



**UNIVERSIDAD AGRARIA DEL ECUADOR**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS**  
**CARRERA DE INGENIERIA AMBIENTAL**

**ANÁLISIS DEL CAMBIO DE USO Y COBERTURA DE  
SUELO EN LA REGIÓN ESTE DEL CANTÓN CUENCA**

**EXAMEN COMPLEXIVO**

Trabajo de titulación presentado como requisito para la  
obtención del título de  
**INGENIERO AMBIENTAL**

**AUTOR**  
**GARCÍA MALDONADO KEVIN VICENTE**

**TUTOR**  
**ING. LARA CRISTIAN ARTURO, M.Sc.**

**GUAYAQUIL – ECUADOR**

**2022**



**UNIVERSIDAD AGRARIA DEL ECUADOR  
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS  
CARRERA DE INGENIERÍA AMBIENTAL**

**APROBACIÓN DEL TUTOR**

Yo, **LARA CRISTIAN ARTURO**, docente de la Universidad Agraria del Ecuador, en mi calidad de Tutor, certifico que el presente trabajo de titulación: **ANÁLISIS DEL CAMBIO DE USO Y COBERTURA DE SUELO EN LA REGIÓN ESTE DEL CANTÓN CUENCA**, realizado por el estudiante **GARCIA MALDONADO KEVIN VICENTE**; con cédula de identidad **N° 0924106016** de la carrera **INGENIERÍA AMBIENTAL**, Unidad Académica Guayaquil, ha sido orientado y revisado durante su ejecución; y cumple con los requisitos técnicos exigidos por la Universidad Agraria del Ecuador; por lo tanto se aprueba la presentación del mismo.

Atentamente,

---

**ING. LARA CRISTIAN ARTURO, M.Sc.**

Guayaquil, 04 de mayo del 2022



**UNIVERSIDAD AGRARIA DEL ECUADOR**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS**  
**CARRERA DE INGENIERIA AMBIENTAL**

**APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN**

Los abajo firmantes, docentes designados por el H. Consejo Directivo como miembro del tribunal de sustentación, aprobamos la defensa del trabajo de sustentación **“ANÁLISIS DEL CAMBIO DE USO Y COBERTURA DE SUELO EN LA REGIÓN ESTE DEL CANTÓN CUENCA”**, realizado por el estudiante García Maldonado Kevin Vicente, el mismo que cumple con los requisitos exigidos por la Universidad Agraria del Ecuador.

Atentamente,

---

**ING. MUÑOZ NARANJO DIEGO**  
**PRESIDENTE**

---

**ING. MOROCHO ROSERO LUIS**  
**JUSSEN**  
**EXAMINADOR PRINCIPAL**

---

**ING. FACUY DELGADO**  
**EXAMINADOR PRINCIPAL**

Guayaquil, 04 de mayo de 2022

**Dedicatoria**

A Dios quien ha sido mi guía, fortaleza y su mano de fidelidad y amor han estado conmigo hasta el día de hoy.

A mi madre y abuela quienes con su amor, paciencia y esfuerzo me han permitido llegar a cumplir hoy un sueño más, gracias por inculcar en mí el ejemplo de esfuerzo y valentía, de no temer las adversidades porque Dios está conmigo siempre.

## **Agradecimiento**

Quiero expresar mi gratitud a Dios, quien con su bendición llena siempre mi vida y a toda mi familia por estar siempre presentes.

Finalmente quiero expresar mi agradecimiento a mis amigos, quienes me acompañaron en este extenso camino de preparación y a mi tutor Cristian Lara por ser un gran colaborador durante todo este proceso, quien con su dirección, conocimiento y enseñanza permitió el desarrollo de este trabajo.

### **Autorización de Autoría Intelectual**

Yo, **GARCIA MALDONADO KEVIN VICENTE**, en calidad de autor del proyecto realizado, sobre “**ANÁLISIS DEL CAMBIO DE USO Y COBERTURA DE SUELO EN LA REGIÓN ESTE DEL CANTÓN CUENCA**”, por la presente autorizo a la UNIVERSIDAD AGRARIA DEL ECUADOR, hacer uso de todos los contenidos que me pertenecen o parte de los que contienen esta obra, con fines estrictamente académicos o de investigación. Los derechos que como autor me correspondan, con excepción de la presente autorización, seguirán vigentes a mi favor, de conformidad con lo establecido en los artículos 5, 6, 8; 19 y demás pertinentes de la Ley de Propiedad Intelectual y su Reglamento.

---

**GARCIA MALDONADO KEVIN VICENTE**

**C.I. 0924106016**

Guayaquil, 04 de mayo del 2022

## Índice general

Portada .....	1
APROBACIÓN DEL TUTOR .....	2
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN .....	3
Dedicatoria .....	4
Agradecimiento.....	5
Autorización de Autoría Intelectual .....	6
Índice general.....	7
Índice de tablas .....	10
Índice de figuras .....	11
Resumen .....	12
Abstract .....	13
1. Introducción .....	14
1.1 Importancia o caracterización del tema .....	14
1.2 Actualidad del tema .....	15
1.3 Novedad científica del tema .....	17
1.4 Justificación del tema.....	19
1.5 Objetivos .....	20
1.5.1 Objetivo general.....	20
1.5.2 Objetivos específicos .....	20

<b>2. Aspectos metodológicos .....</b>	<b>21</b>
<b>2.1 Materiales.....</b>	<b>21</b>
<b>2.2.1 Recursos bibliográficos.....</b>	<b>21</b>
<b>2.2.2 Materiales y equipos.....</b>	<b>21</b>
<b>2.2.3 Recursos humanos.....</b>	<b>21</b>
<b>2.3 Métodos.....</b>	<b>22</b>
<b>2.3.1 Modalidad y tipo de investigación.....</b>	<b>29</b>
<b>2.3.2 Tipos de métodos.....</b>	<b>29</b>
<b>2.3.2.1. Método inductivo.....</b>	<b>29</b>
<b>2.3.2.2. Método deductivo.....</b>	<b>30</b>
<b>2.3.2.3. Método analítico.....</b>	<b>30</b>
<b>2.3.2.4. Método síntesis.....</b>	<b>30</b>
<b>2.3.3 Técnicas.....</b>	<b>30</b>
<b>3. Marco teórico .....</b>	<b>32</b>
<b>3.1 Estado de arte .....</b>	<b>32</b>
<b>3.2 Análisis .....</b>	<b>34</b>
<b>3.2.1 Diagnostico del uso y cobertura del suelo actual de la región este del cantón Cuenca, mediante revisión bibliográfica.....</b>	<b>34</b>
<b>3.2.2 Análisis de la evolución del uso y cobertura del suelo desde el año 2005 hasta el 2016 mediante revisión bibliográfica.....</b>	<b>37</b>



<b>3.2.3 Propuesta de posibles medidas evolutivas sobre el uso y cobertura del suelo en el cantón Cuenca mediante información de proyectos ejecutados en esta región.....</b>	<b>39</b>
<b>4. Conclusión .....</b>	<b>42</b>
<b>5. Bibliografía .....</b>	<b>44</b>
<b>6. Glosario .....</b>	<b>51</b>
<b>7. Anexo.....</b>	<b>52</b>

## Índice de tablas

Tabla 1. Proceso para calcular la cobertura y uso de suelo. ....	23
Tabla 2. Matriz de resultados. ....	36
Tabla 3. Cobertura y uso del suelo desde el año 2005 hasta el 2016. ....	37
Tabla 4, Propuestas evolutivas sobre la calidad del suelo. ....	40

## Índice de figuras

Figura 1. Mapa de cobertura y uso de suelo año 2016. ....	52
Figura 2. Cobertura y uso de suelo año 2005. ....	53

## Resumen

El presente trabajo aborda la relación entre usos y coberturas de suelo y dos indicadores de calidad ambiental urbana (temperatura de emisión superficial y presencia y estado de la vegetación), en la región este del cantón Cuenca, durante los años 2005, 2010 y 2016. Los distintos usos y coberturas de suelo, han sido fotointerpretados utilizando imágenes de satélite y fotografías aéreas. Por medio del procesamiento de las imágenes, se obtuvieron valores numéricos y por tanto comparables, de los indicadores ambientales mencionados. El contraste de la distribución espacial de los usos y cobertura, así como de los indicadores ambientales para cada año, y el uso de un análisis de varianza, permitieron en tanto, establecer relaciones entre las variables. Los resultados investigativos muestran una expansión por acreción, de tipo tentacular y salto de rana, que ha sido rápida y constante, en donde predominan los usos de suelo residencial de mediana densidad e industrial. El cambio de coberturas naturales y seminaturales, por coberturas con uso de suelo urbano, paralelamente, condiciona la capacidad de regulación térmica de la ciudad. El área urbana presenta temperaturas más elevadas que sus inmediaciones, y si bien, el estado de la vegetación se ha mantenido “adecuado”, se evidencia una pérdida importante de biomasa a medida que se extiende la urbe. Lo anterior, sugiere que las variables analizadas y relaciones descritas, deberían ser consideradas por los instrumentos de gestión y planificación ambiental de la conurbación, dada su significancia.

**Palabras claves:** Cobertura, Indicadores de cambio, Sustentabilidad, Uso de la tierra y Uso de suelo

## Abstract

This paper addresses the relationship between uses and land cover and two indicators of urban environmental quality (surface emission temperature and presence and state of vegetation), in the eastern region of the Cuenca canton, during the years 2005, 2010 and 2016. The different uses and land covers have been photo-interpreted using satellite images and aerial photographs. By means of image processing, numerical and therefore comparable values of the environmental indicators mentioned were obtained. The contrast of the spatial distribution of the uses and coverage, as well as the environmental indicators for each year, and the use of an analysis of variance, allowed establishing relationships between the variables. The research results show an expansion by accretion, of the tentacular and frog-leap type, which has been rapid and constant, where medium-density residential and industrial land uses predominate. The change of natural and semi-natural covers, for covers with urban land use, at the same time, conditions the thermal regulation capacity of the city. The urban area has higher temperatures than its surroundings, and although the state of the vegetation has remained "adequate", there is evidence of a significant loss of biomass as the city expands. The foregoing suggests that the variables analyzed and the relationships described should be considered by the environmental management and planning instruments of the conurbation, given their significance.

**Key words:** Sustainability, Land Use, Coverage, Use and Forex Indicators

## 1. Introducción

### 1.1 Importancia o caracterización del tema

El Ecuador, en las últimas décadas, ha experimentado fuertes cambios en su cobertura vegetal natural y uso de suelo. El avance de la frontera agrícola, un acelerado y desordenado crecimiento de las áreas urbanas y la presión que éstas ejercen sobre el territorio, han provocado que se sacrifiquen tierras con potencial agrícola, convirtiendo suelo rural en urbano, así como el desplazamiento de las áreas de cultivos y ganaderas a las laderas de las montañas o zonas menos fértiles, perdiendo la función social y ambiental del suelo (Ayala, 2019).

Los cambios ecológicos y sociales han creado una crisis mundial. La variabilidad del clima, los cambios del uso de suelo tienen como consecuencia el agotamiento de la biodiversidad y ponen en cuestionamiento el manejo de los sistemas ecológicos y la acertada aplicación de las políticas en la gestión del territorio. Conocer la evolución de estos sistemas naturales no es nada fácil, pero si se quiere un futuro sostenible es necesario saber cómo las actividades humanas afectan los ecosistemas, cómo afectan la disponibilidad de los recursos que estos ecosistemas proveen y la percepción y respuesta de la población hacia esta alteración de su entorno (Pinos , 2016).

El cantón Cuenca es un territorio que está experimentando acelerados cambios de usos de suelo de una manera intensa y extensa en su espacio territorial. Se puede apreciar el crecimiento de zonas destinadas para vivienda, apertura de vías y el crecimiento de áreas productivas en las zonas de las laderas de montaña, disminuyendo las zonas de páramo y bosques naturales e incrementándose áreas de riesgo por deslizamientos o hundimientos (Pinos , 2016).

Pinos (2016) señala que es necesario generar posibles escenarios que ayuden a establecer directrices para la toma de decisiones, en una adecuada planificación territorial. En la presente investigación se realizará un estudio sobre el cambio del uso de suelo, visto como un sistema complejo, con el objeto de determinar relaciones dinámicas y modelar procesos de toma de decisiones, con el fin de representar la dinámica territorial y, de esta manera, contribuir al entendimiento del sistema y al posible planteamiento de políticas y soluciones que contrarresten los efectos negativos de la dinámica del cambio del uso.

## **1.2 Actualidad del tema**

Pinos (2016) indica que el territorio cantonal se caracteriza por una gran heterogeneidad ambiental debido a su accidentada topografía; esto define una variedad de paisajes diversos y complejos. Se encuentra el Parque Nacional El Cajas y el Área Nacional de Recreación Quimsacocha que comprende 29.389 hectáreas y 3.204,3 hectáreas, respectivamente, representando el 9% del territorio.

Cárdenas (2017) menciona que el acelerado y desordenado crecimiento que se ha dado, en los últimos veinte años, sobre todo en zonas circundantes al área urbana ha provocado la disminución de los suelos productivos del cantón. Los suelos han soportado una fuerte presión por fraccionamiento, reduciendo el área con potencial productivo; esta situación trae implicaciones en la economía de la población y del cantón: la dotación de servicios básicos se vuelve más complicada e incrementa los valores de inversión por parte de las entidades públicas a cargo de estos servicios. De igual manera, la pérdida de zonas boscosas que favorecían la protección ante diferentes amenazas naturales,

han sido reemplazadas por viviendas dispersas, actividades agrícolas y ganadera de subsistencia en gran parte del territorio cantonal.

Camacho (2018) señala que el crecimiento de la categoría de pastos y cultivos, casi se ha triplicado en diez años de diferencia; presentando unas 47 mil hectáreas de cambio de uso. El decrecimiento de las categorías correspondientes a coberturas naturales como vegetación leñosa y herbácea con un total de 49 mil hectáreas, esto evidencia el proceso de transición a otras coberturas y, un crecimiento del área urbana con unas 724 hectáreas.

Mejía (2020) indica que, la estimación de la tasa anual de cambio se calculó a partir de la superficie de cada categoría y esto expresa la mayor o menor intensidad de las dinámicas de cambio en las coberturas de suelo en el cantón entre el periodo de 1991 y el año 2001. Se observa que la categoría de vegetación herbácea es la más alta, con un valor negativo de -3,8%, seguida de vegetación leñosa nativa con -3,2% y de la vegetación leñosa con -1,9%.

La cobertura natural (páramo, vegetación leñosa y herbácea) presenta una pérdida de 49.066,3 hectáreas que corresponden a -2% hectáreas por año. En el año 1991 tenían un total de 267.873,7 hectáreas, para el año 2001 se reducen a 218.807,4 hectáreas; esto nos indica que la mayoría de cambios se dio en estas coberturas (Pinos , 2016).

La categoría de pasto y cultivos es la que mayor crecimiento presenta con 22.796,1 hectáreas en 1991 y para el año 2001 se incrementa a 70.639,8 hectáreas, dando una tasa de cambio del 12% anual. Las categorías de cobertura de suelo no vegetal (agua, suelo descubierto y suelo urbano) presentaban para 1991 un total de 6.877,8 hectáreas



y, en el 2001, alcanzaron unas 8.100 hectáreas con una tasa de cambio del 1,6% anual (Pinos , 2016).

### **1.3 Novedad científica del tema**

Mapear los usos del suelo ha sido una práctica aceptada desde 1940 mediante el uso de fotografías aéreas, los cambios físicos en el uso del suelo han sido identificados a través de los mapas y han permitido hacer inferencias sobre las razones económicas y sociales involucradas en dichos cambios (Pineda, 2011).

Una forma de evaluar los cambios en el uso del suelo es a partir de la medición de los cambios en la cobertura vegetal y no vegetal del mismo. Tradicionalmente, la medición de cambios de cobertura vegetal y uso de suelo se realiza con base en información generada a partir de percepción remota (usualmente fotografías aéreas e imágenes de satélite) (Pineda, 2011).

En las últimas décadas el cambio de uso del suelo ha surgido como un componente importante en el estudio del cambio climático global. Los ecosistemas terrestres son afectados sustancialmente por cambios en la cobertura del suelo. Las actividades antrópicas tienen efectos directos en los ecosistemas terrestres e incrementan la vulnerabilidad de los mismos ante las consecuencias del cambio climático (Hafftler, 2019; Damian et al., 2018).

Todo esto hace que el tema de cambio de uso y de cobertura del suelo tenga relevancia regional, nacional y global. Las técnicas de teledetección se han transformado en una poderosa herramienta de análisis espacial que en conjunto con los sistemas de información geográfica (SIG) constituye uno de los mayores aportes dentro del campo de la geografía y la cartografía (Bäuerle et al., 2011).

Sin embargo, Curatola et al., (2015) concluyeron que los análisis espaciales-explicitos de las fuerzas impulsoras de los cambios de uso y cobertura de los suelos del páramo ecuatoriano son limitados, a pesar que, estas pueden influenciar la toma de decisiones en el uso de la tierra en estas ecorregiones. Además, el uso de la geomántica en el estudio de los cambios de uso y de cobertura del suelo de los páramos ha sido igualmente limitado y esto se ha atribuido a la complejidad topográfica y las condiciones atmosféricas.

Los estudios de cambio de uso de suelo y vegetación son el referente para conocer las trayectorias de distintos procesos asociados con la deforestación, degradación y perturbación de los bosques, erosión y desertificación del suelo, pérdida de la biodiversidad, entre otros. Los diversos cambios que perciben las coberturas vegetales y uso de suelo determinan la región, estos se consideran en varios países como la principal causa del deterioro ambiental refiriéndose al recurso suelo. Es indiscutible que, durante las últimas décadas, las acciones antrópicas se han transformado en el principal desencadenador de las evoluciones de los ecosistemas terrestres, por encima de los fenómenos naturales (Camacho, 2018).

Actualmente, los especialistas que estudian las transformaciones ocurridas en los distintos paisajes naturales y antrópicos (culturales) de la superficie terrestre, utilizan, con frecuencia, mapas de uso de suelo y vegetación derivados de la interpretación visual de imágenes de satélite, estas pueden ser de mediana o alta resolución espacial. Es a partir de estos insumos cartográficos que se puede identificar, describir, cuantificar, localizar, analizar, evaluar, explicar y modelar la dinámica y los procesos de cambio que

acontecen en las diversas comunidades vegetales y usos del suelo de un espacio geográfico en particular (Camacho, 2018).

#### **1.4 Justificación del tema**

Existen varios factores antropogénicos y naturales que afectan la calidad del suelo de la zona en estudio (región este del cantón Cuenca), como es la deforestación de bosques primarios, crecimiento de la frontera agrícola pérdida de páramo y procesos urbanísticos. Se resalta que la calidad ambiental de la zona se encuentra en función a varios primarios, entre ellos la reforestación de bosque primario (Romero, 2018).

La evaluación de la confiabilidad temática de mapas de uso de suelo y vegetación, o bien, de imágenes de satélite clasificadas, es un tema que está cobrando mucho interés, sobre todo, en investigaciones especializadas en la elaboración de estudios de cambios de cobertura vegetal y uso del suelo se pretende determinar la confiabilidad de un producto cartográfico, especialmente la de los mapas de uso de suelo y vegetación, permite a los usuarios valorar su ajuste con la realidad y, así, asumir el riesgo de tomar decisiones con base en esta información cartográfica. Además, contribuye a conocer y modelar el error que resulte de la sobreposición de varias capas con cierto grado de error (Gallardo, 2018).

Este estudio pretende analizar los cambios que ciertos factores (uso y cobertura) han presentado durante los últimos 11 años, mediante la utilización de técnicas y programación de SIG (Sistema de Información Geográfico), el cual permite determinar la dinámica de tendencia sobre la calidad ambiental del recurso suelo (Romero, 2018).

Los posibles análisis permitirán determinar los escenarios de calidad ambiental de la zona en estudio con el fin de crear estrategias de manejo, priorización, intervención de políticas, planes y manejos de aprovechamiento sustentable sobre el uso y cobertura vegetal (Romero, 2018).

## **1.5 Objetivos**

### **1.5.1 Objetivo general**

Analizar el cambio de uso y cobertura de suelo en la región este del cantón Cuenca mediante la investigación bibliográfica para la minimización de escenarios evolutivos.

### **1.5.2 Objetivos específicos**

- Diagnosticar el uso y cobertura del suelo actual de la región este del cantón Cuenca, mediante revisión bibliográfica.
- Analizar la evolución del uso y cobertura del suelo desde el año 2005 hasta el 2016 mediante revisión bibliográfica.
- Proponer posibles medidas evolutivas para los próximos 10 años sobre el uso y cobertura del suelo en el cantón Cuenca, mediante información de proyectos ejecutados en esta región.

## **2. Aspectos metodológicos**

### **2.1 Materiales**

#### **2.2.1 Recursos bibliográficos**

El presente trabajo monográfico se desarrollará con los siguientes recursos bibliográficos:

- Artículos científicos.
- Revistas científicas.
- Libros.
- Repositorios digitales de universidades con prestigio
- Recursos bibliográficos solicitados al GAD parroquial de Cuenca.

#### **2.2.2 Materiales y equipos**

A continuación, se exponen aquellos materiales que se utilizarán para el desarrollo de la presente investigación monográfica:

- Laptop.
- Impresora.
- Lápices.
- Esferos.
- Hojas de papel tamaño A4.

#### **2.2.3 Recursos humanos**

Para la ejecución de la presente investigación se encontrarán involucrados los siguientes actores:

El estudiante de la carrera de Ingeniería Ambiental como principal ejecutora de la investigación.

El respectivo tutor, el cual será el encargado de manifestar las respectivas sugerencias para el desarrollo y elaboración del presente trabajo monográfico.

### **2.3 Métodos**

Balderas et al., (2017) menciona que las unidades de análisis de esta investigación corresponden a las distintas coberturas y usos del suelo que se encuentran distribuidas espacialmente en Progreso Hidalgo. El reconocimiento de los usos y coberturas del suelo del área de estudio se sustentan en los criterios de identificación.

Para validar los datos investigados se establece una matriz de precisión la cual arroja un 92.25% de probabilidad, a continuación, se obtiene el coeficiente de kappa en un 0.77% de exactitud (Barredo, 2020).

Los períodos de tiempo, excluyéndose valores menores al 0.1% y cuyo ancho de los conectores es proporcional al tamaño de hectáreas ocupado por cada categoría, pudiendo evidenciar también los porcentajes significativos que indican mayor persistencia respecto al terreno ocupado, es por ello que en la tabla 4 podemos corroborar lo dicho en párrafos anteriores al mencionar que las categorías matorral y suelo desnudo son los más persistentes con el cambio en el tiempo, mientras que la plantación forestal, herbazal y nieve han sido los más susceptibles a transiciones, destacándose el caso del humedal que en el período de 1999 a 2009 no existe interacción de las demás categorías con el humedal sino solamente del humedal con la categoría herbazal.

**Tabla 1. Proceso para calcular la cobertura y uso de suelo.**

Actividad	Proceso
1. Diseño del muestreo	<p>Esta etapa consta de tres fases: a) la unidad de muestreo que se ocupó fue el punto; b) el método de muestreo utilizado fue el aleatorio estratificado, considerando que permite tener parte del control sobre la distribución de los sitios de muestreo y garantizando que no se sobre muestren las categorías con mayor superficie en relación a las de menor extensión, el tamaño de la muestra se estableció desde dos perspectivas: que sugiere verificar por lo menos 50 sitios por categoría, donde definen que para obtener una confiabilidad global estimada para el mapa de 80% y un medio intervalo de confianza de 5% se deben aplicar 247 sitios de verificación. Por lo cual se registraron 200 puntos de muestreo para el mapa correspondiente al año 2000. Para el mapa de 2007 se</p>

---

muestrearon 250 puntos debido a la inclusión de la categoría producción agrícola en invernaderos. Para el último año (2015) se reconocieron 250 puntos nuevamente

2. Evaluación de los sitios de verificación

En esta fase se asociaron los puntos de muestreo anteriormente registrados, con una categoría de la leyenda que se localiza en los mapas de uso de suelo y vegetación. Para la evaluación de los sitios de verificación correspondientes a los años 2000, 2007 y 2015 se ocuparon los insumos utilizados previamente para la elaboración de los mapas. Para esto, fue necesario recurrir a un especialista (externo) en la temática, con el propósito de evaluar los sitios de muestreo mediante la interpretación visual y el conocimiento de experto.

---



### 3. Análisis de los datos

Este proceso se desarrolló a través de la elaboración de la matriz de confusión o matriz de error (una para cada año: 2000, 2007 y 2015), que permite comparar la información de los sitios de verificación con los mapas de uso de suelo y vegetación (categorías clasificadas en los mapas). Dicha matriz está integrada por filas que representan las clases de referencia. Las columnas integran las categorías del mapa y la diagonal constituye el número de sitios o puntos de verificación para los cuales hay correlación entre los datos de referencia y las categorías del mapa, mientras los marginales expresan errores de asignación. Mediante los datos obtenidos a partir de la matriz de confusión se determinaron y calcularon los índices de confiabilidad y el medio – intervalo de confianza para cada mapa,

---

considerando una confiabilidad estimada de 80%.

Previo al desarrollo de los índices de confiabilidad y el medio – intervalo de confianza, se realizó la corrección de las matrices de confusión, debido al método de muestreo aplicado en la investigación “aleatorio estratificado”. Puesto que en dicho muestreo el número de sitios por categoría no es proporcional a la superficie cubierta por cada categoría, por lo que el valor obtenido no debe ser interpretado de esta manera.

La corrección de las matrices de confusión o de error se realizó mediante el método planteado por Card (1982), basándose en ponderar el número de sitios de verificación en relación con la superficie de cada categoría representada en el mapa. Mediante la aplicación de este método se construyeron matrices de confusión

---

expresadas en proporción y con base en los datos que integran a cada una de éstas se calculó la proporción y la superficie correspondiente a cada una de las categorías de análisis.

Para el análisis de la dinámica espacio – temporal de los cambios de cobertura y uso de suelo ocurridos en Progreso Hidalgo, se realizó el cálculo de: a) los indicadores de cambio, es decir, las pérdidas, ganancias, cambios netos, cambio total y los intercambios entre las distintas coberturas (Pontius, Shusas y McEachern, 2004); y b) los índices de Braimoh o persistencia, que permiten evaluar las características de zonas estables en correspondencia a las pérdidas, ganancias y cambios netos por categoría.

Para analizar los procesos de cambio ocurridos en las coberturas y usos del suelo de Progreso Hidalgo, se determinaron tasas anuales de cambio

---

que comprenden los periodos 2000-2007 y 2007-2015. Esto a partir de las superficies correspondientes a las coberturas y usos del suelo que se encuentran representadas espacialmente en los mapas. Además, se consideró la superficie corregida de cada una de las categorías de análisis obtenida mediante el método de Card.

La obtención de variables explicativas, elementos y factores (económicos, ambientales y culturales) que determinan el proceso de conversión de los sistemas agrícolas en Progreso Hidalgo se sustentaron en 25 recorridos de campo y, desde luego, en la descripción detallada de las relaciones entre sociedad-economía-ambiente (cuestionarios, entrevistas y observación directa). Es así que se incorpora lo que los participantes plantean (agricultores) del fenómeno u observación realizada (cambios de

---

cobertura y uso de suelo) en dicho espacio

---

Balderas et al., 2017.

### **2.3.1 Modalidad y tipo de investigación**

El tipo de investigación que se aplicó en el presente trabajo monográfico se considera documental debido a que se revisaron fuentes bibliográficas como artículos científicos, libros, revistas, proyectos de tesis, entre otros, en los cuales se encontró información esencial para el desarrollo del presente trabajo investigativo.

### **2.3.2 Tipos de métodos**

A continuación, se particularizan los métodos que se emplearan para la ejecución de la presente investigación monográfica:

#### *2.3.2.1. Método inductivo*

Este trabajo busca ofrecer un análisis puntual con la información obtenida respecto a los posibles problemas ambientales al este del cantón Cuenca, a través de información obtenida de fuentes bibliográficas.

#### *2.3.2.2. Método deductivo*

El presente método permite generar conclusiones sobre la importancia del desarrollo de análisis de problemas ambientales dentro de un territorio determinado, como es el caso puntual al este del cantón Cuenca.

#### *2.3.2.3. Método analítico*

La información bibliográfica obtenida se considerará con la finalidad de analizar los problemas ambientales que la comunidad evidencia actualmente al este del cantón Cuenca; por tal razón este análisis se desarrollará de una forma organizada, detallada e íntegra, con la finalidad de una mayor comprensión sobre el presente estudio.

#### *2.3.2.4. Método síntesis*

Este método permite comprender los beneficios de realizar análisis ambientales con la finalidad de conocer posibles impactos ambientales, los cuales alteran los servicios ecosistémicos de zonas geográficas determinadas.

### **2.3.3 Técnicas**

La técnica que se utilizará en el presente trabajo monográfico será una investigación bibliográfica. La misma permitirá recopilar la información adecuada de diversos autores respecto los problemas ambientales encontrados en diversos territorios geográficos.

Se realizó la recopilación de información cartográfica, en base a las cartas topográficas 1:50.000 publicadas por el Instituto Geográfico Militar (IGM); cartografía generada en el proceso de elaboración del Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial 2011 y 2015 del Municipio de Cuenca. También se contó con las imágenes satélites que fueron descargadas del United States Geological Survey (USGS), correspondientes al sensor Landsat 5 y 7 de los años 1991 y 2001 respectivamente(Figura4). A estas

imágenes se les realizó un procesamiento digital con el objetivo de contar con las características adecuadas para los diferentes análisis.

### 3. Marco teórico

#### 3.1 Estado de arte

Según Courturier (2018), la investigación acerca de los cambios en la cobertura vegetal, son sin duda una problemática mundial debido a la expansión de las actividades productivas y el impacto que causa a los servicios eco sistémicos de los páramos y bosques, en este contexto el presente estudio calcula la superficie con cambios y permanencias en la cobertura vegetal en el periodo 2015 al 2020 ocurrido en la Subcuenca del río Chambo. Se usaron 6 imágenes satelitales landsat 8 de la plataforma Google Earth Engine, y haciendo uso del software de geoprocесamiento arias versión 10.8 y la herramienta algebra de mapas se calculó el Índice de Vegetación de Diferencia Normalizada (NDVI), luego se realizó la clasificación supervisada usando el clasificador de máxima verosimilitud para catalogar 5 clases de coberturas, finalmente se determinó las áreas con transición y permanencia.

Los resultados indican que el año 2016 presenta mayor reflectancia detectando mayor vigorosidad y presencia de densidad alta de vegetación. Se concluye además que en la mayor parte del territorio (61%) no sufrió cambios, mientras que el 39% sufrió transiciones entre las diferentes clases con un total de 139397 hectáreas (Pinta et al., 2021). La clase vegetación dispersa presentó ganancias superficiales en mayor proporción pasando de 129.080,48 ha en 2015 a 152.619,419 ha en 2020 existiendo un aumento de 23538,939 ha. Esta clase comprende en su mayor parte zonas agrícolas y pastizales que en el año 2015 representaba 35,96% y para el año 2020 alcanzó un 42,52% evidenciando un incremento de 6,56% de cambio (Pinta et al., 2021).



Según Cuellar (2019), afirma que se identificaron las transiciones que caracterizaron el cambio de uso y cobertura del suelo en la microcuenca del río Jubal (3120-4360 msnm), período 1991-2011, con el objetivo de contribuir a futuros planes de ordenamiento territorial y en la planificación de estrategias para la conservación de los recursos naturales de la microcuenca del río Jubal perteneciente al Parque Nacional Sangay.

La incertidumbre en la clasificación supervisada se calculó mediante la comparación de los resultados obtenidos y un muestreo aleatorio estratificado, para lo cual se seleccionaron 210 píxeles para la validación con un 95% de confianza. La validación fue realizada mediante una matriz de confusión, con la que se evaluó la incertidumbre de la clasificación, situando en las filas las clases o categorías obtenidas en el mapa y en las columnas las mismas clases con datos reales del terreno o campo (Damian et al., 2018). La precisión general Overall Accuracy (OA) se evaluó dividiendo el número de píxeles clasificados correctamente entre el total de lugares de referencia (Berlanga et al. 2010). Otra prueba estadística complementaria que se empleó fue el coeficiente de Kappa (K), el cual es una medida de concordancia entre los valores observados y los valores estimados, para su cálculo se utilizaron los valores de la diagonal de cada una de las matrices de confusión generadas. Los resultados sugieren que el servicio ecosistémico que ofrece la microcuenca del río Jubal como proveedora y reguladora de servicios hídricos está siendo seriamente amenazado (Carrión, 2017).

De acuerdo con Aguilera (2018), afirma que las transiciones en los cambios de uso y cobertura de suelo en la Reserva de Producción Faunística Chimborazo, Ecuador. Se utilizaron datos de 1999, 2009 y 2020, a través de análisis multitemporales que

involucraron imágenes satelitales Landsat 7 y Landsat 8 (Trujillo, 2020). La investigación se realizó en tres fases: la primera consistió en el tratamiento o corrección de las imágenes satelitales de los tres años para conseguir información a través de la clasificación supervisada de los cambios de uso de suelo durante este período, distinguiéndose 7 categorías: Nieve (Ni), Suelo desnudo (Sd), Herbazal de páramo (He), Intervención (In), Matorral (Ma), Plantación forestal (Pf), Humedal (Hu).

La validación de datos se hizo en el campo para el último año y para los otros dos se validó con el testimonio de guardaparques de la Reserva, además de ello se empleó el índice Kappa, con índices de concordancia aceptables, superiores a 0.80. La segunda fase consistió en el análisis de las transiciones sistemáticas evaluando tanto las pérdidas, como las ganancias para cada categoría. El resultado del análisis de rapidez de intensidad para el primer intervalo de tiempo reporta un cambio acelerado con un área de cambio del 29.54 %, mientras que para el segundo intervalo de tiempo el cambio es lento con un área de cambio de 28.42 %. El matorral y la intervención son los más susceptibles a cambios, debido a que muestran pérdidas y ganancias durante los dos períodos (Trujillo, 2020).

## **3.2 Análisis**

### **3.2.1 Diagnostico del uso y cobertura del suelo actual de la región este del cantón Cuenca, mediante revisión bibliográfica.**



Figura 1. Zona geomorfológica del cantón Cuenca. Ballesteros, 2019

Se observa que, de 57% (102 031 ha) de la superficie de bosque que se encuentra representada en la figura 1 en referencia al año 2016, 93% (94 889 ha) corresponde efectivamente a esta categoría y 7% (7142 ha) restante pertenece, en realidad, a la categoría agropecuario. Por otro lado, 13.3% (9965 ha) de la superficie cartografiada como agropecuario corresponde realmente a la categoría bosque. Por tanto, la proporción corregida del bosque en el área de estudio es producto de la suma correspondiente a 93% de la proporción del bosque, a la cual, se le adiciona 13.3% de la proporción cartografiada como agropecuario ( $0.93 \times 0.57 + 0.133 \times 0.42$ ), obteniendo como resultado 58.6% (104 752 ha). Esto se debe al error de omisión ocurrido en la

categoría bosque, por tanto, la superficie que comprende a esta se encuentra sub-representada en el mapa con 57%, cuando en realidad ocupa 58.6% del área de estudio.

Se observa que, tanto la proporción del bosque como la de cuerpos de agua, no se sometieron a correcciones, producto de la ausencia de errores de omisión y comisión. Sin embargo, es de resaltar que, la categoría agropecuaria está sobre representada en el mapa del año 2009, con 47% (84 616 ha) de proporción, cuando en realidad le corresponde 37% (66 140 ha). Por su parte, las categorías asentamientos humanos y agricultura tecnificada controlada se encuentran sobre presentadas, con 0.3% (578 ha) y 0.01% (24 ha) de proporción, respectivamente. La proporción correcta que corresponde a estas categorías es 1% (1788 ha) para asentamientos humanos y 10% (17 876 ha) para agricultura tecnificada controlada.

**Tabla 2. Matriz de resultados.**

<b>Clases</b>	<b>ZA</b>	<b>ZB</b>	<b>PAJ</b>	<b>PAS</b>	<b>ZV</b>	<b>CU</b>	<b>ZD</b>	<b>Suma de líneas</b>	<b>%</b>
Zonas antrópicas	46	0	2	0	0	1	0	49	93.88
Zonas boscosas	0	47	0	1	3	0	0	51	92.16
Pajonal	1	0	47	0	1	1	3	53	88.68
Pastizales	0	0	1	47	1	2	1	52	90.39
Zonas arbustivas	0	3	0	1	45	1	0	50	90
Cultivos	2	0	0	1	0	45	0	48	93.75
Zonas descubiertas	1	0	0	0	0	0	46	47	97.87
<b>Suma</b>	<b>50</b>	<b>50</b>	<b>50</b>	<b>50</b>	<b>50</b>	<b>50</b>	<b>50</b>		<b>92.39</b>

Ballesteros M, 2017

### 3.2.2 Análisis de la evolución del uso y cobertura del suelo desde el año 2005 hasta el 2016 mediante revisión bibliográfica.

**Tabla 3. Cobertura y uso del suelo desde el año 2005 hasta el 2016.**

Año	Evolución del uso y cobertura
<b>2005</b>	<p>El Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial cantonal analiza la cobertura vegetal y uso del suelo entre los años 1990 y 2005. En esta información, proporcionada por el Ministerio del Ambiente, se puede observar la disminución de áreas naturales y el incremento de suelos con usos agrícolas, pecuarios y urbanos; esto da, un 18,24% de cambio en su cobertura, en un periodo de trece años.</p> <p>La cobertura con mayor cobertura es el bosque con 923.30 ha representado el 79%, a continuación el uso agropecuario 168 ha con un 14% y la vegetación arbustiva representa el 7%.</p>
<b>2010</b>	<p>Al año 2010, el 26% del territorio presenta una cobertura natural; el 52% es de uso agro productivo; y, el 21% corresponde a zonas urbanas (información generada con imágenes. Según el estudio del Banco Interamericano de Desarrollo (BID), realizado en 2014, en el área de influencia inmediata a la ciudad de Cuenca, sólo el área urbana ha crecido 120 hectáreas aproximadamente en los últimos 50 años (Informe Final del Estudio CE 3 Crecimiento urbano en la ciudad de Cuenca.</p> <p>El bosque tiene una superficie de 874.52 ha, la cual representa el 75% de la superficie total vegetativa, el uso agropecuario ocupa 156 ha equivalente al 13% y la vegetación arbustiva 132 ha equivalente al 12%.</p>

**2016**

El análisis de coberturas en el año de 2016, revela que la cobertura vegetal que mayor área ocupa es la de Pa (3741 ha) aproximadamente un 75.5 % del área total estudiada. El Pa se encuentra distribuido en toda la cadena montañosa que entrecruza la parte alta de la microcuenca. Siguen en importancia los Hu alto andinos con 774.6 ha (15.6 % del área total). Los Hu, de acuerdo a la Convención Ramsar, son ecosistemas vulnerables que juegan un papel fundamental en la dinámica hidrológica, cultural, ecológica y socioeconómica de la región andina (Valencia & Figueroa 2015). El Pz ocupa 190.1 ha (3.8 %), está distribuido de forma dispersa en toda el área de estudio. Las áreas de cultivo ocuparon 145.6 ha (2.9 %). Las clases que menor cobertura exhiben son Bs con 78.9 ha (1.6 %) y CA 22.8 ha (0.5 %).

El bosque posee 837 ha equivalente al 72% el uso agropecuario ocupa 301 ha las cuales representan el 26% y a vegetación arbustiva 23 ha equivalente al 2%.

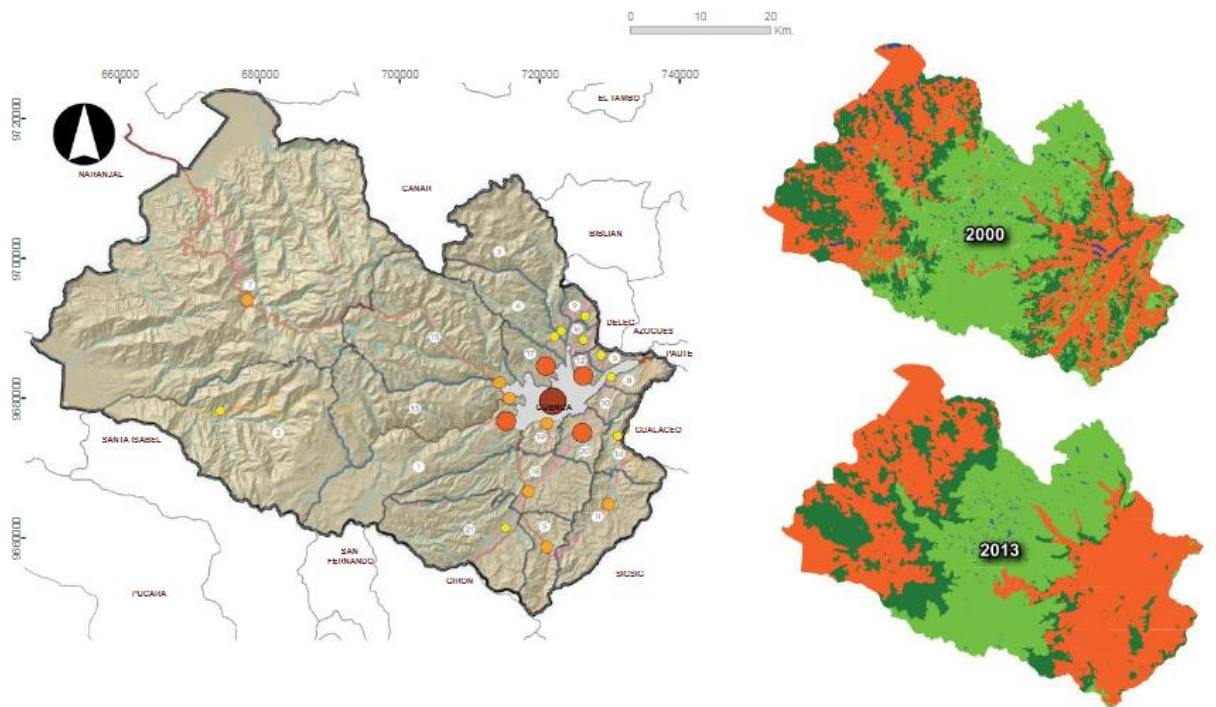


Figura 2. Comparación del uso del suelo entre el año 2000 y 2013.  
PDOT, 2013

### **3.2.3 Propuesta de posibles medidas evolutivas sobre el uso y cobertura del suelo en el cantón Cuenca mediante información de proyectos ejecutados en esta región.**

Para identificar prácticas de adaptación adecuadas a un determinado territorio, es necesario establecer previamente los grupos de actores involucrados, definidos por características similares desde el punto de vista del uso de la tierra, el sistema de producción, la etnia, la cultura, el territorio donde hacen agricultura y las cadenas productivas a las que pertenecen. Esta etapa, facilita el análisis de la adaptación, por cuanto en general ellos tendrán similares amenazas, impactos y atributos de viabilidad frente a las acciones propuestas (FAO, 2011).

Considerando las amenazas, impactos y vulnerabilidades identificadas en la región en estudio, donde destacan la ocurrencia de sequías y heladas, al tiempo de ser un territorio con baja o nula disponibilidad de agua de riego, una mayor proporción de agricultura de subsistencia, potencial productivo limitado a causa de la degradación ambiental, un proceso de desertificación agudo y altos índices de riesgo de erosión actual y potencial; se han seleccionado - previa consulta a expertos y revisión de documentos-, prácticas que tendientes a mejorar la gestión de los recursos hídricos y la conservación del suelo, de modo de mejorar las condiciones (FAO, 2011).

El 68,1% del país cuenta con tierras con bajo contenido de materia orgánica. Algo preocupante, ya que es la encargada de retener agua y nutrientes, de mejorar la estructura y productividad del suelo, y es la que más interviene en el aumento de la calidad de este recurso natural (IGAC, 2022).

**Tabla 4. Propuestas evolutivas sobre la calidad del suelo.**

<b>Categoría</b>	<b>Propuesta</b>
Mejorar la calidad del suelo	Aumentar la producción de material vegetal: realizar cultivos de cobertura, sistemas agrosilvopastoriles, reforestación, recuperación de pastizales degradados y aplicación de riego y fertilizantes (pero sin exceso). No se debe reemplazar la vegetación perenne por estacional (IGAC, 2022).



Incrementar el contenido de materia orgánica: aplicar materiales orgánicos, tanto vegetales (residuos de cosechas) como animales (abonos); se debe evitar a toda costa la quema de bosques, pastizales, rastrojos y residuos de cultivos (IGAC, 2022).

Disminuir la descomposición de los materiales orgánicos de la labranza: la actividad agrícola de trazar surcos poco profundos en la tierra, es decir la labranza, debe evitarse en la mayoría de casos. De lo contrario se recomienda que sea mínima, conservando la hojarasca y la cobertura vegetal en suelos de cafetales, bosques húmedos y sistemas agrosilvopastoriles (IGAC, 2022).

#### 4. Conclusión

De acuerdo con Champo (2016), los resultados obtenidos en el presente estudio son similares a los reportados en otras investigaciones relacionadas con la temática y, sobre todo, elaboradas en territorios con llanuras referentes a zonas templadas. Se determinaron que, en el período que comprendió los años 2005 y 2016, las zonas agrícolas del territorio utilizado, se incrementó la superficie, sobre todo, la agricultura de temporal, mientras que las áreas cubiertas por los distintos bosques que caracterizan a este espacio geográfico decrecieron en un 22%, el crecimiento de las áreas de pastizal en el territorio se produjo a costa de los bosques primarios y secundarios y la selva primaria y secundaria. La elaboración investigativa en la región del altiplano, es el resultado más significativo de este estudio corresponde a la pérdida de la cobertura forestal, en un período de 17 años.

Los resultados recopilados durante la investigación descriptiva proyectan que evidentemente la zona de estudio presenta procesos de conversión, puesto que en el periodo 2005-2016 la zona de bosques presentó una tasa de pérdida de -0.25%. Por su parte, la producción agrícola expresó un aumento, ya que en el año 2005 no había presencia de dicha cobertura, pero para el año 2016 su superficie fue de 5.19 ha. Para el periodo 2005-2016, la zona arbustiva nuevamente representó una tasa de decremento de -0.55%.

La distribución de la cobertura de suelo y su cambio en el periodo 1994-2007 responde principalmente a factores socioeconómicos externos (aumento de la rentabilidad de la actividad forestal, migración campo ciudad y abandono de suelos de uso agropecuario) y no se relaciona directamente con la calidad intrínseca de los

suelos bajo uso productivo, es decir, suelos de uso agrícola están siendo transformados a uso forestal.

## 5. Bibliografía

- Aguilera, F. (2018). Selección de métricas de paisaje mediante análisis de componentes principales para la descripción de los cambios de uso y cobertura del suelo. *Geofocus*, 18(22), 16.
- Ayala, C. R. (2019). Evaluación y propuesta de conservación de espacios agropecuarios amenazados por la expansión urbana en el Ecuador continental. *Tesis de grado*. Universidad Central del Ecuador, Quito, Ecuador. Obtenido de <http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/17732/1/T-UCE-0004-CAG-065.pdf>
- Balderas-Plata, M. A., Sánchez-López, M., Camacho-Sanabria, J. M., & Camacho Sanabria, R. (2017). Cambios de cobertura y uso de suelo: estudio de caso en Progreso Hidalgo, Estado de México. *Madera y bosques*, 23(3), 39-60. Obtenido de [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1405-04712017000300039](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1405-04712017000300039)
- Ballesteros, A. (2019). *Cambio de uso de suelo en una comunidad de transición ecológica*. México: Universidad Estatal del Estado de México.
- Ballesteros, M. (2019). *Cambio de uso de suelo en una comunidad de transición ecológica*. Universidad Autónoma del Estado de México. Toluca, México: Madera y Bosque.
- Baneth, K. (2019). *Enlazando el paisaje: El papel de los corredores y la conectividad en la conservación de la vida silvestre*. México: Programa de Conservación de Bosques.

- Barredo, J. (2020). *Sistemas de Información Geográfica y Evaluación Multicriterio en la Ordenación del Territorio*. Universidad Politécnica de Madrid. España: RA-MA.
- Bäuerle, S. M., Arriagada González, J., Castro Correa, C. P., Maerker, M., & Rodolfi, G. (2011). Relación entre el cambio de uso del suelo en la cuenca del Aconcagua y su litoral arenoso correlativo. Chile central. *Revista de geografía Norte Grande*(50), 187-202. Obtenido de [https://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0718-34022011000300011](https://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-34022011000300011)
- Bocco, M. (2018). *La dinámica del cambio del uso del suelo en Michoacán. Una propuesta metodológica para el estudio de los procesos de deforestación*. México: Investigaciones Geográficas Boletín.
- Buzai, G. (2019). Análisis espacial con sistema de información geográfica. *Revista de Posgrados UNHA*, 16(11), 7.
- Cabrera, R. (2018). Introducción a la percepción remota y sus aplicaciones Geológicas. *SIGMUR*, 14(7), 9-47.
- Camacho, J. (2018). *Cambios de cobertura / uso de suelo en una porción de la Zona de Transición ecuatoriana*. Quito, Ecuador: Tecnologías de la información geográfica.
- Cárdenas, A. (2017). *Prognosis espacial y análisis multitemporal de cambio de cobertura vegetal y uso del suelo del cantón Cuenca*. Quito, Ecuador: Ecociencia.

- Carrión, D. (2017). *Land cover classification in an ecuadorian mountain geosystem using a random forest classifier, spectral vegetation indices, and ancillary geographic data*. México: Geosciences.
- Cartaya, S. (2017). Comparación de técnicas para determinar cobertura vegetal y usos de la tierra en áreas de interés ecológico. *Geomática*, 14(17), 26.
- Castañeda, J. (2017). *Desarrollo de una metodología de clasificación semiautomática de formas del relieve en la geografía colombiana basado en clasificación de objetos*. Tesis de Maestría , Universidad Distrital Francisco José de Calda, Colombia.
- Courturier, J. (2018). Técnicas de muestreo para manejadores de recursos naturales. *Geografía Ambiental*, 16(11), 1-47.
- Cuellar, G. (2019). Sostenibilidad ambiental de los bosques urbanos especificamente en el Parque Nacional Sangay. *IDRISI*, 10(8), 6-30.
- Curatola, F. G., Obermeier, W., Gerique, A., López , S. M., Lehnert, L., Thies, B., & Bendix, J. (2015). Land cover change in the Andes of southern Ecuador-Patterns and drivers. *Remote Sensing*, 7(3), 2509-2542. doi:10.3390/rs70302509
- Damian , D. A., Márquez , C. O., García, V. J., Rodriguez, M. V., & Recalde, C. G. (2018). Transiciones sistemáticas en el uso y la cobertura del suelo en una microcuenca alto andina, Ecuador 1991-2011. *Espacios*, 39(32), 1-10. Obtenido de <https://www.revistaespacios.com/a18v39n32/a18v39n32p08.pdf>

Delgado, S. (2017). *Cambios de cobertura y uso del suelo en el Surponiente del Estado de México*. México: Universidad Autónoma del Estado de México.

FAO. (2011). *PRÁCTICAS DE CONSERVACIÓN DE SUELOS Y AGUA PARA LA ADAPTACIÓN PRODUCTIVA A LA VARIABILIDAD*. Santiago: ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA ALIMENTACIÓN Y LA AGRICULTURA. Obtenido de <https://www.fao.org/3/as431s/as431s.pdf>

Franco, S. (2020). *Dinámica de perturbación-recuperación de las zonas forestales en el Parque Nacional Nevado de Toluca*. Toluca, México: Madera y Bosque.

François, M. J., Díaz, G. J., & Pérez, V. A. (2003). Evaluación de la confiabilidad temática de mapas o de imágenes clasificadas: una revisión. *Investigaciones geográficas*(51). Obtenido de [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0188-46112003000200005](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0188-46112003000200005)

Gallardo, H. (2018). Cambios de usos del suelo y simulación de escenarios en la Comunidad de Madrid: analizando el pasado y simulando el futuro. *Bometrics*, 25(17), 60.

Gil, C. (2017). *Análisis del uso del suelo y cobertura vegetal de la Cuenca del río Capucuy*. Quito, Ecuador: Sek.

González, F. (2019). *Análisis espacial del crecimiento urbano y de sus efectos sobre la sostenibilidad ambiental de las metrópolis y ciudades intermedias Chilenas*,. España: Universidad de Zaragoza.

- Guamán, E. (2020). *Transiciones en la cobertura y uso de la tierra en la zona de transición cuenca del río Chambo*. Quito, Ecuador: Universidad Politécnica de Chimborazo.
- Gutierrez, Y. (2017). *La dinámica del cambio del uso del suelo en Michoacán*. Universidad de Guadalajara. México: Igeograf.
- Hafftler, Q. (2019). *La entomofauna americana, ideas acerca de su origen y distribución*. Toluca, México: Folia Entomológica.
- IGAC. (2 de Marzo de 2022). *Instituto Geográfico Agustín Codazzi*. Obtenido de Gov.co: <https://igac.gov.co/es/noticias/30-practicas-que-evitarian-el-deterioro-del-suelo-recurso-natural-del-que-pocos-hablan>
- Johnsson, B. (2016). *Cambio de uso de suelo e implicaciones socioeconómicas en un área mazahua del altiplano mexicano*. Cuenca, Ecuador: Ciencia Ergom.
- Lambin, E. F., Turner, B., Geist, H. J., Agbola, S. B., Angelsen, A., Bruce, J. W., . . . Xu, J. (2001). The causes of land-use and land-cover change: moving beyond the myths. *Global Environmental Change*, 11(4), 261-269.
- Lesschen, J. (2019). *Agricultura tradicional y comercial en una zona de transición ecológica*. Informe de tesis , Universidad Iberoamericana , Colombia.
- Madrigal, J. (2019). *Marco Geoestadístico Nacional*. Informe de tesis , Instituto Nacional de Estadística y Geografía, Colombia.



- Mareco, Y. (2016). *Informe final de evaluación de exactitud temática del mapa de cobertura forestal y cambio de uso de la tierra para los años 2011, 2013, 2015*. México: Kindgard.
- Martín, J. (2020). *Clasificación de coberturas del suelo en la Demarcación Hidrográfica del Segura mediante técnicas de minería de datos*. Universidad Nacional de Chimborazo . Quio, Ecuador: Hidrografía de segura.
- Mejía, V. (2020). *El Proceso de urbanización en Cuenca, Ecuador*. Quito, Ecuador: Ministerio del Ambiente.
- Molero, F. (2017). *Modelos geomáticos aplicados a la simulación de cambios de usos del suelo*. Cuenca, Ecuador: Información Geográfica al Servicio de los Ciudadanos.
- Nájera, O., Bojórquez, J., Cifuentes, & Marcelaño, S. (2010). Cambio de cobertura y uso del suelo en la Cuenca del Río Mololoa, Nayarit. *Biociencias*, 1(1), 19-29. Obtenido de [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_nlinks&ref=4514163&pid=S1405-0471201500010000800035&lng=es](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_nlinks&ref=4514163&pid=S1405-0471201500010000800035&lng=es)
- Olmedo, M. (2016). *Modelos geomáticos aplicados a la simulación de cambios de usos del suelo*. Quito, Ecuador: Sek.
- Pineda, P. O. (2011). Análisis de cambio de uso de suelo mediante percepción remota en el municipio de Valle de Santiago. *Tesis de Grado*. Centro de investigación en geografía y geomática, México D.F, México. Obtenido de <https://centrogeo.repositorioinstitucional.mx/jspui/bitstream/1012/41/1/21-2011->

Tesis-Pineda%20Pastrana%2C%20Oliva-  
Maestra%20en%20Geom%C3%A1tica.pdf

- Pinos , A. N. (2016). Prospectiva del uso de suelo y cobertura vegetal en el ordenamiento territorial - Caso cantón Cuenca. *Estoa*, 5(9), 1-13. Obtenido de <https://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/27512/1/9vf1.pdf>
- Pinta, E. M., Velasteguí-Cáceres, J. D., Noboa-Silva, F., Lara-Vásquez, N. X., & Cushquicullma-Colcha, D. F. (2021). Análisis Multitemporal de la Cobertura Vegetal de la Subcuenca del Río Chambo Durante el Periodo 2015 A 2020. *Artículo de Investigación*. Obtenido de <https://polodelconocimiento.com/ojs/index.php/es/article/view/3376/html>
- Powers, D. (2017). Evaluation: from precision, recall and F-factor to ROC, informedness markedness & correlation. *Learn. Technol*, 37(63), 63.
- Romero, H. (2018). *Análisis espacial del crecimiento urbano y de sus efectos sobre la sostenibilidad ambiental*. Quito, Ecuador: Zaragoza.
- Santillan, R. (2020). *Calculo de la tasa de deforestación anual*. Quito, Ecuador: Modis.
- Tapia, S. L., & Ulloa Trujillo, A. E. (2020). Transiciones en los cambios de uso y cobertura de suelo en la reserva de producción faunística Chimborazo. *Tesis de grado*. Universidad Nacional de Chimborazo, Riobamba, Ecuador. Obtenido de <http://dspace.unach.edu.ec/bitstream/51000/7288/2/8.%20Trabajo%20de%20titulaci%C3%B3n.pdf>

## 6. Glosario

**Sustentabilidad:** El suelo puede o no satisfacer la demanda nutricional; aquí destaca la importancia de conocer su composición, propiedades físicas y químicas. La relevancia en la realización de análisis de suelos (determinación de pH, materia orgánica, macro y micronutrientes) que permitirá diseñar e implementar manejo y técnicas adecuadas para la productividad de los suelos es una cuestión de sostenibilidad.

**Uso de la tierra y Cobertura:** De manera práctica, se considera uso de la tierra y cobertura de la tierra de igual manera, aunque también es reconocida la distinción entre los dos conceptos. El término cobertura de la tierra está relacionado al tipo

de elementos presentes en la superficie de la tierra, por ejemplo: campos de cultivos, lagos, bosques.

**Uso de suelo:** determina las actividades permitidas al interior de un predio. Por ello, en términos generales, hablamos de uso de suelo Habitacional y un uso de suelo Habitacional Mixto, donde se permiten y realizan el resto de actividades necesarias para habitar la ciudad.

## 7. Anexo

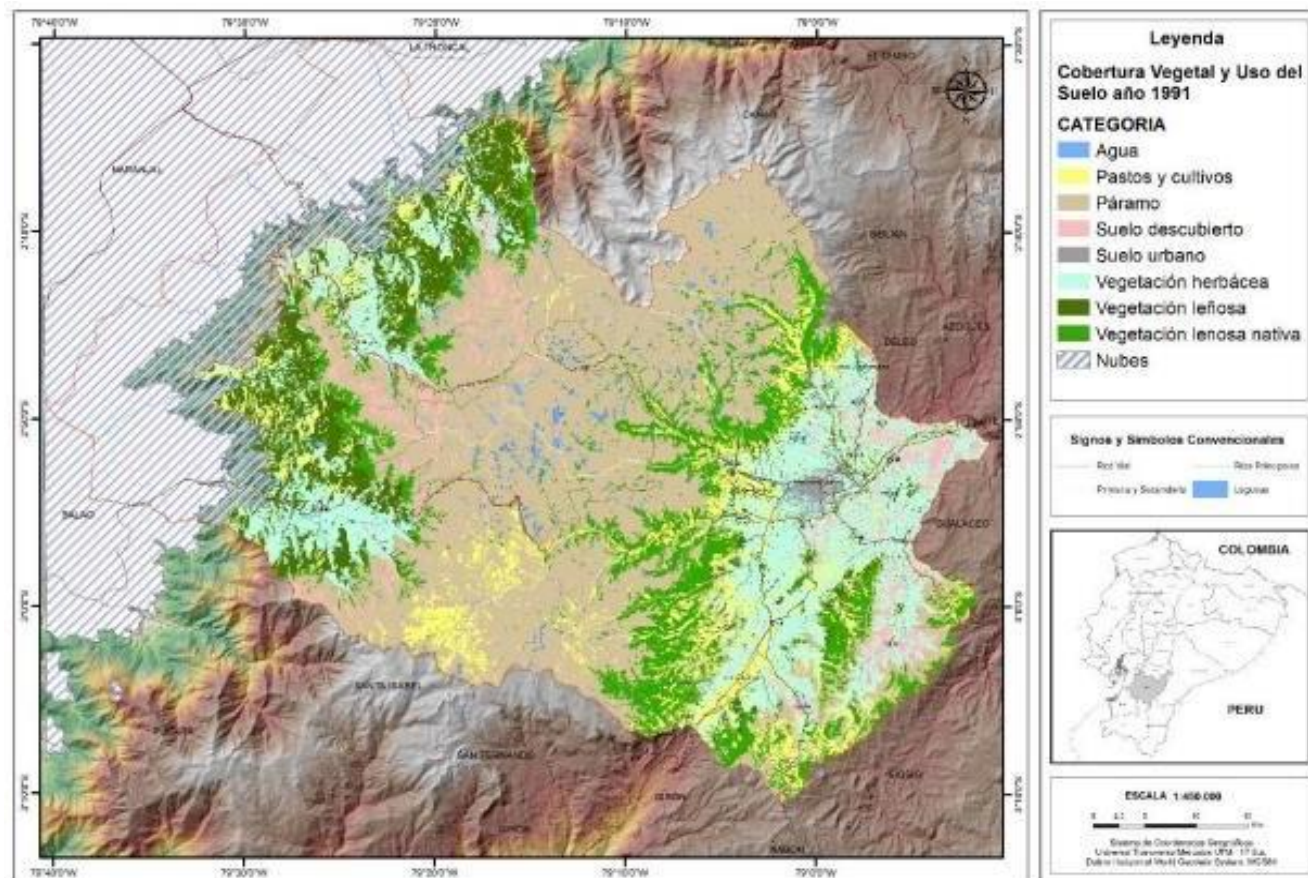


Figura 3. Mapa de cobertura y uso de suelo año 2016.  
PDOT, 2016

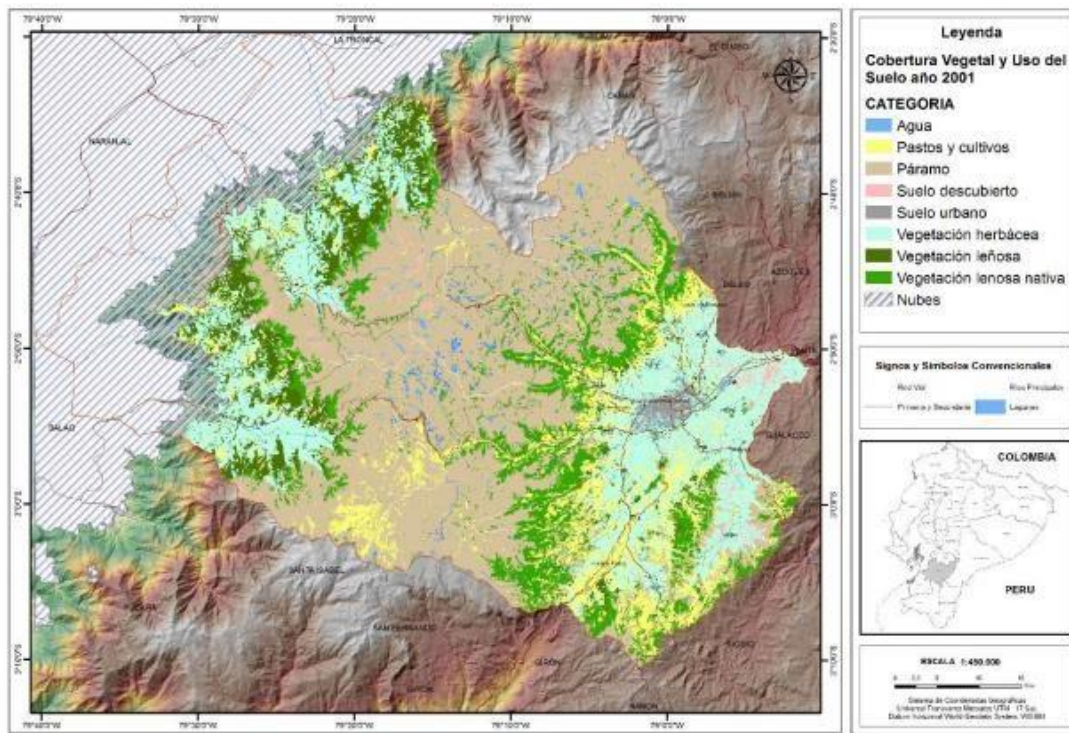


Figura 4. Cobertura y uso de suelo año 2005.  
 PDOT, 2005



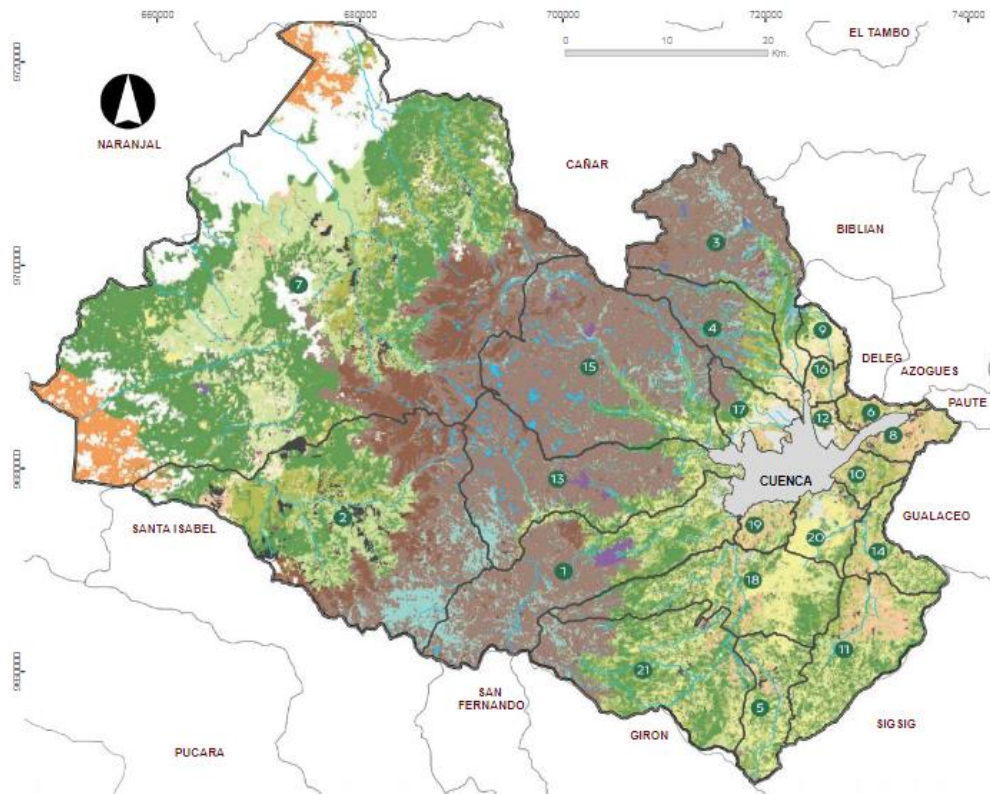


Figura 5. Uso y cobertura el suelo en el año 2000.  
PDOT, 2000