



*Análisis multitemporal de la deforestación y cambio de la cobertura del suelo en  
Zamora Chinchipe*

*Multitemporal analysis of deforestation and land cover change in Zamora  
Chinchipe*

*Análise multitemporal de desmatamento e mudança na cobertura da terra em  
Zamora Chinchipe*

Christian Orlando Camacho-López <sup>I</sup>  
[christian.camacho@epoch.edu.ec](mailto:christian.camacho@epoch.edu.ec)  
<https://orcid.org/0000-0003-4876-9583>

Nirmala Sujey Carrión-Paqui <sup>II</sup>  
[nirmala.carrion@epoch.edu.ec](mailto:nirmala.carrion@epoch.edu.ec)  
<https://orcid.org/0000-0003-1308-9676>

Andrés Fernando Jaramillo-Villa <sup>III</sup>  
[andresf.jaramillo@epoch.edu.ec](mailto:andresf.jaramillo@epoch.edu.ec)  
<https://orcid.org/0000-0001-9474-709X>

**Correspondencia:** [christian.camacho@epoch.edu.ec](mailto:christian.camacho@epoch.edu.ec)

Ciencias Técnicas y Aplicadas  
Artículo de Investigación

\***Recibido:** 30 de Septiembre de 2021 \***Aceptado:** 30 de Octubre de 2021 \* **Publicado:** 23 de Noviembre de 2021

- I. Master of Science in Hydrogeological Engineering, Ingeniero en Biotecnología Ambiental, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Riobamba, Ecuador
- II. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Riobamba, Ecuador
- III. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Riobamba, Ecuador

## Resumen

El Ecuador cuenta con la mayor tasa de deforestación de América latina con base en su tamaño, siendo las causas más importantes de este fenómeno los incendios forestales, la expansión urbana, actividades extractivas como la minería y el petróleo, así como el avance de la frontera agropecuaria. A su vez, una de las provincias ecuatorianas con mayor deforestación bruta en los últimos años es Zamora Chinchipe cuya importancia forestal se basa en su gran riqueza biológica que ha sido muy presionada por la explotación maderera que durante décadas ha abastecido a las ciudades principalmente de Loja y Cuenca. El presente estudio permite evaluar la deforestación en la provincia de Zamora Chinchipe a través de una comparación cronológica analizando la variación de su cobertura vegetal, así como, otras variables desencadenantes de acceso libre desde 1990 hasta el 2018. La investigación permite evidenciar que la provincia de Zamora Chinchipe durante el periodo de estudio ha presentado un incremento en su deforestación sobre todo en las ciudades del centro norte y centro sur de la provincia, entre ellas Chinchipe, Palanda, Centinela del Condor, Yantzaza y Yacuambi. Además, el uso del suelo en la provincia ha cambiado mayoritariamente de bosque nativo a tierra agropecuaria, mientras que las zonas antrópicas, otras tierras y cuerpos de agua representan menos del 1% de la cobertura de la provincia desde 1990 sin variar hasta la actualidad de manera notable, al mismo tiempo, no se infiere una relación directa entre el avance de la deforestación y la actividad minera. Por otro lado, en la provincia las áreas deforestadas representan un 0,85% del total de bosques protectores, un 0,14% del área protegida provincial y 1,24% de la reserva de biósfera, evidenciando la necesidad de políticas adecuadas para la protección y cuidado de zonas sensibles con gran riqueza biológica que posteriormente puede ser eliminada por una expansión antrópica y agrícola descontrolada y sin planificación.

**Palabras clave:** Teledetección; uso de suelo; cobertura vegetal; agricultura; áreas protegidas; minería.

## Abstract

Ecuador has the highest deforestation rate in Latin America based on its size, the most important causes of this phenomenon being forest fires, urban expansion, extractive activities such as mining and oil, as well as the advance of the border. agricultural. In turn, one of the Ecuadorian provinces with the highest gross deforestation in recent years is Zamora Chinchipe,

whose forest importance is based on its great biological wealth that has been heavily pressured by logging that for decades has supplied the cities, mainly Loja. and Cuenca. The present study makes it possible to evaluate deforestation in the province of Zamora Chinchipe through a chronological comparison analyzing the variation in its vegetation cover, as well as other triggers of free access from 1990 to 2018. The research shows that the province of Zamora Chinchipe during the study period has shown an increase in its deforestation, especially in the cities of the north-central and south-central parts of the province, including Chinchipe, Palanda, Centinela del Condor, Yantzaza and Yacuambi. In addition, land use in the province has mostly changed from native forest to agricultural land, while anthropic areas, other lands and bodies of water represent less than 1% of the coverage of the province since 1990 without varying until the present of Notably, at the same time, no direct relationship is inferred between the advance of deforestation and mining activity. On the other hand, in the province deforested areas represent 0.85% of the total protective forests, 0.14% of the provincial protected area and 1.24% of the biosphere reserve, evidencing the need for adequate policies for the protection and care of sensitive areas with great biological richness that can later be eliminated by uncontrolled human and agricultural expansion without planning.

**Keywords:** Remote sensing; land use; vegetation cover; farming; protected areas; mining.

## Resumo

O Equador tem a maior taxa de desmatamento da América Latina com base em seu tamanho, sendo as causas mais importantes desse fenômeno os incêndios florestais, a expansão urbana, as atividades extrativas como mineração e petróleo, além do avanço da fronteira agrícola. Por sua vez, uma das províncias equatorianas com maior desmatamento bruto dos últimos anos é Zamora Chinchipe, cuja importância florestal se baseia em sua grande riqueza biológica fortemente pressionada pela exploração madeireira que há décadas abastece as cidades, principalmente Loja e Cuenca . O presente estudo permite avaliar o desmatamento na província de Zamora Chinchipe por meio de uma comparação cronológica analisando a variação de sua cobertura vegetal, bem como outros gatilhos de acesso livre de 1990 a 2018. A pesquisa mostra que a província de Zamora Chinchipe durante o período de estudo mostrou um aumento do seu desmatamento, especialmente nas cidades do centro-norte e centro-sul da província, incluindo

Chinchipe, Palanda, Centinela del Condor, Yantzaza e Yacuambi. Além disso, o uso da terra na província mudou principalmente de floresta nativa para terras agrícolas, enquanto as áreas antrópicas, outras terras e corpos d'água representam menos de 1% da cobertura da província desde 1990 sem variação até o presente. Notavelmente, em ao mesmo tempo, nenhuma relação direta é inferida entre o avanço do desmatamento e a atividade de mineração. Por outro lado, na província as áreas desmatadas representam 0,85% do total de florestas protetoras, 0,14% da área protegida provincial e 1,24% da reserva da biosfera, evidenciando a necessidade de políticas adequadas de proteção e cuidado de áreas sensíveis com grandes riqueza biológica que mais tarde pode ser eliminada pela expansão humana e agrícola descontrolada sem planejamento.

**Palavras-chave:** Sensoriamento remoto; uso do solo; cobertura vegetal; agricultura; Áreas protegidas; mineração.

## Introducción

La deforestación es la eliminación de la cobertura de los árboles en aras de la agricultura, actividades mineras, represas, creación y mantenimiento de la infraestructura, expansión de las ciudades y otras consecuencias debidas a un crecimiento rápido de la población. (Lamberechts, 2000, p: 13)

Ecuador es el país con la mayor tasa de deforestación de Latinoamérica en comparación con su tamaño, incluso más que Brasil. Desde 1990 hasta 2018 se ha registrado una disminución constante de bosque nativo en el Ecuador pasando de 14,5 a 12,5 millones de hectáreas. Algunas de las causas más importantes para la pérdida de cobertura vegetal son los incendios forestales, la expansión urbana, actividades extractivas como la minería y el petróleo, así como el avance de la frontera agropecuaria. (El Universo, 2019)

A nivel nacional la tasa anual de deforestación bruta para el período 2014 – 2016 fue de 94.353 ha, perdiendo gran cantidad de bosque nativo en el Ecuador continental, siendo las provincias de Esmeraldas, Manabí, Morona Santiago, Sucumbíos y Zamora Chinchipe las que presentan mayor deforestación bruta. (Ministerio del Ambiente, 2017)

La importancia del análisis de la deforestación en la Amazonia radica en que los bosques Amazónicos ecuatorianos poseen gran riqueza biológica, albergando al 27% de las especies de los trópicos y al menos el 13% de las plantas del planeta. Esta alta diversidad se complementa

con la posibilidad de encontrar en esta región 4 500 especies de plantas vasculares, de las cuales el 27,3% son endémicas. Por ejemplo, los bosques del piedemonte amazónico son muy valiosos biológicamente y muy presionados por la explotación maderera y conversión de usos para pastizales y agricultura. (Aguirre *et al.* 2018)

La provincia de Zamora Chinchipe se ha caracterizado por poseer una riqueza forestal muy importante, la misma que ha sido explotada durante décadas para abastecer de madera a las ciudades principalmente de Loja y Cuenca. La sobreexplotación de los bosques, el cambio de uso de la tierra tanto para la agricultura como la ganadería por parte de los colonos y la construcción de obras civiles, han dado como resultado no solo la pérdida del recurso forestal, sino la degradación de los suelos y la biodiversidad florística y faunística de la provincia, exceptuando el Parque Nacional Podocarpus y otras áreas protegidas que albergan un importante recurso forestal y biológico. (Conday & Silva, 2006).

Así, el presente estudio permite evaluar la deforestación a través del tiempo, en la provincia de Zamora Chinchipe utilizando la variación de su cobertura vegetal desde 1990 hasta el 2018, analizando sus posibles causas mediante la correlación con variables desencadenantes y las consecuencias que podrían generar en la región como incrementos en las fluctuaciones diurnas de la temperatura, reducción en la evapotranspiración, precipitación y humedad, así como, disminuciones en los caudales y escorrentía fluvial. (García, 2016).

## **Metodología**

### **1. Recopilación de Información**

Se recopilaron datos desde 1990 hasta 2018 proporcionados por el Ministerio de Ambiente, Agua y Transición Ecológica a través de su página web [ide.ambiente.gob.ec/mapainteractivo/](http://ide.ambiente.gob.ec/mapainteractivo/) que permitieron conocer la variación en el uso del suelo, el avance de la deforestación, así como las posibles variables desencadenantes y consecuencias, considerando las siguientes:

- Cobertura de la tierra 1990
- Cobertura de la tierra 2000
- Cobertura de la tierra 2008
- Cobertura de la tierra 2018
- Deforestación periodo 1990-2000

- Deforestación periodo 2000-2008
- Deforestación periodo 2008-2014
- Deforestación periodo 2016-2018
- Fuentes de contaminación minera
- Sistema Nacional de Áreas Protegidas SNAP
- Bosque y vegetación protectora

## **2. Generación de mapas temáticos**

Se generaron mapas mediante el Software ArcGIS 10.8 que permitieron contrastar la variación de la cobertura vegetal y deforestación de la provincia de Zamora Chinchipe de forma multitemporal desde 1990 hasta 2018, generando tablas categorizadas que permitan identificar cambios cuantitativos utilizando el sistema de coordenadas WGS 1984 UTM Zona 17 Sur. Además, se obtuvieron mapas que relacionan las variables desencadenantes y consecuencias, entre ellos:

- Análisis multitemporal de la cobertura vegetal de 1990 a 2018.
- Análisis multitemporal de la deforestación de 1990 a 2018.
- Relación entre la deforestación y la minería 2018.
- Deforestación en bosques protectores 2018.
- Deforestación en reservas de biósfera 2018.
- Deforestación en áreas protegidas 2018.

## **3. Análisis de la deforestación en Zamora Chinchipe**

Se analizaron a través de estadística descriptiva la variación cuantitativa de la deforestación, el cambio en la cobertura vegetal y los posibles impactos en áreas sensibles como reservas y áreas protegidas identificando las posibles consecuencias y brindando posibles soluciones.

## **Resultados**

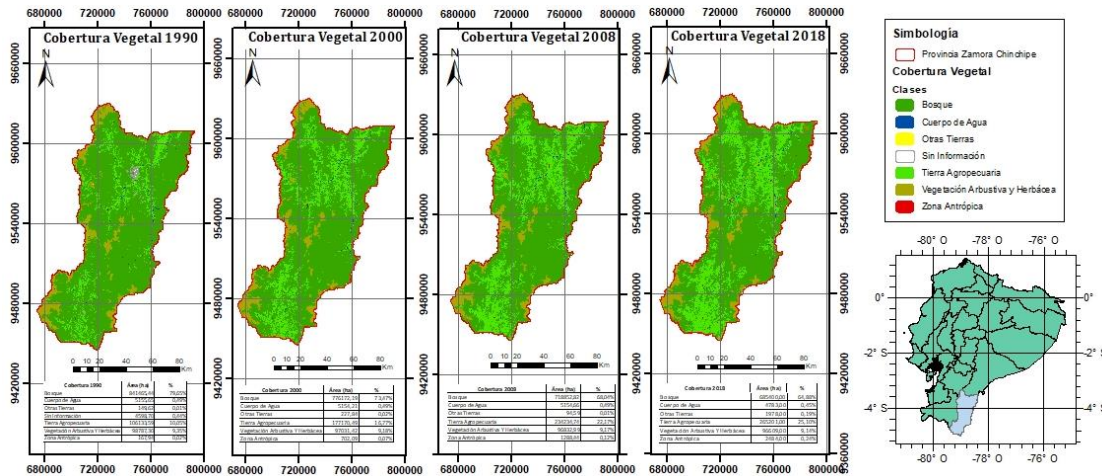
### **Cobertura Vegetal**

La imagen 1 presenta los cambios paulatinos en el uso del suelo de la provincia de Zamora Chinchipe desde 1990 hasta 2018, demostrando que ha existido un cambio del uso de suelo generalmente de bosque a tierra agropecuaria sobre todo en las ciudades del centro norte y centro sur de la provincia, entre ellas Chinchipe, Palanda, Yantzaza y Yacuambi. Además, se



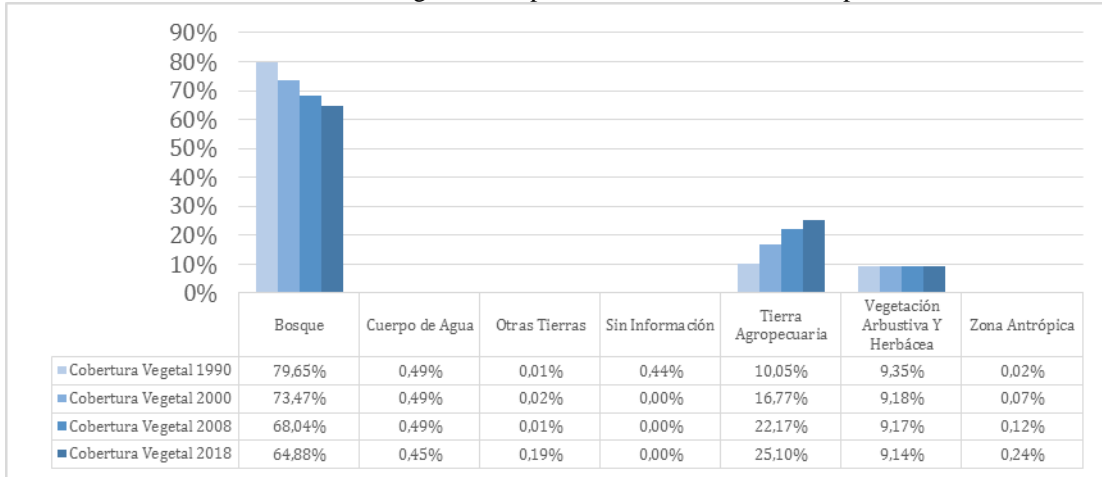
denota la presencia de mayor área antrópica en zonas cercanas a cuerpos de agua desde 2008 hasta 2018.

**Imagen 1.** Análisis multitemporal de la cobertura vegetal en la provincia de Zamora Chinchipe desde 1990 hasta 2018.



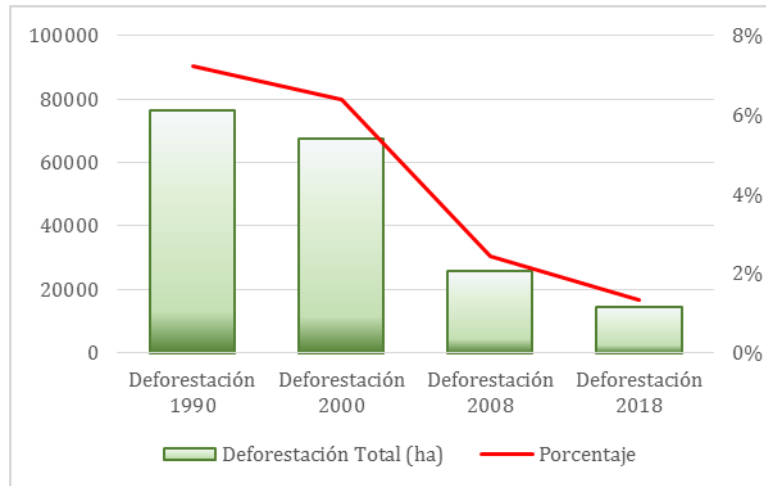
Además, la gráfica 1 muestra cómo desde 1990 hasta 2018 la cobertura de bosques ha sido reemplazada por tierra agropecuaria, demostrando una disminución promedio de cobertura de bosques de 4,92% y un crecimiento promedio de cobertura de tierra agropecuaria de 5,02%, disminuyendo esta tendencia en los últimos años.

**Gráfico 1.** Variación de la cobertura vegetal de la provincia de Zamora Chinchipe desde 1990 hasta 2018.



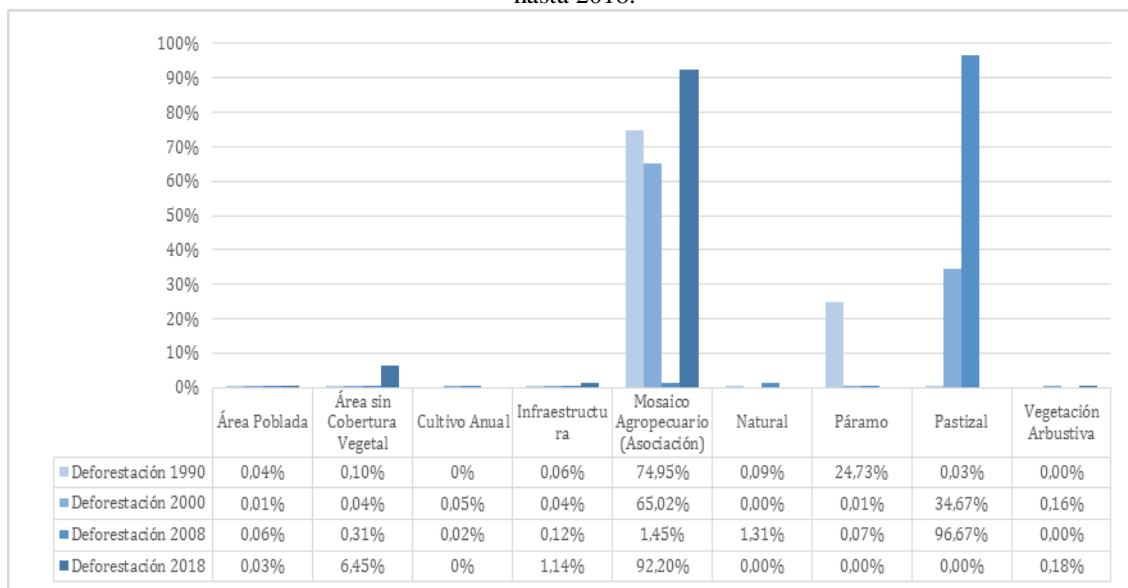






El gráfico 3 permite identificar que las áreas deforestadas desde 1990 han sido reemplazadas mayoritariamente por agricultura y pastizales sumando en conjunto más del 90% en todos los años de análisis, mientras que, actividades como el desarrollo de infraestructura hasta 2018 no ha superado el 2% del uso de áreas deforestadas.

**Gráfico 3.** Cambios en la cobertura de las zonas deforestadas en la provincia de Zamora Chinchipe desde 1990 hasta 2018.

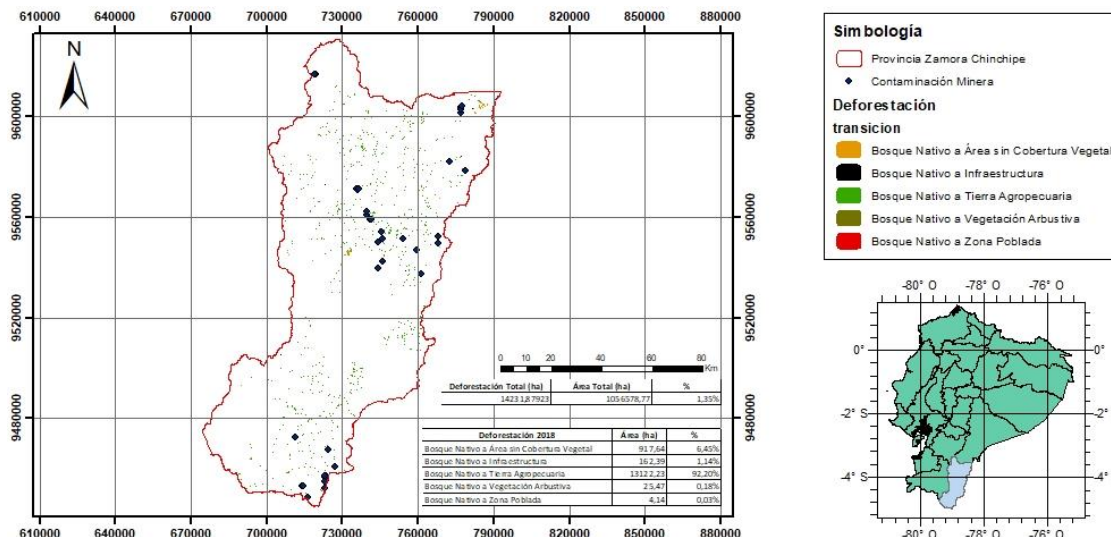


### Deforestación y extractivismo

La imagen 3 permite visualizar la relación existente entre el área deforestada y actividades mineras que han producido contaminación, demostrando que no en todos los casos existe una disminución de la capa boscosa durante el desarrollo de la actividad minera.

Algunas áreas mineras al ser de origen subterráneo, conservarían el ambiente biótico superficial, mientras que en otros lugares existe una ligera área deforestada cercana a los puntos de análisis, que puede ser el resultado de asentamientos humanos propios del desarrollo de una actividad económica. Cabe destacar que durante el presente análisis no se consideran los proyectos mineros a gran escala desarrollados desde 2019.

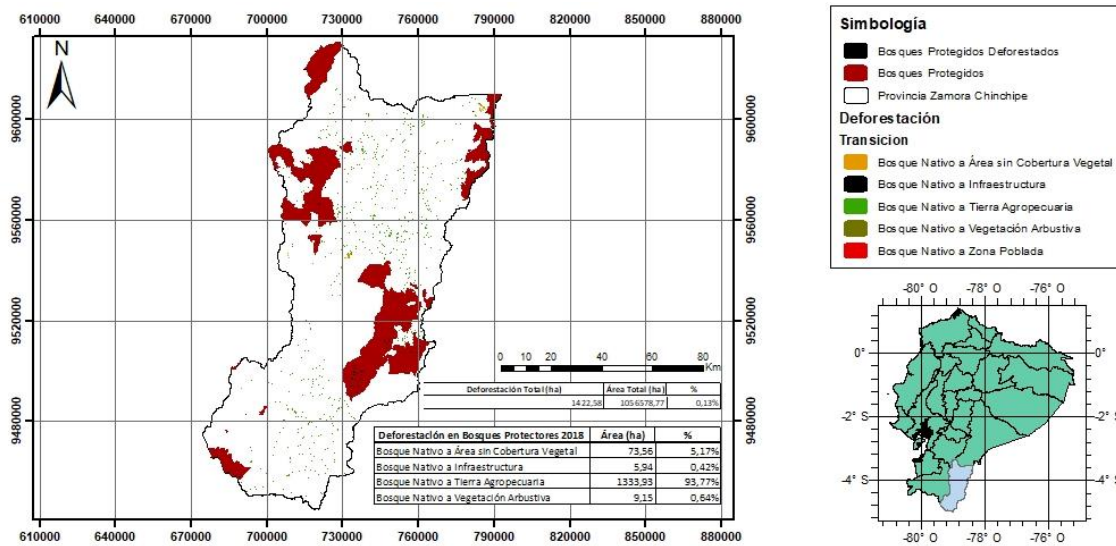
**Imagen 3.** Análisis entre las zonas de contaminación minera y la deforestación en la provincia de Zamora Chinchipe en 2018.



### Deforestación en bosques protectores

La imagen 4 exhibe las áreas deforestadas dentro de los bosques protegidos, representando un 0,85% del área de bosques con 1422 hectáreas de 167.9 mil hectáreas cuya función son conservar el agua, el suelo, la flora y la fauna silvestres, sufriendo la mayoría de ellas una transformación de bosques nativos a tierra agropecuaria en un 93,77%, mientras que solo un 0,42% fue reemplazado por infraestructura.

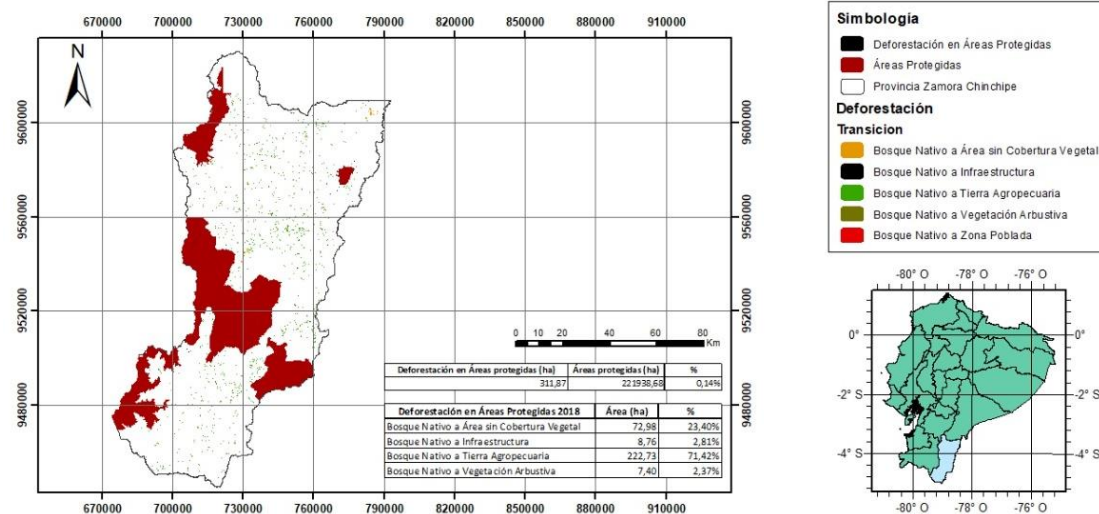
**Imagen 4.** Deforestación en los bosques protectores de la provincia de Zamora Chinchipe en 2018.



### Deforestación en áreas protegidas

La imagen 5 presenta las áreas deforestadas dentro de las áreas protegidas de la provincia de Zamora Chinchipe, contabilizándose 311 hectáreas deforestadas de 221,9 mil hectáreas protegidas, representando un 0,14% del área protegida, de ellas el mayor porcentaje cambio de bosque nativo a tierra agropecuaria con un 71,42%, seguido por un 23,40% que cambio a zona sin cobertura vegetal, es decir, en el área no se ha generado otra actividad ni ha sido reforestada.

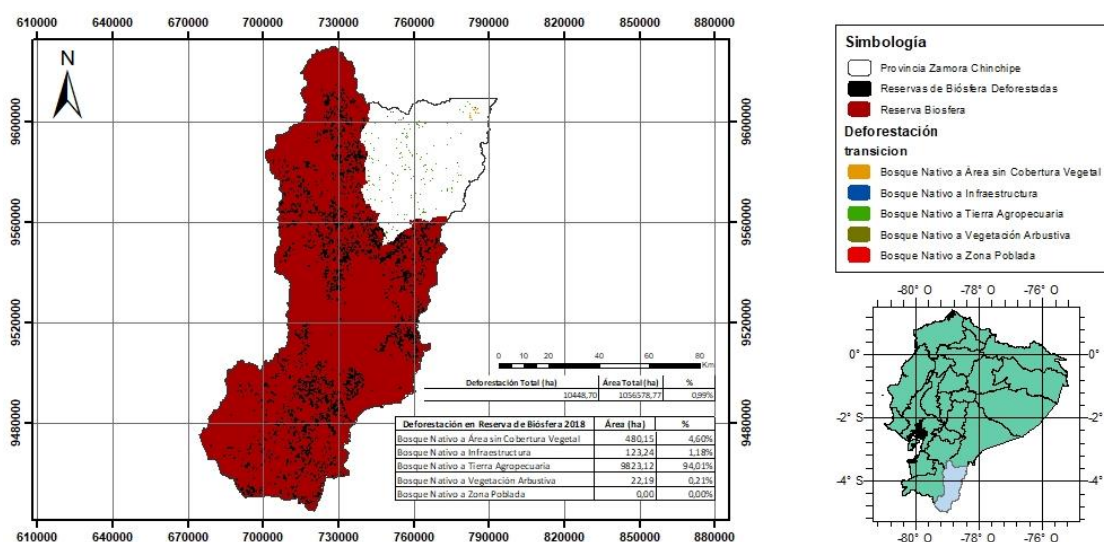
**Imagen 5.** Deforestación en áreas protegidas de la provincia de Zamora Chinchipe en 2018.



## Deforestación en reservas de Biósfera

La imagen 6 presenta las áreas deforestadas dentro de las reservas de biósfera, que de un total de 842.6 mil hectáreas han sido deforestadas 311 hectáreas, que representan el 1,24% de estos ecosistemas terrestres protegidos por el estado ecuatoriano, cuya función principal es la conservación de la biodiversidad del planeta y la utilización sostenible, de ellas el mayor porcentaje cambio de bosque nativo a tierra agropecuaria con un 94,01%, , seguidas de un 4.60% que no ha sido reforestado ni utilizado permaneciendo sin cobertura vegetal.

**Imagen 6.** Deforestación en reservas de biósfera de la provincia de Zamora Chinchipe en 2018.



## Conclusiones

La provincia de Zamora Chinchipe desde 1990 hasta 2018 ha presentado un incremento en su deforestación en las ciudades del centro norte y centro sur de la provincia, entre ellas Chinchipe, Palanda, Centinela del Condor, Yantzaza y Yacuambi, mostrando una mayor presencia de asentamientos en zonas cercanas a cuerpos de agua desde 2008 hasta 2018.

El uso del suelo en la provincia durante el periodo de tiempo analizado ha cambiado mayoritariamente de bosque nativo a tierra agropecuaria sobre todo en las ciudades previamente mencionadas, mientras que las zonas antrópicas, otras tierras y cuerpos de agua representan menos del 1% de la cobertura vegetal de la provincia desde 1990 y no han variado hasta la actualidad de manera notable.

Los datos de la presente investigación permiten inferir que la deforestación generada en la zona no tiene una relación directa con actividades mineras, debido a que existen pocas áreas deforestadas cercanas a los puntos de contaminación minera, ya que las minas que podrían ser de origen subterráneo no afectarían a su entorno superficial. Mientras que en otros puntos existen pequeñas áreas deforestadas que pueden ser el resultado de un asentamiento humano en pequeña escala, sin embargo, es necesario considerar que los proyectos emblemáticos Fruta del Norte y Mirador no han sido tomados en cuenta ya que comenzaron sus labores desde 2019 y no se encuentran datos disponibles sobre ese periodo.

Las áreas deforestadas en la provincia de Zamora Chinchipe representan un 0,85% del total de bosques protectores de la provincia, un 0,14% del área protegida provincial y finalmente con relación a la reserva de biósfera representa el 1,24% siendo generalmente modificado a tierra agropecuaria con porcentajes mayores al 71%, este tipo de análisis permiten discriminar la variación de las zonas verdes y su modificación en función del tiempo y el espacio en áreas sensibles del Ecuador, con la finalidad de generar posibles soluciones futuras a la disminución de la densidad vegetativa del país.

## Referencias

1. Aguirre, Z. Celi, H. Herrera, C. (2018). Estructura y composición florística del bosque siempreverde montano bajo de la parroquia San Andrés, cantón Chinchipe, provincia de Zamora Chinchipe, Ecuador. *Arnaldoa* 25 (3): 923-938. <http://doi.org/10.22497/arnaldoa.253.25306>
2. Condoy, F. & Silva, S. (2006). Análisis y tendencia de la deforestación de la provincia de Zamora Chinchipe, en base a la interpretación de imágenes satelitales. Recuperado de: <https://dspace.unl.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/5186/1/AN%C3%81LISIS%20Y%20TENDENCIA%20DE%20LA%20DEFORESTACI%C3%93N%20DE%20LA%20PROVINCIA%20DE%20ZAMORA%20CHINCHIPE.pdf>
3. El Universo. (2019). Ecuador es el país con la mayor tasa de deforestación de Latinoamérica en comparación con su tamaño, incluso más que Brasil. Recuperado de:



<https://www.eluniverso.com/noticias/2019/11/24/nota/7616396/estado-bosques-nativos-ecuador-deforestacion/>

4. García, M. (2016). La deforestación: una práctica que agota nuestra biodiversidad. *Producción + Limpia*, 11(2), 161-168. <https://doi.org/10.22507/pml.v11n2a13>
5. Lamberechts, C. (2000). Deforestación. Recuperado de: <http://www.aag.org/galleries/mycoe-files/T.Deforestacion.pdf>
6. Ministerio del Ambiente. (2017). Deforestación del Ecuador continental periodo 2014-2016. Recuperado de: <http://reddecuador.ambiente.gob.ec/redd/wp-content/uploads/2019/12/Anexo-5.-Informe-de-Deforestaci%C3%B3n>