



Ministerio
del **Ambiente**

Julio 2017

DEFORESTACIÓN DEL ECUADOR CONTINENTAL PERIODO 2014-2016



**Ministerio del
Ambiente**

DEFORESTACIÓN DEL ECUADOR CONTINENTAL PERIODO 2014-2016.

Ministerio del Ambiente

Créditos:

Unidad de monitoreo del Sistema Único de Información Ambiental
Sala de Observación del Proyecto de Monitoreo de la Cobertura Forestal en la Región Amazónica -
Organización del Tratado de Cooperación Amazónica.

Coordinación:

Sistema Único de Información Ambiental - SUIA

Elaboración:

Danilo Granja
Jeanneth Alvear

Equipo técnico:

Alexandra Chacón
Gicela Arias
Lenin Beltrán
Lorena Parra
Mónica López
Rodrigo Torres

Revisión:

Subsecretaría de Patrimonio Natural
Subsecretaría de Cambio Climático
Dirección de Información Seguimiento y Evaluación

Calle Madrid 1159 y Andalucía

Quito, Ecuador.

Telf.: 593 - 2- 3987600

www.ambiente.gob.ec

La manera de citar este documento es: Ministerio del Ambiente, (2017). Deforestación del Ecuador continental periodo 2014-2016. Quito - Ecuador

Contenido

SIGLAS Y ACRONIMOS	3
RESUMEN	4
1. ANTECEDENTES	5
2. METODOLOGÍA.....	6
2.1. Revisión conceptual	6
2.2. Leyenda temática	7
2.3. Insumos y pre-procesamiento.....	8
2.4. Clasificación de imágenes satelitales y edición visual.....	9
2.5. Trayectoria de cambios de cobertura y uso de la tierra	10
2.6. Cálculo de la tasa de deforestación	11
2.7. Evaluación de la precisión	12
3. RESULTADOS Y ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN.....	13
3.1. Resultado de cobertura y uso de la tierra.....	13
3.2. Resultados de bosque nativo	14
3.3. Resultados de deforestación y regeneración.....	16
3.4. Deforestación en áreas bajo conservación y manejo para el periodo 2014-2016.....	22
3.4.1 Deforestación en el Sistema Nacional de Áreas Protegidas (SNAP).....	23
3.4.2 Deforestación en los Bosques y Vegetación Protectora (BVP).....	26
3.4.3 Deforestación en el Patrimonio Forestal del Estado (PFE).....	27
3.5. Deforestación por estrato de bosque	28
3.6. Deforestación por ecosistemas boscosos	30
3.7. Análisis de la deforestación e infraestructura vial	32
3.8. Tamaño de los parches de deforestación	33
3.9. Resultados de la evaluación de la precisión	33
4. CONCLUSIONES	35
5. RECOMENDACIONES	36
6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	37

SIGLAS Y ACRONIMOS

BVP	Bosque y Vegetación Protectora
CMNUCC	Convención Marco de las Naciones Unidas para el Cambio Climático
CONALI	Consejo Nacional de Límites Internos
FAO	Organización de las Naciones Unidas Para la Alimentación y la Agricultura
IEE	Instituto Espacial Ecuatoriano
IPCC	Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático
MAE	Ministerio del Ambiente
MAGAP	Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca
M-MRV	Medición, Monitoreo, Reporte y Verificación
OTCA	Organización del Tratado de Cooperación Amazónica
PFE	Patrimonio Forestal del Estado
REDD+	Reducción de Emisiones por Deforestación y Degradación de los bosques, y la función de la conservación de reservorios de carbono, manejo sostenible de bosques e incremento de contenidos de carbono de los bosques
ROI	Región de interés
SENPLADES	Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo
SIG	Sistema de Información Geográfica
SNAP	Sistema Nacional de Áreas Protegidas
USGS	Servicio Geológico de los Estados Unidos

RESUMEN

El Ministerio del Ambiente del Ecuador realiza el monitoreo continuo de los bosques en cumplimiento de la Constitución de la República que reconoce los derechos de la naturaleza y en base al lineamiento estratégico 7.3 del Plan Nacional del Buen Vivir 2013-2017, que se refiere a consolidar la gestión sostenible de los bosques, enmarcada en el modelo de gobernanza forestal (SENPLADES, 2013). Por otra parte se constituye en el indicador del compromiso país sobre la reducción de emisiones por deforestación en el marco del Plan de Acción REDD+ del Ecuador “Bosques para el Buen Vivir” (2016-2025).

En este contexto, se presenta el cálculo de la deforestación para el periodo 2014-2016, el cual es uno de los principales indicadores para determinar el estado de los bosques. Esta información permite analizar espacialmente la expansión de la frontera agrícola, principal causa de la deforestación y es un insumo que permite una gestión integral del patrimonio natural a través del ordenamiento territorial.

La deforestación se calculó en base al mapa de bosque – no bosque del Ecuador continental del año 2016 a escala 1:100.000 y el mapa de cobertura y uso de la tierra del año 2014 del Ecuador continental, este último fue generado en el año 2015 en un trabajo conjunto entre MAE y MAGAP. El mapa correspondiente al año 2016 fue generado en base a la clasificación e interpretación visual de imágenes satelitales Landsat, siguiendo la misma metodología que el mapa del año 2014, lo que permitió que sean comparables y se pueda obtener los diferentes indicadores de deforestación.

Los resultados obtenidos para el periodo 2014-2016 en el Ecuador continental son:

- Deforestación bruta anual promedio 94.353 ha/año,
- Deforestación neta anual promedio 61.112 ha/año,
- Regeneración anual promedio 33.241 ha/año.

Los datos presentados son comparados con los datos históricos generados previamente por el MAE para los periodos 1990-2000, 2000-2008 y 2008-2014, con lo cual se tiene una visión general de las tendencias de deforestación en el país. El reporte de deforestación para el periodo 2014-2016 presentado por el MAE, se lo hace por primera vez en un periodo de dos años y evidencia los continuos esfuerzos realizados por esta cartera de Estado para mejorar los procesos de medición, a fin de contar con un monitoreo de la deforestación que permita la toma de decisiones relacionadas al manejo sostenible de los ecosistemas boscosos en intervalos menores de tiempo.

El análisis se complementó con otros insumos generados por el MAE, como el Mapa de ecosistemas del Ecuador continental, sistema nacional de áreas protegidas, áreas de importancia para la conservación o seguimiento ambiental, entre otros, con la finalidad de analizar las dinámicas de cambio de la cobertura boscosa.

La información sobre deforestación es un insumo para la toma de decisiones respecto a la forma de incidir sobre los cambios de la cobertura forestal, el ordenamiento territorial, la conservación de la biodiversidad y el manejo integral de los recursos forestales, a través de la creación de políticas. El proceso forma parte del sistema de medición, monitoreo, reporte y verificación (M-MRV) del Ecuador para la implementación de REDD+, y el acceso a financiamiento basado en resultados acorde a las decisiones de la CMNUCC.

1. ANTECEDENTES

La serie histórica de mapas de cobertura y uso de la tierra, inicia en el año 2009 con la línea base de deforestación realizada por el Programa Socio Bosque en base al análisis de imágenes satelitales ópticas de mediana resolución.

Como parte del monitoreo forestal el MAE actualmente cuenta con los mapas de cobertura y uso de la tierra del Ecuador continental para los años 1990, 2000, 2008 y 2014, con los cuales se calculó la deforestación promedio anual para los periodos 1990-2000, 2000-2008 y 2008-2014. El análisis de esta información se presentó en el documento “Análisis de la deforestación en el Ecuador continental 1990-2014”¹.

Los datos de deforestación del periodo 2000-2008 formaron parte del cálculo de emisiones realizado para el Nivel de Referencia de Emisiones Forestales por Deforestación, presentado a la CMNUCC en abril del 2015, requisito para acceder a pagos por resultados bajo mecanismo REDD+.

Los datos obtenidos para el periodo 2008-2014 fueron insumo para la construcción del Anexo Técnico de REDD+ presentado en conjunto con el Primer Informe Bienal de Actualización del Ecuador a la CMNUCC en septiembre del 2016.

Debido a la necesidad de continuar con el proceso de monitoreo de la cobertura forestal, desde el año 2014 el MAE planificó realizar el reporte del indicador de deforestación cada 2 años. Cumpliendo con esta planificación se generó el mapa de bosque – no bosque del Ecuador Continental para el año 2016 que permitió la actualización del indicador de deforestación para el periodo 2014-2016, este es el primer reporte bienal de valores de deforestación, lo que faculta la implementación de políticas públicas de forma oportuna.

Estos procesos de generación de información han recibido el apoyo de la OTCA, organización que financia las salas de observación de la deforestación en sus países miembros² a través del proyecto “Monitoreo de la Cobertura Forestal en la Región Amazónica”, que está brindando soporte técnico y financiamiento desde junio de 2012.

¹ Este documento se encuentra disponible en <http://suia.ambiente.gob.ec/en/documentos> (Sistema Nacional de Monitoreo)

² Los países que conforman la OTCA son: Bolivia, Brasil, Colombia, Ecuador, Guyana, Perú, Surinam y Venezuela

2. METODOLOGÍA

La metodología empleada para el cálculo de la deforestación considera el enfoque 3 establecido en las Guías de Buenas Prácticas del IPCC, según el cual las transiciones de cobertura de la tierra se representan de forma espacialmente explícita y exhaustiva (IPCC, 2006). Para la identificación de los cambios de cobertura de la tierra se empleó una metodología de post- clasificación, es decir, se generan mapas independientes para cada año de referencia y se calculan los cambios de cobertura de la tierra a partir de la comparación de pares de mapas, mediante el empleo de herramientas SIG.

Para el cálculo de la deforestación del periodo 2014-2016 se empleó el mapa de cobertura y uso de la tierra del año 2014 a escala 1:100.000 elaborado en conjunto con los equipos técnicos de MAE - MAGAP y el mapa de bosque – no bosque del año 2016, realizado por el MAE. Se utilizaron los límites territoriales oficiales del año 2016 definidos por la CONALI.

A continuación se realiza una breve descripción de la metodología empleada, y las definiciones operativas; el protocolo metodológico para la generación del mapa bosque – no bosque se detalla en el documento “Protocolo metodológico para la generación de mapas de deforestación del Ecuador continental³” de julio de 2017, el cual consta de 11 anexos técnicos.

La metodología utilizada se encuentra documentada con el propósito de que sea replicable, este es uno de los requisitos básicos de un sistema de monitoreo, con la finalidad de realizar reportes nacionales e internacionales de forma transparente.

2.1. Revisión conceptual

El enfoque metodológico atiende a las definiciones operativas de bosque, deforestación y regeneración publicadas en el Plan de Acción REDD+ (2016-2025) “Bosques para el Buen Vivir”, oficializado mediante Acuerdo No. 116 del Ministerio del Ambiente, de fecha 7 de noviembre de 2016.

Bosque

Comunidad vegetal natural o cultivada de por lo menos una hectárea, con árboles de al menos cinco metros de altura y con un mínimo de treinta por ciento de cobertura del dosel o capa aérea vegetal. El bosque se puede diferenciar en bosque nativo y plantaciones forestales.

Se incluyen las áreas cubiertas de bambú y palmas nativas, siempre que éstas alcancen el límite mínimo establecido en cuanto a área mínima, altura y cubierta de copas. Se excluyen las formaciones de árboles utilizadas en sistemas de producción agrícola, por ejemplo plantaciones frutales, plantaciones de palma africana y sistemas agroforestales. Se excluyen también los árboles que crecen en parques y jardines urbanos.

³ Documento disponible en <http://suia.ambiente.gob.ec/en/documentos>

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.

Deforestación bruta

Es un proceso de conversión antrópica del bosque en otra cobertura y uso de la tierra; bajo los umbrales de altura, cobertura del dosel o área establecida en la definición de bosque en un periodo de tiempo, sin considerar áreas de regeneración durante el mismo periodo. El término excluye a las zonas de plantaciones forestales removidas como resultado de cosecha o tala y a las áreas en donde los árboles fueron extraídos a causa del aprovechamiento forestal, y en donde se espera que el bosque se regenere de manera natural o con la ayuda de técnicas silvícolas, a menos que el aprovechamiento vaya seguido de una tala de los árboles restantes para introducir usos de la tierra alternativos.

Regeneración natural de bosques

Es la recuperación del bosque nativo a través de procesos naturales o por actividades antrópicas. Como resultado de este proceso se presentan bosques secundarios en diferentes estados de desarrollo.

Deforestación neta

Es la diferencia entre la pérdida y ganancia de la superficie del bosque (deforestación bruta menos regeneración de bosque), en un periodo de tiempo.

2.2. Leyenda temática

La leyenda empleada en la generación del mapa del año 2016 corresponde a la leyenda temática a nivel 1 que se utilizó en los mapas históricos de cobertura y uso de la tierra, la misma se basa en las categorías de cobertura de la tierra definidas por el IPCC (Tabla 1); excepto la categoría de bosque que fue mapeada utilizando la categoría del nivel 2 que diferencia entre bosque nativo y plantación forestal. Las definiciones operativas fueron realizadas de acuerdo a un consenso entre las siguientes instituciones generadoras de información: MAE, MAGAP, CLIRSEN (actualmente IEE).

Tabla 1. Leyenda de cobertura y uso de la tierra

Nivel 1	Definición
Bosque	<p>Comunidad vegetal de por lo menos una hectárea, con árboles de 5 m de altura y con un mínimo de 30% de cobertura del dosel o capa aérea vegetal.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Incluye: las áreas cubiertas de bambú y palmas nativas, siempre que éstas alcancen el límite mínimo establecido en cuanto a altura y cubierta de copas. • Excluye: las formaciones de árboles utilizadas en sistemas de producción agrícola, por ejemplo plantaciones frutales, plantaciones de palma africana y sistemas agroforestales. Excluye también los árboles que crecen en parques y jardines urbanos.
Vegetación Arbustiva y Herbácea	Áreas cubiertas por arbustos y vegetación herbácea producto de un proceso biológico natural, que no incluye áreas agropecuarias.
Tierra Agropecuaria	Área bajo cultivo agrícola y pastos plantados, o que se encuentran dentro de una rotación entre éstos.
Cuerpo de Agua	Área que se encuentra cubierta o saturada de agua estática o en movimiento, natural o artificial que reposa sobre la superficie terrestre por todo o una parte del año.
Zona Antrópica	Asentamiento humano y la infraestructura que lo complementa.
Otras tierras	Áreas con poca o ninguna vegetación, afloramientos rocosos, glaciares y otras clases que no estén incluidas en ninguna de las otras categorías.

Fuente: MAE, 2012

Para evaluar las transiciones de bosque y calcular la tasa de deforestación se reclasificó el mapa en bosque – no bosque; considerando en este caso como bosque únicamente la clase bosque nativo y como no bosque el resto de categorías.

2.3. Insumos y pre-procesamiento

El monitoreo de deforestación a nivel nacional se basa en el análisis digital de imágenes satelitales de mediana resolución del sensor Landsat, que tiene una resolución espacial de 30 metros, una resolución temporal de 16 días y tienen una política de libre acceso, estas características permiten la sostenibilidad del monitoreo de la deforestación.

Se recopilaron imágenes con la menor cantidad de nubes, que corresponden al periodo de enero a diciembre del año 2016, dando prioridad a las imágenes más actuales y para completar vacíos de información por la presencia de nubosidad permanente se recopilaron imágenes del periodo comprendido entre julio a diciembre del año 2015, con el propósito de disminuir las zonas sin información.

Previo al paso de clasificación de las imágenes se realizó el pre-procesamiento, el cual incluye generación de un layer stack de cada imagen satelital y la re proyección al sistema de referencia WGS84-UTM 17 Sur, procesos que se encuentran automatizados gracias al soporte técnico de FAO a través del Targeted Support, lo cual permite gestionar de manera eficiente la información. Finalmente se realizó la revisión de la geometría en base a las imágenes históricas, en el caso de existir desplazamientos se realizó un proceso de corregistro.

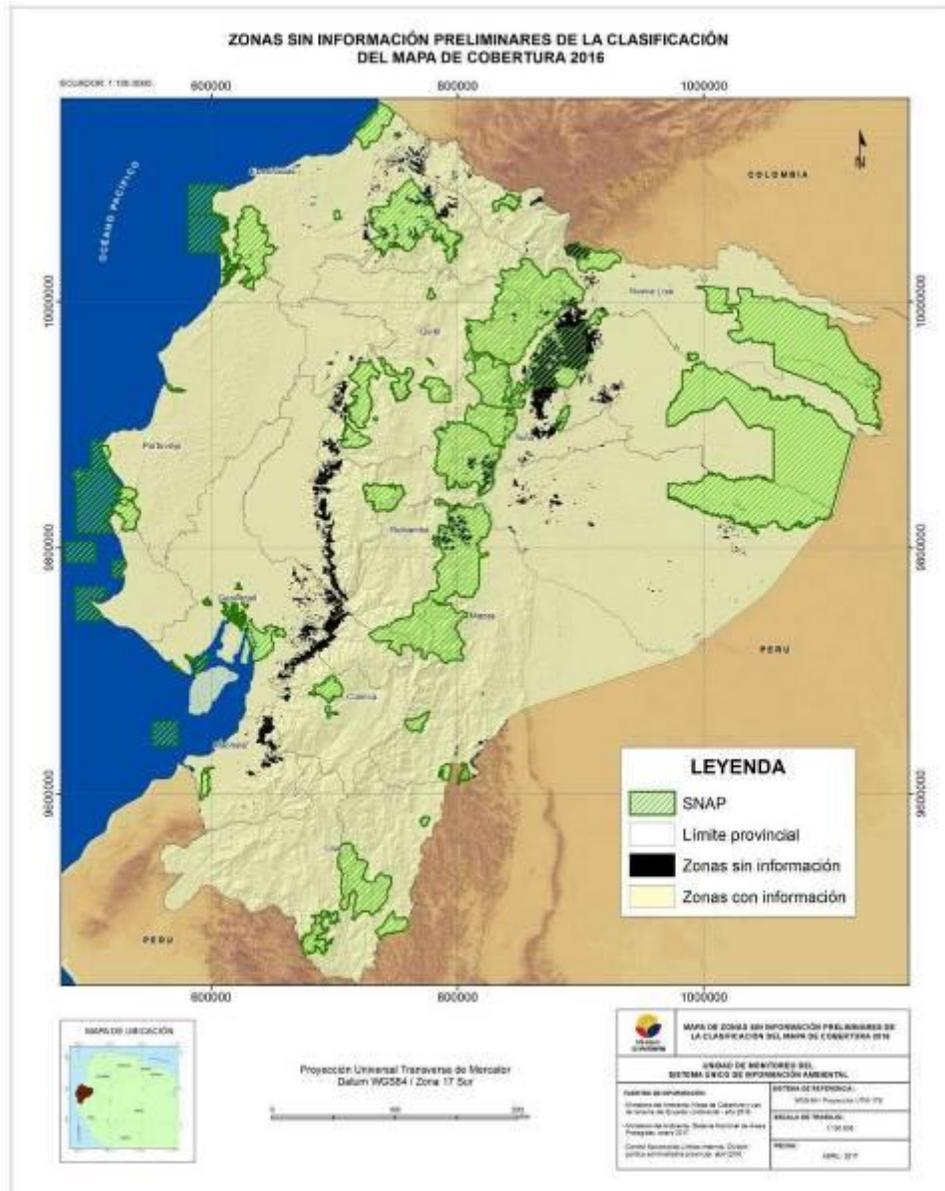
2.4. Clasificación de imágenes satelitales y edición visual

El proceso de clasificación se realizó de forma independiente para cada imagen satelital, empleando un método supervisado. Este método requiere que el intérprete tenga una gran familiaridad con el área de interés para poder interpretar y delimitar sobre la imagen satelital áreas representativas denominadas ROI de cada una de las categorías a representar y que forman parte de la leyenda. Posteriormente, estas áreas fueron usadas para entrenar un algoritmo automático que permite obtener la clasificación de la imagen (MAE, 2016a).

Para disminuir las áreas sin información debido a la presencia de nubes se realizó la clasificación de varias imágenes de una misma zona. Una vez que se realizó la clasificación de todas las imágenes satelitales del Ecuador continental, se realizó un mosaico de los archivos clasificados, en el cual se dio prioridad a las clasificaciones de las imágenes más cercanas a la fecha de referencia del mapa.

El mosaico de la clasificación fue editado visualmente para resolver problemas de mezcla entre clases temáticas, este proceso fue realizado por intérpretes que tienen experiencia en el manejo de imágenes satelitales y conocen la región geográfica en estudio. Para realizar el proceso de edición se empleó como base la información del mapa de cobertura y uso de la tierra del año 2014, con la finalidad de analizar los cambios de cobertura de la tierra producidos en el periodo 2014-2016. Adicionalmente se empleó información secundaria, como: el mapa de ecosistemas del MAE, el mapa de cobertura y uso la tierra a escala 1:25.000 de MAGAP, entre otros, insumos que facilitaron la interpretación de las imágenes satelitales.

Como se mencionó en la sección 2.3, para la generación del mapa bosque-no bosque 2016 se recopilaron las imágenes necesarias para tener la menor cantidad de vacíos de información por presencia de nubes; sin embargo, en el proceso de clasificación se obtuvo un 2% de zonas sin información en relación a la superficie continental, que se ubican principalmente en las estribaciones de la cordillera occidental y en las áreas protegidas: Sumaco-Napo-Galeras, Sangay, Llanganates, Cotacachi-Cayapas, Cofán-Bermejo, Cayambe-Coca y Antisana (Mapa 1). Para completar las zonas sin información se utilizó el mapa de cobertura y uso de la tierra del año 2014, logrando con este procedimiento que el mapa del año 2016 presentado no posea vacíos de información y que la tasa de deforestación sea reportada para el 100% del territorio continental.



Mapa 1. Zonas sin información preliminares de la clasificación del mapa de cobertura 2016.

2.5. Trayectoria de cambios de cobertura y uso de la tierra

Para identificar espacialmente las dinámicas de la cobertura boscosa se realizó la comparación de los mapas de cobertura y uso de la tierra del año 2014 y 2016, obteniendo como resultado un mapa de cambios a nivel 1 de la leyenda, en base al cual se generó una matriz que permite cuantificar donde ocurrieron los cambios relacionados con la pérdida y la ganancia de la cobertura forestal, en donde las filas representan las coberturas del año inicial y las columnas representan las coberturas del año final (Tabla 2).

Tabla 2. Ejemplo de matriz de cambio de cobertura y uso de la tierra con tres clases

	A	B	C	D	E
1	COBERTURA	BOSQUE NATIVO (ha)	TIERRA AGROPECUARIA (ha)	ZONA ANTROPICA (ha)	TOTAL (ha)
2	BOSQUE NATIVO	900	300	50	1.250
3	TIERRA AGROPECUARIA	150	500	25	675
4	ZONA ANTROPICA	0	0	75	75
5	TOTAL	1.050	800	150	2.000

En el ejemplo el área analizada tiene un total de 2.000 hectáreas, en la misma se puede obtener la siguiente información:

- Área inicial de bosque = 1.250 ha
- Área final de bosque = 1.050 ha
- Deforestación bruta = 350 ha (el área de deforestación bruta se obtiene al sumar las áreas de conversión de bosque a otras coberturas, en este caso sumando C2+D2)
- Regeneración = 150 ha (el área regenerada está representada por la suma de B3+B4, que representa la suma de las coberturas que se transformaron a bosque).
- Deforestación neta = 200 ha (esta área se obtiene al restar el bosque inicial E2 menos el bosque final B5).

2.6. Cálculo de la tasa de deforestación

Para el cálculo de la deforestación se emplearon dos métricas que representan las transiciones de bosques. La primera métrica corresponde a la deforestación anual promedio para un período determinado, definida como:

$$R = \frac{A_1 - A_2}{t_2 - t_1}$$

Eq. 1

Donde A2 y A1 son las áreas de bosque en la fecha final (t2) e inicial (t1), respectivamente (Puyravaud, 2003). La segunda métrica corresponde a la tasa de cambio anual que se obtiene comparando el área cubierta por bosque en la misma región en dos épocas diferentes. La fórmula empleada (Eq. 2) resulta en una tasa porcentual anual, usada frecuentemente para cálculos de esta índole (Puyravaud, 2003).

$$q = \left(\frac{A_2}{A_1} \right)^{1/(t_2 - t_1)} - 1$$

Eq. 2

Donde A1, A2, t1, t2 se definen como en la Eq. 1.

La métrica de deforestación bruta se obtiene de la matriz de transición, al realizar un cruce de mapas de cobertura y uso de la tierra, se suma las áreas de conversión del bosque a otras coberturas (Tabla 2) y se divide para el número de años del periodo de referencia.

La métrica de regeneración se obtiene de la matriz de transición al realizar un cruce de mapas de cobertura y uso de la tierra, se suma las coberturas que se transformaron a bosque y se divide para el número de años del periodo de referencia.

El periodo de cálculo es de dos años, considerando como fecha de referencia inicial el 31 de diciembre de 2014 y fecha final el 30 de diciembre del año 2016.

2.7. Evaluación de la precisión

Los resultados que se reportan en el presente informe son: el mapa bosque - no bosque del año 2016 y la tasa de deforestación, esta última se obtuvo a partir del mapa de cambios de cobertura del periodo 2014 - 2016. Con el propósito de validar la calidad de la información generada se realizó la evaluación de la precisión de las clases correspondientes al mapa bosque – no bosque y del mapa de cambios del periodo 2014 – 2016.

La metodología empleada sigue las recomendaciones del documento de buenas prácticas para la evaluación de la precisión y estimación de áreas de cambio de cobertura de la tierra (Olofsson et al, 2013). Esta metodología emplea un muestreo aleatorio estratificado, además permite calcular áreas de cambio con ajustes de error, cálculos de precisión total, usuario y productor, a través de matrices de confusión.

Para la evaluación del mapa bosque – no bosque del año 2016, se generaron puntos de validación en función del área de las 6 clases correspondientes al nivel 1 (Tabla 1). Para la evaluación del mapa de cambios 2014 - 2016, se generaron puntos de validación tomando como base las clases de transición de bosque; estas son: bosque estable⁴, no bosque estable⁵, deforestación y regeneración.

Dentro de los dos procesos se realizó un diseño de muestreo aleatorio estratificado, con la finalidad de asegurar la estimación de la precisión por estrato (clases nivel 1 y clase de transición). La asignación del tamaño de la muestra se definió por la superficie de cada clase. El tamaño de muestreo depende de la información sobre precisión, área y rangos de error deseables.

⁴ Bosque estable corresponde a las áreas que permanecen como bosque nativo durante el periodo de análisis.

⁵ No Bosque estable corresponde a las transiciones de cobertura de la tierra que no están involucradas con la categoría bosque nativo.

Las unidades de evaluación se distribuyeron empleando puntos aleatorios por cada clase, la validación de los puntos se la realizó por dos intérpretes independientes con experiencia en edición visual, que no formaron parte del equipo técnico que generó el mapa de bosque – no bosque.

El siguiente paso fue el diseño de respuesta, que consistió en combinar espacialmente los puntos obtenidos del proceso de asignación con el mapa a evaluarse, mediante el uso de SIG, el propósito es generar la matriz de confusión de conteo de muestras y la matriz de confusión de proporciones de área, a partir de esta última se calcularon las áreas ajustadas y el error estándar del área estimada, para finalmente obtener las medidas de precisión de las clases evaluadas.

El presente documento expone los resultados de la evaluación de la precisión en forma breve. La metodología empleada y los resultados obtenidos de la evaluación de la precisión para el mapa bosque – no bosque del año 2016 y para el mapa de cambios del periodo 2014 – 2016 se describe a detalle en los documentos anexos a este informe “Evaluación de la precisión del mapa de bosque – no bosque del Ecuador continental año 2016” y “Evaluación de la precisión del cambio de mapas bosque – no bosque del Ecuador continental periodo 2014 – 2016”.

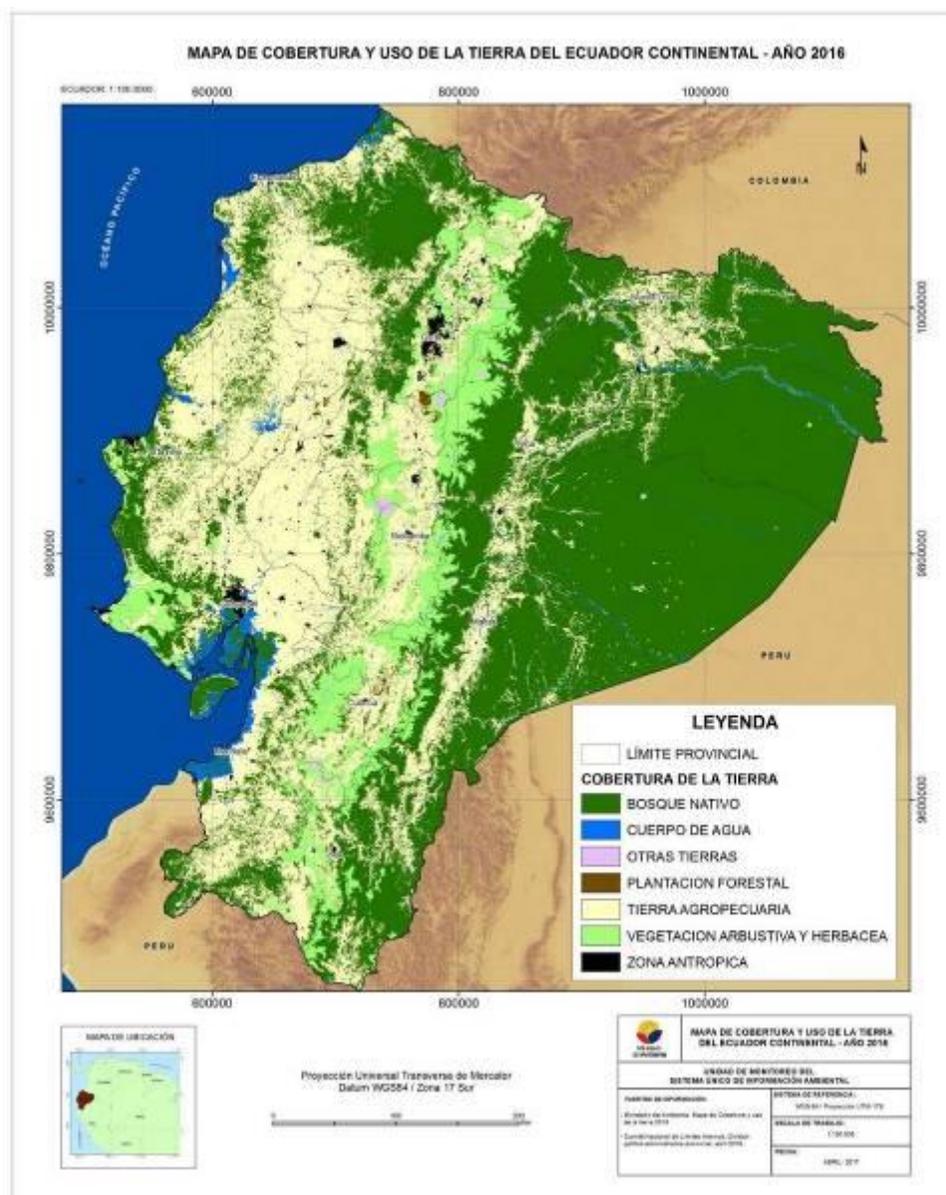
3. RESULTADOS Y ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN

3.1. Resultado de cobertura y uso de la tierra

En el año 2016 el área cubierta por vegetación natural en el Ecuador continental corresponde a 14'992.685 hectáreas, de las cuales 12'631.198 de hectáreas corresponden a bosque nativo, 1'515.272 hectáreas a páramo, 763.180 hectáreas a vegetación arbustiva y 83.035 hectáreas a vegetación herbácea (Mapa 2). Las áreas por categoría del nivel 1 de la leyenda se muestran en la Tabla 3.

Tabla 3. Cobertura y uso de la tierra del Ecuador continental para el año 2016

NIVEL 1	ÁREA (ha)
BOSQUE NATIVO	12'631.198
PLANTACIÓN FORESTAL	123.720
TIERRA AGROPECUARIA	8'933.864
VEGETACIÓN ARBUSTIVA Y HERBÁCEA	2'361.488
CUERPO DE AGUA	494.763
ZONA ANTRÓPICA	253.067
OTRAS TIERRAS	100.121
TOTAL	24'898.221



Mapa 2. Cobertura y uso de la tierra del Ecuador continental para el año 2016

3.2. Resultados de bosque nativo

En el año 2016 el 50,73% del área continental ecuatoriana se encontraba cubierta por bosques nativos, que equivale a 12'631.198 hectáreas, de las cuales el 74% se encuentran en la región amazónica⁶. Las provincias que presentan mayor superficie de bosque nativo son: Pastaza, Orellana, Morona Santiago, Sucumbíos, Napo y Esmeraldas (Gráfico 1).

⁶ El área de la región amazónica se definió en función del límite político-administrativo de las provincias que en su mayoría pertenecen a esta región, es decir: Sucumbíos, Napo, Orellana, Pastaza, Morona Santiago, Zamora Chinchipe.

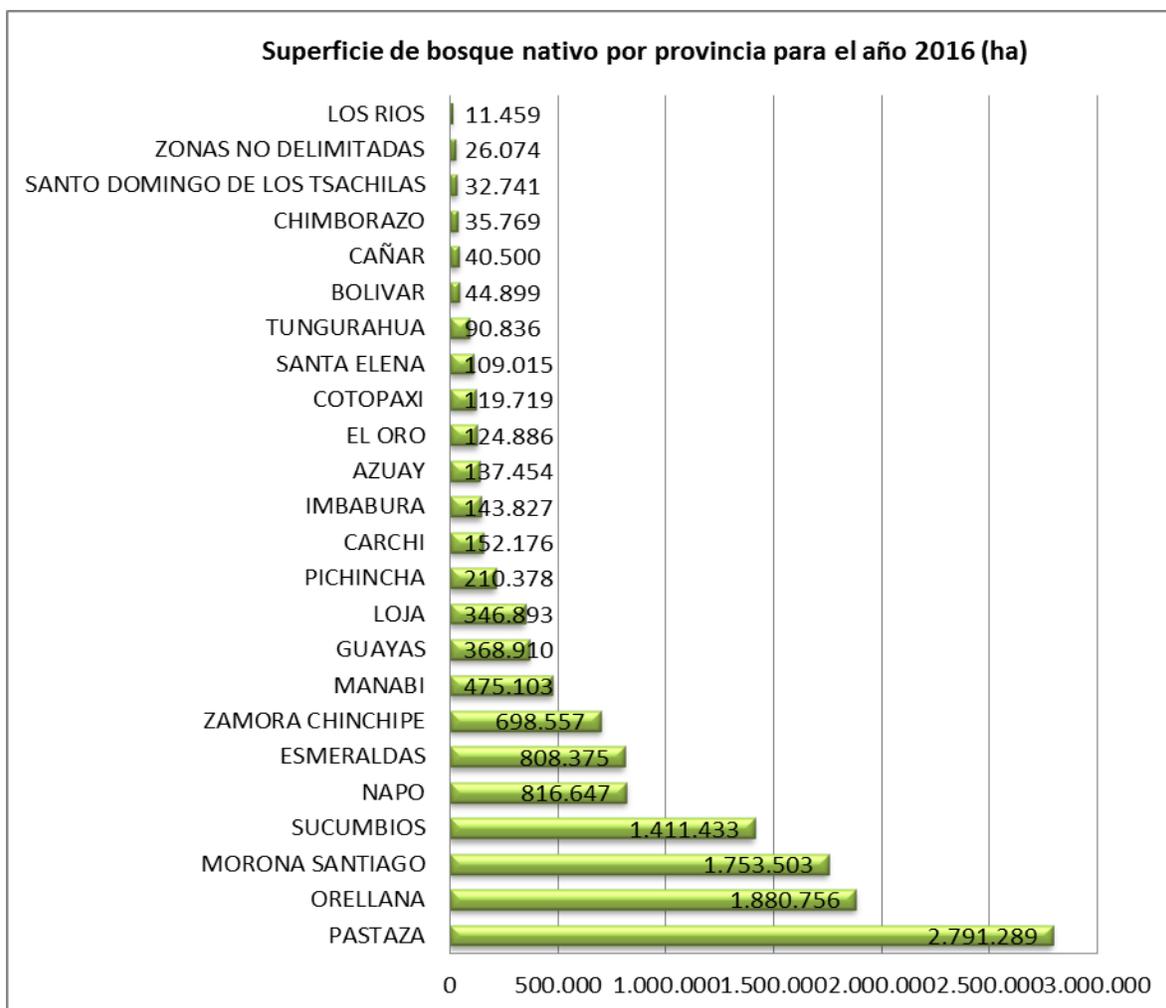


Gráfico 1. Superficie de bosque nativo por provincias para el año 2016

Analizando los datos históricos la superficie de bosque nativo presenta una importante disminución de su cobertura, la misma que se evidencia con mayor fuerza entre el periodo 1990 – 2000, a partir del año 2000 los bosques disminuyen en una menor proporción (Gráfico 2).

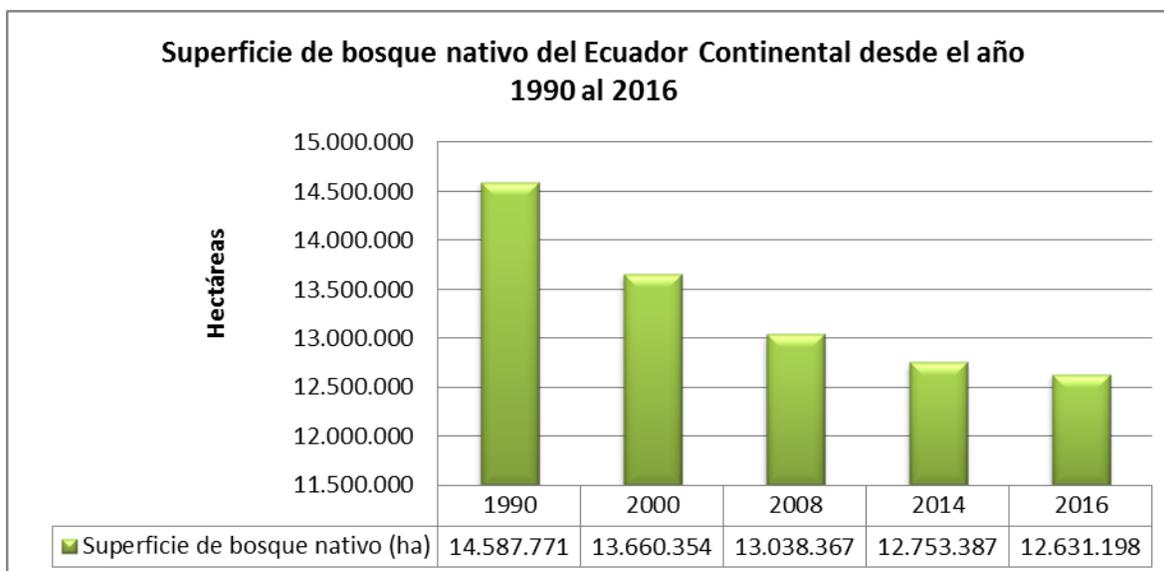


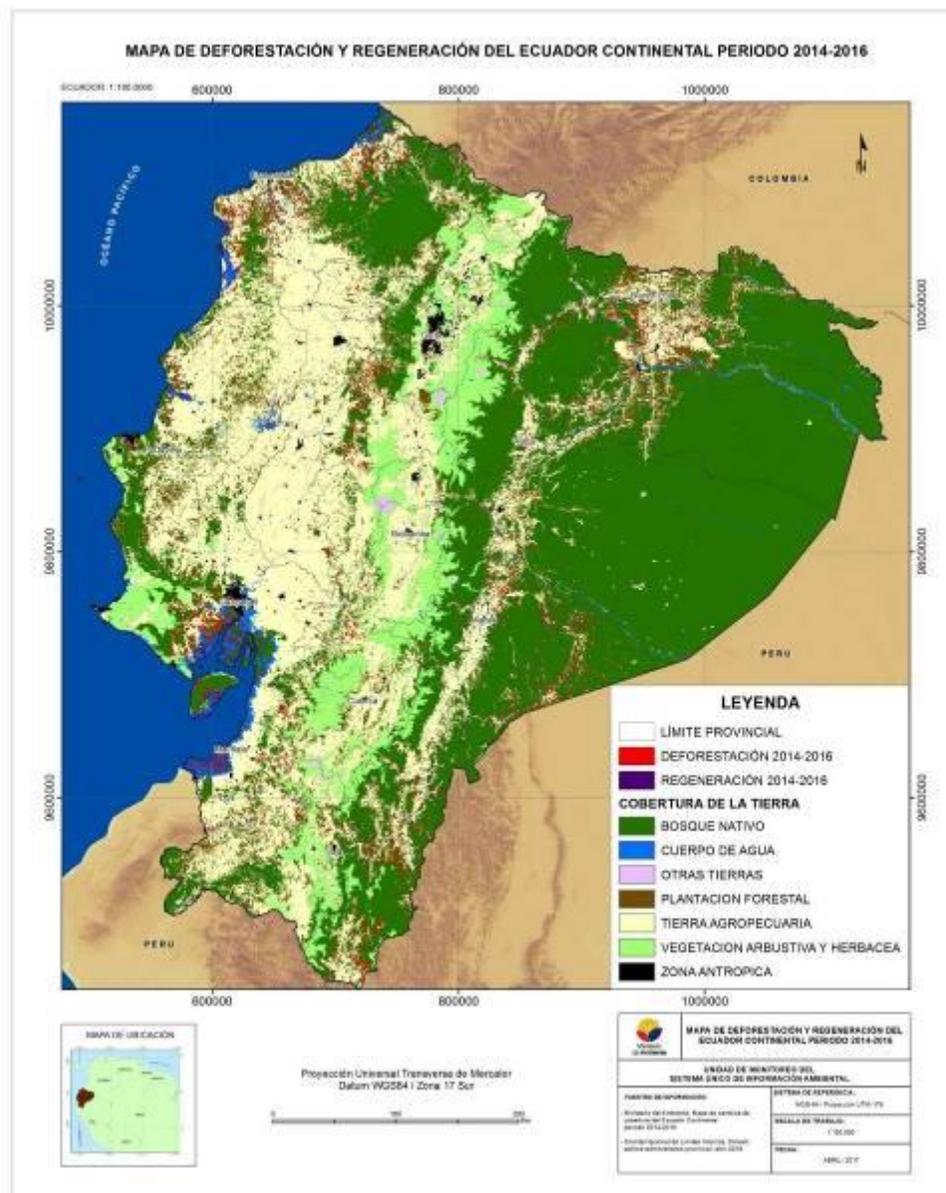
Gráfico 2. Superficie de bosque nativo del Ecuador Continental desde el año 1990 al 2016

3.3. Resultados de deforestación y regeneración

En el periodo 2014-2016 se perdieron 188.706 hectáreas de bosque nativo en el Ecuador continental, durante el mismo periodo se reporta una ganancia de bosque nativo de 66.483 hectáreas, dando como resultado una pérdida neta de bosque nativo de 122.224 hectáreas (Mapa 3). Para expresar estos resultados de forma comparable con los datos históricos se presentan las cifras como promedios y tasas anuales (Tabla 4) de forma que se pueda analizar la tendencia histórica de deforestación.

Tabla 4. Deforestación bruta, neta y regeneración del Ecuador continental

Período	Deforestación bruta anual promedio (ha/año)	Regeneración anual promedio (ha/año)	Deforestación neta anual promedio (ha/año)	Tasa anual de deforestación bruta (%)	Tasa anual de deforestación neta (%)
1990 – 2000	129.943	37.201	92.742	-0,93%	-0,65%
2000 – 2008	108.666	30.918	77.748	-0,82%	-0,58%
2008 – 2014	97.918	50.421	47.497	-0,77%	-0,37%
2014 – 2016	94.353	33.241	61.112	-0,74%	-0,48%



Mapa 3. Deforestación y regeneración del Ecuador continental periodo 2014 – 2016

Los resultados obtenidos demuestran que los valores de deforestación bruta del Ecuador continental del periodo 2014 - 2016 son más bajos que en los periodos históricos, manteniendo la tendencia a la baja de la deforestación bruta, con una deforestación bruta anual promedio de 94.353 ha/año y una tasa anual de deforestación bruta de -0,74% (Gráfico 3).

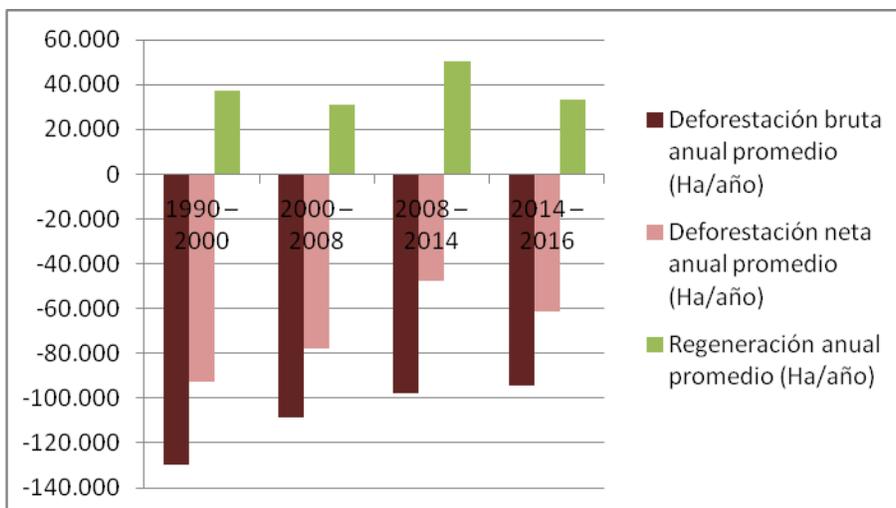


Gráfico 3. Tendencias de deforestación y regeneración del Ecuador continental

Con respecto a la deforestación neta (diferencia entre la deforestación bruta y regeneración) se evidencia un incremento para el periodo 2014-2016 con una deforestación neta anual promedio de 61.112 ha/año y una tasa anual de deforestación neta de -0,48%, en comparación al periodo 2008-2014 donde se reportó una deforestación neta anual promedio de 47.497 ha/año y una tasa anual de deforestación neta de -0,37%; esto se debe a que los valores de regeneración son menores para el último periodo de análisis (2014-2016) con 33.241 ha/año en comparación al 2008-2014 con 50.421 ha/año, a pesar que la deforestación bruta se reduce; sin embargo, se debe tener en cuenta que la detección de regeneración utilizando imágenes satelitales para un periodo corto de tiempo se vuelve complejo por la dinámica propia de los bosques.

Cabe mencionar que el proceso de la regeneración reportada debió iniciarse en años anteriores al periodo 2014-2016 que permitió identificar áreas de regeneración en las imágenes satelitales empleadas para la generación del mapa, por lo que las áreas que han sido reforestadas o regeneradas naturalmente durante el periodo 2014-2016 no pueden ser identificadas en las imágenes satelitales, ya que no tienen la cobertura suficiente de dosel para ser clasificadas en la categoría de bosque nativo.

Los patrones de deforestación no se comportan de forma homogénea en el territorio, estos procesos dependen de patrones distintos en cada zona en función de diversas variables, en especial la intensificación del uso del suelo y de la reestructuración del empleo rural (Sierra, 2013).

Los datos de deforestación y regeneración se presentan a nivel provincial para analizar las tendencias a un nivel sub-nacional, utilizando para el último periodo de reporte los límites internos proporcionados por la CONALI con actualización al año 2016 y para los periodos históricos el límite de la CONALI del año 2014⁷.

⁷ En el límite del año 2014 existieron 7 zonas en estudio, para el año 2016 la CONALI reportó 6 zonas en estudio y se modificaron los límites de algunas provincias.

Las provincias con mayor deforestación bruta para el periodo 2014-2016 son: Esmeraldas, Manabí, Morona Santiago, Sucumbíos y Zamora Chinchipe (Tabla 5), siendo esta última la que ha sufrido mayor incremento de deforestación en relación con el periodo 2008-2014.

Tabla 5. Comparación histórica de la deforestación bruta anual promedio por provincias

Provincias	Deforestación bruta anual promedio (ha/año)			
	1990-2000	2000-2008	2008-2014	2014-2016
AZUAY	4.008	1.147	2.740	2.411
BOLÍVAR	4.414	4.159	3.217	572
CAÑAR	1.847	875	1.509	1.457
CARCHI	1.805	1.865	772	1.133
CHIMBORAZO	1.017	1.130	929	392
COTOPAXI	3.680	1.862	2.223	3.688
EL ORO	6.177	5.113	8.136	3.905
ESMERALDAS	16.053	15.736	12.006	13.665
GUAYAS	6.295	7.820	8.741	8.379
IMBABURA	2.970	3.062	1.392	1.770
LOJA	5.030	4.897	5.777	3.459
LOS RÍOS	2.950	1.963	918	716
MANABÍ	13.494	8.164	6.159	9.886
MORONA SANTIAGO	10.222	13.483	10.430	9.559
NAPO	3.319	3.233	2.610	3.175
ORELLANA	10.308	5.536	5.752	7.175
PASTAZA	3.893	4.523	4.181	1.827
PICHINCHA	5.471	5.210	3.212	1.470
SANTA ELENA	970	1.854	794	733
SANTO DOMINGO DE LOS TSÁCHILAS	2.999	1.855	2.346	847
SUCUMBÍOS	13.806	5.013	7.592	9.036
TUNGURAHUA	405	33	735	280
ZAMORA CHINCHIPE	7.676	8.498	4.319	8.564
ZONAS EN ESTUDIO	1.135	1.636	1.425	254
NACIONAL	129.943	108.666	97.918	94.353

La regeneración anual promedio es un proceso que influye fuertemente en el reporte de la tasa neta, las provincias que presentan los valores más representativos son: Esmeraldas, Morona Santiago, Guayas y Manabí (Tabla 6).

Tabla 6. Comparación histórica de la regeneración anual promedio por provincias

Provincias	Regeneración anual promedio (ha/año)			
	1990-2000	2000-2008	2008-2014	2014-2016
AZUAY	1.684	455	1.701	587
BOLÍVAR	1.777	2.128	288	183
CAÑAR	424	590	1.145	100
CARCHI	611	1.215	699	459
CHIMBORAZO	763	708	887	266
COTOPAXI	1.348	953	604	735
EL ORO	2.662	2.532	1.882	2.784
ESMERALDAS	1.443	2.539	6.530	6.752
GUAYAS	3.583	212	6.171	3.197
IMBABURA	985	1.944	1.146	546
LOJA	1.170	1.263	3.962	1.389
LOS RÍOS	685	613	523	84
MANABÍ	5.397	3.478	4.748	3.022
MORONA SANTIAGO	3.997	4.105	2.505	4.442
NAPO	1.367	344	2.012	866
ORELLANA	812	2.381	2.665	2.050
PASTAZA	1.316	433	1.336	681
PICHINCHA	2.522	6	2.804	669
SANTA ELENA	451	269	884	203
SANTO DOMINGO DE LOS TSÁCHILAS	762	1.446	1.667	59
SUCUMBÍOS	1.254	1.584	2.176	1.586
TUNGURAHUA	258	97	248	29
ZAMORA CHINCHIPE	1.163	1.333	3.042	2.510
ZONAS EN ESTUDIO	767	290	794	42
NACIONAL	37.201	30.918	50.421	33.241

Con respecto a la deforestación neta anual promedio las provincias con altas tasas de deforestación neta para el último periodo de reporte son: Sucumbíos, Esmeraldas, Manabí y Zamora Chinchipe (Tabla 7).

Tabla 7. Comparación histórica de la deforestación neta anual promedio por provincias

Provincias	Deforestación neta anual promedio (ha/año)			
	1990-2000	2000-2008	2008-2014	2014-2016
AZUAY	2.325	692	1.039	1.824
BOLÍVAR	2.636	2.031	2.929	389
CAÑAR	1.422	285	365	1.357
CARCHI	1.194	650	74	673
CHIMBORAZO	254	422	42	126
COTOPAXI	2.332	908	1.619	2.954
EL ORO	3.515	2.581	6.254	1.121
ESMERALDAS	14.610	13.197	5.476	6.914
GUAYAS	2.712	7.608	2.570	5.182
IMBABURA	1.984	1.117	246	1.224
LOJA	3.860	3.635	1.815	2.070
LOS RÍOS	2.265	1.349	395	632
MANABÍ	8.097	4.686	1.411	6.864
MORONA SANTIAGO	6.225	9.378	7.925	5.117
NAPO	1.952	2.889	599	2.310
ORELLANA	9.496	3.154	3.087	5.124
PASTAZA	2.577	4.090	2.846	1.147
PICHINCHA	2.949	5.204	408	801
SANTA ELENA	520	1.586	-90	530
SANTO DOMINGO DE LOS TSÁCHILAS	2.237	410	679	788
SUCUMBÍOS	12.552	3.429	5.416	7.450
TUNGURAHUA	146	-65	487	252
ZAMORA CHINCHIPE	6.513	7.166	1.277	6.054
ZONAS EN ESTUDIO	369	1.345	631	212
NACIONAL	92.742	77.748	47.497	61.112

Para identificar los principales cambios de la cobertura y uso de la tierra, enfocados en las dinámicas de cambio del bosque, se empleó la matriz a nivel 1 de la leyenda, generada a partir de la comparación de los mapas del periodo en estudio. En el período 2014 – 2016 (Tabla 8) el 96,2% de la deforestación se debió a cambios de bosque a tierra agropecuaria, 2,2% a otras tierras (área sin cobertura vegetal), 1,3% a cuerpos de agua⁸ y el porcentaje restante se debió a cambios de bosque a zona antrópica.

⁸ Este cambio en la matriz representa únicamente la categoría de cuerpo de agua artificial, ya que los cuerpos de agua natural no se consideran dentro del concepto de deforestación.

Tabla 8. Matriz de cambio de cobertura y uso de la tierra 2014-2016

		COBERTURA 2016 (Hectáreas)							
		Bosque nativo	Tierra agropecuaria	Vegetación arbustiva y herbácea	Cuerpo de agua	Zona antrópica	Otras tierras	Plantación forestal	Total
COBERTURA 2014 (Hectáreas)	Bosque nativo	12.564.715	181.555	0	2.378	703	4.070	0	12.753.421
	Tierra agropecuaria	56.897	8.584.049	43.908	15.065	4.640	4.271	10.465	8.719.296
	Vegetación arbustiva y herbácea	99	107.095	2.303.005	1.778	698	4.845	6.256	2.423.776
	Cuerpo de agua	8.483	20.433	5.477	468.038	494	2.067	83	505.074
	Zona antrópica	0	0	0	0	246.143	0	0	246.143
	Otras tierras	1.003	18.458	8.879	7.285	250	84.516	46	120.438
	Plantación forestal	0	22.273	219	219	139	352	106.870	130.072
	Total	12.631.198	8.933.864	2.361.488	494.763	253.067	100.121	123.720	24.898.221

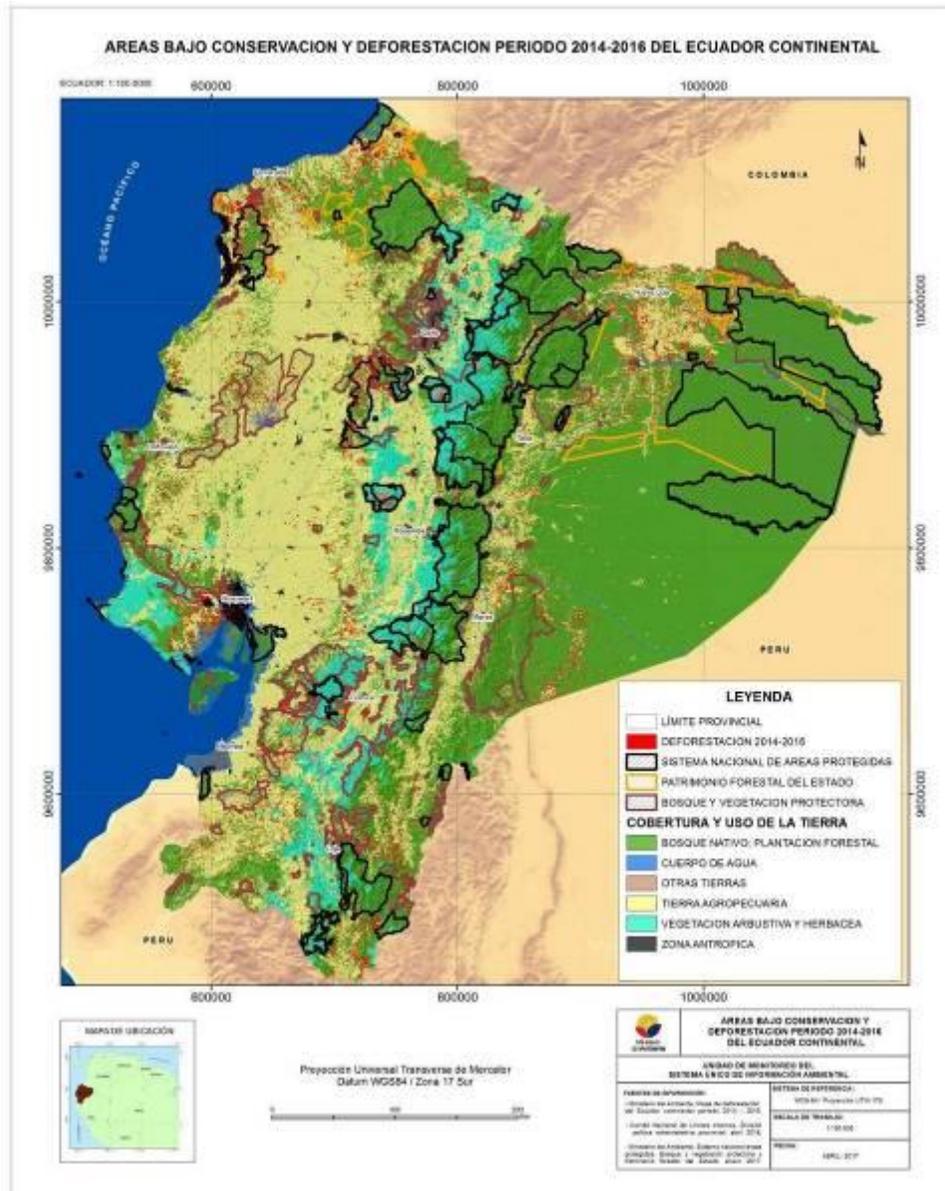
3.4. Deforestación en áreas bajo conservación y manejo para el periodo 2014-2016

Los mapas generados permitieron realizar un análisis espacial de las dinámicas de los bosques en las áreas que se encuentran bajo alguna categoría de conservación. En este informe se ha realizado el análisis en las siguientes áreas: sistema nacional de áreas protegidas, bosques y vegetación protectora y el patrimonio forestal del estado (Tabla 9 y Mapa 4).

Las áreas bajo conservación y manejo analizadas representan el 29% en relación con la superficie del Ecuador continental y el 43% en relación con la superficie de bosque remanente al año 2016.

Tabla 9. Deforestación 2014-2016 en áreas bajo conservación y manejo del Ecuador continental.

Áreas bajo conservación y manejo	Deforestación bruta anual promedio (ha/año)	Regeneración anual promedio (ha/año)	Deforestación neta anual promedio (ha/año)
BOSQUE Y VEGETACIÓN PROTECTORA	9.273	2.874	6.399
PATRIMONIO FORESTAL DEL ESTADO	1.470	628	842
SISTEMA NACIONAL DE ÁREAS PROTEGIDAS	5.014	3.237	1.777



Mapa 4. Áreas bajo conservación y deforestación periodo 2014-2016 del Ecuador continental

3.4.1 Deforestación en el Sistema Nacional de Áreas Protegidas (SNAP)

El SNAP es el conjunto de áreas naturales protegidas que garantizan la cobertura y conectividad de ecosistemas importantes en los niveles terrestre, marino y costero marino, de sus recursos naturales culturales y de las principales fuentes hídricas (MAE, 2006). Actualmente el 26% de los bosques nativos del Ecuador continental se encuentra dentro del SNAP⁹.

⁹ El porcentaje se calculó en base al mapa bosque – no bosque del año 2016 y límites del SNAP solicitados en enero de 2017.

Los valores de deforestación son mínimos dentro del SNAP en relación a la deforestación que se produce en áreas que no se encuentran bajo ninguna categoría de conservación, esto demuestra la importancia de contar con un sistema nacional de áreas protegidas, como lo muestra la tabla 9 la deforestación bruta anual promedio para el periodo 2014-2016 dentro del SNAP es de 5.014 ha/año, que representa el 5% del total de deforestación producida en el territorio continental. Mientras que la deforestación neta es de 1.777 ha/año, que representa el 3% del área neta deforestada del territorio continental.

El valor de regeneración es de 3.237 ha/año, que representa el 10% del área de regeneración a nivel nacional, esto evidencia el objetivo de conservación que cumplen estas áreas. Pese a los esfuerzos por conservar y proteger el SNAP, las reservas ecológicas Ilinizas, Mache Chindul y el Parque Nacional Cayambe – Coca son las que sufren mayor presión por deforestación (Tabla 10), el promedio anual sumado de estas 3 áreas representa el 73% del total de la deforestación bruta existente dentro del SNAP.

Tabla 10. Deforestación por área protegida para el periodo 2014 - 2016.

Nombre	Categoría de conservación	Deforestación bruta anual promedio (ha/año)	Regeneración anual promedio (ha/año)	Deforestación neta anual promedio (ha/año)
Antisana	Reserva Ecológica	107	12	95
Arenillas	Reserva Ecológica	16	50	-34
Bajo cope	Reserva Marina*	-	-	-
Cajas	Parque Nacional	0	0	0
Cantagallo - Machalilla	Reserva Marina*	-	-	-
Cayambe Coca	Parque Nacional	668	194	474
Cerro Plateado	Reserva Biológica	4	0	3
Chimborazo	Reserva de Producción de Fauna	0	0	0
Cofán Bermejo	Reserva Ecológica	15	2	13
Colonso Chalupas	Reserva Biológica	47	17	30
Cotacachi Cayapas	Reserva Ecológica	16	7	10
Cotopaxi	Parque Nacional	0	0	0
Cuyabeno	Reserva de Producción de Fauna	184	64	119
El Ángel	Reserva Ecológica	0	0	0
El Boliche	Área Nacional de Recreación	0	0	0
El Cóndor	Reserva Biológica	0	0	0
El Pambilar	Refugio de Vida Silvestre	0	0	0
El Pelado	Reserva Marina*	-	-	-
El Quimi	Reserva Biológica	0	0	0
El Zarza	Refugio de Vida Silvestre	4	0	3

Nombre	Categoría de conservación	Deforestación bruta anual promedio (ha/año)	Regeneración anual promedio (ha/año)	Deforestación neta anual promedio (ha/año)
Galápagos	Parque Nacional	-	-	-
Galápagos	Reserva Marina**	-	-	-
Galera San Francisco	Reserva Marina*	-	-	-
Isla Santa Clara	Reserva Marina*	-	-	-
Isla Santay	Área Nacional de Recreación	0	1	-1
Islas Corazón y las Islas Fragatas	Refugio de Vida Silvestre	1	77	-77
La Chiquita	Refugio de Vida Silvestre	5	9	-4
Limoncocha	Reserva Biológica	11	2	9
Llanganates	Parque Nacional	30	5	25
Los Ilinizas	Reserva Ecológica	1.662	428	1.234
Los Samanes	Área Nacional de Recreación	0	0	0
Machalilla	Parque Nacional	67	13	54
Mache Chindul	Reserva Ecológica	1.307	317	990
Manglares Cayapas Mataje	Reserva Ecológica	141	872	-730
Manglares Churute	Reserva Ecológica	82	261	-178
Manglares El Morro	Refugio de Vida Silvestre	7	21	-14
Manglares El Salado	Reserva de Producción de Fauna	102	102	-1
Manglares Estuario del Río Esmeraldas	Refugio de Vida Silvestre	1	12	-11
Manglares Estuario del Río Muisne	Refugio de Vida Silvestre	73	358	-284
Pacoche	Refugio de Vida Silvestre	7	23	-16
Parque Lago	Área Nacional de Recreación	19	0	19
Paschoa	Refugio de Vida Silvestre	0	0	0
Playas de Villamil	Área Nacional de Recreación	0	1	-1
Podocarpus	Parque Nacional	96	76	20
Pululahua	Reserva Geobotánica	2	5	-3
Puntilla de Santa Elena	Reserva de Producción de Fauna	0	0	0
Quimsacocha	Área Nacional de	0	0	0

Nombre	Categoría de conservación	Deforestación bruta anual promedio (ha/año)	Regeneración anual promedio (ha/año)	Deforestación neta anual promedio (ha/año)
	Recreación			
Sangay	Parque Nacional	256	213	43
Siete Iglesias	Área Ecológica de Conservación	0	17	-17
Sumaco Napo-Galeras	Parque Nacional	56	22	35
Yacuri	Parque Nacional	3	1	2
Yasuní	Parque Nacional	23	52	-29
Total SNAP		5.014	3.237	1.777

** Debido a que el mapa bosque – no bosque fue generado para el Ecuador continental no se dispone de información para el parque nacional Galápagos.

*Las reservas marinas al igual que Galápagos no presentan datos de deforestación.

3.4.2 Deforestación en los Bosques y Vegetación Protectora (BVP)

Los bosques y vegetación protectora son aquellas formaciones vegetales, naturales o cultivadas, arbóreas, arbustivas o herbáceas, de dominio público o privado, que estén localizadas en áreas de topografía accidentada, en cabeceras de cuencas hidrográficas o en zonas que por sus condiciones climáticas, edáficas e hídricas no son aptas para la agricultura o la ganadería. Sus funciones son las de conservar el agua, el suelo, la flora y la fauna silvestre (TULSMA, 2014).

Actualmente existen en el país 241 BVP, de los cuales 171 se encuentran georreferenciados, los mismos que fueron utilizados para el presente análisis. Dentro de los BVP se encuentra el 11% de los bosques nativos del Ecuador continental¹⁰.

La deforestación bruta dentro de los BVP es de 9.273 ha/año, la deforestación neta es de 6.399 ha/año y la regeneración es de 2.874 ha/año, que representan el 10% de deforestación bruta, 10% de deforestación neta y 9% de regeneración en relación al total del territorio continental.

En la Tabla 11 se muestran los BVP que tienen mayor presión por deforestación, el promedio anual de deforestación bruta sumado de estos 7 bosques representa el 56% del total de la deforestación bruta existente dentro de los BVP.

¹⁰ El porcentaje se calculó en base al mapa bosque – no bosque del año 2016 y los límites de los BVP solicitados en enero de 2017.

Tabla 11. BVP con mayor presión por deforestación para el periodo 2014 - 2016

Nombre	Deforestación bruta (ha/año)	Regeneración (ha/año)	Deforestación neta (ha/año)
Daule-Peripa	1.330	40	1.289
Cuembi	549	109	440
Uzchurrumi, La Cadena, Pena Dorada, Brasil	642	169	474
Molleturo y Mollepungo	847	275	572
Cerro Sumaco y cuenca alta del río Suno	512	191	321
Cuenca Alta del río Nangaritza	602	73	529
Cordillera Kutukú y Shaimi	672	345	3

3.4.3 Deforestación en el Patrimonio Forestal del Estado (PFE)

La ley forestal y de conservación de áreas naturales y vida silvestre del 2014 considera como patrimonio forestal del Estado a:

- Las tierras forestales que de conformidad con la ley son de su propiedad, los bosques naturales que existan en ellas, los cultivados por su cuenta y la flora y fauna silvestres; los bosques que se hubieren plantado o se plantaren en terreno del Estado, exceptuándose los que se hubieren formado por colonos y comuneros en tierras en posesión.
- Las tierras del Estado, marginales para el aprovechamiento agrícola o ganadero.
- Todas las tierras que se encuentren en estado natural y que por su valor científico y por su influencia en el medio ambiente, para efectos de conservación del ecosistema y especies de flora y fauna, deben mantenerse en estado silvestre.
- Formarán también dicho patrimonio, las tierras forestales y los bosques que en el futuro ingresen a su dominio, a cualquier título, incluyendo aquellas que legalmente reviertan al Estado.
- Los manglares, aun aquellos existentes en propiedades particulares, se consideran bienes del Estado y están fuera del comercio, no son susceptibles de posesión o cualquier otro medio de apropiación y solamente podrán ser explotados mediante concesión otorgada, de conformidad con la Ley forestal y su reglamento.

Actualmente el PFE representa el 3% del territorio continental y abarca el 6% de los bosques nativos del Ecuador continental¹¹.

La deforestación bruta dentro del PFE es de 1.470 ha/año, la deforestación neta es de 842 ha/año y la regeneración es de 628 ha/año, que representan el 2% de la deforestación bruta, el 1% del área de deforestación neta y el 2% del área de regeneración en relación al total del territorio continental.

En la Tabla 12 se muestran las áreas del PFE que tienen mayor presión por deforestación, el promedio anual de deforestación bruta sumado de estas 5 áreas (del total de 28 áreas del PFE existentes en el país) representa el 59% del total de la deforestación bruta existente dentro de los PFE.

Tabla 12. PFE con mayor presión por deforestación para el periodo 2014 - 2016

Nombre	Deforestación bruta anual promedio (ha/año)	Regeneración anual promedio (ha/año)	Deforestación neta anual promedio (ha/año)
UNIDAD 4 NAPO	184	24	160
BLOQUE 10 ESMERALDAS	154	33	121
BLOQUE 13 ESMERALDAS	158	130	28
UNIDAD 1 CABECERA CUYABENO	236	27	209
UNIDAD 5 NAPO	132	6	126

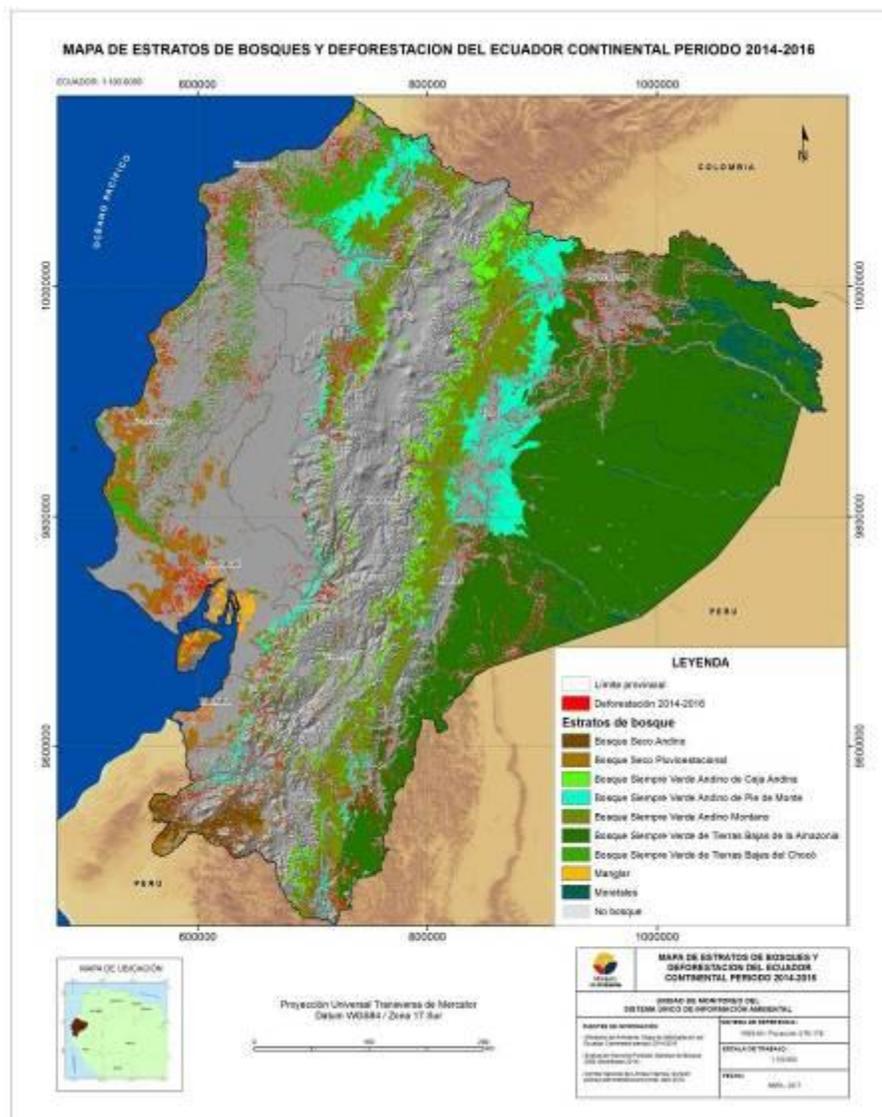
3.5. Deforestación por estrato de bosque

En base a la estratificación realizada por la Evaluación Nacional Forestal¹², que divide a los bosques en 9 estratos (tipos) caracterizados por condiciones climáticas, fisionómicas y de contenidos de carbono (Mapa 5), se determinó que los estratos con mayor deforestación son el Bosque Siempre Verde de Tierras Bajas de la Amazonía y el Bosque Siempre Verde de Tierras Bajas del Chocó, los cuales presentan el 29% y 22% de la deforestación bruta total, respectivamente.

¹¹ El porcentaje se calculó en base al mapa bosque – no bosque del año 2016 y los límites del PFE solicitados en enero de 2017.

¹² La Evaluación Nacional Forestal fue un proyecto con enfoque multipropósito, ejecutado durante el periodo 2009-2013, se desarrolló bajo 3 componentes: inventario nacional forestal, mapas de biomasa y carbono y el componente socio-económico.

En la Tabla 13 se presentan los resultados de deforestación para todos los estratos de bosque. Para su cálculo se realizó una superposición espacial entre las zonas deforestadas y el mapa de estratos potenciales de bosque, a excepción del estrato manglar, para el cual se presenta el dato de un análisis puntual que realizó el MAE, en base a la interpretación visual de esta categoría; este valor no debe ser utilizado directamente para el cálculo de emisiones ya que no mantiene consistencia con la metodología empleada para los reportes de emisiones por deforestación.



Mapa 5. Estratos de bosque y deforestación del Ecuador continental periodo 2014-2016

Tabla 13. Deforestación por estrato de bosque

Estrato de bosque	Deforestación bruta anual promedio (ha/año)	Regeneración anual promedio (ha/año)	Deforestación neta anual promedio (ha/año)
Bosque Seco Andino	1.205	686	518
Bosque Seco Pluvioestacional	14.449	3.153	11.295
Bosque Siempre Verde Andino Montano	13.761	4.920	8.841
Bosque Siempre Verde Andino de Ceja Andina	3.184	797	2.387
Bosque Siempre Verde Andino de Pie de Monte	11.039	4.019	7.020
Bosque Siempre Verde de Tierras Bajas de la Amazonía	27.694	7.659	20.035
Bosque Siempre Verde de Tierras Bajas del Chocó	20.545	7.048	13.497
Manglar*	58	27	31
Moretales	605	154	450

*El dato presentado para manglar corresponde a un estudio puntual que realizó el MAE empleando interpretación visual

3.6. Deforestación por ecosistemas boscosos

Se realizó el análisis de deforestación con respecto a los 65 ecosistemas boscosos definidos por el Mapa de Ecosistemas del Ecuador continental¹³, el cual determinó que el 57% del área de deforestación bruta durante el periodo 2014 – 2016 se encuentra en 10 ecosistemas boscosos, los mismos que sufren la mayor presión por deforestación (Tabla 14 y Mapa 6). El 43% del área deforestada se encuentra distribuido en los restantes 55 ecosistemas boscosos.

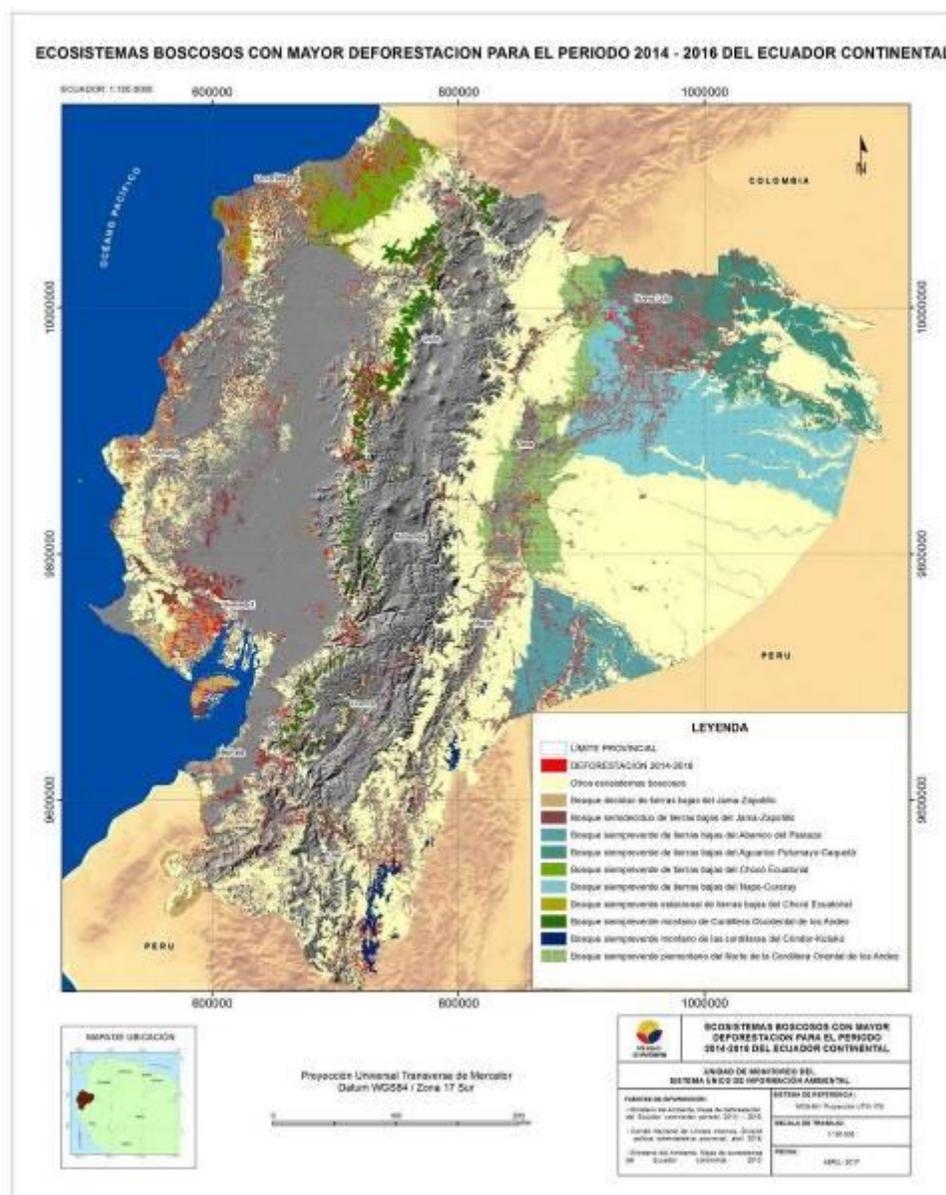
Los ecosistemas boscosos con mayor superficie de deforestación bruta son: Bosque siempreverde de tierras bajas del Aguarico-Putumayo-Caquetá, Bosque siempreverde de tierras bajas del Chocó Ecuatorial y Bosque deciduo de tierras bajas del Jama-Zapotillo.

Con respecto a la superficie de deforestación neta, los ecosistemas con mayor superficie deforestada son: Bosque siempreverde de tierras bajas del Aguarico-Putumayo-Caquetá, Bosque deciduo de tierras bajas del Jama-Zapotillo y Bosque siempreverde de tierras bajas del Chocó Ecuatorial.

¹³ Información disponible en <http://mapainteractivo.ambiente.gob.ec/>

Tabla 14. Ecosistemas con mayor presión por deforestación para el periodo 2014 - 2016

Ecosistema	Deforestación bruta anual promedio (ha/año)	Regeneración anual promedio (ha/año)	Deforestación neta anual promedio (ha/año)	Ubicación provincial del ecosistema
Bosque siempreverde montano de Cordillera Occidental de los Andes	3.163	899	2.264	Azuay, Bolívar, Cañar, Carchi, Cotopaxi, Chimborazo, El Oro, Esmeraldas, Imbabura, Pichincha, Tungurahua y Santo Domingo de los Tsáchilas
Bosque deciduo de tierras bajas del Jama-Zapotillo	6.010	751	5.260	El Oro, Guayas, Loja, Manabí, Santa Elena.
Bosque semideciduo de tierras bajas del Jama-Zapotillo	3.421	843	2.578	Azuay, El Oro, Esmeraldas, Guayas, Los Ríos, Manabí, Santa Elena
Bosque siempreverde de tierras bajas del Abanico del Pastaza	3.843	737	3.106	Morona Santiago, Pastaza.
Bosque siempreverde de tierras bajas del Aguarico-Putumayo-Caquetá	8.820	1.236	7.584	Sucumbíos, Orellana.
Bosque siempreverde de tierras bajas del Chocó Ecuatorial	6.327	1.960	4.367	Carchi, Esmeraldas, Imbabura, Los Ríos, Manabí, Pichincha y Santo Domingo
Bosque siempreverde de tierras bajas del Napo-Curaray	5.406	1.510	3.896	Napo, Pastaza, Sucumbíos y Orellana
Bosque siempreverde estacional de tierras bajas del Chocó Ecuatorial	2.981	713	2.269	Bolívar, Esmeraldas, Guayas, Los Ríos, Manabí, Santo Domingo de los Tsáchilas
Bosque siempreverde piemontano de las cordilleras del Cóndor-Kutukú	4.962	2.324	2.639	Morona Santiago, Zamora Chinchipe
Bosque siempreverde piemontano del Norte de la Cordillera Oriental de los Andes	3.472	1.144	2.328	Morona Santiago, Napo, Pastaza, Sucumbíos, Orellana



Mapa 6. Ecosistemas boscosos con mayor deforestación para el periodo 2014 – 2016.

3.7. Análisis de la deforestación e infraestructura vial

En base al análisis espacial de las zonas deforestadas con respecto a las vías¹⁴, se determinó que el 35% de los parches de deforestación se encuentran a una distancia menor o igual a 500 metros de las vías, la suma del área de estos polígonos corresponde al 42% del área deforestada total del territorio, confirmando que los frentes de deforestación tienen una relación directa con las vías de acceso, ya que reducen los costos del transporte, ganan plusvalía los terrenos, facilitan la extracción de productos forestales, ganaderos y agrícolas y aumenta la población a lo largo de las carreteras (Wunder, 2000). En la Tabla 15 se muestra la distribución de todas las zonas de deforestación con respecto a su distancia a las vías.

¹⁴ La cobertura de vías corresponde a la información del IGM a escala 1:50.000

Tabla 15. Número y porcentaje de parches de deforestación en función de la distancia a las vías

Distancia a vías (km)	Número de parches de deforestación	Porcentaje de parches de deforestación	Área deforestada correspondiente (ha)	Porcentaje de área deforestada
≤0,5	16.908	35%	79.991	42%
0,5-1	8.386	17%	28.241	15%
1 - 5	16.895	35%	62.871	33%
5 - 10	3.676	8%	12.014	6%
> 10	2.246	5%	5.589	3%
Total	48.111	100%	188.706	100%

3.8. Tamaño de los parches de deforestación

Para complementar el análisis se dividió a los parches de deforestación en función de su tamaño. El rango con mayor cantidad de parches corresponde a áreas menores o iguales a 5 hectáreas, que representa el 34% del área total deforestada para el periodo 2014-2016 (Tabla 16). Otros rangos representativos se encuentran en el rango de 5 a 10 hectáreas y en el rango mayor a 25 hectáreas, con porcentajes de 20% y 23%, respectivamente.

Tabla 16. Tamaño de los parches de deforestación para el periodo 2014-2016

Rango de Área (ha)	Número de parches	Área sumada de los parches (ha)	Porcentaje de área deforestada
≤5	38.841	64.852	34%
5 - 10	5.546	38.472	20%
10 - 15	1.675	20.255	11%
15 - 20	786	13.518	7%
20 - 25	404	9.023	5%
>25	859	42.585	23%
Total	48.111	188.705	100%

3.9. Resultados de la evaluación de la precisión

Como resultado de la evaluación de la precisión del mapa de cobertura y uso de la tierra del Ecuador continental del año 2016 se obtuvo una precisión global de 93,67%. Las clases de bosque y tierra agropecuaria tienen una alta confiabilidad referente a la precisión del usuario y productor (Tabla 17), debido a que muestran una clara diferenciación en su respuesta espectral durante el proceso de interpretación visual.

Las clases otras tierras y zona antrópica presentan errores de omisión superiores al 30% (Tabla 17), estas se confunden con las clases de vegetación arbustiva - herbácea y tierra agropecuaria respectivamente. Una de las razones para este error es que en algunas zonas existe similitud en la respuesta espectral entre estas clases.

Tabla 17. Medidas de precisión para el mapa de cobertura y uso de la tierra 2016

Precisión total	93,76%	
Clases	Precisión de usuario	Precisión de productor
Bosque Nativo	0,96	0,97
Tierra Agropecuaria	0,93	0,95
Vegetación arbustiva y herbácea	0,91	0,79
Cuerpo de agua	0,80	0,82
Zona antrópica	0,84	0,69
Otras tierras	0,78	0,61

La evaluación de la precisión realizada muestra que el mapa de cambios para el periodo 2014-2016 tiene una precisión total de 95,20%. En el cálculo de la precisión del usuario se obtuvieron valores de 95% para la clase de bosque estable y 96% para no bosque estable (Tabla 18). Estas áreas representan la mayor superficie en el mapa y son las más fáciles de identificar ya que se refieren a clases sin cambio en el periodo.

La clase de deforestación presenta un valor de precisión de usuario de 83%, en cuanto a la clase regeneración se obtuvo un valor de precisión de usuario de 22% (Tabla 18), este valor está relacionado con el error de comisión. Al realizar el proceso de evaluación de la precisión se determinó que varias áreas identificadas como regeneración pertenecen a la categoría bosque estable, es decir, zonas que debieron pertenecer a la categoría bosque desde el año 2014.

Tabla 18. Medidas de precisión del mapa de cambios para el periodo 2014 – 2016

Precisión total	95,20%	
Clases	Precisión de usuario	Precisión de productor
Bosque estable	0,95	0,96
No bosque estable	0,96	0,95
Deforestación	0,83	0,69
Regeneración	0,22	1,00

4. CONCLUSIONES

- Los resultados obtenidos de la deforestación y regeneración del Ecuador continental para el periodo 2014 – 2016 son: deforestación bruta anual promedio 94.353 ha/año, regeneración anual promedio de 33.241 ha/año y deforestación neta anual promedio de 61.122 ha/año.
- Para el periodo 2014 – 2016 el valor de deforestación bruta del Ecuador continental disminuye en un 3,6% en relación al periodo 2008-2014, manteniendo la tendencia a la baja presentada en los periodos históricos, sin embargo, la deforestación neta presenta un incremento del 28,7%, debido a que el valor de regeneración presenta una reducción del 34,1%.
- Las provincias con mayor deforestación bruta para el periodo 2014-2016 son: Esmeraldas, Manabí, Morona Santiago, Sucumbíos y Zamora Chinchipe. Mientras que las provincias con altas tasas de deforestación neta para el mismo periodo de reporte son: Sucumbíos, Esmeraldas, Manabí y Zamora Chinchipe.
- De acuerdo a la estratificación de bosque definida por la Evaluación Nacional Forestal, se determinó que los estratos con mayor deforestación para el periodo 2014-2016 son: el Bosque Siempre Verde de Tierras Bajas de la Amazonía y el Bosque Siempre Verde de Tierras Bajas del Chocó, los cuales presentan el 29% y 22% de la deforestación bruta total, respectivamente.
- Los ecosistemas boscosos con mayor superficie de deforestación bruta para el periodo 2014-2016 son: Bosque siempreverde de tierras bajas del Aguarico-Putumayo-Caquetá, Bosque siempreverde de tierras bajas del Chocó Ecuatorial y Bosque deciduo de tierras bajas del Jama-Zapotillo.
- El reporte de deforestación 2014-2016, constituye el primer cálculo bienal del indicador, lo que evidencia los continuos esfuerzos realizados por el MAE para mejorar los procesos de medición, a fin de contar con un monitoreo de la deforestación que permita la toma de decisiones relacionadas al manejo sostenible de los ecosistemas boscosos en intervalos menores de tiempo.
- El mapa de cobertura y uso de la tierra del Ecuador continental del año 2016 tiene una precisión global de 93,67%. En cuanto a la evaluación por cada clase se obtuvieron valores superiores al 90% de precisión de usuario y productor para las clases bosque y tierra agropecuaria; mientras que las clases otras tierras, cuerpo de agua y zona antrópica presentan valores de precisión de usuario de 78%, 80% y 84% respectivamente.

- El mapa de cambios para el periodo 2014-2016 tiene una precisión total de 95,20%. En cuanto a la clase deforestación se obtuvo un valor de precisión de usuario de 83%. Con respecto a la clase de regeneración se obtuvo un valor de precisión de usuario de 22%.

5. RECOMENDACIONES

- Es necesario incluir nuevos insumos y fortalecer la metodología, como parte de un proceso de mejora continua, esto debido a que el análisis de la dinámica de los bosques se convierte en un reto a nivel técnico considerando las particularidades del país, como son: nubosidad permanente, topografía compleja y diversidad ecosistémica.
- A partir de este informe se pueden desagregar varios análisis a detalle que permitan utilizar la serie histórica de deforestación generada por el MAE con el propósito de conocer los drivers de deforestación.

6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- IPCC. (2006). 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories. Recuperado de: <http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/>
- Ley forestal y de conservación de áreas naturales y vida silvestre. Registro oficial suplemento 418 de 10 septiembre 2004, Quito, última modificación 29 diciembre de 2014.
- Ministerio del Ambiente. (2006). Sistema Nacional de Áreas Protegidas del Ecuador – SNAP. Quito, Ecuador. Recuperado de <http://areasprotegidas.ambiente.gob.ec/es/info-snap>.
- Ministerio del Ambiente. (2012). Mapa Histórico de Deforestación del Ecuador Continental. Quito – Ecuador.
- Ministerio del Ambiente. (2016a). Análisis de la deforestación en el Ecuador Continental 1990 - 2014. Quito – Ecuador.
- Ministerio del Ambiente. (2016b). Bosques para el Buen Vivir- Plan de Acción REDD+ Ecuador (2016-2025). Quito, Ecuador.
- Olofsson, P. et al. (2013). Good Practices for Assessing Accuracy and Estimating Area of Land Change. *Remote Sensing of Environment*, In Review
- Olofsson, P. et al. (2013). Making Better Use of Accuracy Data in Land Change Studies: Estimating Accuracy and Area and Quantifying Uncertainty Using Stratified Estimation. *Remote Sensing of Environment*, 129(15):122-131
- Puyravaud J., (2003). Standardizing the calculation of the annual rate of deforestation. *Forest Ecology and Management*. 177 (2003) 593-596.
- Senplades. (2013). Plan Nacional del Buen Vivir 2013-2017. Quito, Ecuador. Recuperado de: <http://www.buenvivir.gob.ec/>
- Sierra, R. (2013). Patrones y factores de deforestación en el Ecuador continental, 1990-2010, y un acercamiento a los próximos 10 años. Quito, Ecuador: Conservación Internacional Ecuador y Forest Trends.
- Texto Unificado de Legislación Secundaria, Medio Ambiente, Libro III. Registro Oficial Suplemento 2 de 31 de marzo 2003, Quito, última modificación 28 de noviembre de 2014.
- Wunder, S., (2000). *The economics of deforestation: the example of Ecuador*. London, UK: MacMillan and St.Martin's Press.