen una alta probabilidad de ser errores de clasificación (Figura 20).

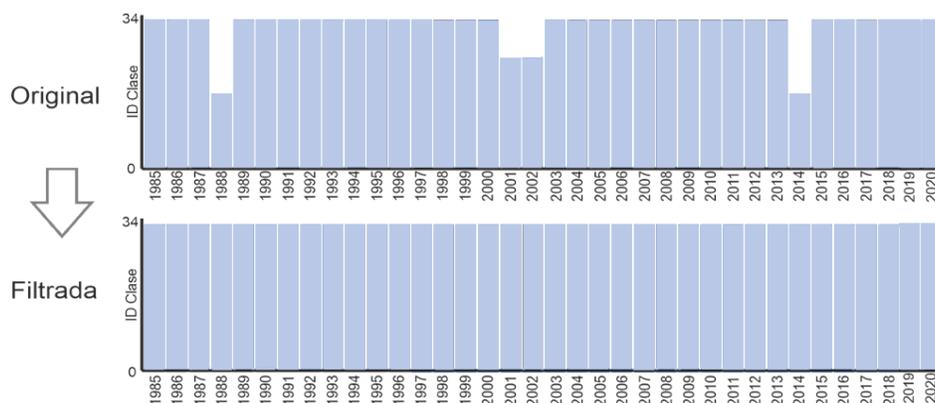


Figura 20. Funcionalidad del filtro de frecuencia de la Colección 2.0 de MapBiomás Ecuador (Elaboración MapBiomás).

En adición, y para cumplir las necesidades propias del territorio ecuatoriano, se trabajó en la adaptación e implementación de la posibilidad de generar geometrías de inclusión o exclusión, es decir, zonas puntuales o específicas donde el filtro cumplió con su funcionalidad o que el mismo no se lo realice, a estas geometrías se las denominó *hidden* y ejemplo de las mismas, la podemos observar en la Figura 21.

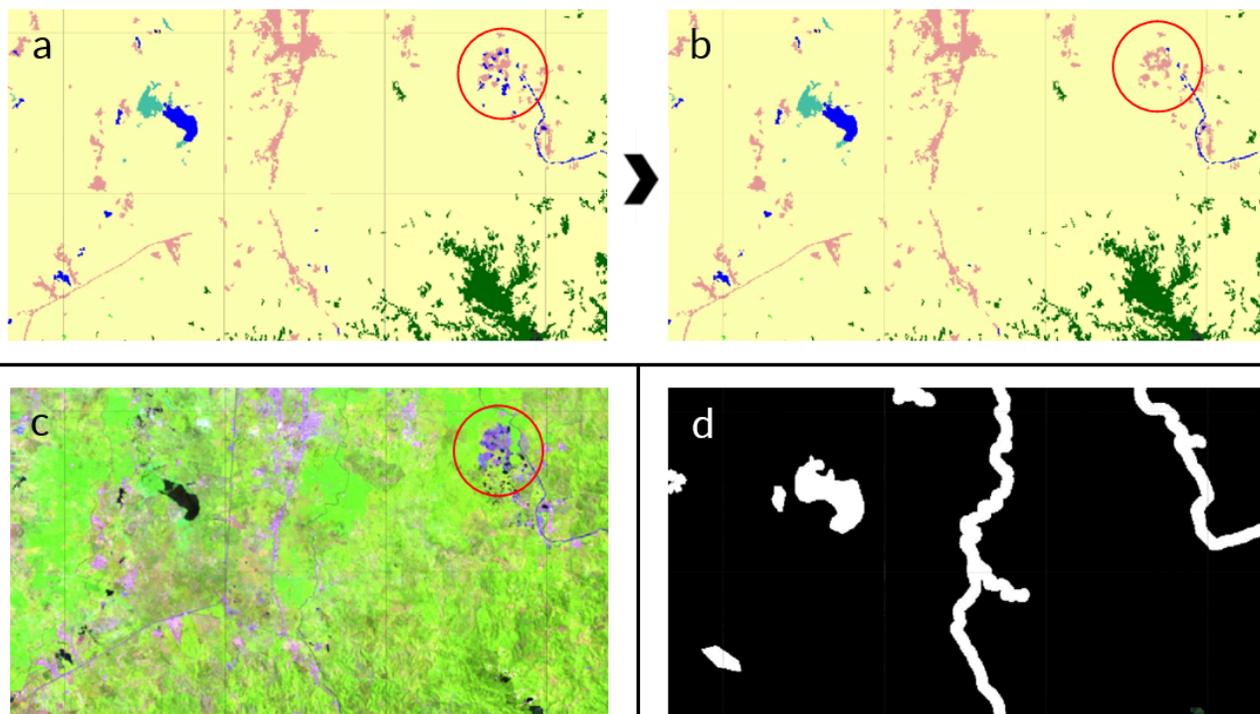


Figura 21. Geometrías de exclusión (hidden). a) Clasificación pre filtro. b) Clasificación post filtro de frecuencia. c) Mosaico Landsat año 2022 d) Zona de exclusión en color blanco (Elaboración MapBiomias).

En Ecuador, los dos criterios fueron ajustados según las necesidades de cada región de clasificación y se resumen en la Tabla 12.

Tabla 12. Parámetros del filtro de frecuencia definidos para cada región de clasificación de la Colección 2.0 de MapBiomias Ecuador (Elaboración Ecociencia).

Bioma	Código región	Cantidad aplicaciones	Vegetación Nativa			Clases/ años excluidos
			% vegetación nativa	% clase mayoritaria	Clases incluidas	
AMAZONI A	40101	1	95	70	13,33,3	21,25
	40102	3	40	60	3,13	21
			50	60	3,33	21,25
	40103	1	50	60	13,12,3,33	25
			70	50	13,3	33
	40104	2	80	50	33,3	21,25
			90	50	33,21	NA
	40105	3	30	30	33	NA
			80	80	13,3	NA
	40201	3	75	75	25,21,13,3,33	NA
			70	50	3, 21	3,33
			70	50	3, 21	3,33 // 2000
40202	4	70	50	3,21	3 // 1995-2023	
		70	50	3,21	3,33	

			70	50	21	3,33 // 1996-2024
			70	50	3,21	21,25
			70	50	3,21	3,21,25
	40203	1	NA	NA	NA	NA
	40204	4	50	50	33	25,13
44			50	33	25,13 // 1985, 1986, 1987, 1988, 1989, 1990, 1991, 1992, 1993, 1994, 1995, 1996, 1997, 1998, 1999, 2000, 2001, 2002, 2003, 2004, 2005, 2006, 2007, 2008, 2009, 2010	
15			15	13	33,25 // 2003, 2004, 2005, 2006, 2007, 2008, 2009, 2010, 2011, 2012, 2013, 2014, 2015, 2016, 2017, 2018, 2019, 2020, 2021, 2022, 2023, 2024	
5			5	25	1985, 1986, 1987, 1988, 1989, 1990, 1991, 1992, 1993, 1994, 1995, 1996, 1997, 1998, 1999, 2000, 2001, 2002, 2003, 2004, 2005, 2006, 2007, 2008, 2009, 2010, 2011, 2012, 2013, 2014, 2015, 2016, 2017	
	40205	1	60	80	13, 3, 11, 12, 33	21,25
ANDES	40601	1	70	50	13,11,12,25,33,3	NA
	40602	1	70	50	13,11,12,25,33,3	NA
	40603	2	50	50	3, 13, 12, 21, 25, 33	NA
			90	90	3,25,21,13,12	NA
	40604	7	90	90	3,21,25,12,33	NA
			30	30	3	21,25,13,11,12
			90	90	11,3,12,21,13,25,33	NA
			40	50	33	NA
			25	15	12,11	21
			35	40	3	33,25 // 2013, 2014, 2015, 2016, 2017, 2018, 2019, 2020, 2021, 2022, 2023, 2024
			60	60	21	33,25 // 2013, 2014, 2015, 2016, 2017, 2018, 2019, 2020, 2021, 2022, 2023, 2024

	40605	2	50	50	25,21,3,4,12,11	NA
			90	5	11, 21, 33, 25, 34, 3	12, 25, 3
	40606	2	10	50	41367	14,22,33
			10	90	3,4,13,21	25,33
	40607	2	50	50	3,4,13,12	NA
			90	40	3,4,13,29	25,33
	40608	1	70	50	12,11,13,25,33,3	NA
	40609	1	70	50	13,11,25,33,3	NA
			70	30	13,11,12,25,33,3	1985, 1986, 1987, 1988, 1989, 1990, 1991, 1992, 1993, 1994, 1995, 1996, 1997, 1999, 2000, 2002, 2008, 2009, 2010, 2011, 2012, 2013, 2014, 2015, 2017, 2018, 2019, 2020, 2021, 2022, 2023, 2024"
	PACÍFICO	40901	3	95	95	11,33,4,25,3,21
65				65	4,3	NA
85				90	11,3,4,21	33,25
40902		4	75	45	40880	
			75	40	37976	21, 33
			75	35	12, 21	3, 12, 11, 33
			75	35	21, 12	3, 21, 11, 33
40903		3	90	75	21, 4, 3, 25, 31	21, 33, 11, 12, 21, 25, 31
			91	65	11, 12, 3, 4	11, 12, 3, 4
			60	80	21, 33, 12, 11, 31, 3	21, 33, 12, 11, 31, 3 // 1985, 1986, 1987, 1988, 1989, 1990, 1991, 2000, 2001, 2002, 2003, 2004, 2005, 2006, 2007, 2008, 2009, 2010, 2011, 2012, 2013, 2014, 2015, 2016, 2017, 2018, 2019, 2020, 2021, 2022, 2023, 2024
40904		4	90	75	21, 4, 3, 25, 31]	21, 33, 11, 12, 21, 25, 31
			91	65	4, 3, 33, 31, 11	37966
			80	60	3, 21, 25	21, 33, 4, 11, 31, 3 // 1985, 1986, 1987, 1988, 1989, 1990, 1991, 2000, 2001, 2002, 2003, 2004, 2005, 2006, 2007, 2008,

						2009, 2010, 2011, 2012, 2013, 2014, 2015, 2016, 2017, 2018, 2019, 2020, 2021, 2022, 2023, 2024	
			90	40	3, 25, 21, 4, 31	3, 25, 21, 4, 31	
	40905	4		60	60	13,33,3,4	21,25
				90	90	21	33,25
				50	50	21	33,25 // 1985, 1986, 1987, 1988, 1989,1990, 1991, 1992, 1993, 1994, 1995, 1996, 1997, 1998, 1999, 2000, 2001, 2002, 2003, 2004,2005
				60	60	21,3	33,25
	40906	3		95	50	3, 4, 13, 11, 12	NA
				90	40	3, 22, 14, 4, 31, 12, 33, 21	3, 4, 12, 13, 11, 14, 22, 31, 21, 25
				60	40	3, 22, 14, 4, 31, 12, 33, 21	33, 21, 3, 4, 12, 13, 14, 22, 31, 25
	GALÁPAGOS	40907	5		30	30	13
				20	20	12,25	NA
				50	50	33,25,3,12,4	30
				70	70	21	NA
				35	35	12,13	1993, 1994, 1995, 1996, 1997, 1998, 1999, 2000, 2001, 2002, 2003, 2004, 2005, 2006, 2007, 2008, 2009,2010, 2011, 2012, 2013, 2014, 2015, 2016, 2017, 2018, 2019, 2020, 2021, 2022, 2023, 2024
40908		4		80	80	12,13,21,3,4,33	25
				45	45	13	NA
				77	77	13,21,4	25,33
				50	60	4,3	NA
40909		4		40	40	3,33	NA
				70	70	12,13,21,4,3,25,33	NA
				60	60	13,4	21
				70	60	12,13,21,3,4	NA

3.3.5 Orden de aplicación de filtros por región en Ecuador

Según las necesidades de cada región de clasificación, se ajustó el orden (Tabla 13) y los parámetros de cada filtro (Tablas 7 a 12).

Tabla 13. Orden de aplicación de filtros por región de clasificación en la Colección 2.0 de MapBiomias Ecuador (Elaboración Ecociencia).

Bioma	Código región	Filtros	Máscara
AMAZONIA	40101	Gapfill, Temporal, Frecuencia, Espacial	NA
	40102	Gapfill, Gapfill, Temporal, Frecuencia, Frecuencia, Frecuencia, Máscara, Espacial	maskara_ID29_EC
	40103	Gapfill, Temporal, Frecuencia, Espacial	NA
	40104	Gapfill, Gapfill, Temporal, Frecuencia, Frecuencia, Espacial	NA
	40105	Gapfill,Gapfill,Frecuencia,Temporal,Frecuencia,Temporal, Frecuencia,Mask1,Mask2,Mask3,Espacial,Espacial	NA
	40201	Gapfill, Temporal, Frecuencia, Espacial	NA
	40202	Gapfill, Temporal, Frecuencia, Frecuencia,Frecuencia,Frecuencia, Mask, Espacial	NA
	40203	Gapfill,Gapfill,Temporal,Mask,Espacial,Temporal	NA
	40204	Gapfill,Temporal,Frecuencia	NA
40205	Gapfill, Gapfill, Temporal, Frecuencia, Mascara, Espacial	NA	
ANDES	40601	Gapfill, Gapfill, Temporal, Frecuencia, Mask, Espacial	maskara_ID9_EC_col2 // maskara_ID29_EC
	40602	Gapfill, Gapfill, Temporal,Frecuencia,Frecuencia,Mask,Mask;espacial	maskara_ID9_EC_col2
	40603	Gapfill,Gapfill,Temporal,Frecuencia,Frecuencia,Máscara,Máscara,Espacial	maskara_ID9_EC_col2 // maskara_ID29_EC
	40604	Gapfill,Gapfill,Frecuencia,Frecuencia,Temporal,Temporal,Frecuencia,Frecuencia,Temporal,Frecuencia,Frecuencia,Mask1,Mask2,Espacial,Espacial	maskara_ID29_EC
	40605	Gapfill,Gapfill,Gapfill,Temporal,Frecuencia,Frecuencia,Mask,Mask,Mask,Espacial	maskara_ID29_EC // maskara_ID9_EC_col2
	40606	Gapfill,Temporal,Frecuencia,Temporal,Frecuencia,Mask;Espacial	maskara_ID9_EC_col2
	40607	Gapfill,Gapfill,Temporal,Frecuencia,Frecuencia,Máscara,Máscara,Espacial	maskara_ID29_EC // maskara_ID9_EC_col2
	40608	Gapfill, Gapfill, Temporal, Frecuencia, Temporal, Mask, Espacial	maskara_ID9_EC_col2 // maskara_ID29_EC
	40609	Gapfill, Gapfill, Temporal, Frecuencia, Frecuencia, Mask, Espacial	maskara_ID29_EC
Pacífico	40901	Gapfill, Gapfill, Temporal,Frecuencia,Frecuencia,Mascara1,Mascara2, Mascara3,Mascara4,Espacial	ID31_EC_2024
	40902	GapFill, Mascara, Temporal, Temporal, Frecuencia, Frecuencia, Frecuencia, Mascara, Espacial,	NA
	40903	GapFill, GapFill, Mascara, Temporal, Temporal, Temporal, Temporal, Temporal, Frecuencia, Frecuencia, Temporal, Frecuencia, Espacial	maskara_ID31_EC_2024
	40904	GapFill, GapFill, Mascara, Temporal, Temporal, Temporal, Temporal, Frecuencia, Frecuencia, Temporal, Frecuencia, Temporal, Frecuencia, Espacial	maskara_ID31_EC_2024
	40905	Gapfill,Gapfill,Frecuencia,Frecuencia,Frecuencia,Frecuencia,Frecuencia,Mascara1,Mascara2,Espacial	ID31_2024
	40906	GapFill, Mascara, Temporal, Temporal, Frecuencia, Espacial, Frecuencia, Espacial	maskara_ID31_EC_2024
Galápagos	40907	Gapfill,Gapfill,Temporal,Frecuencia,Frecuencia,Temporal,Frecuencia,Frecuencia,Frecuencia,Mascara1,Mascara2,Espacial	NA
	40908	Gapfill,Gapfill,Temporal,Frecuencia,Frecuencia,Frecuencia,Frecuencia,,Mascara1,Espacial	NA
	40909	Gapfill,Gapfill,Temporal,Temporal,Temporal,Temporal,Frecuencia,Frecuencia,Temporal,Frecuencia,Mascara,Espacial	NA

3.3.6 Máscaras

Afloramiento rocoso (ID 29)

Hay que tomar en cuenta que a partir de cierta cota altitudinal la vegetación se ve reducida y afectada por algunos elementos como por ejemplo la temperatura y cantidad de oxígeno en la atmósfera. Según las zonas de vida de Holdridge¹⁰, a partir de los 4000 metros sobre el nivel del mar, encontramos los pisos altitudinales subalpino, alpino, y nival que se caracterizan por su baja o nula vegetación. Con este conocimiento se combinaron distintas fuentes de información como las curvas de nivel del Instituto Geográfico Militar a escala 1: 250.000, el Mapa de Cobertura de MapBiomias Colección 4, el Mapa de Uso y Cobertura de las Tierras y Sistemas Productivos del MAG e imágenes satelitales. Aplicando técnicas de análisis espacial y análisis visual de todos de estos insumos, se logró determinar como una constante que a partir de la cota altitudinal de 4000 metros sobre el nivel del mar encontramos los afloramientos rocosos. De esta forma se construyó una máscara a partir de dicha altitud para remapear los píxeles categorizados como áreas sin vegetación a la clase de afloramiento rocoso. Sin embargo, al realizar este análisis se pudo identificar que en las laderas del volcán Sumaco y Reventador también existen afloramientos rocosos a una menor altitud. Por lo que para estos dos casos el criterio altitudinal fue a partir de los 2400 metros para el Sumaco y 2000 para el Reventador, esto se realizó exclusivamente en la zona de clasificación Amazonía Alta 2 (ID 40102).

Este proceso se realizó únicamente en determinadas regiones de mapeo (ver tabla 13).

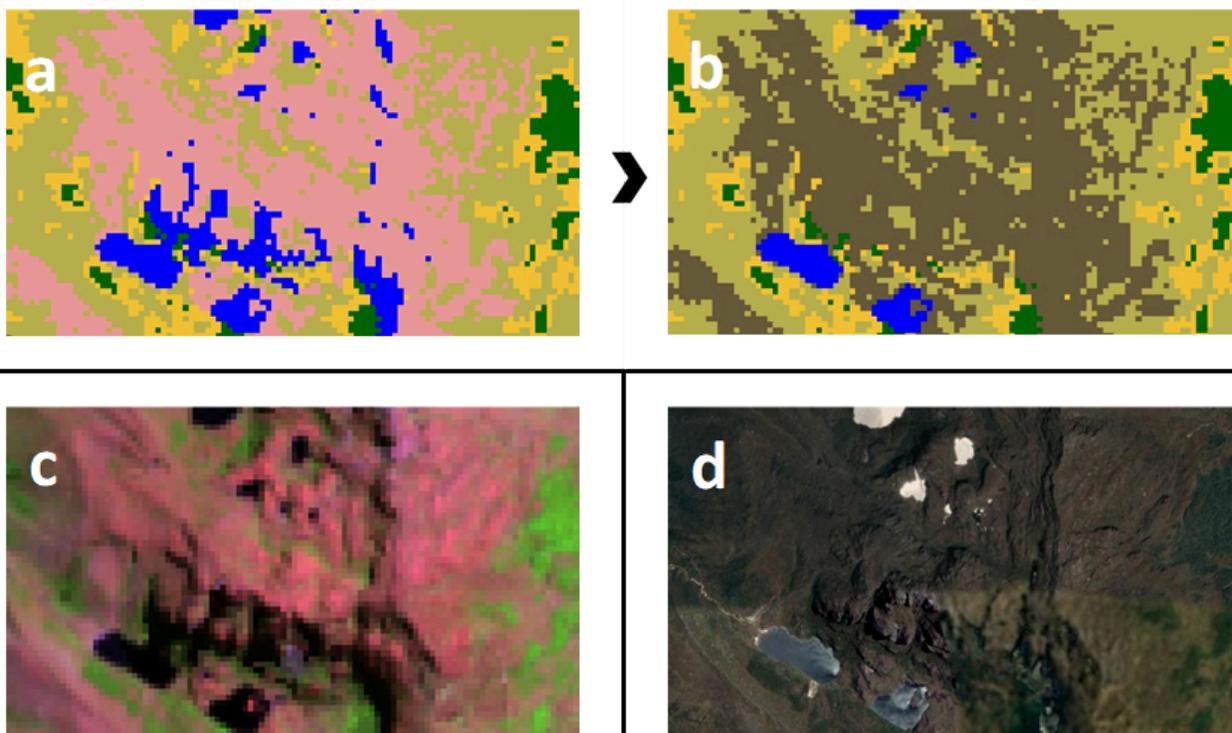


Figura 22. Máscara de afloramiento rocoso (ID 29). a) Clasificación original (antes de la aplicación de la máscara). b) Aplicación de máscara de afloramiento rocoso. c) Mosaico Landsat año 2022 d) Imagen de alta resolución de Google Earth (Elaboración Ecociencia).

¹⁰ Las zonas de vida de Holdridge es un modelo que divide al suelo en zonas de vida ordenadas de acuerdo a la región latitudinal, piso altitudinal y humedad. Se van definiendo diferentes zonas en función de la precipitación media anual, temperatura promedio anual y altitud.

Silvicultura (ID 9)

El mapeo de silvicultura se basa en la asignación de valor correspondiente a silvicultura (ID = 9) a píxeles de que se hayan clasificado como una de las categorías boscosas dentro de los polígonos del Ministerio de Agricultura y Ganadería:

- [Mapa de plantaciones forestales incentivadas en el Ecuador, escala 1:5.000, año 2020](#)

Esta capa define plantación forestal como la "superficie arbolada que se obtiene de forma artificial por plantación de especies nativas o exóticas, que tienen los mismos años de vida y presentan una separación homogénea. Su objetivo es la obtención de productos madereros y no madereros." Esta capa puede ser consultada en: <http://geoportal.agricultura.gob.ec>

Este proceso se realizó únicamente en determinadas regiones de mapeo (ver tabla 13).



Figura 23. Máscara de silvicultura (ID = 9). a) Clasificación original (antes de la aplicación de la máscara). b) Aplicación de máscara de afloramiento rocoso. c) Mosaico Landsat año 2022 d) Imagen de alta resolución de Google Earth (Elaboración Ecociencia).

Acuicultura (ID 31)

El mapeo de acuicultura se basa en la asignación de valor correspondiente a acuicultura (ID = 31) a píxeles de que se hayan clasificado como agua (ID = 33) dentro de los polígonos del Ministerio de Agricultura y Ganadería:

- [Mapa de Cobertura y uso de la tierra y Sistemas productivos agropecuarios del Ecuador continental \(versión editada por el Ministerio de Agricultura y Ganadería en 2020\). escala 1:25.000. año 2009 - 2015](#)

Cabe recalcar que de esta referencia se seleccionaron únicamente aquellos polígonos que dentro de la categoría “uso del suelo” cumplieran con la descripción “acuícola”. Esta capa puede ser consultada en: <http://geoportal.agricultura.gob.ec>

Este proceso se realizó únicamente en determinadas regiones de mapeo (ver tabla 13).

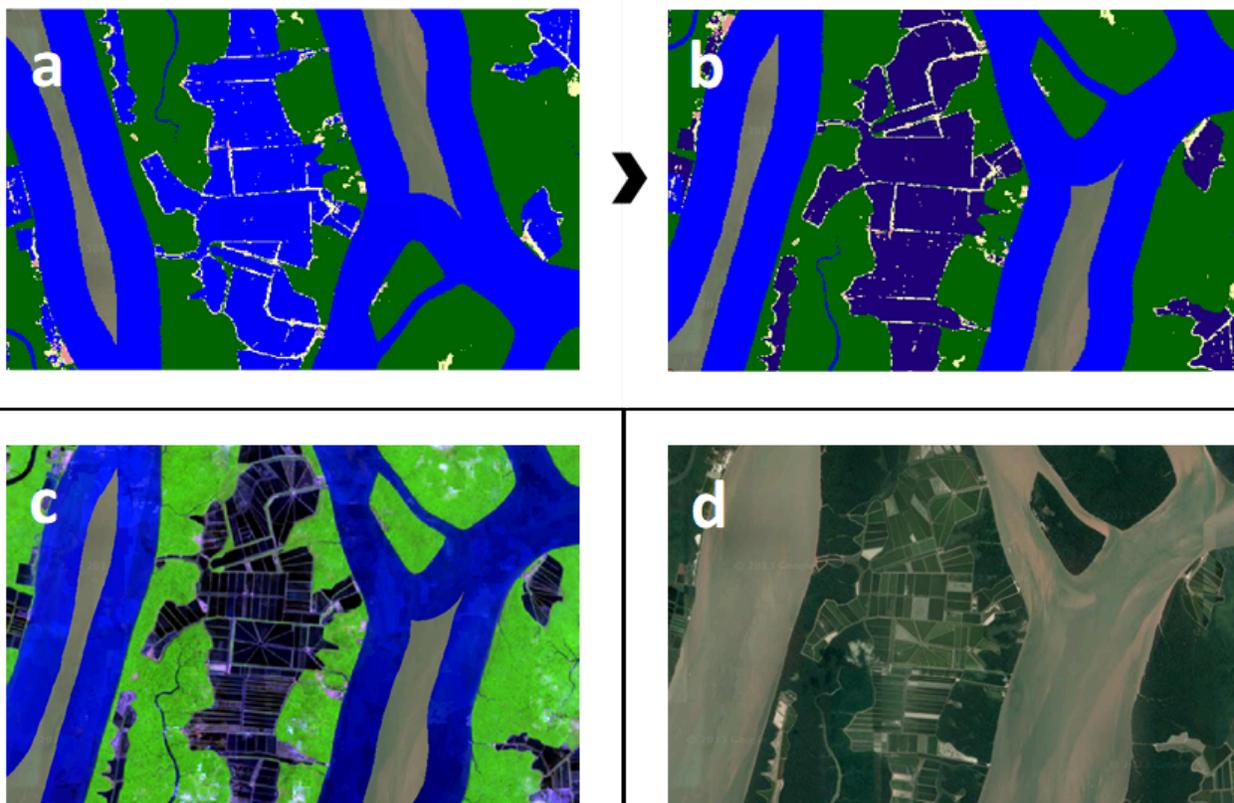


Figura 24. Máscara de acuicultura (ID = 31). a) Clasificación original (antes de la aplicación de la máscara). b) Aplicación de máscara de afloramiento rocoso. c) Mosaico Landsat año 2022 d) Imagen de alta resolución de Google Earth (Elaboración Ecociencia).

Remapeo de arrozales a mosaico de agricultura y/o pastos (ID 21)

El mapeo de cultivos (específicamente arroz) que se caracterizan por tener regímenes de inundación permanentes o temporales se basa en la re asignación del valor correspondiente a mosaico de agricultura y/o pastos (ID = 21) a píxeles de que se hayan clasificado como agua (ID = 33) dentro de los polígonos del Ministerio de Agricultura y Ganadería:

- [Mapa de Estimación de superficie sembrada de los cultivos de arroz, maíz amarillo duro y soya en provincias priorizadas. escala 1:25.000, primer/segundo/tercer período de siembra, varios años](#)

Cabe recalcar que de esta referencia se seleccionaron únicamente aquellos polígonos que dentro de la categoría “nombre de cultivo” cumplieran con la descripción “arroz”. Esta capa puede ser consultada en: <http://geoportal.agricultura.gob.ec>

Este proceso se realizó únicamente en determinadas regiones de mapeo (ver tabla 13).

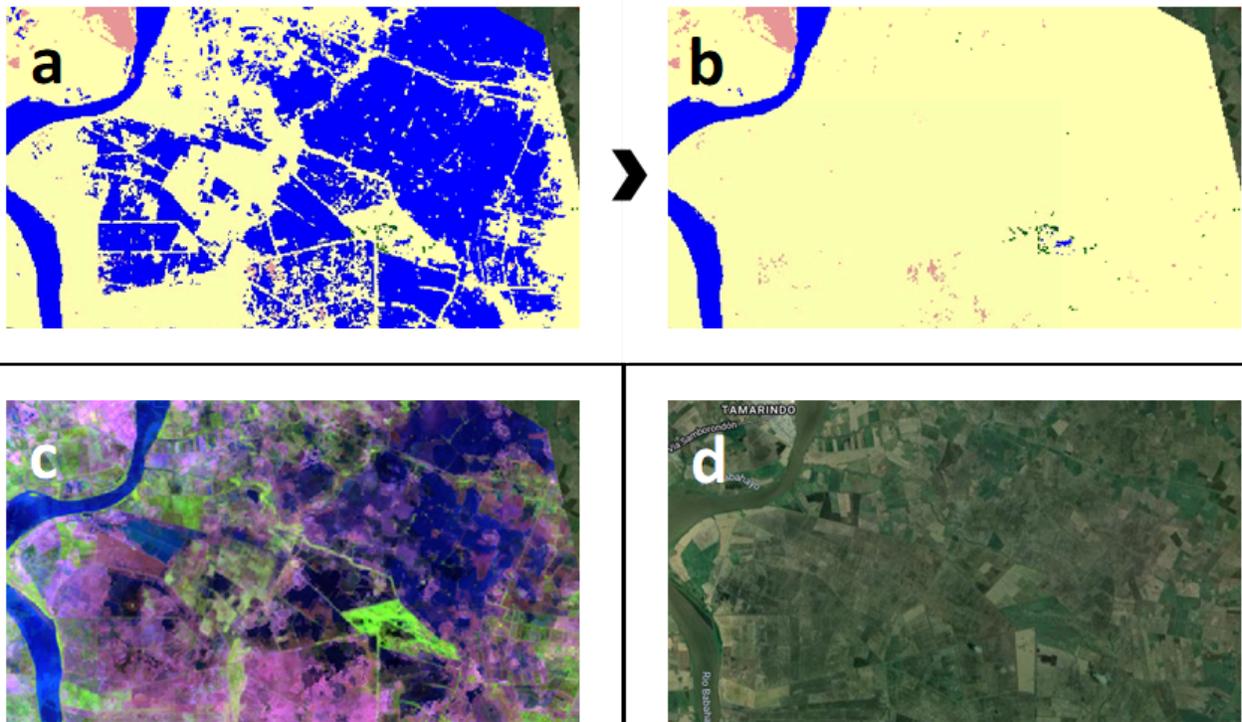


Figura 25. Máscara de arrozales (mosaico de agricultura y/o pastos, ID = 21). a) Clasificación original (antes de la aplicación de la máscara). b) Aplicación de máscara de afloramiento rocoso. c) Mosaico Landsat año 2022 d) Imagen de alta resolución de Google Earth (Elaboración Ecociencia).

Remapeo de playas, dunas y arenas (ID 23)

Para la generación de la máscara de playas, dunas y bancos de arena, se utilizó como referencia la capa **"2009-2015 - Mapa de Cobertura y Uso de la Tierra y Sistemas Productivos Agropecuarios del Ecuador continental"**, en su versión editada por el **Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG) en 2020**. Esta capa, con una escala de 1:25.000, abarca el período 2009-2015.

En dicha capa, se seleccionaron los atributos correspondientes al **nivel 3**, los cuales incluyen las categorías específicas de bancos de arena y playas. Posteriormente, se realizó un análisis espacial utilizando la herramienta **"Seleccionar por ubicación"**, en el que se empleó como referencia un shapefile de ríos dobles. Este proceso permitió identificar y delimitar las áreas relevantes asociadas al **ID23** dentro de la máscara generada. Posteriormente, se llevó a cabo una digitalización manual-visual empleando mapas base de Planet Explorer para refinar y delimitar con mayor precisión dichas áreas.

El enfoque combinado de análisis espacial y digitalización manual permitió garantizar la precisión y confiabilidad en la delimitación de las áreas de interés.

Remapeo de Otra área natural sin vegetación (ID 68)

A fin de detectar zonas o áreas naturales sin vegetación, una vez integrado del mapa generar, se trabaja con los siguientes filtros ajustados que modifican en valor del pixel únicamente en zonas con cobertura de áreas antrópicas sin vegetación (Id25):

Filtro temporal ajustado

Este filtro busca la detección de ID 68, siempre y cuando, el pixel se encuentra rodeado, en un intervalo de máximo 6 años en la serie temporal, de coberturas naturales, adicional, el filtro se aplica únicamente en áreas que diversas fuentes (ver anexo 3) señalan que no es una zona antrópica.

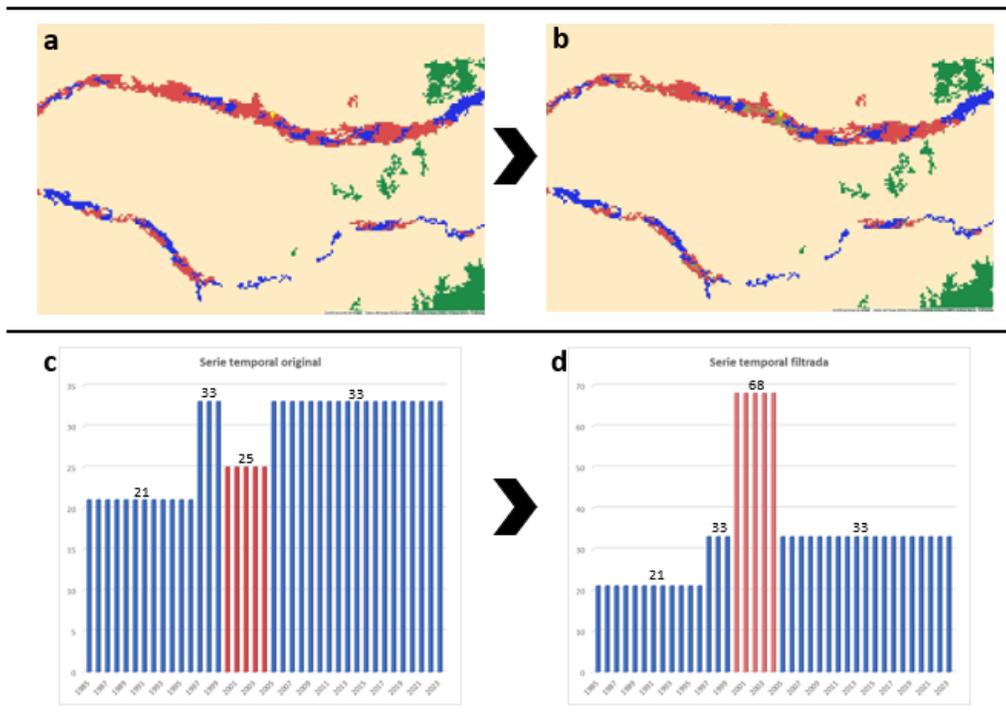


Figura 26. Filtro temporal ajustado para la clase de áreas naturales sin vegetación (ID = 68). a) Clasificación original (antes de la aplicación del filtro). b) Clasificación al aplicar el filtro. c) Serie temporal pre filtro. d) Serie temporal post filtro (Elaboración Ecociencia).

Filtro de frecuencia ajustado

Este filtro tiene como objetivo la detección de ID 68, siempre y cuando, en el análisis pixel a pixel, el 100% de la serie se haya detectado una cobertura natural o una áreas antrópica sin vegetación, el filtro se aplica únicamente en áreas que diversas fuentes (ver anexo 3) señalan que no es una zona antrópica.

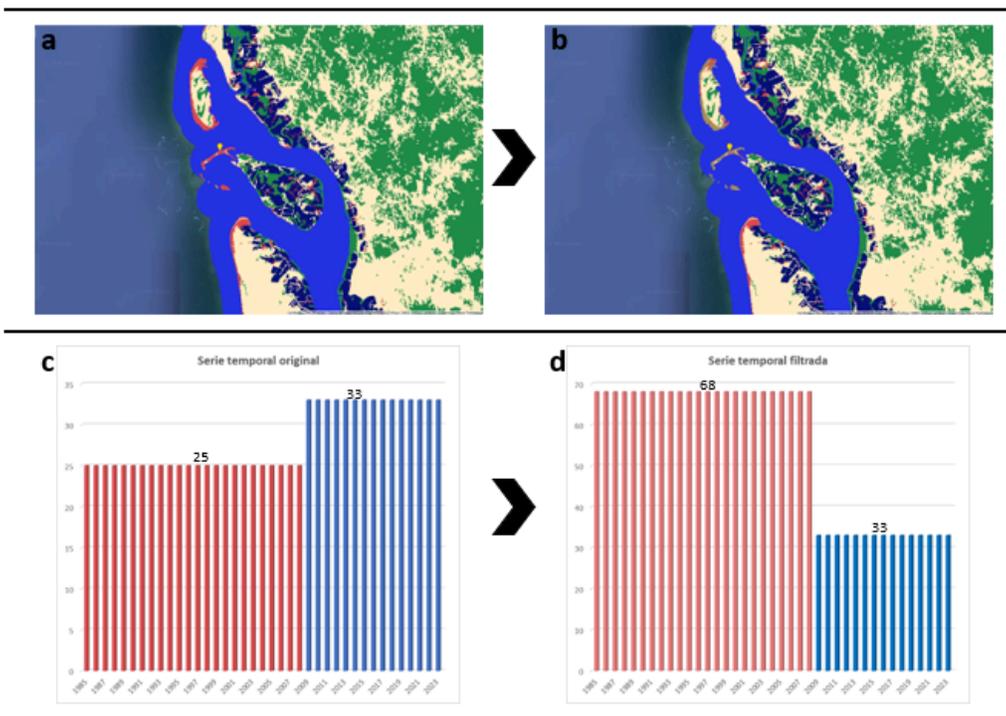


Figura 27. Filtro de frecuencia ajustado para la clase de áreas naturales sin vegetación (ID = 68). a) Clasificación original (antes de la aplicación del filtro). b) Clasificación al aplicar el filtro. c) Serie temporal pre filtro. d) Serie temporal post filtro (Elaboración Ecociencia).

3.4 Clasificación de los temas transversales

Para casos donde existen limitaciones en la diferenciación de ciertas clases, se han desarrollado metodologías específicas enfocadas en superar estas limitaciones. Estas metodologías se denominan “temas transversales” pues mapean de modo independiente al mapa general -o transversalmente- información para estas clases. Cada metodología desarrollada considera únicamente la clase de interés. Para la Colección 2.0 de MapBiomás Ecuador se mapean 5 clases transversalmente (Figura 27): bosques inundables, minería, glaciares, manglares e infraestructura urbana. Esta información ha sido incluida en el mapa final en una etapa denominada “integración”. Cada metodología transversal es descrita en su respectivo ATBD temático.

A continuación se detalla qué clases fueron mapeadas siguiendo la metodología del Mapa General o como temas transversales (Figura 28).

ID	COLECCIÓN 2	TIPO	MAPA GENERAL	MAPA TRANSVERSAL
1	1. Bosque natural			
3	1.1. Formación forestal	COBERTURA	X	
4	1.2. Bosque abierto	COBERTURA	X	
5	1.3. Manglar	COBERTURA		X
6	1.4. Bosque inundable	COBERTURA		X
10	2. Formación natural no forestal			
11	2.1. Formación natural no forestal inundable	COBERTURA	X	
12	2.2. Formación campestre o herbazal	COBERTURA	X	
29	2.3. Afloramiento rocoso	COBERTURA	X	
13	2.4. Otra formación natural no forestal	COBERTURA	X	
14	3. Agropecuaria y silvicultura			
9	3.3 Silvicultura	USO	X	
21	3.5 Mosaico de agricultura y/o pastos	USO	X	
22	4. Área sin vegetación			
23	4.1. Playa, duna o banco de arena	COBERTURA	X	
24	4.2. Infraestructura urbana	USO		X
30	4.3. Minería	USO		X
68	4.4. Otra área natural sin vegetación	COBERTURA	X	
25	4.5. Otra área antrópica sin vegetación	USO	X	
26	5. Cuerpo de agua			
33	5.1 Río, lago u océano	COBERTURA	X	
34	5.2 Glaciar	COBERTURA		X
31	5.3 Acuicultura	USO	X	

Figura 28. Esquema metodológico empleado por clase de la leyenda en Ecuador (Elaboración Ecociencia).

3.5 Integración

3.5.1 Integración nacional

Esta fase integra todos los resultados obtenidos para cada región de mapeo en un único producto nacional. Este proceso significó juntar los resultados clasificados de las 28 regiones de clasificación que componen el Mapa General, y los resultados de los temas transversales. Para ello, se definieron reglas (Figura 28) que dictan un orden de prevalencia y definen qué clase predomina en el mapa integrado cuando más de un solo valor es posible para un mismo píxel debido a la superposición de las capas resultantes.

PACIFICO				ANDES			
	MAPA	ID	PREVALENCIA		MAPA	ID	PREVALENCIA
Glaciar	T	34	1	Glaciar	T	34	1
Glaciar	G	34	2	Glaciar	G	in 24 / out 29	2
Infraestructura Urbana	T	24	3	Agricultura	G	18	3
Minería	T	30	4	Infraestructura Urbana	T	24	4
Formación Campestre o Sabana	G	12	5	Formación Campestre o Sabana	G	12	5
Otra Formación Natural No Forestal	G	13	6	Otra Formación Natural No Forestal	G	13	6
Plantación forestal	G	9	7	Afloramiento rocoso	G	29	7
Acuicultura	G	31	8	Minería	T	30	8
Manglar	T	5	9	Río, Lago u Océano de MB agua	T	33	9
Bosque Inundable	T	6	10	Plantación forestal	G	9	10
Formación Natural No Forestal Inundable	G	11	11	Río, Lago u Océano	G	33	11
Río, Lago u Océano	G	33	12	Pastos	T	15	12
Afloramiento rocoso	G	29	13	Formación Natural No Forestal Inundable	G	11	13
Mosaico de Agricultura y/o Pasto	G	21	14	Agricultura	T	18	14
Bosque abierto	G	4	15	Palma	T	35	15
Formación Forestal	G	3	16	Mosaico de Agricultura y/o Pasto	G	21	16
Río, Lago u Océano de MB agua	T	33	17	Bosque Inundable	T	6	17
Playa dunas y arenas	G	23	18	Otra Área Natural Sin Vegetación	G	68	18
Otra Área Natural Sin Vegetación	G	68	19	Otra Área Sin Vegetación	G	25	19
Otra Área Sin Vegetación antropica	G	25	20	Bosque abierto	G	4	13
No observado	G	27	21	Formación Forestal	G	3	20
				No observado	G	27	21

	MAPA	ID	PREVALENCIA
Glaciar	T	34	1
Glaciar	G	in 24 / out 29	2
Infraestructura Urbana	T	24	3
Formación Campestre o Sabana	G	12	4
Otra Formación Natural No Forestal	G	13	5
Afloramiento rocoso	G	29	6
Plantación forestal	G	9	7
Minería	T	30	8
Río, Lago u Océano	G	33	9
Pastos	T	15	10
Formación Natural No Forestal Inundable	G	11	11
Palma	T	35	12
Bosque Inundable	T	6	13
Formación Forestal	G	3	14
Otra Área Natural Sin Vegetación	G	68	15
Agricultura	T	18	16
Agricultura	G	18	17
Otra Área Sin Vegetación	G	25	18
Mosaico de Agricultura y/o Pasto	G	21	19
No observado	G	27	20

Figura 29. Reglas de prevalencia empleadas durante la fase de integración nacional de la Colección 2.0 de MapBiomás Ecuador. Las letras “G” (Mapa General) y “T” (Tema Transversal) junto al nombre de cada clase diferencian el origen del dato. (Elaboración Ecociencia).

Las reglas de prevalencia son el producto de la evaluación de la superposición de capas para cada región de clasificación.

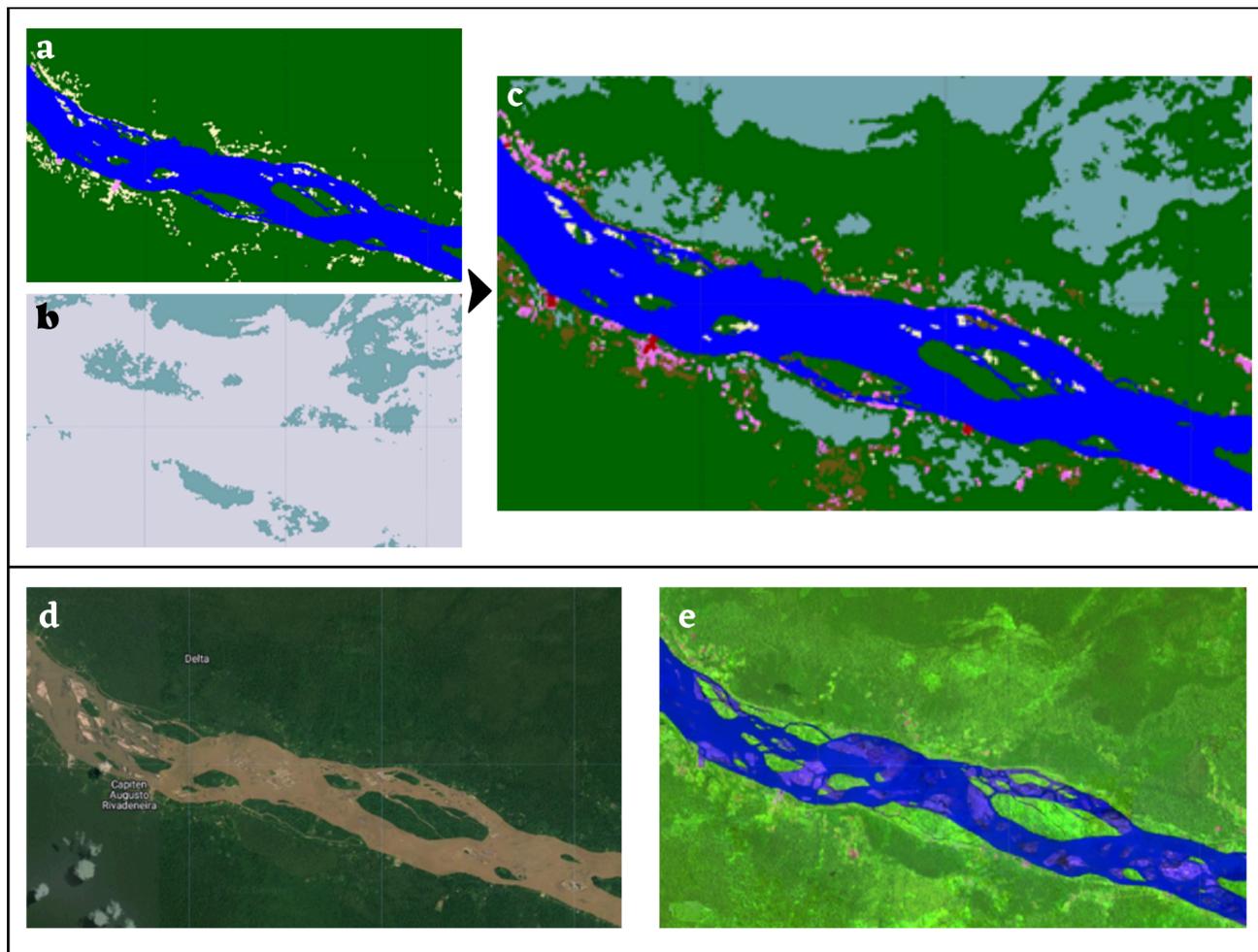


Figura 30. Ejemplo del efecto de la integración de capas para una zona en la Amazonía ecuatoriana (región 40201). a) Resultado clasificado del Mapa General 2021; b) Resultado clasificado del Tema transversal “bosque inundable” 2021; c) Mapa final que muestra el resultado del tema “bosque inundable” integrado al resultado del mapa general 2021; d) Mapa base de Google Earth Engine (imagen de alta resolución sin fecha); e) Mosaico Landsat para el año 2021; (Elaboración Ecociencia).

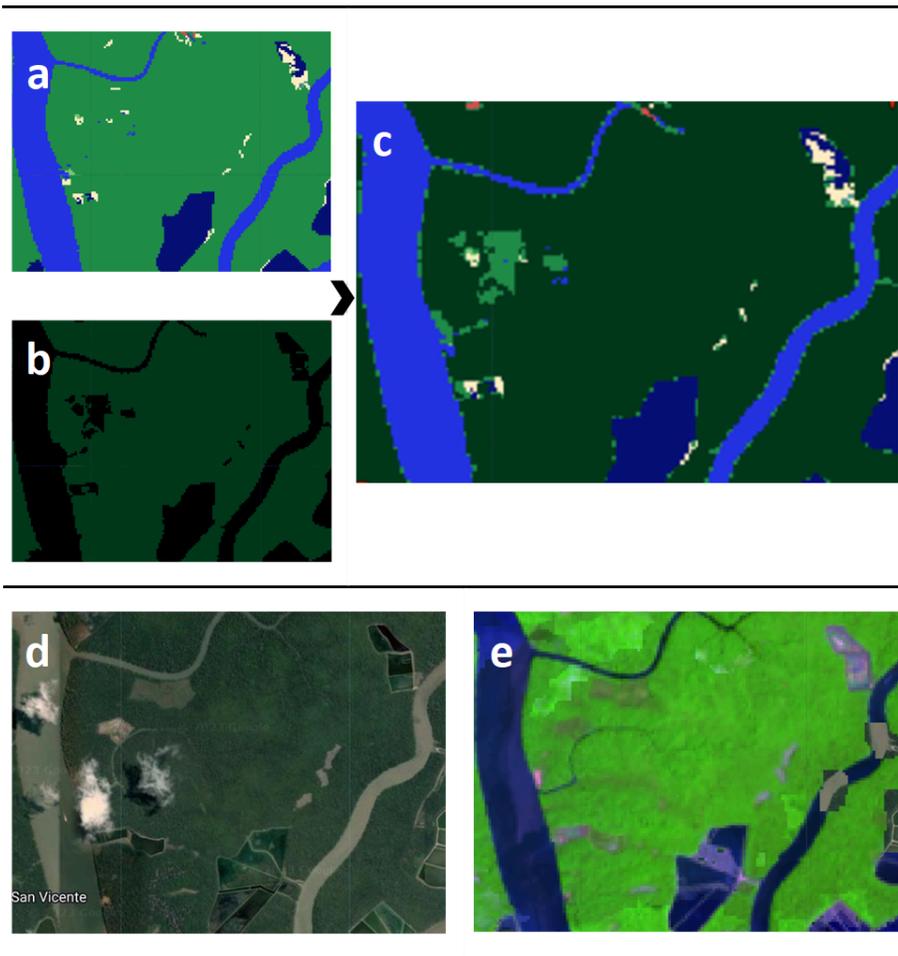


Figura 31. Ejemplo del efecto de la integración de capas para una zona en el Pacífico ecuatoriano (región 40904). a) Resultado clasificado del Mapa General 2022; b) Resultado clasificado del Tema transversal “manglar” 2022; c) Mapa final que muestra el resultado del tema “manglar” integrado al resultado del mapa general 2022; d) Mapa base de Google Earth Engine (imagen de alta resolución sin fecha); e) Mosaico Landsat para el año 2022; (Elaboración Ecociencia).

4. Referencias

- Comité Nacional de Límites Internos - CONALI (2016). Organización Territorial del Estado.
- Cuesta F., M. Peralvo and N. Valarezo. 2009. Los Bosques Montanos de los Andes Tropicales. Quito: Biblioteca Asocam. 74 pp.
- Dubayah, R., Hofton, M., Blair, J., Armston, J., Tang, H., Luthcke, S. (2021). GEDI L2A Elevation and Height Metrics Data Global Footprint Level V002 [Data set]. NASA EOSDIS Land Processes Distributed Active Archive Center. Accessed 2023-11-27 from https://doi.org/10.5067/GEDI/GEDI02_A.002
- Eric Dinerstein, David Olson, Anup Joshi, Carly Vynne, Neil D. Burgess, Eric Wikramanayake, Nathan Hahn, Suzanne Palminteri, Prashant Hedao, Reed Noss, Matt Hansen, Harvey Locke, Erle C Ellis, Benjamin Jones, Charles Victor Barber, Randy Hayes, Cyril Kormos, Vance Martin, Eileen Crist, Wes Sechrest, Lori Price, Jonathan E. M. Baillie, Don Weeden, Kierán Suckling, Crystal Davis, Nigel Sizer, Rebecca Moore, David Thau, Tanya Birch, Peter Potapov, Svetlana Turubanova, Alexandra Tyukavina, Nadia de Souza, Lilian Pintea, José C. Brito, Othman A. Llewellyn, Anthony G. Miller, Annette Patzelt, Shahina A. Ghazanfar, Jonathan Timberlake, Heinz Klöser, Yara Shennan-Farpón, Roeland Kindt, Jens-Peter Barnekow Lillesø, Paulo van Breugel, Lars Graudal, Maianna Voge, Khalaf F. Al-Shammari, Muhammad Saleem, An Ecoregion-Based Approach to Protecting Half the Terrestrial Realm, *BioScience*, Volume 67, Issue 6, June 2017, Pages 534–545, <https://doi.org/10.1093/biosci/bix014>
- Jarvis, A., H.I. Reuter, A. Nelson, E. Guevara, 2008, Hole-filled SRTM for the globe Version 4, disponible de la base de datos de CGIAR-CSI SRTM 90m (<http://srtm.csi.cgiar.org>).
- Josse, C., G. Navarro, P. Comer, R. Evans, D. Faber-Langendoen, M. Fellows, G. Kittel, S. Menard, M. Pyne, M. Reid, K. Schulz, K. Snow, and J. Teague. 2003. Ecological Systems of Latin America and the Caribbean: A Working Classification of Terrestrial Systems. NatureServe, Arlington, VA.
- Josse, Carmen & Cuesta, Francisco & Navarro, Gonzalo & Barrena, Víctor & Cabrera, Edersson & Chacón-Moreno, Eulogio & Ferreira, Wanderley & Peralvo, Manuel & J. y Tovar A., Saito. (2009). Ecosistemas de los Andes del Norte y Centro. Bolivia, Colombia, Ecuador, Perú y Venezuela.
- Rivas-Torres Gonzalo. Benítez Fátima L. Rueda Danny. Sevilla Christian. Mena Carlos (2018). Metodología para mapear la cobertura de vegetación nativa e invasora en archipiélagos: Un ejemplo de las Islas Galápagos.. Colegio de Ciencias Biológicas y Ambientales, Universidad San Francisco de Quito. Quito, Ecuador.
- Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica. (2013a). Mapa de Ecosistemas del Ecuador Continental. Escala 1:100000. Quito - Ecuador. Disponible en: <http://ide.ambiente.gob.ec/mapainteractivo/>
- Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica. (2013b) Mapa de Sectores biogeográficos, Proyecto Mapa de Vegetación del Ecuador Continental. Quito. Disponible en: <http://ide.ambiente.gob.ec/mapainteractivo/>
- Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica. (2013c). Metodología para la Representación Cartográfica de los Ecosistemas del Ecuador Continental. Subsecretaría de Patrimonio Natural. Quito.
- Ministerio de Agricultura y Ganadería. (2017). Mapa de Cobertura y Uso de la Tierra del Ecuador Continental. Escala 1:25.000. Disponible en: <http://geoportal.agricultura.gob.ec/>
- Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica, (2016). Mapa De Cobertura y Uso De La Tierra Del Ecuador Continental año 2000, 2008, 2014. Quito - Ecuador. Disponible en: <http://mapainteractivo.ambiente.gob.ec/portal/>
- Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica, (2017). Mapa De Cobertura y Uso De La Tierra Del Ecuador Continental año 2016. Quito - Ecuador. Disponible en: <http://ide.ambiente.gob.ec/mapainteractivo/>
- Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica, (2019). Mapa De Cobertura y Uso De La Tierra Del Ecuador Continental año 2018. Quito - Ecuador. Disponible en: <http://mapainteractivo.ambiente.gob.ec/portal/>
- Potapov, P., X. Li, A. Hernandez-Serna, A. Tyukavina, M. Hansen, A. Kommareddy, A. Pickens, S. Turubanova, H. Tang C. Silva, J. Armston, R. Dubayah, B. Blair, M. Hofton. (2021) . Mapping global forest canopy height through integration of GEDI and Landsat data. *Remote Sensing of Environment*, vol. 253, p. 112165. DOI: 10.1016/j.rse.2020.112165
- SENAGUA (2014) Unidades hidrográficas del Ecuador, nivel 5, escala 1:50000

5. Anexos

Anexo 1: Mapas de Referencia

5.1 Mapa de Ecosistemas del Ecuador Continental escala 1:100.000

El mapa de ecosistemas (Figura 1) fue elaborado en el 2013 por el Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica del Ecuador a escala 1:100.000 (MAATE, 2013a). Este mapa provee información detallada sobre la caracterización, localización y distribución espacial de los ecosistemas remanentes al 2012 del Ecuador continental para áreas con cobertura natural permitiendo distinguir tipos de formaciones naturales forestales y no forestales de áreas intervenidas. La metodología desarrolló un modelo biofísico a partir de factores ambientales bióticos y abióticos relevantes para la distribución de ecosistemas, cuya delimitación se apoyó en información sobre cobertura del suelo derivada de la interpretación de imágenes satelitales. El mapa presenta un sistema de clasificación jerárquica anidada. El mapa define 87 ecosistemas para la totalidad del territorio nacional continental, cuyo detalle puede ser revisado en el Anexo 1 del presente documento. Descrito por MAATE como: “Esta cobertura representa la caracterización, localización y distribución de los ecosistemas del Ecuador Continental al año 2012. Elaborado a escala 1: 100 000 a partir de modelamientos biofísicos, interpretación de imágenes satelitales (2010-2012) y validación en campo. Es un insumo base para explicar el estado de la biodiversidad a través de distintos tipos de análisis y una herramienta para facilitar la gestión y creación de políticas coherentes con el adecuado uso y manejo de los recursos naturales.” Estos datos están disponibles para descarga en: <http://ide.ambiente.gob.ec/mapainteractivo/>

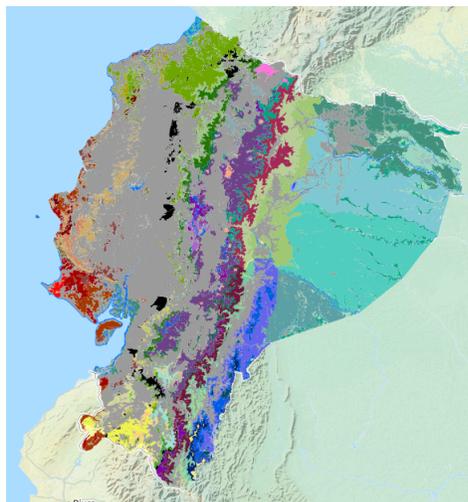


Figura 1. Mapa oficial de los Ecosistemas del Ecuador Continental. El detalle de la leyenda se encuentra en el Anexo 1 de este documento. Imagen tomada del [Mapa Interactivo Ambiental SUJA](http://ide.ambiente.gob.ec/mapainteractivo/).

5.2. Mapa de Cobertura y Uso de la Tierra escala 1:25.000

El mapa de cobertura y uso de la tierra a escala 1:25.000 (Figura 2) es un producto creado a nivel nacional desde el año 2009 al 2015, en un trabajo colaborativo entre Ministerio de Ganadería ex MAGAP, SIGTIERRAS y el Instituto Espacial Ecuatoriano (IEE) y SENPLADES 2017. La información fue generada a nivel cantonal, con una periodicidad distinta para cada cantón dentro del periodo mencionado. Este mapa proporciona información detallada de los sistemas productivos, cobertura del suelo, tamaño de la parcela, y temporalidad del cultivo. En el 2017 el Ministerio de Agricultura homologó la información cantonal generando el mapa de cobertura y uso de la tierra nacional. Estos datos están disponibles como geo-servicio en http://www.geoportaligm.gob.ec/p_afc/ows?service=wms&version=1.3.0&request=GetCapabilities

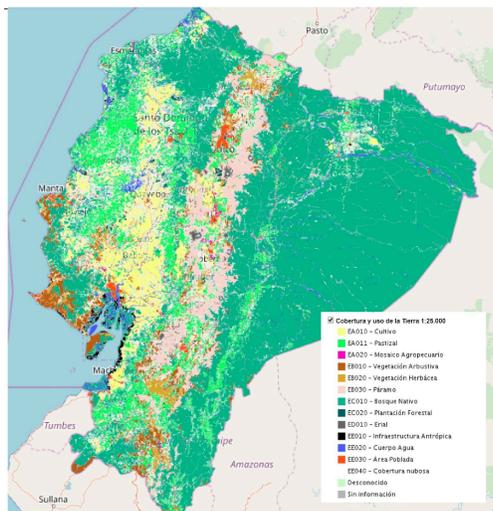


Figura 2. Mapa oficial de Cobertura y uso de la tierra de Ecuador. El detalle de la leyenda se encuentra en el Anexo 2 de este documento. Imagen tomada del Geoportal del Ministerio de Agricultura y Ganadería

5.3 Mapa de Cobertura y uso de la tierra y Sistemas productivos agropecuarios del Ecuador continental (versión editada por el Ministerio de Agricultura y Ganadería en 2020) escala 1:25.000

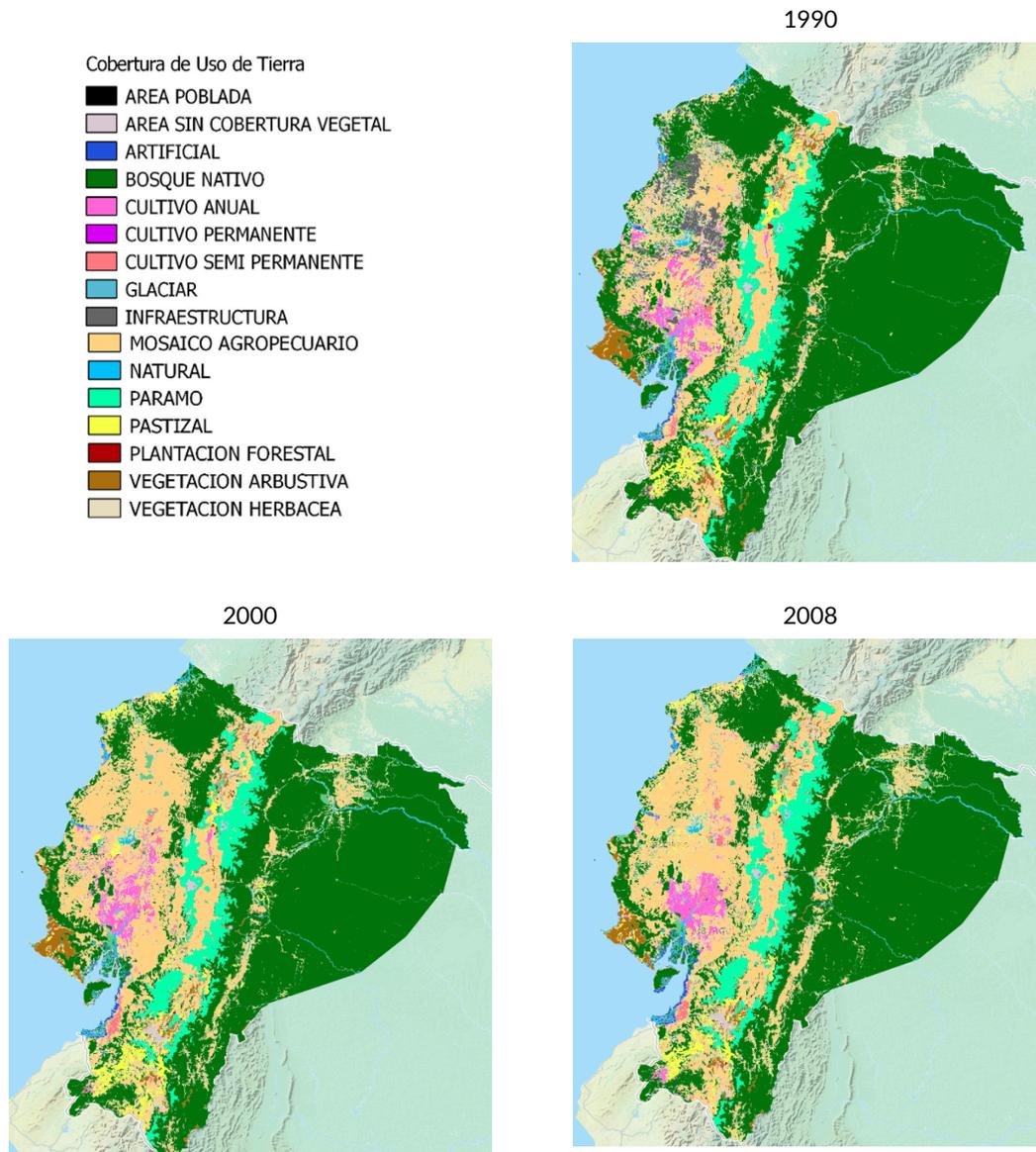
El mapa de Cobertura y uso de la tierra y sistemas productivos agropecuarios del Ecuador continental (versión editada por el Ministerio de Agricultura y Ganadería en 2020) estuvo a cargo del Instituto Espacial Ecuatoriano (IEE) y el Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG) a través del Sistema Nacional de Información de Tierras Rurales e Infraestructura Tecnológica (programa SIGTIERRAS). En el producto de 2015 se identificaron inconsistencias, por lo que se corrigió la información de algunas variables en el año 2020. Este mapa identifica los diferentes tipos de coberturas que ocupan la superficie de la tierra y determina el uso que da el hombre a cada una de ellas caracterizando el sistema de producción. La escala de trabajo es 1:25.000, lo que implica que la información del mapa no puede utilizarse para estudios que requieran escalas más detalladas ya que la Unidad Mínima Cartografiada (UMC) establecida es de 1.0 hectárea. Estos datos están disponibles para descarga en: <http://geoportal.agricultura.gob.ec/>



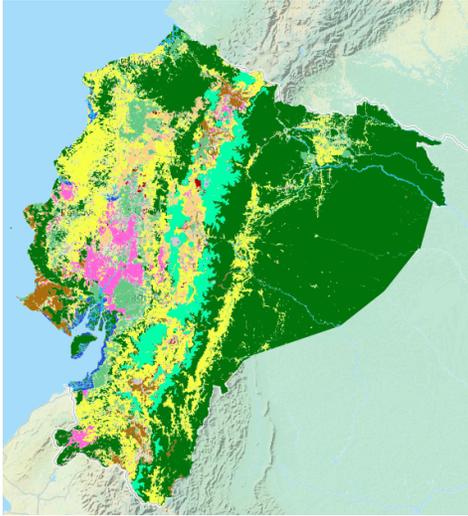
Figura 3. Mapa oficial de la Cobertura y uso de la tierra y Sistemas productivos agropecuarios del Ecuador continental. . Imagen tomada del Geoportal del Ministerio de Agricultura y Ganadería

5.4 Mapas de Cobertura y Uso de la Tierra (CUT) del Ecuador Continental escala 1:100.000

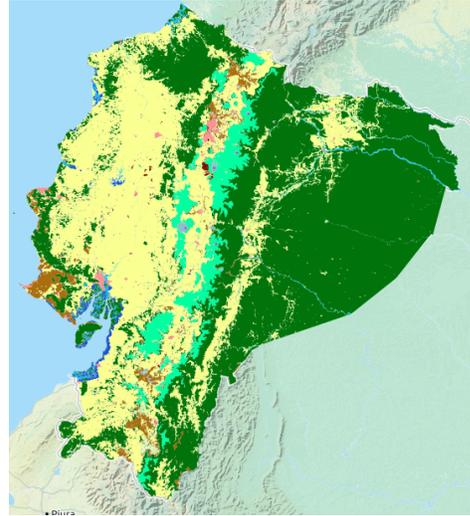
Los mapas de cobertura y uso de la tierra generados por el Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica y MAGAP (2014) para los años 1990, 2000, 2008, 2014, 2016, 2018 y 2020 a nivel nacional continental (Figura 4), identifican unidades con características comunes, desde bosques, zonas agrícolas y zonas transformadas a escala 1:100.000. Los mapas generados cuentan con dos niveles de detalle: a) nivel I corresponde a las 6 clases definidas por el IPCC (Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático); b) el nivel II corresponde a 16 clases (más detalladas) acordadas en mesas de diálogo intersectoriales. Disponible para descarga en: <http://ide.ambiente.gob.ec/mapainteractivo/>



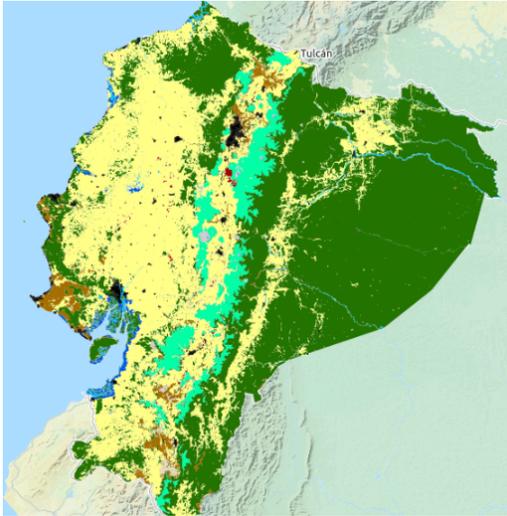
2014



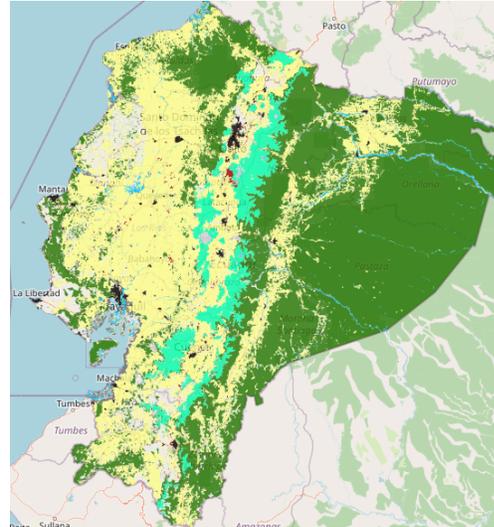
2016



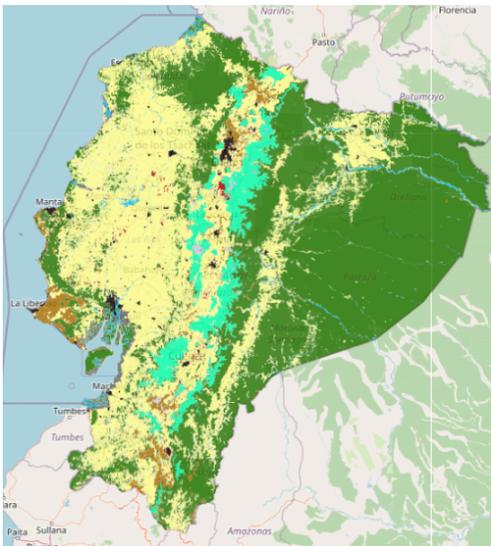
2018



2020



2022



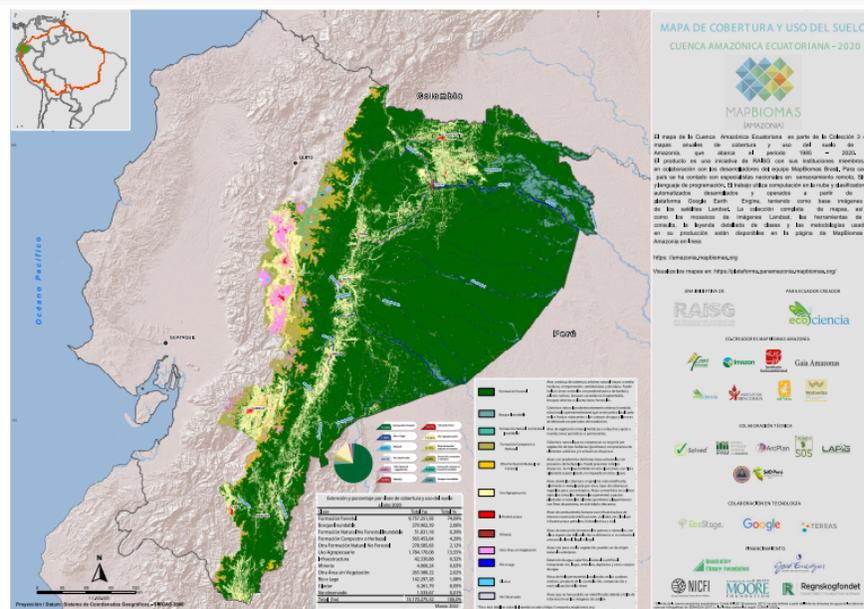


Figura 9. Mapa mural (año 2020) de Ecuador de la Colección 3 de MapBiomás Amazonía (RAISG, 2021).

5.9 Colección 4 de Mapas anuales de Cobertura y Uso del Suelo 1985-2021 de la Amazonía

En 2022, RAISG presentó su cuarta colección de mapas anuales de cobertura y uso del suelo de la Pan Amazonia. Este mapa actualizado abarca los años del periodo 1985 a 2021. Los mapas fueron generados a partir de la clasificación de imágenes de satélite Landsat empleando Random Forest mediante scripts implementados enteramente en la plataforma Google Earth Engine.

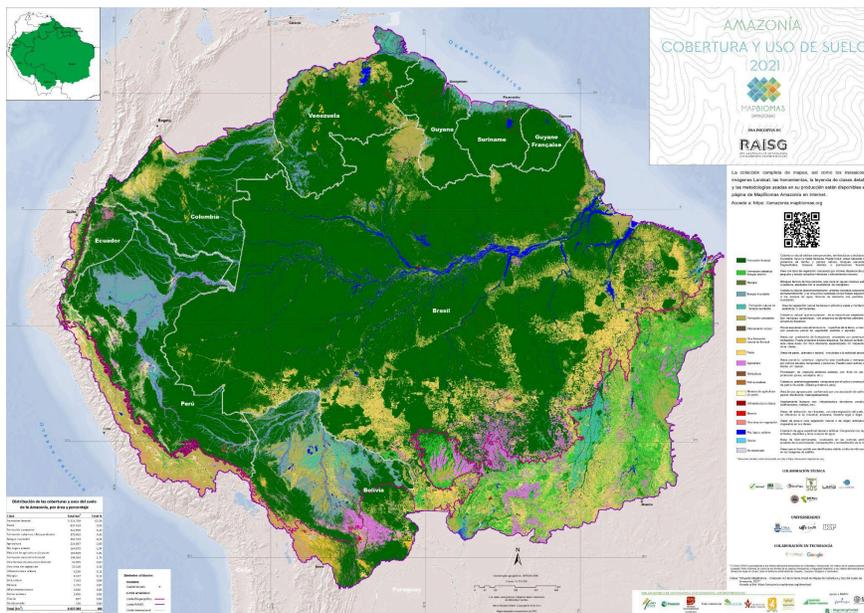


Figura 10. Mapa mural (año 2020) de la Colección 4 de MapBiomás Amazonía (RAISG, 2022).

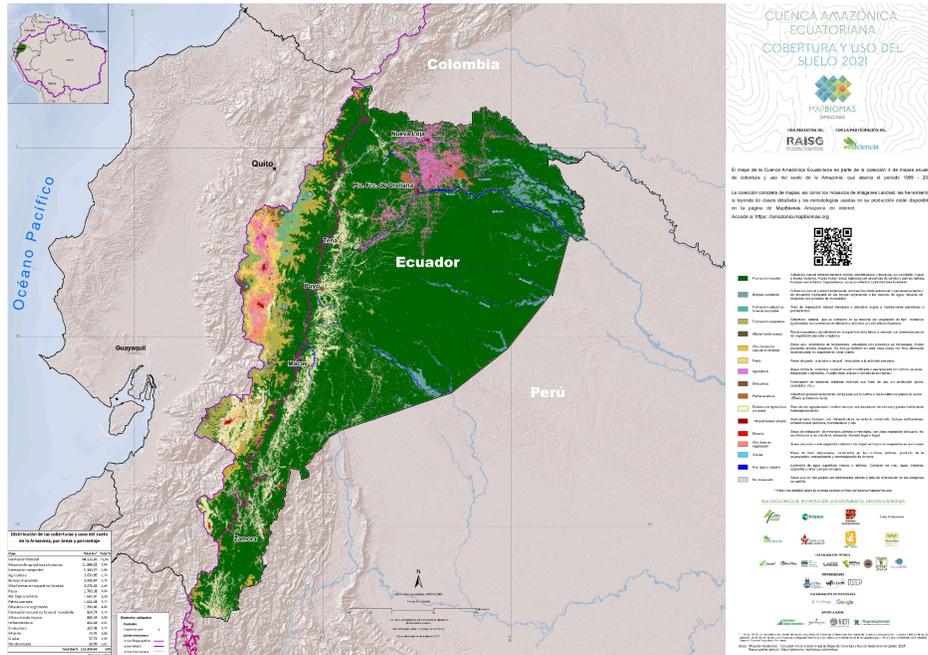


Figura 11. Mapa mural (año 2021) de Ecuador de la Colección 4 de MapBiomás Amazonía (RAISG, 2022).

5.10 Colección 5 de Mapas anuales de Cobertura y Uso del Suelo 1985-2022 de la Amazonía

En 2023, RAISG presentó la quinta colección de mapas anuales de cobertura y uso del suelo de la Pan Amazonia. Este mapa actualizado abarca los años del periodo 1985 a 2022. Los mapas fueron generados a partir de la clasificación de imágenes de satélite Landsat empleando Random Forest mediante scripts implementados enteramente en la plataforma Google Earth Engine.

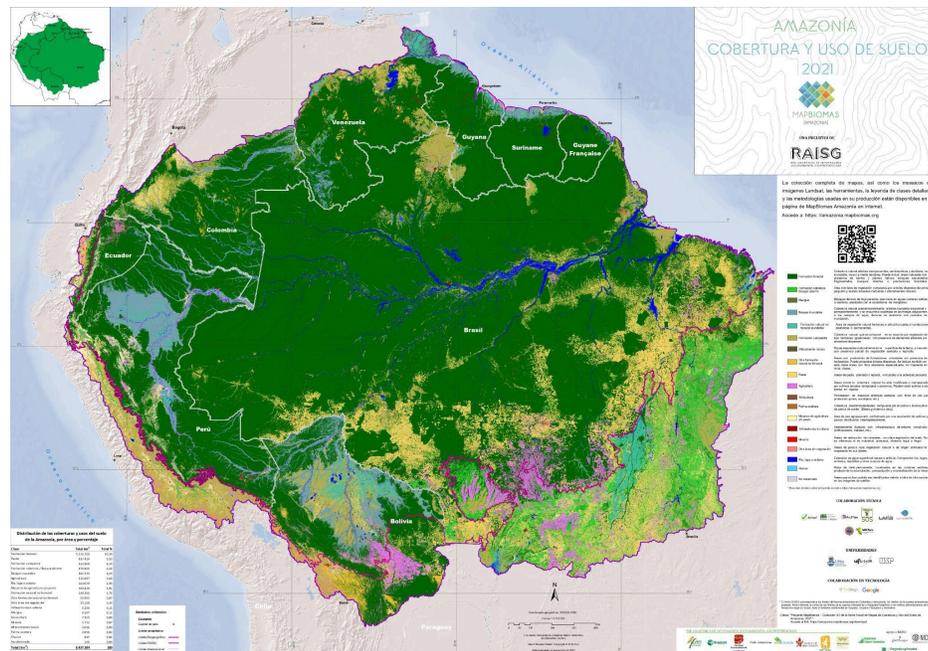


Figura 12. Mapa mural (año 2022) de la Colección 5 de MapBiomás Amazonía (RAISG, 2023).

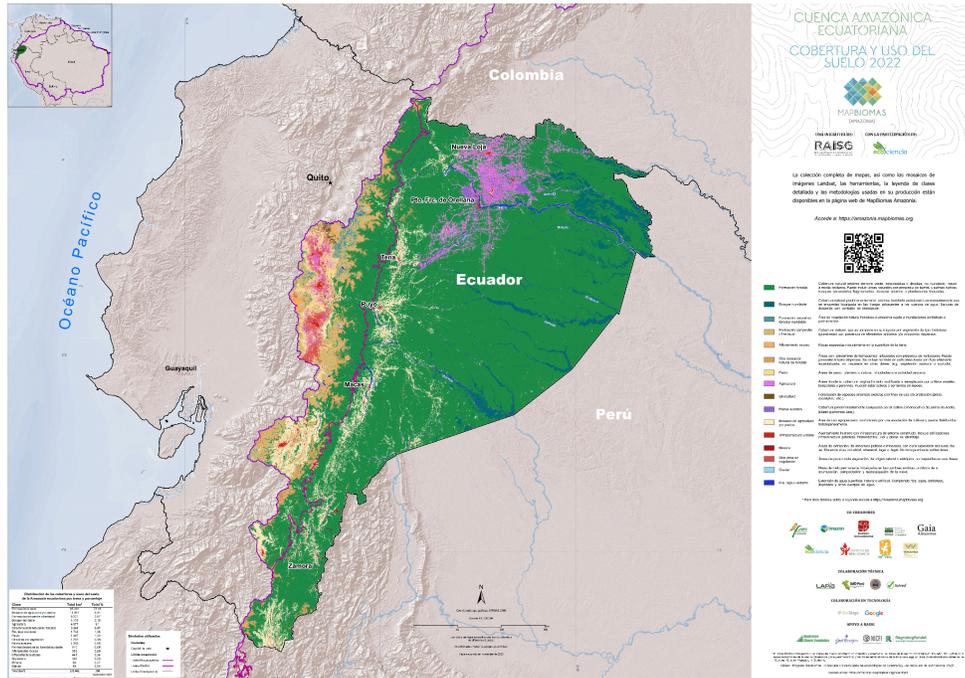
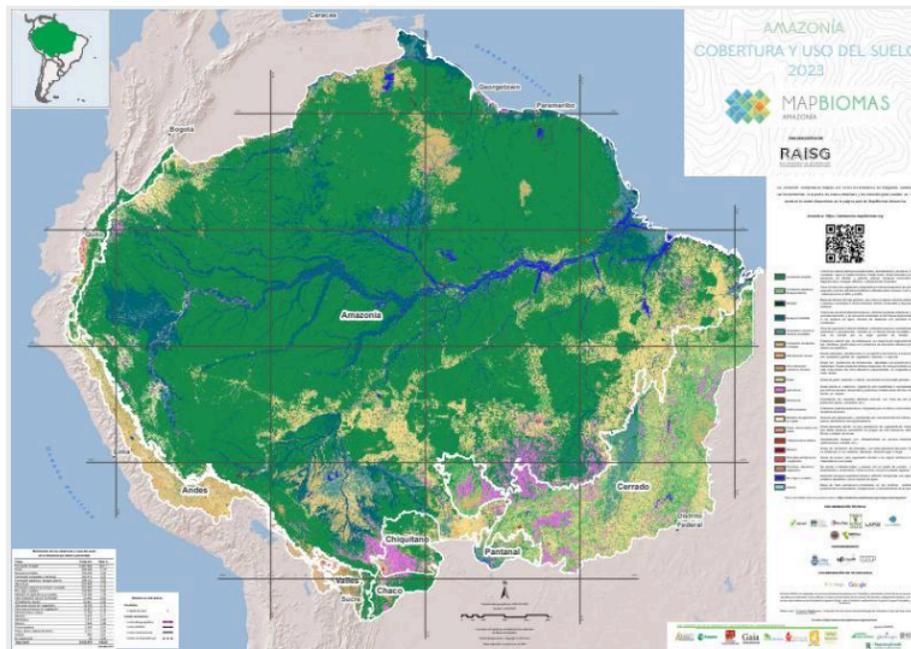


Figura 13. Mapa mural (año 2022) de Ecuador de la Colección 5 de MapBiomás Amazonía (RAISG, 2023).

5.11 Colección 6 de Mapas anuales de Cobertura y Uso del Suelo 1985-2023 de la Amazonía

En 2024, RAISG presentó la quinta colección de mapas anuales de cobertura y uso del suelo de la Pan Amazonia. Este mapa actualizado abarca los años del periodo 1985 a 2023. Los mapas fueron generados a partir de la clasificación de imágenes de satélite Landsat empleando Random Forest mediante scripts implementados enteramente en la plataforma Google Earth Engine.



Anexo 2: Leyenda del Mapa de Ecosistemas de Ecuador

Ecosistemas

- Agua
- Arbustal deciduo y Herbazal de playas del Litoral
- Arbustal desértico de tierras bajas del Jama-Zapotillo
- Arbustal desértico del sur de los Valles
- Arbustal semideciduo del sur de los Valles
- Arbustal siempreverde montano alto del Páramo del sur
- Arbustal siempreverde montano del norte de los Andes
- Arbustal siempreverde montano del sur de los Andes
- Arbustal siempreverde ripario de la Cordillera Oriental de los Andes
- Arbustal siempreverde y Herbazal del Páramo
- Arbustal siempreverde y Herbazal montano de la cordillera del Cóndor
- Bosque bajo y Arbustal deciduo de tierras bajas del Jama-Zapotillo
- Bosque deciduo de Cordillera Costera del Pacífico Ecuatorial
- Bosque deciduo de tierras bajas del Jama-Zapotillo
- Bosque deciduo montano bajo del Catamayo-Alamor
- Bosque deciduo piemontano del Catamayo-Alamor
- Bosque inundable de la llanura aluvial de los ríos de origen amazónico
- Bosque inundable de la llanura aluvial de los ríos de origen andino y de Cordilleras Amazónicas
- Bosque inundable de llanura intermareal del Chocó Ecuatorial
- Bosque inundable y vegetación lacustre-riparia de aguas negras de la Amazonía
- Bosque inundado de la llanura aluvial de la Amazonía
- Bosque inundado de llanura aluvial del Chocó Ecuatorial
- Bosque inundado de palmas de la llanura aluvial de la Amazonía
- Bosque semideciduo de Cordillera Costera del Pacífico Ecuatorial
- Bosque semideciduo de tierras bajas del Jama-Zapotillo
- Bosque semideciduo montano bajo del Catamayo-Alamor
- Bosque semideciduo piemontano del Catamayo-Alamor
- Bosque semideciduo piemontano del Sur de la Cordillera Oriental de los Andes
- Bosque siempreverde de tierras bajas con bambú de la Amazonía
- Bosque siempreverde de tierras bajas del Abanico del Pastaza
- Bosque siempreverde de tierras bajas del Aguarico-Putumayo-Caquetá
- Bosque siempreverde de tierras bajas del Chocó Ecuatorial
- Bosque siempreverde de tierras bajas del Napo-Curaray
- Bosque siempreverde de tierras bajas del Tigre-Pastaza
- Bosque siempreverde del Páramo
- Bosque siempreverde estacional de tierras bajas del Chocó Ecuatorial
- Bosque siempreverde estacional de tierras bajas del Jama-Zapotillo
- Bosque siempreverde estacional inundable de llanura aluvial del Jama-Zapotillo
- Bosque siempreverde estacional montano bajo de Cordillera Costera del Pacífico Ecuatorial
- Bosque siempreverde estacional montano bajo del Catamayo-Alamor
- Bosque siempreverde estacional piemontano de Cordillera Costera del Chocó
- Bosque siempreverde estacional piemontano de Cordillera Costera del Pacífico Ecuatorial
- Bosque siempreverde estacional piemontano de Cordillera Occidental de los Andes
- Bosque siempreverde estacional piemontano del Catamayo-Alamor
- Bosque siempreverde montano alto de Cordillera Occidental de los Andes
- Bosque siempreverde montano alto del Catamayo-Alamor

- Bosque siempreverde montano alto del Norte de la Cordillera Oriental de los Andes
- Bosque siempreverde montano alto del Sur de la Cordillera Oriental de los Andes
- Bosque siempreverde montano bajo de Cordillera Costera del Chocó
- Bosque siempreverde montano bajo de Cordillera Occidental de los Andes
- Bosque siempreverde montano bajo de Galeras
- Bosque siempreverde montano bajo de las cordilleras del Cóndor-Kutukú
- Bosque siempreverde montano bajo del Catamayo-Alamor
- Bosque siempreverde montano bajo del Norte de la Cordillera Oriental de los Andes
- Bosque siempreverde montano bajo del Sur de la Cordillera Oriental de los Andes
- Bosque siempreverde montano bajo sobre mesetas de arenisca de las cordilleras del Cóndor-Kutukú
- Bosque siempreverde montano de Cordillera Occidental de los Andes
- Bosque siempreverde montano de las cordilleras del Cóndor-Kutukú
- Bosque siempreverde montano del Catamayo-Alamor
- Bosque siempreverde montano del Norte de la Cordillera Oriental de los Andes
- Bosque siempreverde montano del Sur de la Cordillera Oriental de los Andes
- Bosque siempreverde montano sobre mesetas de arenisca de la cordillera del Cóndor

- Bosque siempreverde piemontano de Cordillera Occidental de los Andes
- Bosque siempreverde piemontano de Galeras
- Bosque siempreverde piemontano de las cordilleras del Cóndor-Kutukú
- Bosque siempreverde piemontano del Catamayo-Alamor
- Bosque siempreverde piemontano del Norte de la Cordillera Oriental de los Andes
- Bosque siempreverde piemontano del Sur de la Cordillera Oriental de los Andes
- Bosque siempreverde piemontano sobre afloramientos de roca caliza de las Cordilleras Amazónicas
- Bosque siempreverde piemontano sobre mesetas de arenisca de las cordilleras del Cóndor-Kutukú
- Bosque siempreverde sobre mesetas de arenisca de la cordillera del Cóndor en la baja Amazonía ecuatoriana
- Bosque y Arbustal semideciduo del norte de los Valles
- Bosque y Arbustal semideciduo del sur de los Valles
- Herbazal del Páramo
- Herbazal húmedo montano alto superior del Páramo
- Herbazal húmedo subnival del Páramo
- Herbazal inundable del Páramo
- Herbazal inundable ripario de tierras bajas del Chocó Ecuatorial
- Herbazal inundable ripario de tierras bajas del Jama-Zapotillo

- Herbazal inundado lacustre del Pacífico Ecuatorial
- Herbazal inundado lacustre-ripario de la llanura aluvial de la Amazonía
- Herbazal lacustre montano bajo del Sur de la Cordillera Oriental de los Andes
- Herbazal ultrahúmedo subnival del Páramo
- Herbazal y Arbustal siempreverde del Páramo del volcán Sumaco
- Herbazal y Arbustal siempreverde subnival del Páramo
- Intervención
- Manglar del Chocó Ecuatorial
- Manglar del Jama-Zapotillo
- Otras áreas
- Rosetal caulescente y Herbazal del Páramo (frailejones)
- Sin información
- Otros

Anexo 3: Leyenda del Mapa de Cobertura y Uso de la Tierra del Ecuador Continental

Nivel I	Nivel II	Definición Operativa	Fuente
Bosque	Bosque Nativo	Ecosistema arbóreo, primario o secundario, regenerado por sucesión natural; se caracteriza por la presencia de árboles de diferentes especies nativas, edades y portes variados, con uno o más estratos.	MAE (2016)
	Plantación Forestal	Masa arbórea establecida antrópicamente con una o más especies forestales.	MAE (2011)
Vegetación Arbustiva y Herbácea	Vegetación Arbustiva	Áreas con un componente substancial de especies leñosas nativas no arbóreas. Incluye áreas degradadas en transición a una cobertura densa del dosel.	MAE (2011)
	Páramo	Vegetación tropical altoandino caracterizada por especies dominantes no arbóreas que incluyen fragmentos de bosque nativo propios de la zona.	MAGAP - IEE (2012)
	Vegetación Herbácea	Áreas constituidas por especies herbáceas nativas con un crecimiento espontáneo, que no reciben cuidados especiales, utilizados con fines de pastoreo esporádico, vida silvestre o protección.	MAGAP - IEE (2012)
Tierra Agropecuaria	Cultivo Anual	Comprende aquellas tierras dedicadas a cultivos agrícolas, cuyo ciclo vegetativo es estacional, pudiendo ser cosechados una o más veces al año.	MAGAP - IEE (2012)
	Cultivo Semipermanente	Comprenden aquellas tierras dedicadas a cultivos agrícolas cuyo ciclo vegetativo dura entre uno y tres años.	MAGAP - IEE (2012)
	Cultivo Permanente	Comprenden aquellas tierras dedicadas a cultivos agrícolas cuyo ciclo vegetativo es mayor a tres años, y ofrece durante éste periodo varias cosechas.	MAGAP - IEE (2012)
Tierra Agropecuaria	Pastizal	Vegetaciones herbáceas dominadas por especies de gramíneas y leguminosas introducidas, utilizadas con fines pecuarios, que para su establecimiento y conservación, requieren de labores de cultivo y manejo.	MAGAP - IEE (2012)
	Mosaico Agropecuario (Asociación)	Son agrupaciones de especies cultivadas que se encuentran mezcladas entre sí y que no pueden ser individualizadas; y excepcionalmente pueden estar asociadas con vegetación natural.	MAGAP - IEE (2012)
Cuerpo de Agua	Natural	Superficie y volumen asociado de agua estática o en movimiento.	MAGAP - IEE (2012)
	Artificial	Superficie y volumen asociado de agua estática o en movimiento asociadas con las actividades antrópicas y el manejo del recurso hídrico.	MAGAP - IEE (2012)
Zona Antrópica	Área Poblada	Áreas principalmente ocupadas por viviendas y edificios destinados a colectividades o servicios públicos.	MAGAP - IEE (2012)
	Infraestructura	Obra civil de transporte, comunicación, agroindustrial y social.	MAGAP - IEE (2012)
Otras Tierras	Área sin cobertura vegetal	Áreas generalmente desprovistas de vegetación, que por sus limitaciones edáficas, climáticas, topográficas o antrópicas, no son aprovechadas para uso agropecuario o forestal, sin embargo pueden tener otros usos.	MAGAP - IEE (2012)
	Glaciar	Nieve y hielo localizados en las cumbres de las elevaciones andinas.	MAGAP - IEE (2012)

Anexo 5: Ecosistemas de la Amazonía de Ecuador agrupados según las clases de cobertura y uso de suelo equivalentes de la leyenda MapBiomias Ecuador.

LEYENDA		Bioma	ECOSISTEMAS (MAATE, 2013a)
NIVEL 1	NIVEL 2		
FORMACIÓN BOSCOSA	Bosque (ID = 3)	Amazonía	BOSQUE SIEMPREVERDE MONTANO DE LAS CORDILLERAS DEL CÓNDOR-KUTUKÚ
			BOSQUE SIEMPREVERDE MONTANO BAJO DE LAS CORDILLERAS DEL CÓNDOR-KUTUKÚ
			BOSQUE SIEMPREVERDE PIEMONTANO DE LAS CORDILLERAS DEL CÓNDOR-KUTUKÚ
			BOSQUE SIEMPREVERDE DE TIERRAS BAJAS DEL ABANICO DEL PASTAZA
			BOSQUE SIEMPREVERDE DE TIERRAS BAJAS DEL AGUARICO-PUTUMAYO-CAQUETÚ
			BOSQUE SIEMPREVERDE DE TIERRAS BAJAS DEL NAPO-CURARAY
		BOSQUE SIEMPREVERDE DE TIERRAS BAJAS DEL TIGRE-PASTAZA	
		Andes	BOSQUE SIEMPREVERDE MONTANO ALTO DE LA CORDILLERA OCCIDENTAL DE LOS ANDES
			BOSQUE SIEMPREVERDE MONTANO BAJO DEL SUR DE LA CORDILLERA ORIENTAL DE LOS ANDES
			BOSQUE SIEMPREVERDE MONTANO ALTO DEL NORTE DE LA CORDILLERA ORIENTAL DE LOS ANDES
			BOSQUE SIEMPREVERDE MONTANO BAJO DE LA CORDILLERA OCCIDENTAL DE LOS ANDES
			BOSQUE SIEMPREVERDE MONTANO DEL SUR DE LA CORDILLERA ORIENTAL DE LOS ANDES
			BOSQUE SIEMPREVERDE MONTANO DE LA CORDILLERA OCCIDENTAL DE LOS ANDES
	BOSQUE SIEMPREVERDE PIEMONTANO DE LA CORDILLERA OCCIDENTAL DE LOS ANDES		
	Bosque seco ecuatorial	BOSQUE SIEMPREVERDE MONTANO BAJO DEL NORTE DE LA CORDILLERA ORIENTAL DE LOS ANDES	
		BOSQUE SIEMPREVERDE MONTANO DEL NORTE DE LA CORDILLERA ORIENTAL DE LOS ANDES	
		BOSQUE SIEMPREVERDE PIEMONTANO DEL NORTE DE LA CORDILLERA ORIENTAL DE LOS ANDES	
		MANGLAR DEL JAMA-ZAPOTILLO	
		BOSQUE DECIDUO DE TIERRAS BAJAS DEL JAMA-ZAPOTILLO	
		BOSQUE SEMIDECIDUO DE LA CORDILLERA COSTERA DEL PACÍFICO ECUATORIAL	
BOSQUE SEMIDECIDUO DE TIERRAS BAJAS DEL JAMA-ZAPOTILLO			
BOSQUE SIEMPREVERDE ESTACIONAL DE TIERRAS BAJAS DEL JAMA-ZAPOTILLO			
Bosque húmedo tropical del Pacífico	BOSQUE SIEMPREVERDE ESTACIONAL MONTANO BAJO DE LA CORDILLERA COSTERA DEL PACÍFICO ECUATORIAL		
	BOSQUE SIEMPREVERDE ESTACIONAL PIEMONTANO DE LA CORDILLERA COSTERA DEL PACÍFICO ECUATORIAL		
	BOSQUE SIEMPREVERDE MONTANO BAJO DE LA CORDILLERA COSTERA DEL CHOCÓ ECUATORIAL		
	BOSQUE SIEMPREVERDE ESTACIONAL DE LAS TIERRAS BAJAS DEL CHOCÓ ECUATORIAL		
Bosque abierto (ID = 4)	Andes	BOSQUE SIEMPREVERDE ESTACIONAL PIEMONTANO DE LA CORDILLERA COSTERA DEL CHOCÓ ECUATORIAL	
		BOSQUE SIEMPREVERDE DE LAS TIERRAS BAJAS DEL CHOCÓ ECUATORIAL	
		ARBUSTAL SEMIDECIDUO DEL SUR DE LOS VALLES	
		BOSQUE DECIDUO MONTANO BAJO DEL CATAMAYO-ALAMOR	
		BOSQUE Y ARBUSTAL SEMIDECIDUO DEL SUR DE LOS VALLES	
		BOSQUE DECIDUO PIEMONTANO DEL CATAMAYO-ALAMOR	
BOSQUE SIEMPREVERDE ESTACIONAL PIEMONTANO DEL CATAMAYO-ALAMOR			
BOSQUE SEMIDECIDUO MONTANO BAJO DEL CATAMAYO-ALAMOR			

			BOSQUE SEMIDECIDUO PIEMONTANO DEL CATAMAYO-ALAMOR
		Bosque seco ecuatorial	ARBUSTAL DESHÉRTICO DE TIERRAS BAJAS DEL JAMA-ZAPOTILLO
			BOSQUE SIEMPREVERDE ESTACIONAL DE TIERRAS BAJAS DEL JAMA-ZAPOTILLO
			BOSQUE SEMIDECIDUO PIEMONTANO DEL CATAMAYO-ALAMOR
			BOSQUE DECIDUO PIEMONTANO DEL CATAMAYO-ALAMOR
			BOSQUE SIEMPREVERDE ESTACIONAL MONTANO BAJO DE LA CORDILLERA COSTERA DEL PACÍFICO ECUATORIAL
			BOSQUE DECIDUO DE LA CORDILLERA COSTERA DEL PACÍFICO ECUATORIAL
			BOSQUE SIEMPREVERDE ESTACIONAL PIEMONTANO DE LA CORDILLERA COSTERA DEL PACÍFICO ECUATORIAL
			BOSQUE SEMIDECIDUO DE LA CORDILLERA COSTERA DEL PACÍFICO ECUATORIAL
			BOSQUE SEMIDECIDUO DE TIERRAS BAJAS DEL JAMA-ZAPOTILLO
			BOSQUE BAJO Y ARBUSTAL DECIDUO DE TIERRAS BAJAS DEL JAMA-ZAPOTILLO
		BOSQUE DECIDUO DE TIERRAS BAJAS DEL JAMA-ZAPOTILLO	
		Bosque húmedo tropical del Pacífico	BOSQUE SEMIDECIDUO DE TIERRAS BAJAS DEL JAMA-ZAPOTILLO
	BOSQUE SIEMPREVERDE ESTACIONAL DE LAS TIERRAS BAJAS DEL CHOCÓ ECUATORIAL		
	BOSQUE SIEMPREVERDE DE LAS TIERRAS BAJAS DEL CHOCÓ ECUATORIAL		
	Manglar (ID = 5)	Bosque seco ecuatorial	MANGLAR DEL JAMA-ZAPOTILLO
		Bosque húmedo tropical del Pacífico	BOSQUE INUNDADO DE LA LLANURA ALUVIAL DEL CHOCÓ ECUATORIAL MANGLAR DEL CHOCÓ ECUATORIAL
	Bosque inundable (ID=6)	Amazonía	BOSQUE INUNDABLE DE LA LLANURA ALUVIAL DE LOS RÍOS DE ORIGEN AMAZÓNICO
			BOSQUE SIEMPREVERDE DE TIERRAS BAJAS DEL AGUARICO-PUTUMAYO-CAQUETÚ
			BOSQUE SIEMPREVERDE DE TIERRAS BAJAS DEL ABANICO DEL PASTAZA
BOSQUE SIEMPREVERDE DE TIERRAS BAJAS DEL TIGRE-PASTAZA			
BOSQUE INUNDABLE DE LA LLANURA ALUVIAL DE LOS RÍOS DE ORIGEN ANDINO Y DE CORDILLERAS AMAZÓNICAS			
BOSQUE INUNDADO DE LA LLANURA ALUVIAL DE LA AMAZONÍA			
Andes		BOSQUE INUNDABLE DE LA LLANURA ALUVIAL DE LOS RÍOS DE ORIGEN ANDINO Y DE CORDILLERAS AMAZÓNICAS	
		BOSQUE SIEMPREVERDE PIEMONTANO DEL NORTE DE LA CORDILLERA ORIENTAL DE LOS ANDES	
FORMACIÓN NATURAL NO BOSCOUSA	Formación natural no forestal inundable (ID=11)	Amazonía	BOSQUE INUNDADO DE LA LLANURA ALUVIAL DE LA AMAZONÍA
			BOSQUE SIEMPREVERDE DE TIERRAS BAJAS DEL NAPO-CURARAY
			BOSQUE INUNDABLE DE LA LLANURA ALUVIAL DE LOS RÍOS DE ORIGEN AMAZÓNICO
			BOSQUE SIEMPREVERDE DE TIERRAS BAJAS DEL TIGRE-PASTAZA
			BOSQUE INUNDABLE DE LA LLANURA ALUVIAL DE LOS RÍOS DE ORIGEN ANDINO Y DE CORDILLERAS AMAZÓNICAS
	Andes	HERBAZAL HÚMEDO SUBNIVAL DEL PÚRAMO	
		ROSETAL CAULESCENTE Y HERBAZAL DEL PÚRAMO (FRAILEJONES)	
		HERBAZAL HÚMEDO MONTANO ALTO SUPERIOR DEL PÚRAMO	
		ARBUSTAL SIEMPREVERDE Y HERBAZAL DEL PÚRAMO	
		HERBAZAL INUNDABLE DEL PÚRAMO	
		HERBAZAL Y ARBUSTAL SIEMPREVERDE SUBNIVAL DEL PÚRAMO	
		HERBAZAL DEL PÚRAMO	
	Bosque seco ecuatorial	HERBAZAL INUNDABLE RIPARIO DE TIERRAS BAJAS DEL JAMA-ZAPOTILLO	
		MANGLAR DEL JAMA-ZAPOTILLO	

			BOSQUE BAJO Y ARBUSTAL DECIDUO DE TIERRAS BAJAS DEL JAMA-ZAPOTILLO
		Bosque húmedo tropical del Pacífico	MANGLAR DEL CHOCÓ ECUATORIAL
			BOSQUE INUNDADO DE LA LLANURA ALUVIAL DEL CHOCÓ ECUATORIAL
	Herbazal (ID=12)	Andes	ARBUSTAL SEMIDECIDUO DEL SUR DE LOS VALLES
			HERBAZAL HÚMEDO MONTANO ALTO SUPERIOR DEL PÚRAMO
			ROSETAL CAULESCENTE Y HERBAZAL DEL PÚRAMO (FRAILEJONES)
			HERBAZAL Y ARBUSTAL SIEMPREVERDE SUBNIVAL DEL PÚRAMO
			ARBUSTAL SIEMPREVERDE Y HERBAZAL DEL PÚRAMO
			HERBAZAL DEL PÚRAMO
		Bosque seco ecuatorial	BOSQUE SEMIDECIDUO DE TIERRAS BAJAS DEL JAMA-ZAPOTILLO
			BOSQUE BAJO Y ARBUSTAL DECIDUO DE TIERRAS BAJAS DEL JAMA-ZAPOTILLO
			BOSQUE SIEMPREVERDE ESTACIONAL DE TIERRAS BAJAS DEL JAMA-ZAPOTILLO
			BOSQUE SIEMPREVERDE ESTACIONAL PIEMONTANO DEL CATAMAYO-ALAMOR
		Bosque húmedo tropical del Pacífico	BOSQUE SIEMPREVERDE ESTACIONAL DE LAS TIERRAS BAJAS DEL CHOCÓ ECUATORIAL
		Afloramiento rocoso (ID=29)	Andes
	HERBAZAL HÚMEDO MONTANO ALTO SUPERIOR DEL PÚRAMO		
	ARBUSTAL SIEMPREVERDE Y HERBAZAL DEL PÚRAMO		
	HERBAZAL Y ARBUSTAL SIEMPREVERDE SUBNIVAL DEL PÚRAMO		
	HERBAZAL ULTRAHÚMEDO SUBNIVAL DEL PÚRAMO		
	HERBAZAL DEL PÚRAMO		
Otra formación natural no forestal (ID=13)	Amazonía	ARBUSTAL SIEMPREVERDE Y HERBAZAL MONTANO DE LA CORDILLERA DEL CÓNDOR	
		BOSQUE SIEMPREVERDE MONTANO SOBRE MESETAS DE ARENISCA DE LA CORDILLERA DEL CÓNDOR	
	Andes	ARBUSTAL SIEMPREVERDE MONTANO DEL NORTE DE LOS ANDES	
		ARBUSTAL SIEMPREVERDE MONTANO DEL SUR DE LOS ANDES	
		BOSQUE SEMIDECIDUO MONTANO BAJO DEL CATAMAYO-ALAMOR	
		BOSQUE SIEMPREVERDE MONTANO DEL NORTE DE LA CORDILLERA ORIENTAL DE LOS ANDES	
		BOSQUE SIEMPREVERDE MONTANO ALTO DEL SUR DE LA CORDILLERA ORIENTAL DE LOS ANDES	
		BOSQUE SIEMPREVERDE MONTANO ALTO DEL NORTE DE LA CORDILLERA ORIENTAL DE LOS ANDES	
		ARBUSTAL SEMIDECIDUO DEL SUR DE LOS VALLES	
		ARBUSTAL SIEMPREVERDE Y HERBAZAL DEL PÚRAMO	
	HERBAZAL DEL PÚRAMO		
	Bosque seco ecuatorial	BOSQUE DECIDUO DE TIERRAS BAJAS DEL JAMA-ZAPOTILLO	
BOSQUE BAJO Y ARBUSTAL DECIDUO DE TIERRAS BAJAS DEL JAMA-ZAPOTILLO			
ARBUSTAL DESHÉRTICO DE TIERRAS BAJAS DEL JAMA-ZAPOTILLO			
Bosque húmedo tropical del Pacífico	BOSQUE SIEMPREVERDE DE LAS TIERRAS BAJAS DEL CHOCÓ ECUATORIAL		
CUERPO DE AGUA	Acuicultura (ID=31)	Bosque seco ecuatorial	MANGLAR DEL JAMA-ZAPOTILLO
			BOSQUE DECIDUO DE TIERRAS BAJAS DEL JAMA-ZAPOTILLO
	Bosque húmedo tropical del Pacífico	MANGLAR DEL CHOCÓ ECUATORIAL	
		BOSQUE SIEMPREVERDE ESTACIONAL DE LAS TIERRAS BAJAS DEL CHOCÓ ECUATORIAL	
	BOSQUE SIEMPREVERDE DE LAS TIERRAS BAJAS DEL CHOCÓ ECUATORIAL		

Anexo 6: Categorías de Uso del Suelo de Ecuador agrupados según las clases de cobertura y uso de suelo equivalentes de la leyenda MapBiomás Ecuador.

LEYENDA		REGIÓN	CLASES DE COBERTURA Y USO DE LA TIERRA SEGÚN MAATE, 2019	
NIVEL 1	NIVEL 2			
FORMACIÓN BOSCOSA	Bosquel (ID = 3)	Amazonía Andes	-	Bosque nativo
	Bosque abierto (ID = 4)		-	Bosque nativo
	Manglar (ID = 5)		-	Bosque nativo
	Bosque Inundable (ID = 6)	Amazonía	-	Bosque nativo
FORMACIÓN NATURAL NO FORESTAL	Formación Natural no Forestal Inundable (ID = 11)	Amazonía Andes	-	Vegetación herbácea - Páramo
	Herbazal (ID = 12)	Andes	-	Vegetación herbácea - Páramo
	Afloramiento rocoso (ID = 29)	Amazonía Andes	-	Área sin cobertura vegetal
	Otra Formación Natural no Forestal (ID = 13)	Amazonía Andes	-	Vegetación arbustiva
AGROPECUARIA Y SILVICULTURA	Silvicultura (ID= 9)	Amazonía Andes	-	Plantación forestal
	Mosaico de agricultura y/o pastos (ID= 21)	Amazonía Andes	-	Mosaico agropecuario - Pastizal - Cultivo anual - Cultivo semipermanente - Cultivo permanente
ÁREA SIN VEGETACIÓN	Infraestructura Urbana (ID = 24)	Amazonía Andes	-	Área poblada - Infraestructura
	Minería (ID = 30)	Amazonía	-	Área sin cobertura vegetal
	Otra área sin vegetación (ID = 25)	Amazonía Andes	-	Área sin cobertura vegetal - Área poblada - Infraestructura
CUERPO DE AGUA	Río, Lago u Océano (ID = 33)	Amazonía Andes	-	Cuerpo de agua - Natural - Artificial
	Acuicultura (ID = 31)		-	Artificial
	Glaciar (ID = 34)	Andes	-	Glaciar

Anexo 7: Categorías de Ecosistemas Nativos de Galápagos agrupados según las clases de cobertura y uso de suelo equivalentes de la leyenda MapBiomias Ecuador.

LEYENDA		BIOMA	CLASES DE COBERTURA Y USO DE LA TIERRA SEGÚN Rivas et al., 2018
NIVEL 1	NIVEL 2		
FORMACIÓN BOSCOSA	Bosque (ID = 3)	Galápagos	- Bosque y Arbustal Húmedo de Playas - Bosque Deciduo - Bosque Siempreverde Estacional - Bosque y Arbustal Siempreverde - Herbazal Húmedo
	Bosque abierto (ID = 4)	Galápagos	- Bosque y Arbustal Húmedo de Playas - Bosque Deciduo - Bosque Siempreverde Estacional - Bosque y Arbustal Siempreverde - Arbustal Deciduo - Manglar - Herbazal Húmedo - Herbazal Deciduo
	Manglar (ID = 5)	Galápagos	- Bosque y Arbustal Húmedo de Playas - Bosque Deciduo
FORMACIÓN NATURAL NO BOSCOSA	Herbazal (ID = 12)	Galápagos	- Herbazal Deciduo - Arbustal Deciduo - Herbazal Deciduo de Altura - Bosque Deciduo - Bosque Siempreverde Estacional
	Afloramiento rocoso (ID= 29)	Galápagos	- Lava Antigua - Lava Reciente
	Otra Formación Natural no Forestal (ID = 13)	Galápagos	- Bosque y Arbustal Siempreverde - Herbazal Deciduo - Arbustal Deciduo - Bosque Deciduo
CUERPO DE AGUA	Río, Lago u Océano (ID = 33)	Galápagos	- Manglar - Agua - Lava Antigua - Lava Reciente