



UTMACH

FACULTAD DE CIENCIAS SOCIALES

CARRERA DE GESTIÓN AMBIENTAL

CAMBIO DE USO DEL SUELO EN LA SUBCUENCA DEL RIO
CHILLAYACU; UN ENFOQUE A LA PERDIDA DE LA COBERTURA
VEGETAL

ANDRANGO RODRIGUEZ BRIGITTE ESTEFANIA
LICENCIADA EN GESTIÓN AMBIENTAL

ROMERO CRUZ KATHERIN GEANELLA
LICENCIADA EN GESTIÓN AMBIENTAL

MACHALA
2021



UTMACH

FACULTAD DE CIENCIAS SOCIALES

CARRERA DE GESTIÓN AMBIENTAL

CAMBIO DE USO DEL SUELO EN LA SUBCUENCA DEL RIO
CHILLAYACU; UN ENFOQUE A LA PERDIDA DE LA
COBERTURA VEGETAL

ANDRANGO RODRIGUEZ BRIGITTE ESTEFANIA
LICENCIADA EN GESTIÓN AMBIENTAL

ROMERO CRUZ KATHERIN GEANELLA
LICENCIADA EN GESTIÓN AMBIENTAL

MACHALA
2021



UTMACH

FACULTAD DE CIENCIAS SOCIALES

CARRERA DE GESTIÓN AMBIENTAL

TRABAJO TITULACIÓN
PROYECTO INTEGRADOR

CAMBIO DE USO DEL SUELO EN LA SUBCUENCA DEL RIO CHILLAYACU; UN
ENFOQUE A LA PERDIDA DE LA COBERTURA VEGETAL

ANDRANGO RODRIGUEZ BRIGITTE ESTEFANIA
LICENCIADA EN GESTIÓN AMBIENTAL

ROMERO CRUZ KATHERIN GEANELLA
LICENCIADA EN GESTIÓN AMBIENTAL

MAZA JAIME ENRIQUE

MACHALA, 28 DE ABRIL DE 2021

MACHALA
2021

ANDRANGO BRIGITE-ROMERO KATHERIN

INFORME DE ORIGINALIDAD

1 %

INDICE DE SIMILITUD

1 %

FUENTES DE INTERNET

0 %

PUBLICACIONES

%

TRABAJOS DEL
ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	worldwidescience.org Fuente de Internet	<1 %
2	www.tesis.unjbg.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
3	www.ciceana.org.mx Fuente de Internet	<1 %
4	"XXV IUFRO World Congress: Forest Research and Cooperation for Sustainable", XXV IUFRO World Congress: Forest Research and Cooperation for Sustainable, 2019 Publicación	<1 %
5	Mendoza, M.E.. "Analysing land cover and land use change processes at watershed level: A multitemporal study in the Lake Cuitzeo Watershed, Mexico (1975-2003)", Applied Geography, 201101 Publicación	<1 %
6	doaj.org Fuente de Internet	<1 %

CLÁUSULA DE CESIÓN DE DERECHO DE PUBLICACIÓN EN EL REPOSITORIO DIGITAL INSTITUCIONAL

Las que suscriben, ANDRANGO RODRIGUEZ BRIGITTE ESTEFANIA y ROMERO CRUZ KATHERIN GEANELLA, en calidad de autoras del siguiente trabajo escrito titulado CAMBIO DE USO DEL SUELO EN LA SUBCUENCA DEL RIO CHILLAYACU; UN ENFOQUE A LA PERDIDA DE LA COBERTURA VEGETAL, otorgan a la Universidad Técnica de Machala, de forma gratuita y no exclusiva, los derechos de reproducción, distribución y comunicación pública de la obra, que constituye un trabajo de autoría propia, sobre la cual tienen potestad para otorgar los derechos contenidos en esta licencia.

Las autoras declaran que el contenido que se publicará es de carácter académico y se enmarca en las disposiciones definidas por la Universidad Técnica de Machala.

Se autoriza a transformar la obra, únicamente cuando sea necesario, y a realizar las adaptaciones pertinentes para permitir su preservación, distribución y publicación en el Repositorio Digital Institucional de la Universidad Técnica de Machala.

Las autoras como garantes de la autoría de la obra y en relación a la misma, declaran que la universidad se encuentra libre de todo tipo de responsabilidad sobre el contenido de la obra y que asumen la responsabilidad frente a cualquier reclamo o demanda por parte de terceros de manera exclusiva.

Aceptando esta licencia, se cede a la Universidad Técnica de Machala el derecho exclusivo de archivar, reproducir, convertir, comunicar y/o distribuir la obra mundialmente en formato electrónico y digital a través de su Repositorio Digital Institucional, siempre y cuando no se lo haga para obtener beneficio económico.

Machala, 28 de abril de 2021



ANDRANGO RODRIGUEZ BRIGITTE
ESTEFANIA
0750263279



ROMERO CRUZ KATHERIN GEANELLA
0704613819

DEDICATORIA

Dedico este trabajo de investigación principalmente a mi madre por sus consejos, por ser el pilar principal en mi vida, con sus palabras y guía me dio motivación para seguir con mis estudios y mi hermano con su apoyo constante logre cumplir con mis metas y objetivos durante este periodo académico.

Brigitte Estefanía Andrango Rodriguez

Dedico este trabajo de investigación principalmente a Dios por darme la oportunidad de vivir e iluminar mi mente durante toda mi etapa de estudio.

-A mis padres y hermana por el constante apoyo y quienes también estuvieron ofreciendo su tiempo y conocimientos.

Katherin Geanella Romero Cruz

AGRADECIMIENTO

Agradezco principalmente a Dios por ser mi guía y darme fortaleza para enfrentar cada obstáculo en mi camino. A mi madre y hermanos por ayudarme a terminar mis estudios universitarios. Agradezco también a la Universidad Técnica de Machala, a los docentes de la carrera de Gestión ambiental, por su tiempo y apoyo al brindar sus conocimientos a lo largo de mi formación académica, especialmente a mi tutor de tesis quien con su guía me permitió culminar el trabajo de investigación.

Brigitte Estefania Andrango Rodriguez

Mi agradecimiento infinito a Dios, a la Universidad Técnica de Machala, Facultad de Ciencias Sociales, por haber compartido sus conocimientos a lo largo de los 5 años.

-A mis padres, hermana y familiares siendo mi apoyo incondicional en mi vida.

-A mi tutor de tesis por haberme guiado durante el proceso y desarrollo del proyecto de titulación, brindarme su tiempo, enseñanzas y consejos en mi desarrollo personal y profesional.

-A los docentes y personal que conformaron la UTMACH, a mi compañero/a y amigos durante estos años de carrera, por permitirme mejorar, su afecto, cariño y compartir momentos difíciles y alegres.

Katherin Geanella Romero Cruz

RESUMEN

En el Ecuador existen áreas de gran potencial productivo y económico, localizadas en las zonas altas de la provincia de El Oro, donde los recursos ecosistémicos son cada vez degradados por la presión y el inadecuado uso de las tierras, he ahí la importancia de investigar la dinámica de cambio de uso de suelo en la subcuenca hidrográfica Chillayacu. El proyecto consta de tres capítulos que se detallan a continuación.

En el capítulo I se detalla el diagnóstico del objeto de estudio mediante el análisis de cambios ocurridos en el periodo 2000-2018, a través de datos estadísticos y espaciales de las coberturas; pero antes se conceptualizó temas relacionados con la zona de estudio. La investigación tiene como objetivo, analizar los cambios de uso de suelo en la subcuenca del Río Chillayacu mediante el estudio espacial en un periodo de 18 años, información que permitirá generar posibles escenarios para la correcta toma de decisiones.

Por consiguiente, para el proceso metodológico se utilizaron datos cartográficos de la cobertura/uso de suelo en la página web del Ministerio del Ambiente, la información se digitalizo en el programa Arcgis, para el análisis de los cambios generados en la cubierta vegetal, se usó el método de cadenas de Markov, indicado por (2003), en el programa IDRISI selva. Los resultados que más destacaron fueron los cambios, de Bosque a tierra Agropecuaria del 23,1%, de tierra agropecuaria a vegetación herbácea del 0,06%.

De acuerdo a los resultados obtenidos anteriormente, en el capítulo II se planteó la propuesta integradora en base a un modelo prospectivo para la construcción de escenarios futuros permitiendo conocer las actividades antrópicas que afectan al ecosistema para el año 2030. Para la prospección se utilizó los métodos de cadena de Markov y autómatas celulares en el software IDRISI selva. Se demuestra en el mapa que el uso agrícola sigue aumentando con una extensión del 86,22% de terreno, mientras que el bosque disminuye ante la sobreexplotación de los recursos con una superficie de 7,54%.

En el capítulo III se determinó la factibilidad de la propuesta a través de herramientas de investigación como: en la dimensión técnica se realizó un análisis de los procesos metodológicos del modelo prospectivo mediante un diagrama, en la dimensión económica

se utilizó el método de costos evitados, en la dimensión social se usó la matriz FODA, en la dimensión ambiental se usó el modelo PER, demostrando que la propuesta es factible.

En conclusión general, el área de estudio se encuentra afectada por la actividad agrícola y pecuaria. Ante la falta de conocimientos y la alta demanda de alimentos se ha ido acelerando de manera no controlada. Es así que, ríos, quebradas y vertientes son los principales receptores de aguas servidas provenientes de diferentes comunidades. Frente a la situación que se vive, la aplicación del modelo prospectivo y las transacciones del uso de suelo en la subcuenca permitirá saber los cambios que se darán a futuro. Esta información ayudará a que las personas concienticen y autoridades mecanicen un correcto PDOT, programas de capacitación para lograr minimizar los impactos ambientales desarrollados por la actividad antes mencionadas siendo estas las principales causantes.

Palabras clave: Cambio de uso de suelo, subcuenca hidrográfica, expansión agrícola, modelo prospectivo.

ABSTRACT

In Ecuador there are areas of great productive and economic potential, located in the high areas of the province of El Oro, where ecosystem resources are increasingly degraded by pressure and inappropriate land use, hence the importance of investigating the dynamics of land use change in the Chillayacu watershed. The project consists of three chapters that are detailed below.

Chapter I details the diagnosis of the object of study through the analysis of changes that occurred in the period 2000-2018, through statistical and spatial data of the coverage; but before, issues related to the study area were conceptualized. The objective of the research is to analyze the changes in land use in the Chillayacu River sub-basin through a spatial study over a period of 18 years, information that will allow the generation of possible scenarios for correct decision-making.

Therefore, for the methodological process, cartographic data of the land cover / use was used on the website of the Ministry of the Environment, the information was digitized in the Arcgis program, for the analysis of the changes generated in the vegetation cover, it was used the Markov chain method, indicated by (2003), in the IDRISI jungle program. The results that stood out the most were the changes, from Forest to Agricultural land of 23.1%, from agricultural land to herbaceous vegetation of 0.06%.

According to the results obtained previously, in chapter II the integrative proposal was proposed based on a prospective model for the construction of future scenarios allowing to know the anthropic activities that affect the ecosystem for the year 2030. For the prospecting, the methods were used of Markov chain and cellular automata in the IDRISI jungle software. The map shows that agricultural use continues to increase with an area of 86.22% of land, while the forest decreases due to the overexploitation of resources with an area of 7.54%.

In chapter III the feasibility of the proposal was determined through research tools such as: in the technical dimension, an analysis of the methodological processes of the prospective model was carried out through a diagram, in the economic dimension the method of avoided costs was used, In the social dimension, the SWOT matrix was used,

in the environmental dimension the PER model was used, showing that the proposal is feasible.

In general, the study area is affected by agricultural and livestock activities. Given the lack of knowledge and the high demand for food, it has been accelerating in an uncontrolled way. Thus, rivers, streams and springs are the main receivers of sewage from different communities. Faced with the current situation, the application of the prospective model and the transactions of land use in the sub-basin will allow us to know the changes that will take place in the future. This information will help people to raise awareness and authorities to mechanize a correct PDOT, training programs to minimize the environmental impacts developed by the aforementioned activity, these being the main causes.

Keywords: Land use change, hydrographic sub-basin, agricultural expansion, prospective model.

ÍNDICE DE CONTENIDO

DEDICATORIA	III
AGRADECIMIENTO	IV
RESUMEN	V
ABSTRACT	VII
INTRODUCCIÓN	14
CAPÍTULO I: DIAGNÓSTICO DEL OBJETO DE ESTUDIO	16
1.1. Concepciones, normas o enfoque diagnóstico	16
<i>1.1.1 Concepciones</i>	16
<i>1.1.2 Normativa Legal</i>	20
<i>1.1.3 Enfoque diagnóstico</i>	24
1.2 Descripción del proceso diagnóstico	25
<i>1.2.1 Localización del Área de estudio</i>	25
<i>1.2.2 Componente físico</i>	27
<i>1.2.3. Recurso suelo</i>	27
<i>1.2.4 Componente Biótico</i>	29
<i>1.2.5 Componente Social</i>	31
<i>1.2.6 Componente económico</i>	32
1.3 Metodología	33
1.4 Análisis del contexto y desarrollo de la matriz de requerimiento	35
<i>1.4.1 Análisis de contexto</i>	35
<i>1.4.2 Desarrollo de la Matriz de requerimiento</i>	42
1.5 Selección de requerimiento a intervenir: Justificación	43
CAPÍTULO II. PROPUESTA INTEGRADORA	44
2.1 Descripción de la propuesta	44
2.2 Objetivos de la propuesta	45
<i>2.2.1 Objetivo General</i>	45

2.2.2 <i>Objetivos específicos</i>	45
2.3 Componentes estructurales	45
2.4 Fases de Implementación	55
2.5 Recurso Logístico	56
CAPÍTULO III VALORACIÓN DE FACTIBILIDAD	57
3.1 Análisis de la dimensión técnica de implementación de la propuesta	57
3.2 Análisis de la dimensión económica de implementación de la propuesta	58
3.3 Análisis de la dimensión social de implementación de la propuesta	60
3.4 Análisis de la dimensión ambiental de implementación de la propuesta	62
3.5 CONCLUSIONES	64
3.6 RECOMENDACIONES	66
3.7 BIBLIOGRAFÍA	67

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Legislación Internacional.....	21
Tabla 2. Legislación Nacional	21
Tabla 3. Principales actividades productivas	32
Tabla 4. Superficies y cambio neto de las coberturas y uso del suelo, periodo 2000-2018	36
Tabla 5. Prospección de la cobertura y uso del suelo al año 2018-2030 en hectáreas...	48

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Flora dentro del área de estudio.....	29
Cuadro 2. Fauna dentro del área de estudio	30
Cuadro 3. Clasificación del medio social correspondiente al área de estudio.....	31
Cuadro 4. Matriz de códigos de tabulación cruzada.....	35
Cuadro 5. Matriz de transición del cambio de uso de suelo 2000-2018.....	39
Cuadro 6. Cambio de cobertura y uso de suelo entre 2000-2018.....	40
Cuadro 7. Matriz de requerimiento	42
Cuadro 8. Matriz de transición del cambio de uso del suelo 2018- 2030	51
Cuadro 9. Cambio de cobertura y uso del suelo entre 2018-2030.....	53
Cuadro 10. Cronogramas de actividades	55
Cuadro 11. Análisis FODA	60
Cuadro 12. Análisis PER del área de estudio.	62

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Figura 1. Ubicación geográfica de la subcuenca del Río Chillayacu	26
Figura 2. Mapa de la cobertura y uso del suelo del periodo 2000 y 2018	36
Figura 3. Cambio de uso de suelo en la subcuenca entre los años de 2000- 2018.	37
Figura 4. Mapa de cambio de la cobertura/uso del suelo entre los años 2000-2018	39
Figura 5. Pérdida y ganancia de coberturas y uso de suelo entre 2000-2018.....	41
Figura 6. Modelo prospectivo al año 2030 de la subcuenca del Río chillayacu.....	47
Figura 7. Cambio y persistencia de la cobertura entre 2018-2030	50
Figura 8. Mapa de cambio de cobertura/uso del suelo 2018-2030	52
Figura 9. Ganancia y pérdida entre los años 2018-2030	54
Figura 10. Diagrama de los recursos logísticos	56
Figura 11. Diagrama de los procesos metodológicos-científicos del modelo prospectivo	57
Figura 12. Método de costos evitados	59

INTRODUCCIÓN

En los últimos 30 años, se han venido generado cambios en la cubierta vegetal por la acción acelerada y desordenada del hombre, modificando así el paisaje como consecuencia del desarrollo socioeconómico. A nivel nacional, El Instituto Nacional de Estadística y Censo (INEC), indica que, el uso agropecuario cubre una superficie de 5110.548 hectáreas donde la mayor parte del terreno está cubierto por pasto cultivable con un porcentaje de 16,1% y la cobertura sin labor agrícola (monte, bosque, páramo, otros) representa un porcentaje de 49,1% (2019). El avance de la frontera agrícola y los asentamientos humanos han modificado el terreno para el establecimiento de pastizales, desarrollo de la población y construcción de vías de acceso.

En la provincia de El Oro, existen áreas de gran productividad por sus características climatológicas siendo una de ellas la subcuenca del Río Chillayacu con una superficie de 18.156,92 hectáreas, presentando variaciones en el cambio de uso del suelo entre los años 2000 hasta el 2018. La actividad agropecuaria incrementó en el territorio, con una extensión de 3869,80 ha, ocasionando la reducción del bosque a 3237,32 hectáreas. Por tal razón, los cambios que se producen, se desarrollan cerca de los cuerpos de agua y de zonas pobladas (Galindo Aguilar & Pérez Hernández, 2019).

Es importante el análisis de los cambios de uso del suelo mediante imágenes satelitales porque nos permite visualizar los impactos de las distintas actividades antrópicas en un periodo determinado. Al proyectar los cambios de uso permitirá conocer los sectores más perjudicados por la expansión de las actividades productivas con el fin de concientizar a la comunidad y autoridades competentes, para que adopten medidas eficaces para el manejo óptimo de los recursos.

El aumento de la población, la sobreexplotación del bosque nativo, la demanda de alimentos, la construcción de vías, ha tenido impactos diversos, lo que se manifiesta en los cambios de uso del suelo, así como la generación de conflictos entre el sector económico, por lo cual se planeó la siguiente interrogante ¿Cuál es la caracterización del cambio de uso de suelo en el periodo de 2000 al 2018 mediante el sistema de Información Geográfica de la subcuenca Chillayacu?.

El trabajo de investigación tiene como objetivo general; Analizar los cambios de uso de suelo en la subcuenca del Río Chillayacu mediante el estudio espacial en un periodo de 18 años, información que permitirá generar posibles escenarios para la correcta toma de decisiones por parte de las instituciones competentes ante la adecuada planificación y conservación del área. Como objetivos específicos se establecieron los siguientes;

- (1) Identificar la superficie de las coberturas y uso del suelo en el periodo 2000-2018;
- (2) Análisis de los cambios de cobertura y uso del suelo en el periodo 2000-2018;
- (3) Establecer el requerimiento como medida a la problemática diagnosticada dentro del área. Se recopiló información cartográfica base en la página del MAE para el respectivo análisis cualitativo y cuantitativo de los cambios de uso de suelo en el periodo 2000 al 2018.

Por consiguiente, el proyecto está estructurado por tres capítulos; Capítulo I Diagnóstico del objetivo de estudio mediante el análisis de datos geográficos de los cambios de uso de suelo en un periodo de 18 años. Capítulo II propuesta integradora, después de haber identificado y analizado la problemática, se planteó la propuesta donde se desarrollara una proyección a futuro de aquellas actividades que generan un impacto a los recursos naturales. Capítulo III la valoración de factibilidad, mediante un análisis de la dimensión técnica, económica, social y ambiental.

CAPÍTULO I: DIAGNÓSTICO DEL OBJETO DE ESTUDIO

1.1. Concepciones, normas o enfoque diagnóstico

1.1.1 Concepciones

- **Cambio de uso del suelo**

Se define como “la modificación del terreno el cual se inclina a actividades no forestal, cambio a otro tipo de cultivo, deforestación, que a lo largo del tiempo van a modificar el comportamiento de los fenómenos meteorológicos como: heladas o tormentas. El uso del suelo se refiere a la manera en que el hombre utiliza hoy en día, las coberturas para cubrir sus necesidades materiales y espirituales (Burbano-Orjuela, 2016). Está determinado por la interacción de factores económicos, una de las mayores consecuencias son: actividades de pesca y ganadería ubicadas como zonas de orden y la de menor grado las agrícolas. Esto también va también en lo político y fuerzas tecnológicas presentadas a escala local y global (Melchor et al., 2017). Los cambios de uso que responden más rápido es la escorrentía, a diferencia de la erosión. Todo esto se debe a intervenciones como construcciones y aumento de explotación sin importar el peligro o riesgo (Camarasa-Belmonte et al., 2018).

- **Cambio de uso del suelo en una cuenca hidrográfica**

Las cuencas hidrográficas están expuestas a modificaciones por el cambio y uso de la tierra, al estar interferida por la acción humana. Se ha considerado que las condiciones que se utilizan son de manera no racional, al igual que, sus recursos naturales principalmente en el medio rural (Braz et al., 2020). En otra perspectiva, al existir riesgos de erosión (RE) se combinarán los factores climáticos, por ende existirá conflictos de relaciones sociales y económicas. Al ser afectados no brindarán estabilidad y permanencia (Nájera González et al., 2016).

- **Servicios ecosistémicos**

Desde décadas atrás, los servicios tienen dos perspectivas; 1) valor instrumental y 2) relacional. Se prevé que las funciones que brindan serán afectadas por el cambio climático afectará aunque todavía siga siendo incierto (Underwood et al., 2019). Según muller et al. (2020), muchos de los servicios, en especial el forestal enfrentan los propietarios y

administradores una creciente demanda por el cambio. Cabe recalcar que, al ser ecosistémico es una compleja red de interacciones y estos otorgan beneficios irremplazables.

Los “servicio ecosistémico” se determinan por la compleja dinámica y están ligados a diferentes sistemas sociales. Desde el punto de vista político, no llamaban la atención en cuidarlos (Rodríguez Sánchez & Mora Santiago, 2019). En otro contexto, estos no son heterogéneos por medio de los paisajes, su intervención puede ser directa o indirecta, estos se dividen por categorías tanto: provisión, regulación, soporte y culturales cuya finalidad es obtener beneficio de cada uno (Rodríguez García et al., 2016).

- **Pérdida de los servicios ecosistémicos**

Es una preocupación a nivel local, regional y mundial. Frente a esto, el ser humano no ha frenado en destruir la biodiversidad en los últimos años. Según González et al. (2016) menciona que el servicio de abastecimiento es acelerado y junto a la implementación de nuevas tecnologías en la agricultura no ha sido posible satisfacer a la población. Por ello, existe conflicto y demanda de alimentos teniendo así un impacto en la naturaleza.

Los autores Caro-Caro y Torres-Mora (2015) indican que, el desarrollo de las sociedades modernas ha creado diferentes visiones, sobre la relación de los servicios con la diversidad biológica, es decir, ha pasado aún paradigma de interés económico ciertas especies naturales, siendo estas devastadas para dar paso algunas actividades como; la ganadería y pesca comercial. En otro contexto, los servicios al ser dependientes de la biodiversidad tienen que sufrir daños, al acentuarse la desigualdad y marginación; presentándose así la disminución de su acceso a los tangibles básicos para una vida conservadora.

- **Factores que generan el proceso de los cambios de uso del suelo**

Quétier (2009) citado por Moreno (2017) menciona que, el aumento significativo de la población, la migración y las actividades productivas aceleradas han intensificado estos cambios ambientales con gran intensidad, en los patrones espaciales de uso de la tierra y el clima. Es así que, ha generado pérdidas en cuanto a los servicios ambientales de los ecosistemas limitando el abastecimiento de provisiones a las generaciones futuras.

De acuerdo a Challenger & Dirzo (2009) citado por Medrano Allieri (2017) menciona que, el cambio de uso de la tierra se incide a nivel mundial alterando las interacciones biofísicas entre la cobertura vegetal y el clima; entre los factores meteorológicos que se ven afectados es la temperatura, humedad del aire, vientos y precipitación. Está estrechamente vinculado con el desarrollo socioeconómico para el aprovechamiento, distribución, consumo de los bienes y servicios del ecosistema a una escala local.

- **Cambio de cobertura forestal**

Desde la perspectiva de Barnes et al. (2017) citado por Mora (2019) indica que el cambio de cobertura forestal es una drástica disminución en la radiación y su efectos está en la temperatura y humedad. En algunos países es un problema, perdiéndose la atracción del paisaje e inclusive especies nativas. Frente a esto, las autoridades manejan herramientas de proyección multiespectral para observar con claridad los recursos naturales afectados, aunque reconocen que las actividades antrópicas son las que generan destrucción y cambios repentinos en la biosfera.

Según Ellis et.al (2017) menciona que esta situación y junto a la escala de datos se ve los problemas de deforestación, en especial en zonas rurales se observa el crecimiento de tierras; donde el pasto cultivable a nivel nacional cubre el 16,1% del terreno para el consumo de los animales generando un serie de efectos como: disminución de la cobertura forestal y desaparición de especies. Para luego desarrollar estrategias para la reducción del mismo, buscando proteger y promover el uso sostenible de los recursos naturales.

- **Asentamientos humanos y su influencia en el cambio de uso del suelo**

Los asentamientos humanos en la zona rural, por lo general es donde habitan los agricultores, sin embargo ese espacio no es solamente para la construcción de viviendas, también se desarrollan actividades productivas diversas en la que influye el bienestar de las familias. Por lo tanto, los cambios en la morfología de la tierra es el resultado de la subsistencia de los agricultores ante la necesidad de cambiar su medio de vida, pero los ingresos económicos, el consumo, la cognición y mejora de su residencia varía de acuerdo a cada familia (Ma, L et al., 2018).

Principalmente en las zonas rurales, donde experimentan cambios significativos con el tiempo ante la modificación espacial del suelo. Los agricultores deben adaptarse al nuevo

proceso tecnológico con el fin de mejorar su producción, especialmente las áreas adyacentes de la población. Al estar cerca de los recursos naturales es importante conocer las áreas susceptibles a dichos cambios (Hernández Flores & Palacios Romero, 2016).

- **Importancia de los SIG en el análisis del cambio de uso del suelo.**

Los Sistemas de Información Geográfica (SIG) es una herramienta que permite recopilar y analizar una serie de datos cartográficos a partir de imágenes satelitales en la que incluye, pendiente, uso de la tierra, asentamientos, índice de la vegetación, cuerpos de agua y red de carreteras, mencionado por Chaudhary et al. (2019). Información que ha facilitado resolver problemas de aspecto ambiental.

La herramienta SIG permite desarrollar modelos espacio-temporal de las categorías de uso del suelo, basándonos en supuestos mediante una serie de combinaciones de las capas cartográficas con el fin de afinar los mapas de la cobertura vegetal. Los autores Humacata y Buzai (2018) mencionan que los cambios del uso del terreno está sujeto con la aparición de conflictos, por eso es importante tener un nivel de conocimiento en el uso de esta herramienta porque contribuye con la elaboración del PDOT a nivel rural-regional.

- **Ordenamiento territorial en una cuenca hidrográfica**

Según los investigadores Gaspari et al. (2013) refiere que el Ordenamiento Territorial (OT) permite evaluar y monitorear los aspectos (físicos, técnicos y administrativos) que inciden en la degradación y funcionamiento de una cuenca hidrográfica, así como identificar los actores que se relacionan directa e indirectamente en la misma. Permitiendo adoptar medidas preventivas para el adecuado uso del suelo y de los servicios ecosistémicos que nos provee la naturaleza.

El Ordenamiento territorial se debe realizar de forma conjunta entre la autoridad municipal y la autoridad ambiental, teniendo como objetivo el uso sostenible de los servicios naturales, donde consideran una serie de elementos tanto naturales como socioeconómicos del territorio, con la finalidad de mejorar la calidad de vida de la población (Rentería Mosquera, 2014). Una de sus funciones es la limitación de las actividades, la elaboración de programas para la conservación de la cuenca, así como el control de la erosión del suelo e inundaciones. En la actualidad se realiza un análisis del cambio de uso del suelo utilizando la herramienta SIG donde permite medir los cambios

a través del tiempo, ubicando en un mapa las áreas de conflicto y determinado así; los tipos de usos alternativos de desarrollo y mitigar los cambios (Rosero Mier, 2018).

- **Estrategias para el adecuado manejo del uso del suelo**

Con el uso de la teledetección se podrá generar una protección a futuro en cuanto al estado del terreno y así aplicar medidas de manejo teniendo en cuenta a la comunidad involucrada, con el fin de mejorar su calidad de vida y la conservación del ecosistema. Según Sahagun-Sanchez y Reyes-Hernandez (2018) menciona que facilita el diseño de planes de desarrollo y ordenamiento desde un enfoque regional y municipal.

Algunos autores mencionan que el desarrollo de estrategias agroecológicas como el sistema silvopastoril, buenas prácticas de manejo, ha permitido mejorar la sustentabilidad de las actividades antrópicas junto a la conservación de los recursos (Alayon-Gamboa et al., 2016). De acuerdo al autor Gonzales Vargas (2017) menciona que para el adecuado manejo del terreno dentro de una cuenca consiste en dar a conocer a la población la importancia del bosque como plantar especies nativas de la zona y proteger aquellas áreas en proceso de regeneración con la ayuda de las autoridades competentes y la comunidad.

1.1.2 Normativa Legal

Se consideró la normativa Internacional de la Agenda 2030 para el desarrollo sostenible, de los 17 objetivos planteados se consideró los que se relacionan con el área de estudio, en **(tabla 1)** se detalla los cuatro objetivos seleccionados.

Tabla 1. Legislación Internacional

Objetivos del desarrollo Sostenible	
Para alcanzar este objetivo es necesario hacer crecer la productividad y los ingresos de los sectores productivos de manera sostenible a largo plazo, especialmente en las zonas rurales.	Objetivo 2: Hambre cero
Garantizar una buena salud y bienestar para todos, consumir alimentos nutritivos de forma regular y aplicar las buenas prácticas mostrando la buena calidad e inocuidad de los alimentos.	Objetivo 3: Salud y bienestar.
Garantizar modalidades de consumo y producción sostenible para satisfacer el incremento de las necesidades de la población, siendo necesario cambiar el enfoque de producción y consumo más sostenible.	Objetivo 12: Producción y consumo responsables
Gestionar sosteniblemente los bosques ante la presión de la conversión del uso de la tierra, luchar contra la desertificación y detener la pérdida de la biodiversidad; promoviendo un enfoque sostenible para la gestión de los recursos naturales.	Objetivo 15: Vida de ecosistemas terrestres

Fuente: ONU, 2015

Se ha considerado las normas vigentes del Ecuador en relación a los cambios de la dinámica de cobertura y uso de suelo en una subcuenca hidrográfica, en el (**Tabla 2**) se detalla las normativas más relevantes en relación al tema de investigación.

Tabla 2. Legislación Nacional

CONSTITUCIÓN DE LA REPÚBLICA DEL ECUADOR 2008	Art. 14.- Se reconoce el derecho de la población a vivir en un ambiente sano y ecológicamente equilibrado.	Ambiente sano
	Art. 71.- La naturaleza tiene derecho a que se respete integralmente su existencia, el mantenimiento y regeneración de sus ciclos vitales.	Derechos de la naturaleza
	Art. 74 menciona que las personas, comunidades, pueblos y nacionalidades tendrán derecho a beneficiarse del ambiente y de las riquezas naturales que les permitan el buen vivir.	
	Art. 395.- La Constitución reconoce los siguientes principios ambientales: Numeral 3. El estado garantizará la participación activa y permanente de las personas, comunidades; en la planificación,	Naturaleza y ambiente

	ejecución y control de toda actividad que genere impactos ambientales.	
	Art. 281 Garantizar que las personas, comunidades, comunas alcancen la autosuficiencia; alimentos sanos y apropiados de manera permanente.	Soberanía alimentaria
	Art. 409.- Es de interés público y prioridad nacional la conservación del suelo, en especial su capa fértil.	
	Art. 410.- El Estado brindara a los agricultores y a las comunidades rurales apoyo para la conservación y restauración de los suelos, así como para el desarrollo de prácticas agrícolas que los protejan y promuevan la soberanía alimentaria.	Suelo
	Art. 411 se menciona que el Estado garantizará la conservación, recuperación y manejo integral del recurso hídrico.	Agua
	Art.134.- Detalla sobre el principio de integralidad, dentro de sus literales resalta la economía social y solidaria con un desarrollo sustentable enfocado a los provenientes de agricultura y otras actividades	Seguridad alimentaria
	Art. 458.- Los GADs tomarán medidas administrativas para evitar las invasiones, además se utilizara la fuerza pública y se sancionará a los responsables.	Control de invasiones y asentamientos ilegales
	Art. 431.- Los GADs a través de sus normas gestionan el manejo integral para prevenir, controlar y sancionar actividades que contaminen el ambiente	Gestión integral del manejo ambiental
COOTAD	Art. 132.- De acuerdo a la constitución las autoridades encargadas, como el GAD tiene la articulación efectiva de los planes de ordenamiento territorial con materia de manejo sustentable. En la gestión de planificación hídrica y participación, las juntas de agua potable son deben regular y controlar.	Gestión de cuencas hidrográficas
	Art.135.- El ejercicio de competencia, la constitución asigna a los GADs tanto regionales, provinciales y parroquias rurales en materia productiva incentivar con un enfoque de equidad, desarrollo del conocimiento y transferencia de tecnología. Adicionalmente implementar programas y actividades productivas para la comercialización de bienes rurales.	Fomento de actividades productivas y agropecuarias

Ley orgánica de participación ciudadana	Art. 4.- Se detallan los principios de la participación.- La participación de la ciudadanía en todos los asuntos de interés público es un derecho que se ejercerá a través de los mecanismos de la democracia representativa, directa y comunitaria.	Participación ciudadana
Ley orgánica de Ordenamiento Territorial, Uso Gestión de Suelo	Art. 27.- Menciona que, los GADs municipales deberán tener un plan de uso y gestión del suelo a largo plazo, respondiendo a los objetivos y modelo territorial establecido en el PDOT para un desarrollo sustentable.	Planeamiento
	Art. 44.- Detalla que, la gestión/uso del suelo es la acción de administrarlo, según los establecido en los planes de gestión del suelo, con el fin de aprovechar sus potencialidades de manera sostenible de acuerdo al principio de distribución equitativa.	Conceptos generales
	Art. 67.- Menciona que, las afectaciones son una limitación para el aprovechamiento del recurso suelo, urbanización y parcelación; serán determinadas mediante el plan de gestión del suelo.	
Ley orgánica de recursos hídricos usos y aprovechamiento del agua	Art. 12.- La Autoridad Única del Agua, los GADs, las comunas y pueblos que se encuentran cerca de una fuente hídrica, serán responsables del manejo integral para la protección y conservación de dicho recurso.	Definición, infraestructura y clasificación de los recursos
	Art.14.- Indica que, en el cambio de uso del suelo, el estado regulará las actividades que puedan afectar la cantidad y calidad del agua mediante el estudio de impacto ambiental.	
Ley Orgánica del régimen de la soberanía alimentaria	Art. 1.- Al hablar de soberanía alimentaria, tiene como objetivo el crecimiento: 1) mercados locales y 2) mercado nacional. Se puede decir como principios: alimentos para todos, incentivo a los productores, además de los enfoques de medios alimentarios, crecimiento y posicionamiento local. Con una capacitación conjunta para el respeto a la naturaleza.	La finalidad y Principios
	Art. 6.- Menciona sobre un acceso equitativo en cuanto a la ley que regule la propiedad de la tierra, establecerá mecanismos de función social y ambiental. Además de limitar la expansión de áreas urbanas, así como el avance de la frontera agrícola, esto en relación con el artículo 409 de la constitución.	Acceso a la tierra

Ley Orgánica de Tierras rurales y territorios ancestrales	Art. 7.- El estado es el encargado de proteger y conservar los ecosistemas. Las leyes que regulan las actividades agropecuarias deberán optar medidas legales para asegurar la agrobiodiversidad.	Protección de la agrobiodiversidad
	Art. 47.- Para los estudios de uso de la tierra tanto: uso productivo agropecuario, forestal y silvícola se encarga la autoridad agraria nacional de acuerdo con los lineamientos del plan nacional agropecuario. En lo forestal la coordinación-rectora respectiva es la encargada.	Zonificación agraria
	Art. 49.- El estado ecuatoriano es el encargado de la recuperación de la capa fértil de la tierra rural en forma sustentable con la participación local, ofreciendo su apoyo a las comunidades con la implementación y el control de buenas prácticas agrícolas.	Protección y recuperación
	Art. 50.- Se limita el avance de la frontera agrícola en ecosistemas frágiles como: páramos, manglares y humedales. La autoridad ambiental nacional regulará la conservación y uso de los ecosistemas amenazados. Además se aplican programas para las comunidades asentadas en el mismo.	Límite a la ampliación de la frontera agrícola

Fuente: Normativa Ecuatoriana.

Elaborado por: Los autores.

1.1.3 Enfoque diagnóstico

El presente trabajo abarca diferentes tipos de investigación, a través del levantamiento de información bibliográfica así como datos cartográficos de las coberturas/uso de suelo, es decir se puede medir utilizando la herramienta SIG. A continuación se detalla los tipos de investigación aplicados.

- **Investigación exploratoria**

Consiste en explorar sobre algún problema que no se haya abordado nunca antes o poco estudiado, permitiendo conocer aquellos factores que podrían estar relacionados con la problemática en cuestión. Los investigadores mencionan que, son aspectos fundamentales de un tema en el que se obtiene información cartográfica y teórica, permitiendo llevar a cabo la investigación (Bonilla, 2015; Flores, 2018). Se recopiló información secundaria de revistas científicas, Planes de Ordenamiento Territorial correspondiente al área de estudio y tesis.

- **Investigación descriptiva**

Sirve para socializar, comparar dos o más variables en un espacio-tiempo obteniendo resultados del sitio de estudio. De acuerdo a Cazau P (2006) consiste en la selección de una serie de variables, para luego medir cada una de ellas con el fin de describirlas. Para el método cuantitativo se utilizaron datos geográficos de la guía interactiva del MAE de los años 2000-2018. Por consiguiente, se procesó la información de las categorías de cobertura y uso de suelo. Para ello, se consideró tomar las mismas variables para ambos años, con el fin de determinar los cambios de uso del suelo. Al medir cada una de las categorías se elaboró una matriz de los cambios y de cómo ha influenciado las actividades antrópicas dentro del área.

1.2 Descripción del proceso diagnóstico

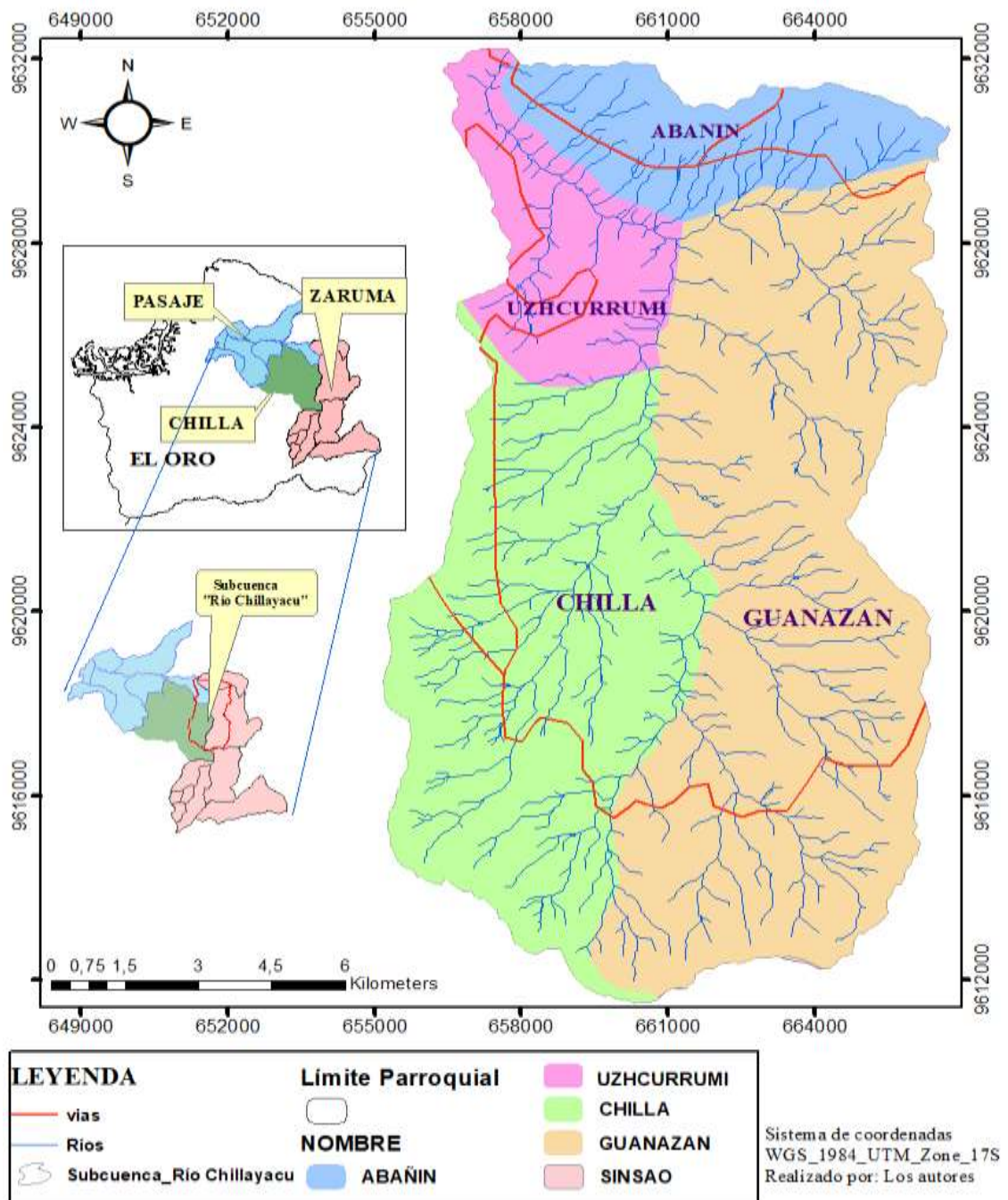
1.2.1 Localización del Área de estudio

La subcuenca del río Chillayacu se encuentra ubicada en la provincia de El Oro entre los siguientes cantones como: Chilla, Zaruma con su parroquia (Guanazan y Abañin) y el pasaje con su parroquia Uzhcurrumi (ver Gráfico 1). El área de estudio cuenta con una superficie de 18.156,92 hectáreas, dentro de la subcuenca hídrica existen 9 afluentes que abastecen de agua a la población para luego desembocar en el Río Jubones.

La mayor parte del territorio presenta un relieve montañoso seguido del tipo escarpado, este último se localiza en la zona alta de la subcuenca. Siendo una zona productiva donde se desarrollan actividades económicas como: agrícola, turismo, forestal y ganadera

limitando el desarrollo de las actividades productivas. La zona ganadera se desarrolla de forma empírica causando el incremento de los pastizales en la zona media y baja, siendo una actividad poco sostenible por el inadecuado manejo y conservación del suelo. Por las diferentes zonas climáticas el área presenta una gran variedad de cultivos como: cacao, café, árboles frutales, árboles maderables, pastizal, entre otros.

Figura 1. Ubicación geográfica de la subcuenca del Río Chillayacu



Fuente: Elaboración propia.

1.2.2 Componente físico

- **Clima**

En la subcuenca existen dos tipos de clima; en la zona alta y media encontramos el clima ecuatorial mesotérmico semihúmedo a húmedo con una superficie de 14.412 hectáreas, se localiza a los 3.200 msnm de altura.

La temperatura media anual oscila entre los 12 a 20°C, con una precipitación anual de 500-2.000 mm registrando que los meses de febrero/mayo y octubre/diciembre como los meses más lluviosos. Sin embargo los meses de junio/septiembre son los más secos, por esto las vegetación ha sido sustituida por pastizales y cultivos; con una humedad relativa entre el 65 a 85%.

En la zona baja de la subcuenca representa el clima ecuatorial de alta montaña con una superficie de 3.763 hectáreas; se ubica sobre los 3.000 msnm, la temperatura media anual varía entre los 4 a 8°C, con una precipitación anual de 800-2.000 mm, por lo general las lluvias son de una larga duración pero con una baja intensidad y por último la humedad relativa tiene un porcentaje superior del 80% (Pourrut, 1995).

1.2.3. Recurso suelo

- **Conflicto y cobertura/uso del suelo**

El área de estudio tiene una extensión de 18.156,92 ha, se puede notar que el desarrollo de las actividades productivas entre los años 2000 y 2018 han llevado a cambiar la cobertura del terreno. En el año 2000 el bosque estaba cubierto con una gran extensión de 5638,42 hectáreas contando con mucha riqueza natural que luego por la acción del hombre fue cambiando pero en el año 2018 las 2.401,1 ha de cobertura se han ido reduciendo a fragmentos de bosque, es decir el 17,83% se perdieron por los incendios forestales y la tala indiscriminada de árboles maderables para su comercialización.

Para el uso agropecuario presenta un incremento del 21,31% en su superficie, es decir hubo una expansión de la frontera agrícola para satisfacer la demanda de alimentos de la población. En cambio para la vegetación arbustiva y herbácea se observó una disminución del 3,65% de cobertura, donde el suelo se ve degradado por la sobreutilización de los recursos naturales ante el bienestar social. Siendo la quema un problema menor, ya sea

para preparar el terreno o para eliminar esa área en específico para el desarrollo de otro uso convirtiéndolo en un suelo más susceptible a la erosión hídrica como eólica, llevando a los agricultores abandonar su tierra cultivada. En la zona antrópica se ha registrado un incremento del 0,17% debido al desarrollo de la población, generando nuevas infraestructuras y vías de acceso para mejorar sus condiciones de vida, otro efecto es la explotación de canteras para el aprovechamiento del material de construcción.

En el Ecuador existen programas para la conservación y protección del suelo, brindando incentivos económicos a campesinos y comunidades indígenas con terrenos de gran producción que cumplan las condiciones que establece el programa “Socio-Bosque”. Cabe recalcar que las inversiones son elevadas y su funcionamiento no rinde al 100% por la falta de voluntad y dedicación.

- **Geología**

En la zona alta de la subcuenca se destaca la formación volcánica Pisayambo, está compuesta por lavas y piroclásticos de composición andesítica a riolítica. Cubre una parte de la zona media con una superficie de 8.31 has, este tipo de sustrato es característico del cantón Zaruma. De acuerdo al PDOT entre sus dominios fisiográficos la Cordillera Real forma parte de esta formación, esta se desarrolla sobre sobre tobas y aglomerados gruesos de bloques de lava en la edad Plioceno. También encontramos la formación La Victoria ocupando una superficie de 3.56 ha de terreno, presenta una litología de esquistos y gneises semipeliculos. Los esquistos son rocas con presencia de porfiroblastos de andalucita y gneises son rocas compactas que presentan fracturamiento (Manosalva-Sánchez et al., 2017).

En la zona media se ubican los cuatro tipos de formaciones, entre ellas está la geología granodiorita, diorita, pórfido (Intrusivos Granodioríticos), cubriendo un espacio de 0,91 ha del territorio en la edad Cenozoica. En la parte baja presenta una formación volcánica Saraguro, está compuesta por lavas andesíticas y piroclastos del periodo oligoceno con una extensión de 5.39 hectáreas, son de granulometría variada desde tobas muy finas hasta ser aglomerados gruesos. Se localizan en suelos inceptisoles de contextura franca-arenosa, son excelentes para el pasto y cuando exista humedad para el desarrollo de la agricultura.

- **Relieve**

La subcuenca posee una topografía irregular, siendo el relieve montañoso el que ocupa gran parte del territorio con una pendiente entre el 25 y 50%. El relieve escarpado se encuentra localizado en la parte alta del área donde se dedican a la protección y conservación de los recursos por su fuerte pendiente. Por último, en la parte baja refleja un relieve plano con una pendiente entre 0 a 5%.

1.2.4 Componente Biótico

- **Biodiversidad**

El área de estudio cuenta con una gran biodiversidad, sin embargo por acción del ser humano el número de especies y la población ha ido disminuyendo con el paso del tiempo. El bosque es el principal recurso afectado ante la acelerada expansión de las actividades productivas, siendo este el protector de las fuentes de agua que abastecen a la población y a su vez pone en riesgo la salud. A continuación en la (**Cuadro 1**) se detalla algunas especies de flora encontradas dentro del área de estudio.

Cuadro 1. Flora dentro del área de estudio

	Nombre Común	Nombre Científico
ESPECIES FORESTALES	Laurel	<i>Cordia alliodora</i>
	Escoba de bruja	<i>Moniliophthora perniciosa</i>
	Café	<i>Citharexylum poeppigii</i>
	Huicundo	<i>Tillandsia aequatorialis</i>
	Guayacán	<i>Tabebuia chrysantha</i>
	Arrayan	<i>Erythroxylum glaucum</i>
	Iaritaco	<i>Vernonanthura patens</i>
	Molle	<i>Schinus molle</i>
	Guayusa	<i>Ilex guayusa</i>
	Duco	<i>Clusia alata</i>
	Calaguala	<i>Polypodium decumanum</i>

PLANTAS MEDICINALES	Hierbabuena	<i>Mentha sativa</i>
	Mático	<i>Aristiguetia glutinosa</i>
	Perejil	<i>Petroselinum sativum L</i>
	Menta	<i>Mentha piperita L</i>
	Verbena	<i>Aloysia citriodora</i>
	Llantén	<i>Plantago major</i>
	Orégano	<i>Origanum vulgare</i>
	Toronjil	<i>Melisa officinalis</i>
	Violeta	<i>Viola odorata</i>

Fuente: Elaboración propia.

A lo largo del área de influencia de la subcuenca del río chillayacu habitan algunas especies de fauna silvestre, sin embargo, la falta de protección de las zonas frágiles dedicadas a la producción, está cambiando el uso del suelo en la mayor parte del territorio. Es decir, se ha ido perdiendo los bienes y servicios ecosistémicos, ante esta problemática es necesario tomar medidas para conservar el suelo (**Cuadro 2**).

Cuadro 2. Fauna dentro del área de estudio

	Nombre Común	Nombre Científico
FAUNA SILVESTRE	Gavilanes	<i>Accipiter nisus</i>
	Gorriones	<i>Passer domesticus</i>
	Palomas de castilla	<i>Columba livia</i>
	Carpinteros	<i>Melanerpes striatus</i>
	Mirlos	<i>Turdus merula</i>
	Guantas	<i>Cuniculus paca</i>
	Guatusa	<i>Dasyprocta punctata</i>
	Loros	<i>Amazona oratrix</i>
	Tigrillos	<i>Leopardus tigrinus</i>
	Raposo	<i>Vulpes vulpes</i>

	Venado colorado	<i>Cervus elaphus</i>
	Pavas del monte	<i>Penelope obscura</i>
	Monos	<i>Mandrillus sphinx</i>
En la parte alta-montañosa	Chancho del monte	<i>Tayassu pecari</i>
	Venados	<i>Cervus elaphus</i>

Fuente: Elaboración propia

1.2.5 Componente Social

De acuerdo a los datos del Instituto Nacional de Estadística y Censos (2010), podemos evidenciar la variación poblacional en zona rural, aunque la información no es exacta se puede asumir que la migración de la población hacia las ciudades, se debe a que este ofrece mayores oportunidades para su supervivencia dejando atrás sus tierras cultivables (**Cuadro 3**).

Cuadro 3. Clasificación del medio social correspondiente al área de estudio

Población	La Subcuenca está conformada por cuatro parroquias que son: Chilla, Uzhcurrumi, Abañin y Guanazan; De acuerdo al INEC, 2010 la zona cuenta con una población de 8129 habitantes distribuidos en las zonas urbanas y rurales. Sin embargo, solo el 50% de la población pertenece a la subcuenca del río Chillayacu, siendo de 4.064 habitantes. La actividad ganadera y agrícola es la principal fuente económica del sector.
Vivienda	En la zona rural del cantón chilla cuenta con 417 viviendas, el 81.15% de la población tiene vivienda propia.
Salud	La población presenta enfermedades como gripe, infecciones urinarias y micosis; este problema está relacionado con el consumo de agua contaminada ante la inadecuada disposición de las aguas servidas. Los centros de salud que se encuentran dentro del área de estudio no cuentan con el equipo adecuado y personal médico insuficiente.
Educación	En el área de estudio existen 17 establecimientos educativos, en el cantón Chilla el nivel de analfabetismo en el área urbana es 6.94% y en el área rural es de 13.51%.

Fuente: Instituto Nacional de Estadísticas y Censos INEC, 2010

1.2.6 Componente económico

- **Principales actividades productivas del territorio**

Alrededor de la Subcuenca se determinó algunas actividades económicas que son de gran importancia, a continuación serán descritas (**Tabla 3**).

Tabla 3. Principales actividades productivas

Producción Forestal	A través del tiempo se han producido cambios progresivos en la cobertura vegetal por la intervención del hombre en la naturaleza. En las zonas bajas existían algunas especies arbóreas como: San Antonio y calagua. En cambio, en las zonas altas laurel (<i>Cordia alliodora</i>), eucalipto (<i>Eucalyptus urograndis</i>) y en toda la zona, el guayacán (<i>Guayacum</i>), matapalo (<i>Clusia</i>) y guaba machete(<i>Inga edulis</i>), entre otros. La mayoría de árboles sirven para la explotación de la madera, en especial el guayacán, laurel y eucalipto.
Producción agrícola	Es la principal actividad trabajada por el hombre, con el tiempo se ha ido expandiendo en la zona baja. Algunas prácticas de agricultura se siguen manteniendo con pequeñas parcelas sembrando productos como: maíz, lenteja, frejol, arveja, melloco, papa y trigo. En el uso de la tecnología, la producción cacaotera tiene un promedio de 40 qq/ha mientras que, el tradicional produce 12 qq/ha. Esto es comercializado por parte de los agricultores a otros sectores de la provincia de El Oro.
Producción Pecuaria	En la zona alta y media de la subcuenca se encuentra el ganado vacuno, destacando las razas tales como: Holstein y Brownswis para la producción de leche cuya alimentación es el pasto. En la época de verano el pasto es escaso y la producción lechera es limitada. Dicha actividad acarrea problemas en la relación directa con los efectos del clima y seguridad alimentaria para la población en general (Fajardo Velepucha, 2016). Algunas especies tales: ovinos, cuyes y peces, son parte de la economía familiar quienes en su mayoría lo administran son mujeres para su crianza y comercialización. Es así que, los tres pisos climáticos se siguen explotando
Turismo	El turismo es una fuente potencial de ingreso económico dando a conocer los recursos naturales y agro-productivos que posee la subcuenca, llevando a implementar proyectos a escala local y regional. Uno de los atractivos turísticos pertenecientes al cantón chillá tenemos: Laguna encantada de chillacochoa, Santuario de la Virgen de la Natividad, Ruinas de pueblo viejo, Cerro Yayurco, Cerro de ventanas, entre otros. En cambio, en la parroquia Uzhcurrumi están el puente histórico y las cavernas de Chillayacu. Este último centro ecoturístico implementado recientemente en el cantón pasaje, ha llamado la atención de algunos visitantes por las actividades deportivas y las normas frente al cuidado del medio ambiente.

Fuente: Plan de Ordenamiento Territorial de la parroquia Uzhcurrumi, 2019

1.3 Metodología

El presente estudio tiene un enfoque mixto, donde se combina la investigación cualitativa y cuantitativa; en primera instancia se investigó sobre la problemática de los cambios de uso de suelo mediante la búsqueda de información secundaria más relevante para realizar el adecuado análisis de los conceptos que se quiere conocer. Las principales fuentes que se investigó para este estudio son: artículos científicos, Planes de Ordenamiento Territorial del cantón Chilla del 2015, de la parroquia Uzhcurrumi del 2015; información de datos geográficos de la cobertura y uso de suelo a escala 1:150.000 para los años de 2000 y 2018 en la plataforma web del Ministerio del Ambiente del Ecuador (MAE). Para la investigación cuantitativa se buscaron datos estadísticos de Censos Agropecuarios del Ecuador en el año 2019(INEC).

De acuerdo a los investigadores, a través de los datos cartográficos se puede cuantificar y modelar las diversas coberturas de la superficie determinada; permitiendo comprender la dinámica de cambio mediante el análisis e interpretación de los mapas y tablas generados entre los dos periodos de tiempo (R. Camacho-Sanabria & Camacho-Sanabria, 2017; Cano Salinas & Rodríguez Laguna, 2017). Por lo tanto, la sobreposición de las capas vectoriales-raster del periodo 2000-2018, permite monitorear la modificación que experimenta la cobertura vegetal y de manera previa se actualizó una segunda capa vectorial de los cambios.

La matriz de transición permite calcular las hectáreas de cada cobertura de un uso a otro, los investigadores (Palomeque de la Cruz, 2017; Reyes et al., 2019) concuerdan con este método, donde se calcula el cambio neto, ganancias y pérdidas del cambio de cada categoría de uso de suelo. A continuación se detalla los métodos y técnicas de investigación que se aplicaron para el estudio de los cambios de cobertura y uso del suelo.

- **Procesamiento de datos y clasificación de coberturas**

Se recopiló información cartográfica en el servidor de SUIA, en la Guía Interactiva se seleccionó las capas cartográficas “shapes” de los años 2000 y 2018, escala 1:1000.000: WGS84-UTM zona 17 S en formato vectorial-raster de la cobertura y uso de la Tierra. Se tomó como base cartográfica para ambos periodos el primer nivel “Nivel I” dentro de esta clasificación se seleccionaron las siguientes categorías: Bosque, Tierra Agropecuaria,

Vegetación Arbustiva y herbácea, zona antrópica; también se agregó información base como ríos y vías.

Con el uso de la herramienta SIG se procedió a digitalizar la información en el software ArcGis 10.2, a continuación se realizó un corte de la imagen total para solo trabajar con el área y perímetro de la subcuenca determinada, este proceso se aplicó la herramienta *Clip*. Después se agregó las capas cartográficas de la cobertura/uso del terreno, para su delimitación se aplicó el proceso anterior, obteniendo como resultado las categorías que forman parte del área de estudio. Finalmente, para la comparación de las imágenes satelitales de la capa histórica y actual, se seleccionó las mismas variables y escala para ambos periodos, para evitar errores en los resultados (Palomeque de la Cruz, 2017). Esta información permite conocer los procesos de cambio de cada categoría que se encuentra clasificada al verificar con los mapas de uso del terreno.

- **Análisis de los cambios de cobertura y uso de suelo**

Para el análisis de cambios de la superficie de cada cobertura, se tomó como referencia los mapas cartográficos del periodo de estudio 2000-2018 con el fin de observar la evolución de cada uso de suelo hasta un determinado periodo de tiempo, dependerá en dos tiempos t_1 y t_2 . Es así que, para el análisis del cambio de cobertura/uso del suelo, se estableció previamente una tabla cruzada para los años 2000 y 2018 en cada uno se le asignó códigos, tal como se indica en el **(Cuadro 4)**, generando nuevos códigos de cambios, tal proceso se realizó en el software de excel. Bajo el análisis anterior y mediante el uso de la herramienta CROSSTAB, en el comando de IDRISI selva se procedió a cuantificar el cruce de las capas de los años de estudio 2000 y 2018, el método basado para este proceso fue el Cadenas de Markov indicado por Paegelow et al. (2003). En el módulo se introduce el periodo actual (2018) y después el periodo original (2000), se selecciona el ítem Full cross-tabulation table y Print Kappa, el comando generó una matriz de probabilidad de transición de un uso a otro. Esto proyecta cómo ha ido cambiando la superficie del terreno a causa del establecimiento de las diferentes actividades desarrolladas por el hombre en un periodo de 18 años. Por consiguiente, la matriz de tabulación cruzada es una técnica que nos permite identificar el índice de ganancia, pérdida y total periodo (2000-2018). Y cada combinación de t_1 y t_2 representa

un valor numérico, donde se puede obtener una idea de la posible causa del cambio del paisaje, por ello, se utilizó el método propuesto por Pontius et al.(2004).

Cuadro 4. Matriz de códigos de tabulación cruzada

Cobertura/us o de suelo	Código	Bosque	Tierra Agropecuaria	Vegetación arb. y herb.	Zona Antrópica
		10	20	30	40
Bosque	1	11	21	31	41
Tierra Agropecuaria	2	12	22	32	42
Vegetación arb. y herb.	3	13	23	33	43
Zona Antrópica	4	14	24	34	44

Nota: Codificación.-Se utiliza esta codificación para identificar los cambios de uso dentro del SIG, los datos de la diagonal representarán las superficies que no han sufrido cambio en el periodo de estudio

Fuente: Elaboración propia.

1.4 Análisis del contexto y desarrollo de la matriz de requerimiento

1.4.1 Análisis de contexto

- **Superficie de las coberturas y uso del suelo periodo 2000-2018**

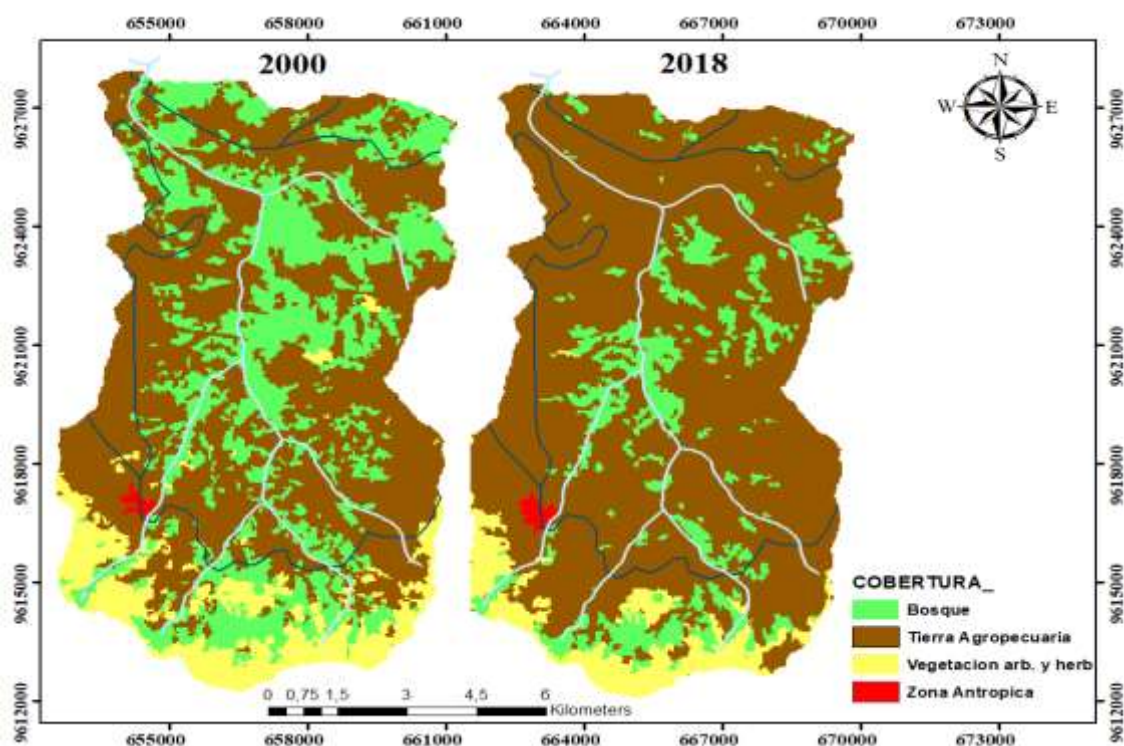
De acuerdo a la (Tabla 4), en el año 2000 se observa que el uso de suelo que predomina es agropecuario con 10.453,28 ha, seguido 5.638,42 ha de bosque, un 2.010,40 ocupado por vegetación arb/herbácea y zona antrópica con 54, 81 ha. En el año 2018 se presenta dominancia del uso agropecuario con un 14.323,08 ha sobre el 2.401,10 ha de bosque, seguidamente la vegetación arb/herbácea con el 1.347,60 ha y la zona antrópica con 85,14 ha del territorio. Por consiguiente el porcentaje de tasa de cambio para tierra agropecuaria y zona antrópica en esos años es positivo, a diferencia de bosque y vegetación con negativo (Figura 2)

Tabla 4. Superficies y cambio neto de las coberturas y uso del suelo, periodo 2000-2018

Categorías	Bosque	Tierra Agropecuaria	Vegetación arb. y herb.	Zona Antrópica
2000 (ha)	5.638,42	10.453,28	2.010,40	54,81
2018 (ha)	2.401,10	14.323,08	1.347,60	85,14
Cambio neto entre 2000-2018 (ha)	3.237,32	3.869,80	662,80	30,33
Tasa de cambio (%)	-43	37	-67	55

Fuente: Los autores

Figura 2. Mapa de la cobertura y uso del suelo del periodo 2000 y 2018



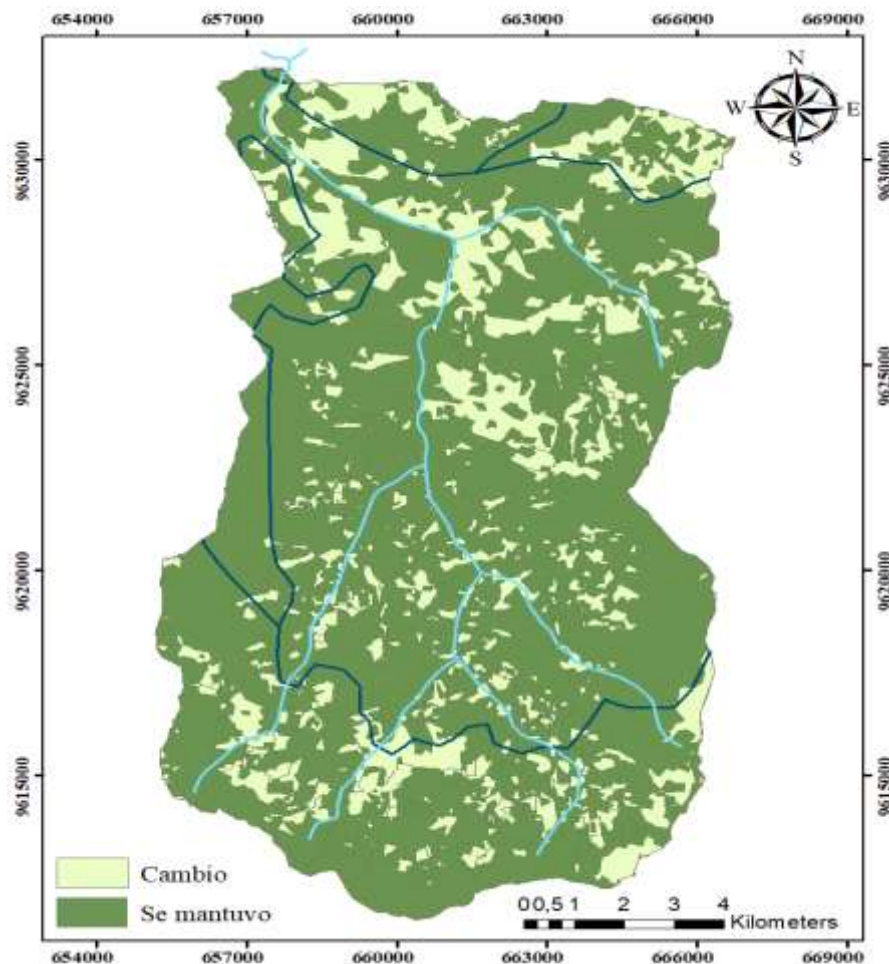
Fuente: Elaboración propia.

El cambio de uso/cobertura del suelo se refiere a un proceso de sustitución de la cobertura vegetal original para el desarrollo de otra actividad, siendo uno de los factores de este cambio la agricultura, la ganadería y la mancha urbana; donde influye la actividad socioeconómica. Algunos investigadores indican que el suelo es el principal recurso natural que depende del hombre para sustentar la demanda de alimentos (Escandón Calderón et al., 2018).

Sin embargo, el paisaje se ve afectado por la disminución de la distribución espacial del bosque nativo, convirtiéndolo en una zona frágil, provocando efectos como: la reducción de su diversidad biológica y pérdida de la conectividad hidrológica, según lo suscrito por Nené-Preciado et al.(2017).

En la **(Figura 3)**, se evidencia el cambio de la cobertura en la subcuenca del Río Chillayacu, el mapa muestra dos variables; la zona de color (verde oscuro) representa un porcentaje del 76% de superficie, indicado que no hubo un cambio de las actividades que se desarrollan ahí, es decir “se mantuvo”, mientras que el color (verde claro) representa el 24 % de superficie de cambio en el uso del suelo. Por lo tanto, la dinámica de cambio sigue en aumento. Según Cotler et al.(2015) se debe a que los sistemas de producción agropecuarios son inadecuados causando la degradación de la cubierta vegetal.

Figura 3. Cambio de uso de suelo en la subcuenca entre los años de 2000- 2018.



Fuente: Elaboración propia.

En el (**Cuadro 5**), se observa los cambios ocurridos en una matriz de transición en el transcurso del tiempo de 18 años; según los investigadores se lo define como una transformación de la categoría del uso de suelo, que ocurre en un periodo de tiempo transitando desde un estado a otro, donde se observa la expansión de la superficie y abandono del terreno (Sepúlveda-Varas et al., 2019). Según Nené-Preciado et al.(2017) la transición forestal se encuentra influenciada por la pendiente, pisos altitudinales e incluso por la distribución de los asentamientos humanos, dando paso al desarrollo de nuevas vías incluso en zonas con mayor pendiente para su fácil acceso. Por lo que la deforestación se manifiesta de forma frecuente, como se visualiza en la matriz donde el bosque ha sufrido una transformación a tierra agropecuaria y esta categoría se sigue expandiendo.

En el área de estudio se identificaron 11 transiciones, el método de cadena de Markov que se aplicó se lo define como un modelo de probabilidad de ocurrencia de cambio al observar el comportamiento del mismo conforme va evolucionando mediante el estudio de dos periodos de tiempo-espacio (Lagunas Puls et al., 2017). Al sumar el número de hectáreas de cada categoría de uso se obtiene el total de hectáreas de ambos periodos dando como resultado final el área del terreno ocupado, con una superficie de 18.154,22 hectáreas; de manera adicional se calculó la pérdida y ganancia.

Las transformaciones más significativas son las siguientes:

- De bosque a tierra agropecuaria, con un cambio de 3.369,52 ha, con esta cifra se identificó que los suelos destinados a brindar biodiversidad y cuidar a la subcuenca han sido reducidos.
- Así mismo se observa que la vegetación arbustiva y herbácea ha sufrido un cambio negativo de 729,81 ha, como el anterior, esto a causa del aumento de carga ganadera y otras producciones; Adicionalmente las tierras agropecuarias al sufrir presión son destinadas a otras actividades antrópicas con 28,99 ha.
- Cabe mencionar que los cambios no siempre son negativos, en el caso de zona antrópica obtuvieron más ganancias que pérdidas en los últimos 18 años.

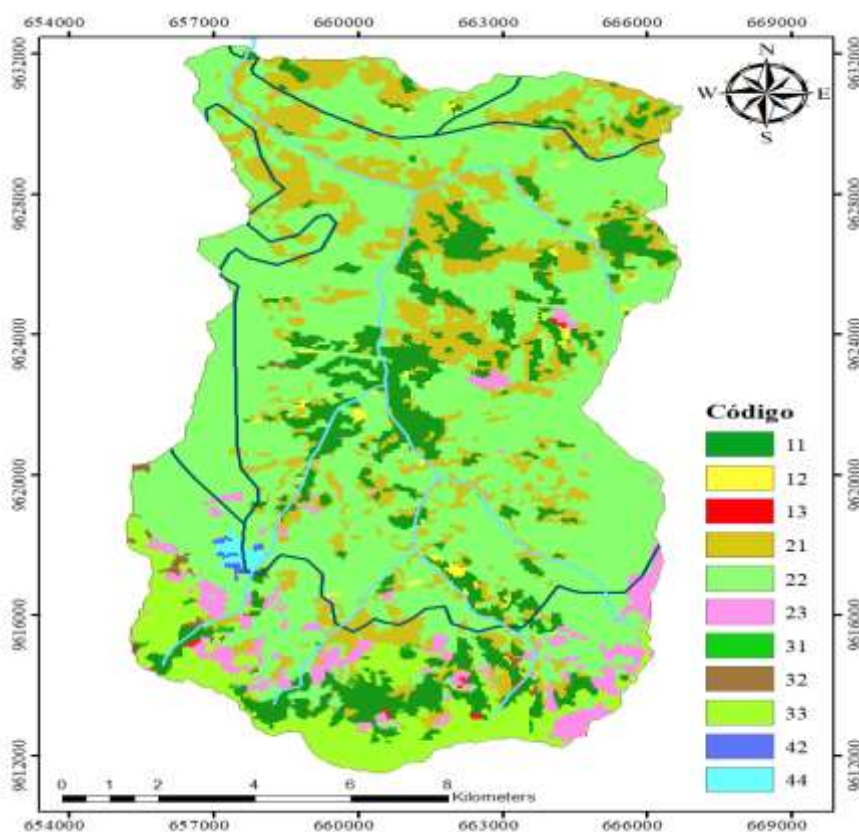
Cuadro 5. Matriz de transición del cambio de uso de suelo 2000-2018

Cobertura/uso de suelo		2018					
		Bosque	Tierra Agropecuaria	Vegetación arb. y herb.	Zona Antrópica	Total 2000	Pérdidas
2000	Bosque	2.255,23	3.369,52	23,91	0	5.648,66	3.393,43
	Tierra Agropecuaria	124,21	10.220,70	65,17	28,99	10.439,07	218,37
	Vegetación arb. y herb.	23,49	729,81	1.256,48	0	2.009,78	753,3
	Zona Antrópica	0	0	0	56,71	56,71	
	Total 2018	2.402,93	14.320,03	1.345,56	85,7	18.154,22	
	Ganancia	147,7	4.099,33	89,08	28,99		

Fuente: Elaboración propia.

Como se indicó anteriormente, en el mapa (**Figura 4**) se observa la modificación del uso de cada categoría, donde cada color representa a un cambio.

Figura 4. Mapa de cambio de la cobertura/uso del suelo entre los años 2000-2018



Fuente: Elaboración propia

En el (**Cuadro 6**) se observa el cambio más significativo, representa la transformación de bosque a tierra agropecuaria con un porcentaje de 18,56% de superficie, esta transición es de tendencia negativa según lo suscrito por Nené-Preciado (2017), porque a cambio de la expansión de la actividad agropecuaria la cobertura forestal se ve influenciada por la deforestación, tala indiscriminada, incendios forestales y el cambio de uso. Los autores (Adame Martínez et al. 2020) mencionan que, ha traído como consecuencia la reducción de la tasa de infiltración del agua que absorbe el suelo debido a la pérdida de la porosidad del terreno. Por lo tanto, los agricultores se ven obligados a abandonar sus tierras por la baja producción agrícola. Es importante que los agricultores apliquen buenas prácticas del uso del suelo, permitiendo recuperar la fertilidad de aquellas zonas frágiles. Por consiguiente, se observa la transición de vegetación arbustiva y herbácea a tierra agropecuaria con un porcentaje de 4,02%, mientras que el bosque tiene una transformación a vegetación arbustiva y herbácea de un 0,13% de superficie.

Cuadro 6. Cambio de cobertura y uso de suelo entre 2000-2018

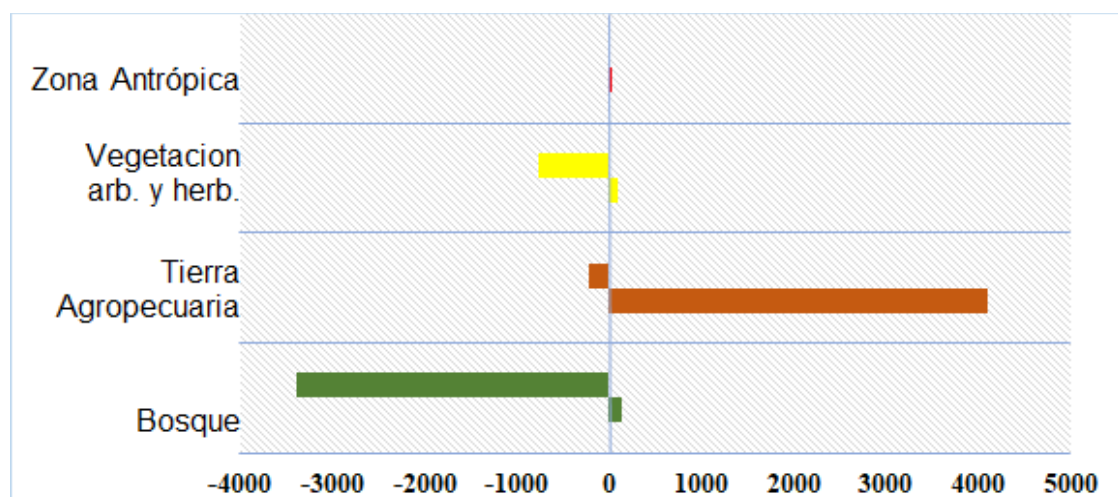
Cambio de cobertura/uso de suelo	Código	2000-2018	
		Hectáreas (ha)	%
Se mantuvo Bosque	11	2.255,23	12,42
De Tierra agropecuaria a Bosque	12	124,21	0,68
De vegetación arbustiva y herbácea a Bosque	13	23,49	0,13
De Bosque a Tierra agropecuaria	21	3.369,52	18,56
Se mantuvo tierra Agropecuaria	22	10.220,70	56,30
De vegetación arb y herb a Tierra agropecuaria	23	729,81	4,02
De Bosque a vegetación arbustiva y herbácea	31	23,91	0,13
De Tierra agropecuaria a vegetación Arb. y herb.	32	65,17	0,36
Se mantuvo Vegetación Arbustiva y Herbácea	33	1.256,48	6,92
De Tierra agropecuaria a Zona antrópica	42	28,99	0,16
Se mantuvo Zona antrópica	44	56,71	0,31
TOTAL		18.154,22	100,00

Fuente: Elaboración propia.

De esta manera podemos notar en la **(Figura 5)** en el periodo 2000 al 2018, la cobertura de mayor pérdida fue bosque, alcanzando una reducción fuerte de 3.393,43 ha, a diferencia de la ganancia con 147,70 ha. En cambio, para la cobertura de tierra agropecuaria fue positiva con 4.099,33 ha su ganancia y pérdida de 218,37 ha. Frente a esto, el PDOT (2019) da respuesta a las ganancias que se están efectuando en el sitio, esto se debe por el posicionamiento de algunas granjas porcinas como el principal sustento económico y fuente de trabajo. Al igual que los cultivos a (corto plazo) y especies frutales.

En los últimos años la extracción y comercialización forestal ha sido presionado, es así que, el aprovechamiento de la madera están las especies tales como: Guayacán y cedrón que anualmente son extraídos con un promedio de 100 varas y están ligadas a entregarse al cantón Pasaje y Machala. En base a esto, la parte ambiental está abarcando problemas como: la calidad y cantidad de agua, ante la mala organización y la falta de tecnicidad presentándose así cambios de uso del suelo.

Figura 5. Pérdida y ganancia de coberturas y uso de suelo entre 2000-2018.



Fuente: Elaboración propia.

De acuerdo a Monjardín & Armenta et al. (2017) al existir deforestación se presenta entre 10 % y 20 % de emisiones de gases efecto invernadero provocado por el crecimiento de la superficie dedicada a la agricultura, siendo esto un problema a nivel mundial.

Existen algunas causales las cuales se dividen en dos: 1) De manera inmediata al deforestar dan paso a la expansión agrícola, explotación maderera o conflictos sociales. 2) se debe a causas directas y subyacentes como factores: demográficos, económicos,

tecnológicos, políticos hasta culturales. Con respecto a las coberturas vegetación arbustiva y herbácea y zonas antrópicas, estas presentaron pérdidas y ganancias inferiores a las coberturas antes mencionadas. Para la vegetación/arbustiva el aumento de la superficie fue 89,08 ha y las pérdidas alcanzaron 753,30 ha. En cambio, para la zona antrópicas solo se presentan ganancias de superficie con 28,99. Es así que, dentro de la zona está siendo predominada por actividades de carácter industrial.

1.4.2 Desarrollo de la Matriz de requerimiento

Cuadro 7. Matriz de requerimiento

Problema	Causa	Efecto	Alternativas	Requerimiento
Cambios del uso del suelo	-Ineficiente plan de Ordenamiento Territorial del uso en la zona de estudio. -Extensión de la frontera agrícola.	Asentamientos de la población no planificada y degradación de los recursos naturales en especial el suelo	Planificación ambiental y Ordenamiento del Territorio	Mapa prospectivo de los cambios de uso de suelo para el año 2030
Sobreexplotación de los recursos naturales	Escaso apoyo de concientización y educación ambiental por parte del GAD y demás instituciones competentes.	-Pérdida de la biodiversidad: faunística y florística. -Contaminación del recurso agua y degradación del suelo en la zona alta y media de la subcuenca.	Programas de capacitación para la comunidad.	
Baja calidad de vida de la población	Carencia de programas sociales y apoyo financiero por parte del Estado.	-Migración de las personas hacia las ciudades. -Mayor pobreza	Programas de servicios básicos e incentivos para el desarrollo productivo en la zona por parte del Estado.	

Fuente: Elaboración propia.

1.5 Selección de requerimiento a intervenir: Justificación

En la matriz de requerimiento descrita en el cuadro anterior, se han establecido las principales causas que han provocado las modificaciones en la superficie del terreno. Se determinó los aspectos más importantes para el adecuado manejo de uso del suelo a través del aprovechamiento sustentable de los recursos en cuestión.

La presente propuesta consiste en la implementación de un modelo prospectivo de los cambios de uso de suelo en la subcuenca del río Chillayacu para el año 2030, ante el deficiente ordenamiento del territorio, información que permitirá anticipar y visualizar las zonas con mayor grado de cambio en el uso del suelo, con el propósito de reducir el riesgo provocado por el conflicto de interés socio-económico de las personas.

La falta de control y apoyo financiero por parte del Estado ha ocasionado una incorrecta organización de los asentamientos humanos y de las actividades productivas; trayendo como consecuencia una baja calidad de vida de la población. En el “Plan Nacional de Desarrollo” es necesario indicar que el Objetivo 1 nos dice, garantizar una vida digna para todos. Por lo tanto, para mejorar la calidad en la alimentación, salud y agua. Es necesario desarrollar capacidades productivas para lograr la soberanía alimentaria porque “No existe buen vivir sin desarrollo rural” como lo indica en el Objetivo 6.

El suelo desempeña un papel clave para el desarrollo de la agricultura; al menos los Objetivos 2, 3, 6, 12 y 15 del Desarrollo Sostenible están relacionados con la tierra y los suelos, porque sin el uso y gestión sostenible de los recursos no se podrá lograr alcanzar los ODS. A nivel mundial, Ecuador forma parte de la lucha contra la desertificación y la sequía a nivel mundial, para reducir la degradación de la tierra y fomentar la sostenibilidad de los servicios que provee el ecosistema.

Esto es posible al ser una herramienta imprescindible de análisis y reflexión para las organizaciones e instituciones públicas y de forma colectiva con los habitantes. El resultado será beneficioso y útil para la sociedad, permitiendo que nuevas investigaciones a futuro tengan como base generar estrategias de solución ante la problemática.

CAPÍTULO II. PROPUESTA INTEGRADORA

Diseñar un modelo prospectivo frente a los cambios de uso del suelo dentro de la subcuenca del río chillayacu para la construcción de escenarios futuros en el periodo del 2030.

2.1 Descripción de la propuesta

En el territorio Ecuatoriano, en los últimos años ha sufrido transformaciones en su cobertura a causa del acelerado crecimiento poblacional y el avance de la frontera agropecuaria; con el fin de mantener la disponibilidad de alimentos, han ejercido presión sobre las tierras con gran potencial. Es común ver esta problemática en las subcuencas hidrográficas en las zonas altas de la provincia de El Oro, el suelo es degradado por el uso intensivo, tala de bosque y por la falta de apoyo del Estado y conocimiento sobre el manejo sostenible de los recursos. De ahí la importancia de estudiar la dinámica que tienen el suelo frente a las presiones antropogénicas.

Sin embargo, no se puede establecer alternativas de forma acelerada o programas sin tener conocimiento de cuáles son los sectores de riesgo y que actividades podrían afectar a la zona de estudio. Según Lombeida et al.(2018) en su investigación destaca que, para poder saber los riesgos a futuro es importante establecer mapas prospectivos manejados con los sistemas de información geográfica. Esta información servirá como base para que las autoridades tomen acción ante los cambios ocurridos como planes de ordenamiento a escala local, se plantea alternativas como estrategias de manejo.

Pinos- Arevalo (2016) define como: Lo prospectivo como fase intermedia permitiendo realizar un conjunto de análisis con el objeto de explorar o predecir el futuro. Por esta razón, se ha planteado como propuesta elaborar un **“Mapa prospectivo del cambio de uso del suelo para el año 2030”**. El propósito es dar a conocer a la sociedad de forma exacta y clara los problemas de la dinámica de uso del suelo, para así comenzar a contrarrestar los daños, tomando acciones correctivas por parte de las autoridades de GAD y otras instituciones.

2.2 Objetivos de la propuesta

2.2.1 Objetivo General

Diseñar un modelo prospectivo de los cambios de uso de suelo dentro de la subcuenca del río Chillayacu, para la construcción de escenarios futuros permitiendo conocer las actividades antrópicas que afectan al ecosistema para el año 2030.

2.2.2 Objetivos específicos

- Establecer un modelo prospectivo del uso de suelo para el año 2030.
- Identificar las transacciones del uso de suelo en la subcuenca del Río Chillayacu para el año 2018-2030.

2.3 Componentes estructurales

2.3.1 OBJETIVO 1. Modelo prospectivo

Para el diseño del modelo predictivo se utilizó los mapas anteriormente analizados y clasificados para los períodos (2000 y 2018), siendo la prospección un modelo de simulación que permite llevar a cabo estrategias y establecer políticas, según lo suscrito por Gallardo (2018). Una vez digitalizada la información base en el programa ArcGis versión 10.01, se procedió a exportar las capas en formato “IMAGINE” para luego trabajar en el software IDRISI selva. Este programa de modelación es de fácil manejo, entre sus funciones incluye varios módulos de programas; permitiendo visualizar, analizar datos estadísticos y geográficos que ayudan a la toma de decisiones.

Los módulos que se utilizaron en esta investigación son; Cadenas de Markov y Autómatas celulares (CA_MARKOV). En el módulo Markov, se ingresaron las capas de la cobertura y uso del suelo del periodo 2000-2018, este método analiza la posibilidad de cambio de cada cobertura del terreno en un intervalo de 12 años (2030) como está establecida en la propuesta de estudio.

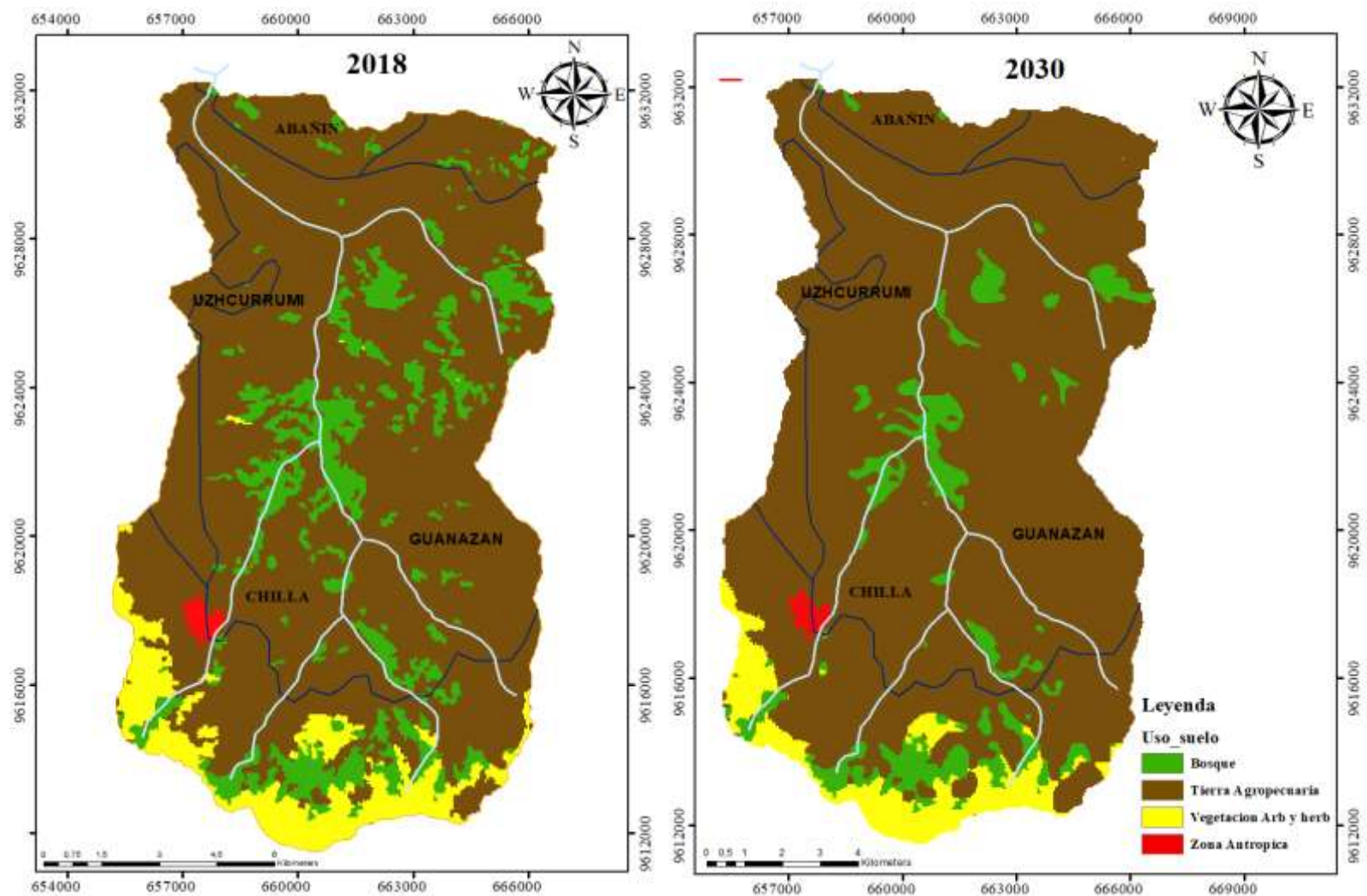
Los investigadores indican que la matriz de probabilidad generada, determina el cambio de una categoría a otra mediante el número de píxeles (Palomeque de la Cruz, 2017; Reynoso Santos et al., 2016). En cambio, Paegelow et al. (2003) menciona que el algoritmo simula una serie de variables al comparar los mapas de dos estados precedentes. Por lo tanto, el programa tiene la función de generar imágenes de áreas y una tabla de transición representando la dinámica del cambio.

Con los resultados obtenidos del proceso anterior (Markov), son variables que se colocan en el módulo CA_MARKOV, junto con los mapas base de uso de suelo; además se realizó 10 interacciones de autómatas celulares y un filtro de 5*5 píxeles de cercanía, generando el mapa prospectivo al año 2030, con el fin de predecir la tendencia de cambio de uso del suelo que pueda ocurrir para el año determinado. La prospección de escenarios o de modelación, está basada en la dinámica producida por una serie de variables cronológicas de las coberturas y las condiciones antrópicas que probablemente influyen en los cambios producidos a futuro.

En la **(Figura 6)**, el mapa de probabilidad hacia el año 2030, da una tendencia de cambio que se ha venido dando en la subcuenca. En el mapa prospectivo se visualizaron las cuatro categorías de cobertura/uso del suelo, de (color café) representa a tierra agropecuaria con un porcentaje de 86,22%. A diferencia del bosque forestal con 7,54% de (color verde), mientras que, la vegetación arbustiva y herbacea (color amarillo) su uso es 5,76%. Por último, la zona antrópica (color rojo) es bajo de 0,48%. A simple vista se aprecia que la predominancia de tierra agropecuaria afectará a la generación siguiente.

Actualmente el ser humano utiliza los recursos naturales para satisfacer sus necesidades. Ante la falta de conocimientos necesarios para el manejo de los recursos y las exigencias por parte de las autoridades de un correcto PDOT, el problema no solo perjudica a quienes habitan allí sino al ecosistema en general. Por ello, el modelo prospectivo servirá como guía para que las autoridades competentes planteen alternativas como; estrategias, planificación y ordenamiento territorial, en cuanto a los posibles impactos generados por las actividades desarrolladas en el área (Salas and Del Cisne Lalvay Portilla 2018).

Figura 6. Modelo prospectivo al año 2030 de la subcuenca del Río Chillayacu.



Fuente: Elaboración propia

Superficie del año 2018 y 2030: Los cambios de cobertura y uso del suelo se desarrollan ante la presión del hombre, producto de los asentamientos desordenados de las diferentes actividades, dando paso a la construcción de vías e infraestructuras. Por lo tanto, al ser removidas cambian su composición natural para dar paso a otros usos (Espinosa-Alzate et al., 2015).

En la **(Tabla 5)** se observa, en el año 2018 una superioridad en la cobertura de tierra agropecuaria con 14.323,08 ha, utilizado para fines de pastoreo. A diferencia de, la cobertura del bosque inferior con 2.401,10 ha, al igual que, vegetación arbustiva/herbácea con 1.347,60 ha y zona antrópica un 85,14 ha. Para el año 2030, se sigue presionando la cobertura de tierra agropecuaria con un valor de 15.653,55 ha, mientras que, la cobertura bosque es baja con 1.368,94 ha, seguido de, la vegetación/arbustiva con 1.045,28 y zona antrópica un 87,44 ha.

Es notorio que, la frontera agrícola se sigue ampliando y aumenta el establecimiento de pastizales. A esto se lo llama “explotación ganadera”, perjudicando a los suelos de la zona media y baja de la cuenca hidrográfica (Sigcho Jácome, 2015). Continuando, el cambio neto obtenido de la diferencia entre los dos períodos, da a conocer un valor de escaso predictivo de las 4 coberturas.

Tabla 5. Prospección de la cobertura y uso del suelo al año 2018-2030 en hectáreas

Categorías	Bosque	Tierra Agropecuaria	Vegetación arb. y herb.	Zona Antrópica
2018(ha)	2.401,10	14.323,08	1.347,60	85,14
2030 (ha)	1.368,94	15.653,55	1.045,28	87,44
cambio neto entre 2018-2030 (ha)	1.032,16	1330,47	302,32	2,30
Tasa de cambio	-57	9	-78	3

Fuente: Elaboración propia.

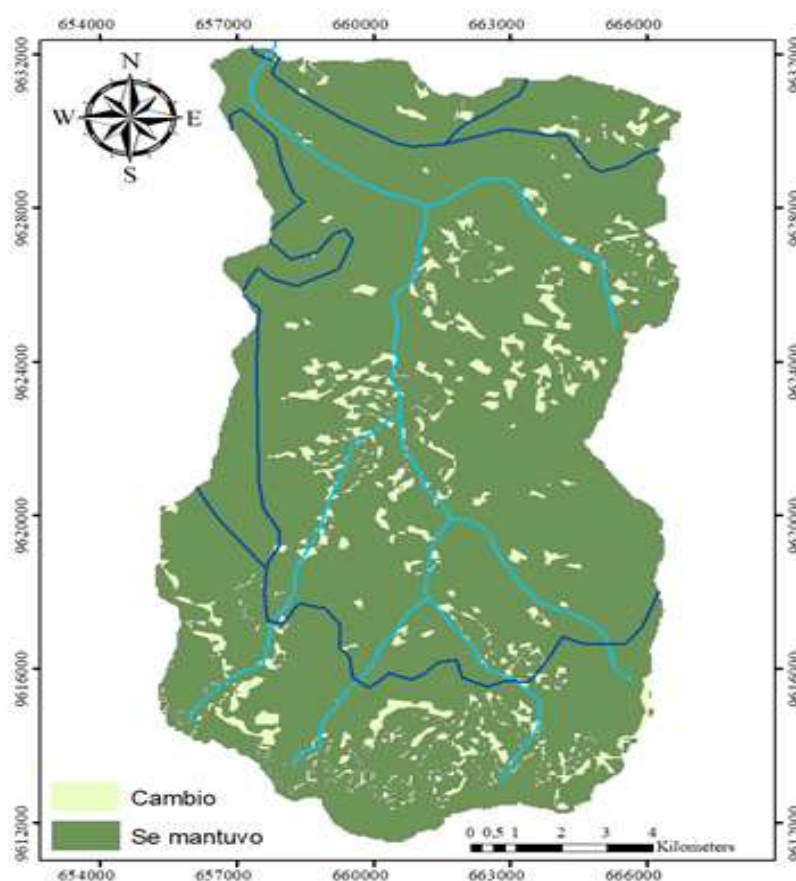
2.3.2 OBJETIVO 2. *Transacciones del uso de suelo en la subcuenca del Río Chillayacu para el año 2018 y 2030.*

Las zonas rurales ubicadas cerca de la ribera de los ríos, con el tiempo se generan cambios significativos en la ocupación del territorio; debido a la modificación espacial y el uso del suelo en la subcuenca. Los agricultores deberán adaptarse al nuevo patrón espacial, manteniendo la fertilidad del suelo y el correcto aprovechamiento de los recursos naturales. Los cambios en la cobertura se asocian a impactos ecológicos y sociales.

Gallardo (2018) menciona que, las zonas áridas o semiáridas, de poca precipitación y sin técnicas adecuadas de cultivo, producen un impacto negativo al ecosistema. Y al ser presionado por actividades antrópicas (agrícola, pecuaria y de recreación) el recurso natural se va degradando. Por lo tanto es necesario conocer los factores que influyen estos cambios a futuro, siendo necesario crear mapas de cobertura vegetal. Para el análisis de los cambios de uso de suelo, se puede describir de forma estadística o a través de modelos espaciales con la ayuda de la herramienta SIG, como se puede observar en la **(Figura 7)**.

La superficie que se mantuvo es (verde oscuro) ocupa el 92% del territorio, mientras que el 8% restante presentó modificación en su cobertura considerada poco significativa. Desde la visión de Camacho-Sanabria et al. (2017) indica que los principales cambios de uso se desarrollan en la superficie, asociándose al proceso de conversión agrícola. Es decir, las condiciones climáticas y topográficas de la subcuenca chillayacu favorecen a esta actividad productiva.

Figura 7. Cambio y persistencia de la cobertura entre 2018-2030



Fuente: Elaboración propia.

- **Tabulación cruzada entre los periodos 2018-2030.**

Se elaboró la matriz de tabulación cruzada de los periodos 2018-2030 en Excel (**Cuadro 8**). Además se calculó la ganancia, pérdida y total del periodo determinado utilizando el método de Pontius et al.(2004), este proceso se detalla en el capítulo I, pero antes se digitalizo los mapas cartográficos generados en el proceso anterior.

Se muestran 13 transacciones, para este proceso se utilizó el módulo CrossTab en el programa IDRISI selva; el cambio de uso que más resalta es la transformación de bosque a tierra agropecuaria con una superficie de 1056,21 hectáreas. La falta de conciencia de los habitantes ha llevado al desgaste de los recursos naturales, aprovechando de manera inadecuada (Camacho-Sanabria et al., 2015). En cuanto a la transformaciones de vegetación arbustiva y herbácea a tierra agropecuaria (292,67 ha) y bosque (36,32 ha). Es así que, el cambio poco significativo fue de zona antrópica a tierra agropecuaria (5,05 ha).

Cuadro 8. Matriz de transición del cambio de uso del suelo 2018- 2030

Cobertura/uso de suelo		2030					
		Bosque	Tierra Agropecuaria	Vegetación arbustiva y herbácea	Zona Antrópica	Total 2018	Pérdida
2018	Bosque	1352,96	1056,21	16,86	0,21	2426,24	1073,28
	Tierra Agropecuaria	33,27	14258,92	6,2	4,22	14302,61	43,69
	Vegetación arb. y herb.	36,32	292,67	1001,84	0	1330,83	328,99
	Zona Antrópica	0	5,05	0	80,4	85,45	5,05
	Total 2030	1422,55	15612,85	1024,90	84,83	18145,13	
	Ganancia	69,59	1353,93	23,06	4,43		

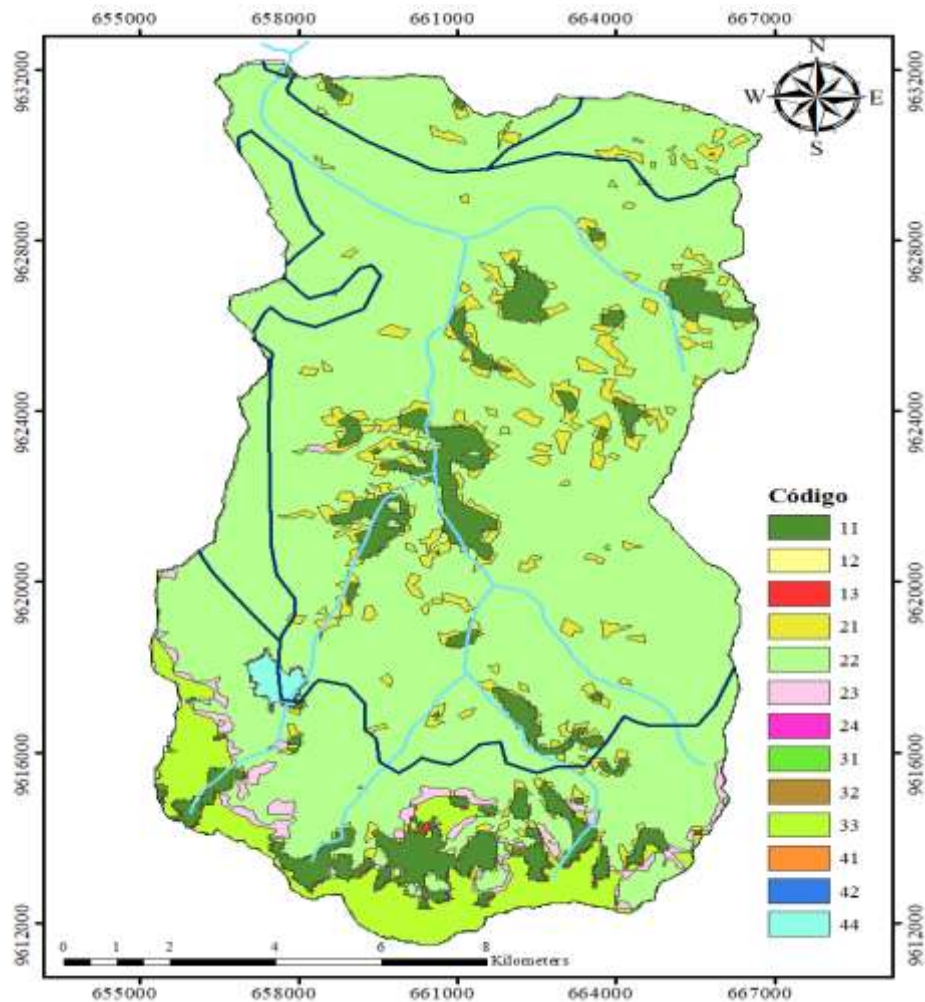
Fuente: Elaboración propia.

Es importante evidenciar los cambios de la cobertura mediante el análisis de los diferentes procesos (espacial-estadístico) para una adecuada gestión y planificación de las actividades productivas; con la información geográfica servirá como base para los procesos de ordenamiento territorial, facilitando la aplicación de instrumentos políticos de planeación (Cano Salinas & Rodríguez Laguna, 2017). Por ello, el mapa no solo requiere del diagnóstico de los cambios de uso desde un tiempo histórico o del presente, sino también de una serie de procesos permitiendo evaluar el estado y la transformación de estas dos variables. Estos procesos son acciones humanas que influyen de manera positiva o negativa al área de estudio.

La prospectiva nos muestra la problemática del uso del suelo más ajustada a la realidad del territorio; se centra en analizar los cambios ocurridos en la cobertura vegetal, porque es ahí donde se desarrollan las actividades productivas y los recursos naturales son explotados para el beneficio del hombre. Los resultados obtenidos son de importancia para la implementación de acciones futuras, siendo la actividad agropecuaria un factor importante de cambio, suscrito por Velásquez et al. (2016).

En la **(Figura 8)** se muestra un mapa de los cambios de cobertura de un uso a otro, cada transformación está representada por un color, en el mapa se observa una serie de códigos y cada uno de ellos está clasificados al tipo de cambio ocurrido en los periodos 2018 y 2030.

Figura 8. Mapa de cambio de cobertura/uso del suelo 2018-2030



Fuente: Elaboración propia.

La tendencia de cambio **(Cuadro 9)** El cambio más significativo es el código 21 de bosque a tierra agropecuaria con 5,82%. Si esto continúa expandiéndose y sin ningún control muchas especies migran o se perderán ante la falta de biodiversidad. A diferencia de los inferiores como; código 13 de vegetación arbustiva a bosque con 0,20% y el código 12 de tierra agropecuaria a bosque con 0,18% y otros más.

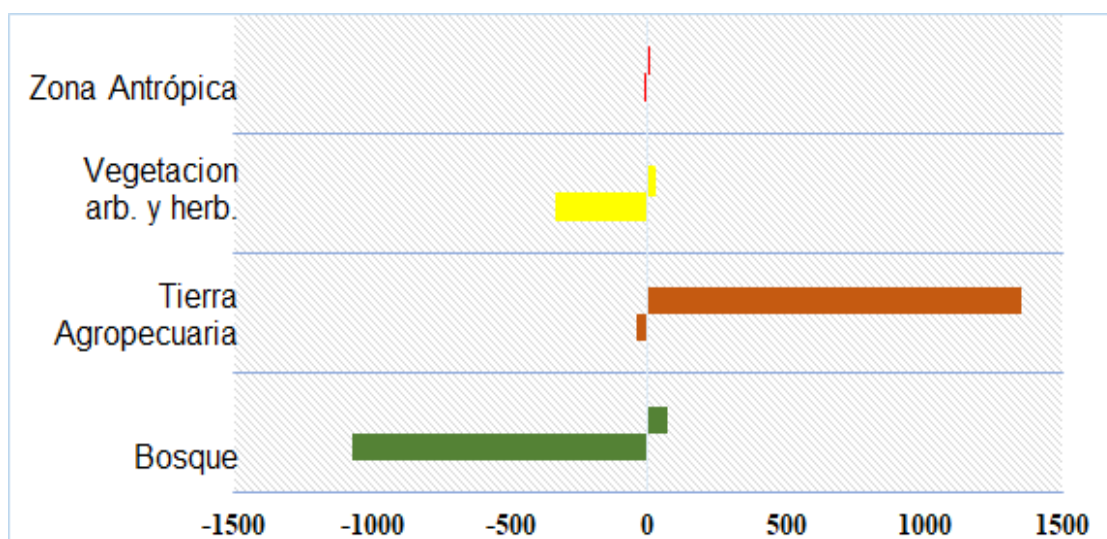
En ambos periodos las coberturas que se han mantenido, siendo el caso de la categoría de suelo bosque con 7,46%, mientras que la zona agropecuaria 78,58%. Adicionalmente el uso de vegetación arb/herbácea 5,52% y zona antrópica un porcentaje mínimo de 0,44. A simple vista, la actividad agropecuaria seguirá avanzando, lo más perjudicial es el desconocimiento de algunas técnicas por parte de los agricultores. Finalmente al ser un suelo frágil se está suscitando deslaves o desbordamiento agravando así la situación.

Cuadro 9. Cambio de cobertura y uso del suelo entre 2018-2030

Cambio de cobertura/uso de suelo	Código	2018-2030	
		Hectáreas (ha)	%
Se mantuvo Bosque	11	1.352,96	7,46
De Tierra agropecuaria a Bosque	12	33,27	0,18
De vegetación arbustiva y herbácea a Bosque	13	36,32	0,20
De Bosque a Tierra agropecuaria	21	1.056,21	5,82
Se mantuvo tierra Agropecuaria	22	14.258,92	78,58
De vegetación arb y herb a Tierra agropecuaria	23	292,67	1,61
De zona antrópica a Tierra agropecuaria	24	5,05	0,03
De Bosque a vegetación arbustiva y herbácea	31	16,86	0,09
De Tierra agropecuaria a vegetación Arb. y herb.	32	6,20	0,03
Se mantuvo Vegetación Arbustiva y Herbácea	33	1.001,84	5,52
De Bosque a Zona antrópica	41	0,21	0,001
De Tierra agropecuaria a Zona antrópica	42	4,22	0,02
Se mantuvo Zona antrópica	44	80,40	0,44
TOTAL		18.145,13	100,00

Fuente: Elaboración propia.

Figura 9. Ganancia y pérdida entre los años 2018-2030



Fuente: Elaboración propia.

Según el autor Mir Fernández (2008) la obtención del cálculo entre pérdida y ganancia nos ayuda a comprender de manera clara sobre la dinámica que ocurre en cada cobertura. En la **(Figura 9)**, se evidencia que, para el periodo 2018 al 2030 la cobertura de mayor pérdida fue bosque con una reducción de 1073,28 ha y un aumento en el mismo periodo de 69,59 ha. En cambio, para la cobertura de tierra agropecuaria se presentó mayor ganancia 1353,93 ha y sus pérdidas fueron bajas con 43,69 ha.

Desde el punto de vista de Armas y Paredes (2019) el aprovechamiento de plantaciones forestales va aumentando en el Ecuador, las especies más demandadas son: pino y eucalipto que se encuentran en las cuencas altas. Muchos de ellos, no cuentan con licencias otorgadas por MAGAP porque tal manejo no es sustentable. Con respecto a las coberturas vegetación arbustiva/ herbácea y zona antrópica, estas presentaron pérdidas y ganancias inferiores a las coberturas antes mencionadas. Para vegetación arbustiva el aumento de la superficie es 23,06 ha y las pérdidas de 328,99 ha. En cambio, para la zona antrópica solo presentó en ganancia 4,43 ha y pérdida de 5,05 ha (Cuadro 8).

2.4 Fases de Implementación

A través del cronograma de actividades se podrá observar el tiempo estimado para la implementación de propuesta integradora, donde se establecieron tres fases y cada una de ellas se detalla las actividades y métodos utilizados para la elaboración del mapa prospectivo, considerado como una herramienta de planificación estratégica. A continuación los procesos a llevar a cabo (**Cuadro 10**).

Cuadro 10. Cronogramas de actividades

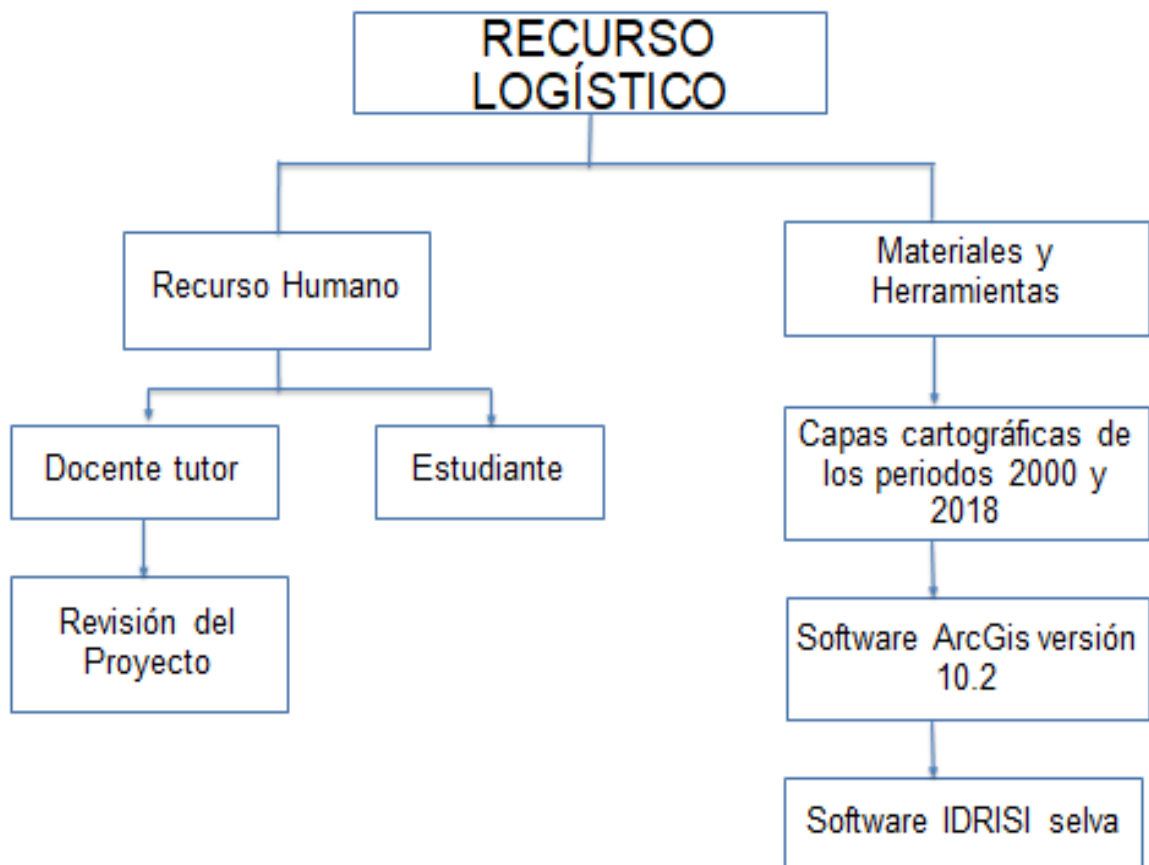
FASES DE IMPLEMENTACIÓN DE LA PROPUESTA INTEGRADORA		Cronograma de actividades							
		MES 1				MES2			
		S1	S 2	S3	S4	S1	S2	S 3	S4
Fase 1: Diseño del Modelo prospectivo para el año 2030.	Procesamiento de las capas cartográficas de los dos periodos estudiados 2000-2018	■	■						
	Análisis de probabilidad de cambio en el módulo Markov.			■					
	Proceso de 10 interacciones de autómatas celulares.				■				
	Mapa prospectivo				■				
	Análisis de la prospección del cambio de uso para el año 2030					■			
Fase 2: Elaboración de la matriz de transición para el periodo 2018 y 2030.	Ingresar los códigos de cada cobertura con el fin de identificar el cruce de las categorías						■		
	Ingresar la capas en el módulo crosstab						■		
	Mapa del cambio de la cobertura y uso de suelo y la tabla de transición.						■		
	Análisis de los resultados							■	■

Fuente: Elaboración propia.

2.5 Recurso Logístico

En este punto se consideró un diagrama (**Figura 10**), se detalla los materiales y herramientas utilizadas para el procesamiento, diseño, análisis y medición estadística de los datos cartográficos; y el recurso humano.

Figura 10. Diagrama de los recursos logísticos



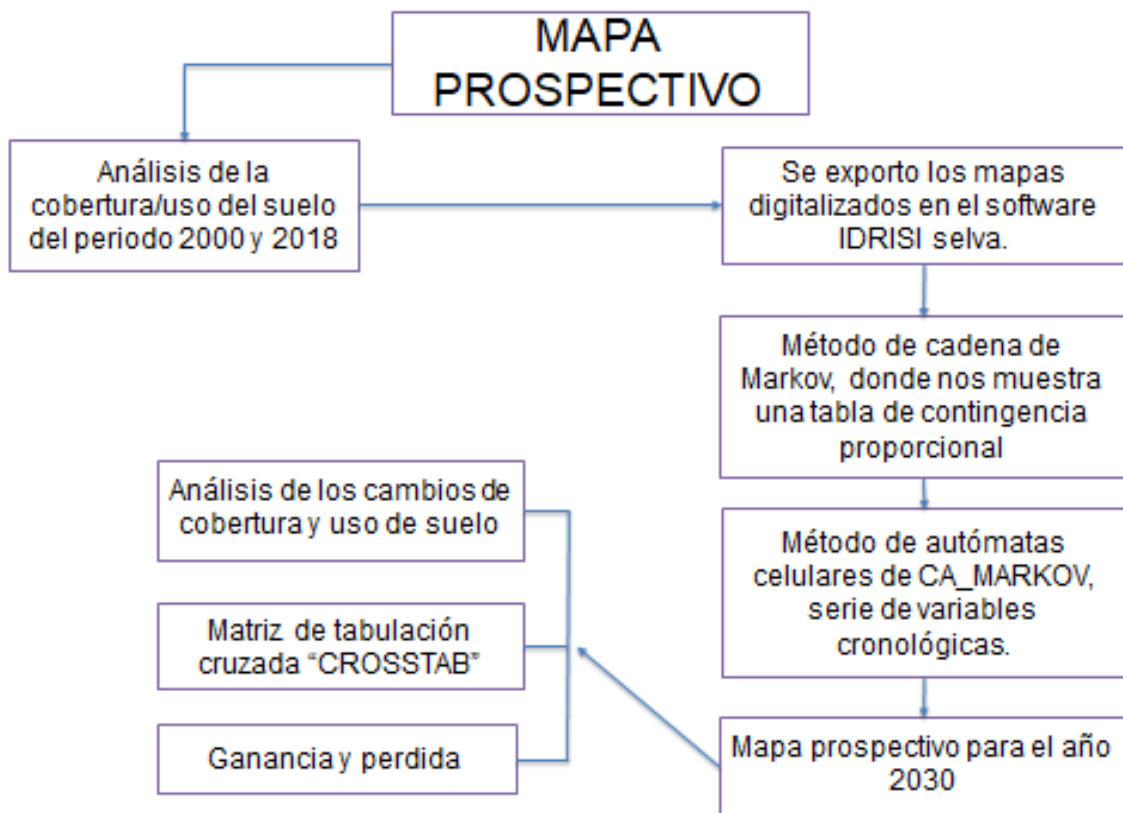
Fuente: Elaboración propia

CAPÍTULO III VALORACIÓN DE FACTIBILIDAD

3.1 Análisis de la dimensión técnica de implementación de la propuesta

Con el software IDRISI selva, se podrá proyectar un mapa mostrando los cambios de la cobertura a futuro, para ello, se aplicó métodos científicos como: el modelo de Markov y autómatas celulares, evalúa una serie de interacciones con cada una de las variables, la probabilidad de que cambie el uso del suelo en un determinado periodo, suscrito por Reynoso Santos et al. (2016), mostrando que es factible el proyecto. A continuación, en la (Figura 11) se detalla el proceso metodológico.

Figura 11. Diagrama de los procesos metodológicos-científicos del modelo prospectivo



Fuente: Elaboración propia.

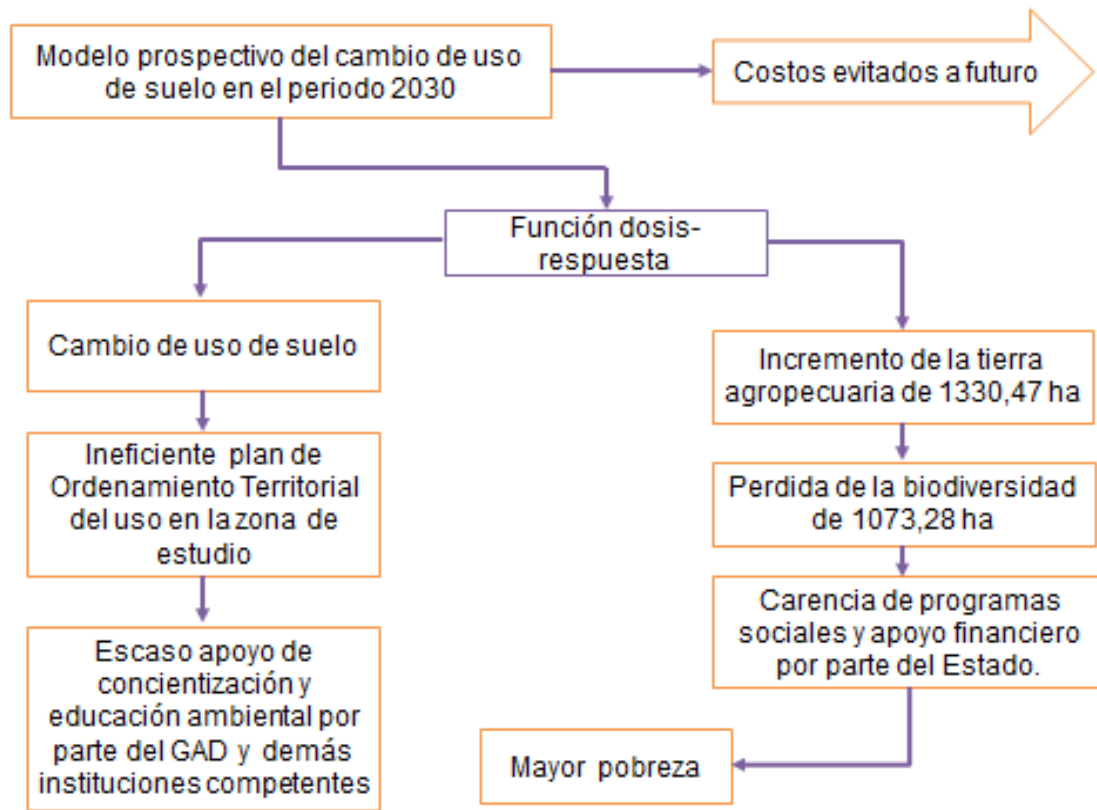
Análisis: Algunos autores mencionan que los mapas cartográficos nos proporcionan información con base científica para el planteamiento de directrices y estrategias para la conservación de los recursos naturales, que en conjunto con la comunidad se podrá mitigar el impacto en la subcuenca hidrográfica de forma sostenible (Chaudhary et al., 2019). Los Sistemas de información Geográfico (SIG), es un software que permite analizar, representar e integrar un conjunto de información geográfica asociada a un terreno, estos mapas interactivos descargados de la página web del MAE, al compararlos en periodos diferentes es posible conocer la dinámica de los cambios de uso de suelo e identificar aquellas área vulnerables a la degradación del suelo (Osuna-Osuna et al., 2015).

3.2 Análisis de la dimensión económica de implementación de la propuesta

El método de costos evitados evalúa el valor de uso indirecto en función a los servicios ecosistémicos que son usados, este método suele utilizarse en función del modelo dosis-respuesta mencionado por Ripka de Almeida et al. (2018). El costo estima los daños evitados por el ser humano al querer satisfacer sus demandas y mejor calidad de vida, causando el deterioro de los recursos naturales. Es decir existe una relación de un bien ambiental con el costo a pagar cada individuo por el daño causado y evitar que esto ocurra en el futuro (**Figura 12**). Sin embargo, para valorar esta dimensión es necesaria la información de una serie de variables (calidad del agua, del suelo, insumos ambientales, etc., y sus costos asociados), datos que el investigador no pueda tener disponible. Por ello, se planteó la relación del cambio de uso de suelo y el daño que este puede generar en el futuro (2030), cuantificando las hectáreas de cada cobertura obtenidas de los diferentes procesos cartográficos.

Es importante indicar que la propuesta integradora no se enfoca en calcular el valor económico, más bien busca que los organismos gubernamentales tengan interés en participar en el manejo y conservación de los recursos a través del desarrollo sostenible de las actividades productivas evitando impactos a futuro por la expansión de la frontera agrícola en la subcuenca hidrográfica.

Figura 12. Método de costos evitados



Fuente: Elaboración propia.

Análisis: Algunos investigadores mencionan que, los insumos para el diseño de mapas cartográficos son fáciles de obtener, lo cual es accesible para muchos usuarios (Sarría, 2006). Esta herramienta les facilita el manejo de un gran volumen de información generado por varios años, como el suministro de (sondeos o puntos topográficos), lineales, superficies y capas geológicas (Bello Caballero & Soto Suárez, 2013). En cambio para Garzón et al. (2015), en el municipio aparte del software SiG, necesitan otras herramientas más avanzadas y de alto coste para modernas planificaciones y ordenamiento territoriales. Ante lo mencionado por algunos autores, demuestra que la utilización que hemos realizado como propuesta es útil y esto beneficiará a la sociedad e inclusive de interés para el estado. Finalmente el trabajo generado es económicamente factible y viable para la realización.

3.3 Análisis de la dimensión social de implementación de la propuesta

Matriz FODA: Peñafiel Nivelá et al. (2020) mencionan que, es un instrumento viable para realizar análisis organizacional, en relación con los factores que determinan el éxito y cumplimiento de los objetivos. Esta matriz es subjetiva y tiene un orden lógico, por cuanto hace ser proactivo en vez de reactivo, su propósito es reforzar y perfeccionar el modelo de proyecto, adecuando mejor sus recursos y capacidades.

Al ser aplicada, es la base para tomar decisiones estratégicas para mejorar la situación actual en el futuro. A continuación, se determina la factibilidad de la propuesta mediante un análisis externo (oportunidades y amenazas) y un análisis interno (fortalezas y debilidades) de una prospectiva ambiental (**Cuadro 11**).

Cuadro 11. Análisis FODA

FORTALEZAS	OPORTUNIDADES
Mediante mapas predictivos se identificarán zonas de riesgos y de vulnerabilidad dentro de la subcuenca	Acceso a un banco de datos y crear mapas. Planificación y ordenamiento del territorio para potenciar o promover el desarrollo agrícola.
La identificación de zonas óptimas y adecuadas para el establecimiento de actividades productivas y económicas dentro de la subcuenca.	Ejecución de planes de acción que permitan el desarrollo y explotación sustentable de las actividades potenciales en la subcuenca.
Número de hectáreas levantadas y georreferenciadas de las zonas productivas existentes.	Ejecución de programas de comercialización de los pequeños y medianos productores en la zona.
Predisposición de los pobladores en participar en talleres de capacitación de buenas prácticas y manejo del recurso suelo.	Interés de apoyo financiero por organismos gubernamentales (GADs, MAE) y ONGs.
Mejoramiento de los servicios ecosistémicos para el servicio de la sociedad dentro de la subcuenca para el servicio de la sociedad.	Se podrían lograr nuevas acciones sobre el uso del suelo para las generaciones futuras, información que ayudará a tomar conciencia.
Conservación de los recursos naturales que tiene la subcuenca.	

<p>Mejorar la calidad de vida de la población, dentro de la subcuenca.</p> <p>Esta información obtenida de los mapas cartográficos servirá como base para los investigadores a futuro.</p>	
DEBILIDADES	AMENAZAS
<p>Desinterés por parte de las autoridades competentes para la planificación y gestión del área.</p> <p>Escaso uso de métodos prospectivos por las instituciones, para evaluar la potencialidad del recurso suelo y análisis del cambio a otro uso.</p> <p>Baja presencia de apoyo de las instituciones para proyectos de conservación a largo plazo de la zona.</p>	<p>Susceptibilidad en el suelo y disminución de especies nativas en la subcuenca.</p> <p>Autoridades no prestan la atención debida frente a actividades ilegales.</p>

Fuente: Elaboración propia.

Análisis: Lo prospectivo permite evaluar el futuro y generar escenarios favorables con el objetivo de generar ventajas competitivas, por esta razón, posee más fortalezas y oportunidades, que debilidades y amenazas. Su implementación va direccionado al beneficio de la sociedad, porque otorga información necesaria para mejorar la subcuenca, permitiendo el fortalecimiento de la conservación de los recursos naturales, predisposición de los pobladores en participación en talleres de capacitación para el manejo adecuado del recurso suelo, lo cual se reduce los riesgos de vulnerabilidad y ofrece oportunidades tales como: acceso a un banco de datos, crear mapas, planificación y ordenamiento del territorio para potenciar el desarrollo agrícola, interés de apoyo financiero por organismos gubernamentales tanto el GADs, MAE, ONGs. Entre las debilidades y amenazas se encuentra el desinterés por parte de las autoridades para la planificación y gestión del área, pocos proyectos o programas de conservación, disminución de especies nativas, sin embargo, un adecuado diseño prospectivo permite aprovechar cada fortaleza y oportunidad para contrarrestar las amenazas y debilidades.

3.4 Análisis de la dimensión ambiental de implementación de la propuesta

Modelo (PER): Soler et al. (2018) mencionan que, el modelo PER está basado en el surgimiento de la sostenibilidad fuerte, teniendo como centro el medio ambiente. Con el pasar de los años este modelo se ha ido modificando y adquiriendo un carácter más multidimensional por medio de varias organizaciones internacionales. El modelo es útil e implementado en diversos campos como la gestión de degradación de las tierras, sistemas montañosos o niveles macro en regiones y ciudades. A continuación se detalla en el (**Cuadro 12**) el enfoque (presión-estado-respuesta), de manera clara y sencilla.

Cuadro 12. Análisis PER del área de estudio.

	PER	INDICADOR
AMBIENTAL	PRESIÓN	Expansión de la frontera agropecuaria para la producción de alimentos.
		Incremento de la demanda de madera y derivados.
		Cambio de la superficie forestal.
	ESTADO	Fragmentación del paisaje por el cambio del recurso forestal.
		Tasa de cambio de la superficie.
		Reforestación.
	IMPACTO	Pérdida de la riqueza.
		Disminución de la cubierta forestal por la deforestación.
		Desplazamiento de la capa superficial hacia el cuerpo de agua.
	RESPUESTA	Capacitación sobre las buenas prácticas de conservación y manejo de los recursos.
		Mayor participación de los Gobiernos locales para el manejo del suelo.
		Mapa prospectivo de los cambios de uso del suelo para el año 2030.
		Reforestación en áreas estratégicas.

Fuente: Elaboración propia.

Análisis: La aplicación del modelo PER establecido para el ámbito ambiental indica la interrelación entre las actividades humanas, es así que, ayuda a saber la prospección, en base a los siguientes indicadores :

Presión, consiste en las acciones generadas por las actividades en especial la agropecuaria, expandiéndose para la producción alimentaria. Además del incremento de otros derivados como la madera.

Estado, se basa en la situación actual y tendencia del recurso o estrato, en este caso, se consideró la superficie forestal, que al ser devastado va cambiando el paisaje. Es así que, el interés por reforestar es poco.

Impacto, se enfoca en los efectos provocados por el cambio, en la subcuenca se está perdiendo la riqueza, ya sea la deforestación o desplazamiento de la capa superficial hacia el cuerpo de agua.

El enfoque más grave es la pérdida de la biodiversidad volviendo frágil y vulnerable cualquier factor ambiental. Este suceso, hace siglos se ha venido dando, por ello, no es un fenómeno nuevo.

Respuesta, se refiere a las acciones realizadas para solucionar los problemas, en este caso, capacitación para las buenas prácticas de manejo para el recurso suelo, además de la reforestación, participación de los gobiernos locales y lo más importante, un mapa prospectivo para el año 2030. Permitirá tomar en cuenta para un mejor ambiente.

Dicho esto, el diseño de la propuesta es factible porque permite a la sociedad tener en cuenta varios aspectos fundamentales para lograr una mejora continua, abarcando los cuatro indicadores de PER de manera íntegra.

3.5 CONCLUSIONES

- La zona de estudio al poseer una superficie de 18.156,92 Ha, gran parte de la superficie está siendo ocupada por la actividad agrícola y pecuaria, las parroquia del área se encuentran afectada por dicha actividad. Ante la falta de conocimientos sobre técnicas de manejo en el uso del suelo la parte media y baja de la subcuenca se encuentra en peligro. Además la demanda de alimentos ha hecho que la aceleración sea rápida, cuyo propósito es satisfacer a otros cantones de la provincia de El Oro.
- Frente a la situación que se vive, existe privación de servicios básicos adecuados como; sistema de alcantarillado, agua potable y recolección. Es así que, ríos, quebradas y vertientes son los principales receptores de aguas servidas provenientes de las diferentes comunidades.
- En el Capítulo I, se realizó un análisis de los cambios de uso del terreno para el periodo 2000-2018. Pero anteriormente se realizó una serie de procesos metodológicos, estadísticos y espaciales utilizando herramientas SIG (Arcgis-IDRISI selva), donde se identificó las siguientes categorías: bosque, tierra agropecuaria, vegetación arbustiva y herbácea, zona antrópica. Se determinó un cambio de la cobertura forestal a tierra agropecuaria cubriendo el 18,56 % del terreno, siendo superior entre los dos períodos determinados. La tasa de cambio muestra que, la cobertura bosque es negativa con 43% y 37% positiva para tierra agropecuaria.
- Para el modelo prospectivo hacia el año 2030 se utilizó los módulos (Markov y autómatas celulares) en el programa Idrisi selva, dando como resultado los siguientes datos. La tierra agropecuaria sigue aumentando al ocupar un espacio de 86,22%, mientras que el bosque cubre el 7, 54% del territorio, la vegetación arbustiva y herbácea presenta una cobertura del 5,76% y por último la zona antrópica ocupa el 0,48% del terreno. La información generada se difundirá a las autoridades competentes y a la sociedad, promoviendo el diálogo/reflexión de forma colectiva, para la toma de decisiones anticipada de las actividades económicas.

- Enfocándose entre el año 2018-2030 un cambio de cobertura y uso del suelo; de bosque a tierra agropecuaria con 5,82% efectuándose una tasa de cambio negativa con 57% para la cobertura bosque y positiva su ganancia con 9% para tierra agropecuaria.
- En el trabajo se destacan algunos requerimientos, el más resaltado es un correcto PDOT y programas. Aunque existan PMA, estos deben permitir iniciar un proceso interactivo donde los actores sociales e instituciones participen bajo un trabajo mancomunado mediante la coordinación y control del cumplimiento de las actividades.

3.6 RECOMENDACIONES

- Las instituciones públicas encargadas, deberían dedicarse más en los sectores rurales, implementando los servicios básicos adecuados, y los encargados del agua controlen periódicamente la calidad de este recurso y compararlas con la normativa ecuatoriana vigente, para así evitar problemas en la salud.
- Para la elaboración de cualquier investigación, es preferible utilizar las herramientas cartográficas o mapas base, ya que sino el estudio no daría realce y confiable.
- Es importante que las instituciones públicas ofrezcan a las personas o investigadores, ayuda técnica que solicite el investigador, ya que los estudios son un aporte para el país en general.
- Ante la falta de desconocimiento en el manejo del recurso suelo, es necesario aplicar medidas de zonificación y alternativas de protección frente a los fenómenos naturales a futuro.

3.7 BIBLIOGRAFÍA

- Adame Martínez, S., Sánchez Nájera, R. M., & Hoyos Castillo, G. del C. (2020). Factores socioterritoriales de cambio de uso de suelo en el centro de México: Caso oriente de la Zona Metropolitana de Toluca, México. *Revista Universitaria de Geografía*, 29(1), 153–183.
- Alayon-Gamboa, J. A., Jiménez-Ferrer, G., Nahed-Toral, J., & Villanueva-López, G. (2016). Estrategias silvopastoriles para mitigar efectos del cambio climático en sistemas ganaderos del sur de México. *AP Agro Productividad*, 9(9), 10–15.
- Armas, M. L. T., & Paredes, L. U. N. (2019). Aprovechamiento de plantaciones forestales en Imbabura, Ecuador. *Revista Amazónica Ciencia Y Tecnología*, 8(2), 98–106.
- Bello Caballero, L. E., & Soto Suárez, M. (2013). Los SIG como herramienta para optimizar la gestión del reparto Vista Alegre en Santiago de Cuba. *Arquitectura Y.* http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S1815-58982013000300003&script=sci_arttext&tlng=pt
- Bonilla, A. (2015). “*GENERACIÓN DE INFORMACION GEOPEDOLÓGICA Y EL USO DEL SUELO EN LA PARROQUIA SHELL, CANTÓN MERA.*” 7.
- Braz, A. M., Garcia, P. H. M., Pinto, A. L., Chávez, E. S., & Oliveira, I. J. de. (2020). Manejo integrado de cuencas hidrográficas: posibilidades y avances en los análisis de uso y cobertura de la tierra. *Cuadernos de Geografía Revista Colombiana de Geografía*, 29(1), 69–85.
- Burbano-Orjuela, H. (2016). El suelo y su relación con los servicios ecosistémicos y la seguridad alimentaria. *Revista de Ciencias Agrícolas.* http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S0120-01352016000200011&script=sci_abstract&tlng=en
- Camacho-Sanabria, J. M., Pérez, J. I. J., Jaimes, N. B. P., Vargas, E. G. C., Peña, L. C. B., & Marcela, M. (2015). Cambios de cobertura/uso del suelo en una porción de la Zona de Transición Mexicana de Montaña. In *Madera y Bosques* (Vol. 21, Issue 1). <https://doi.org/10.21829/myb.2015.211435>
- Camacho-Sanabria, R., & Camacho-Sanabria, J. M. (2017). Cambios de cobertura y uso de suelo: estudio de caso en Progreso Hidalgo, Estado de México. *Madera Y.* http://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S1405-04712017000300039&script=sci_arttext

- Camarasa-Belmonte, A. M., Caballero Lopez, M. P., Iranzo Garcia, E., & Others. (2018). Land use change, runoff generation and soil loss. Synergies and compensations in a Mediterranean ephemeral stream (Barranc del Carraixet, 1956-2011). *Boletín de La Asociación de Geógrafos Españoles*, 78, 127–153.
- Cano Salinas, L., & Rodríguez Laguna, R. (2017). Detección del crecimiento urbano en el estado de Hidalgo mediante imágenes Landsat. *Investigaciones*. http://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S0188-461120170001000006&script=sci_arttext&tlng=pt
- Caro-Caro, C. I., & Torres-Mora, M. A. (2015). Servicios ecosistémicos como soporte para la gestión de sistemas socioecológicos: aplicación en agroecosistemas. *Orinoquia*, 19(2), 237–252.
- Cazau, P. (2006). *INTRODUCCIÓN A LA INVESTIGACIÓN EN CIENCIAS SOCIALES. Tercera Edición*. <https://doi.org/Buenos Aires>
- Chaudhary, S., Wang, Y., Dixit, A. M., Khanal, N. R., Xu, P., Yan, K., Liu, Q., Lu, Y., & Li, M. (2019). Eco-Environmental Risk Evaluation for Land Use Planning in Areas of Potential Farmland Abandonment in the High Mountains of Nepal Himalayas. *Sustainability: Science Practice and Policy*, 11(24), 6931.
- Cotler, H., Cram, S., Martínez Trinidad, S., & Bunge, V. (2015). Evaluación de prácticas de conservación de suelos forestales en México: caso de las zanjas trinchera. *Investigaciones Geográficas, Boletín Del Instituto de Geografía*, 2015(88), 6–18.
- Ellis, E. A., Gomez, U. H., & Romero-Montero, J. A. (2017). Los procesos y causas del cambio en la cobertura forestal de la Península Yucatán, México. *Revista Ecosistemas*, 26(1), 101–111.
- Escandón Calderón, J., Ordóñez Díaz, J. A. B., Nieto de Pascual Pola, M. C. del C., & Ordóñez Díaz, M. de J. (2018). Cambio en la cobertura vegetal y uso del suelo del 2000 al 2009 en Morelos, México. *Revista Mexicana de Ciencias Forestales*, 9(46), 27–53.
- Espinosa-Alzate, J. A., León-Sicard, T. E., & Ríos-Osorio, L. A. (2015). TIPOLOGÍA Y USOS DEL SUELO EN AGROECOSISTEMAS DEL VALLE DEL GUAMUEZ, PUTUMAYO – COLOMBIA. In *Sociedade & Natureza* (Vol. 27, Issue 2, pp. 255–265). <https://doi.org/10.1590/1982-451320150205>
- Fajardo Velepucha, L. A. (2016). *Producción de tomate de árbol cyphomandra betacea en la zona de Chilla provincia de El Oro* [Machala : Universidad Técnica de Machala]. <http://186.3.32.121/handle/48000/9877>

- Flores, A. J. (2018). *ANÁLISIS MULTITEMPORAL DE CAMBIO DE USO DEL SUELO Y COBERTURA VEGETAL E INFLUENCIA DEL PROGRAMA SOCIO BOSQUE, EN LA PARROQUIA NONO, PERIODO 1990-2016*. <http://repositorio.puce.edu.ec/bitstream/handle/22000/15890/AN%20AN%20LISIS%20MULTITEMPORAL%20DE%20CAMBIO%20DE%20USO%20DEL%20SUELO%20Y%20COBERTURA%20VEGETAL%20E%20INFLUENCIA%20DEL%20PROGRAMA%20S.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Galindo Aguilar, R. E., & Pérez Hernández, M. J. (2019). Cambio de uso de suelo, fragmentación del paisaje y la conservación de *Leopardus pardalis* Linnaeus, 1758. *Revista Mexicana de*. http://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S2007-11322019000200149&script=sci_arttext
- Gallardo, M. (2018). Revisión y análisis de estudios de modelos de cambios de usos del suelo y de escenarios a futuro. *Geographicalia*, 70, 1–26.
- Garzón, Á. N. C., Solarte-Pazos, L., & López, O. (2015). Evaluación y seguimiento de planes de ordenamiento territorial en los municipios de Colombia. In *Sociedad y Economía* (pp. 163–180). <https://doi.org/10.25100/sye.v0i28.3934>
- Gaspari, F., Rodríguez Vagaría, A., Senisterra, G., Delgado, M. I., & Besteiro, S. (2013). *Elementos metodológicos para el Manejo de Cuencas Hidrográficas*. Editorial de la Universidad Nacional de La Plata (EDULP).
- Gonzales Vargas, M. E. (2017). *Impacto del cambio de uso del suelo en las áreas productoras de agua de la cuenca del Río Magdalena, cantón Cotacachi*. <http://repositorio.utn.edu.ec/handle/123456789/7584>
- González, P. G., Alonso, M. L. S., & Gutiérrez, M. R. V.-A. (2016). Analizando los servicios ecosistémicos desde la historia socio-ecológica: El caso de la Huerta de Murcia. *Cuadernos Geográficos*, 55(1), 198–220.
- Hernández Flores, M. L., & Palacios Romero, A. (2016). Influencia de la urbanización en el cambio de la vegetación colindante del corredor Pachuca-Tizayuca (2000-2014). *Revista Mexicana de*. http://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S2007-11322016000100020&script=sci_arttext
- Humacata, L. M., & Buzai, G. D. (2018). Análisis espacial de los cambios de usos del suelo con Sistemas de Información Geográfica. *V Jornadas Nacionales de Investigación En Geografía Argentina-XI Jornadas de Investigación Y Extensión Del Centro de Investigaciones Geográficas (Tandil, 16 Al 19 de Mayo 2018)*.

- <https://digital.cic.gba.gob.ar/handle/11746/10082>
- INEC. (2019). *Boletín Técnico. Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria Continua*. Instituto Nacional de Estadística Y Censos. https://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Estadisticas_agropecuarias/espac/espac-2019/Boletin%20Tecnico%20ESPAC_2019.pdf
- Lagunas Puls, S., Universidad del Caribe, & Ramirez Pacheco, J. C. (2017). Expectativas para operaciones financieras en los Sectores Vulnerables mediante Matrices de Transición. *Revista Mexicana de Economía Y Finanzas*, 12(2), 71–101.
- Lombeida, A., Calderón, F., Santos, A., & Párraga, C. (2018). EVALUACIÓN GEOESPACIAL DEL CAMBIO DE COBERTURA Y USO DEL SUELO: CASO DEL CANTÓN LAS NAVES, PROVINCIA BOLÍVAR. *Ciencia*, 19(2). <https://doi.org/10.24133/ciencia.v19i2.293>
- Ma, L., Liu, S., Niu, Y., & Chen, M. (2018). Village-Scale Livelihood Change and the Response of Rural Settlement Land Use: Sihe Village of Tongwei County in Mid-Gansu Loess Hilly Region as an Example. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 15(9). <https://doi.org/10.3390/ijerph15091801>
- Manosalva-Sánchez, S. R., de Ingeniería Geológica, E., Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia, Sogamoso, Colombia., Naranjo-Merchán, W. E., Ríos-Reyes, C. A., Amorocho-Parra, R., Castellanos-Alarcón, O. M., de Ingeniería Geológica, E., Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia, Sogamoso, Colombia., de Geología, E., Universidad Industrial de Santander, Bucaramanga, Colombia., de Geología, E., Universidad Industrial de Santander, ... Colombia. (2017). ESTUDIO PETROGENETICO DE LAS ROCAS METAMORFICAS DEL MACIZO DE FLORESTA, CORDILLERA ORIENTAL, ANDES COLOMBIANOS. In *Boletín de Geología* (Vol. 39, Issue 1, pp. 83–103). <https://doi.org/10.18273/revbol.v39n1-2017004>
- Medrano Allieri, W. O. (2017). *Análisis de cambio de uso de suelo al sur del cantón Samborondón mediante sistemas de información geográfica y teledetección* [Facultad de Ciencias Naturales. Universidad de Guayaquil]. <http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/29491>
- Melchor, G. I. H., Rosado, O. R., Sánchez, A. S., & Hernández, J. I. V. (2017). Cambios de uso del suelo en manglares de la costa de Tabasco. In *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas* (Issue 14, p. 2757). <https://doi.org/10.29312/remexca.v0i14.444>

- Mir Fernández, C. (2008). DERIVADOS FINANCIEROS Y EL ESTADO DE RESULTADOS GLOBALES. *Revista Universo Contábil*, 4(4), 97–111.
- Monjardín-Armenta, S. A., Pacheco-Angulo, C. E., Plata-Rocha, W., & Corrales-Barraza, G. (2017). La deforestación y sus factores causales en el estado de Sinaloa, México. In *Madera y Bosques* (Vol. 23, Issue 1, p. 7). <https://doi.org/10.21829/myb.2017.2311482>
- Mora-Chacón, J., Nakajima, S., Rojas, P. A., & Rojas, C. (2019). EFECTO DE LA COBERTURA FORESTAL SOBRE LAS CARACTERÍSTICAS DEL SUELO EN LA FINCA EXPERIMENTAL INTERDISCIPLINARIA DE MODELOS AGROECOLÓGICOS: UN ESTUDIO DE CASO. *InterSedes*, 20(42), 208–224.
- Moreno Cobo, A. V. (2017). *Análisis de las transiciones de los cambios de uso y cobertura del suelo mediante técnicas estadísticas y sistemas de información geográfica de los años (2001-2016) en el cantón Chambo, provincia de Chimborazo* [Universidad Nacional de Chimborazo, 2017]. <http://dspace.unach.edu.ec/handle/51000/4206>
- Müller, A., Olschewski, R., Unterberger, C., & Knoke, T. (2020). The valuation of forest ecosystem services as a tool for management planning – A choice experiment. In *Journal of Environmental Management* (Vol. 271, p. 111008). <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2020.111008>
- Nájera González, O., Bojórquez Serrano, J. I., Flores Vilchez, F., Murray Núñez, R. M., & González García-Sancho, A. (2016). Riesgo de erosión hídrica y estimación de pérdida de suelo en paisajes geomorfológicos volcánicos en México. *Cultivos Tropicales*, 37(2), 45-55.
- Nené-Preciado, A. J., Sansón, G. G., & Mendoza, M. E. (2017). Cambio de cobertura y uso de suelo en cuencas tropicales costeras del Pacífico central mexicano. *Geográficas, Boletín Del* <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0188461118300062>
- Osuna-Osuna, A. K., Díaz-Torres, J. D. J., Anda-Sánchez, J. D., Villegas-García, E., Gallardo-Valdez, J., & Davila-Vazquez, G. (2015). Evaluación de cambio de cobertura vegetal y uso de suelo en la cuenca del río Tecolutla, Veracruz, México; periodo 1994-2010. *Revista Ambiente & Agua*, 10(2), 350–362.
- Paegelow, M., Camacho, M. T., & Menor, J. (2003). Cadenas de Markov, evaluación multicriterio y evaluación multiobjetivo para la modelización prospectiva del

- paisaje. *GeoFocus. Revista Internacional de Ciencia y Tecnología de la Información Geográfica*, 0(3), 22–44.
- Palomeque de la Cruz, M. Á. (2017). Modelos geomáticos con base en transición para el análisis espacial en Villahermosa, Tabasco. *Revista Mexicana de Geografía*. http://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S2007-09342017000200253&script=sci_arttext
- Peñañiel Nivelá, G. A., Acurio Armas, J. A., Manosalvas Gómez, L. R., & Burbano Castro, B. E. (2020). Formulación de estrategias para el desarrollo empresarial de la constructora Emanuel en el cantón La Maná. *Revista Universidad Y Sociedad*, 12(4), 45–55.
- Pinos-Arévalo, N. (2016). *Prospective land use and vegetation cover on land management-Case cantón Cuenca*. Estoa. <https://doi.org/10.18537/est.v005.n009.02>
- Pontius, R. G., Shusas, E., & McEachern, M. (2004). Detecting important categorical land changes while accounting for persistence. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 101(2), 251–268.
- Pourrut, P. (1995). *El agua en el Ecuador: clima, precipitaciones, escorrentía*. Corporación Editora Nacional.
- Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial de la parroquia Uzhcurrumi. (2019). *Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial de la parroquia Uzhcurrumi actualización2019-2024*. http://gadparroquialuzhcurrumi.gob.ec/images/cuentas2019/PDyOT_PARROQUIAL_UZHCURRUMI.pdf
- Rentería Mosquera, A. M. (2014). *Análisis de la coherencia, del uso suelo, de los instrumentos de planificación: plan de ordenamiento territorial y del plan de ordenación y manejo de la cuenca hidrográfica* [Universidad Militar Nueva Granada]. <https://repository.unimilitar.edu.co/handle/10654/10958>
- Reyes, R. R., de la Cruz, M. Á. P., & Vera, H. J. M. (2019). Modelación del cambio de uso del suelo en la Zona Costera: Cuauhtemotzin-El Pailebot, Tabasco, México. *Revista Dental*. <https://iamr.uchile.cl/index.php/RU/article/view/51452>
- Reynoso Santos, R., Valdez Lazalde, J. R., Escalona Maurice, M. J., de los Santos Posadas, H. M., & Pérez Hernández, M. J. (2016). Cadenas de Markov y autómatas celulares para la modelación de cambio de uso de suelo. *Hydraulic and Environmental Engineering/Ingeniería Hidráulica Y Ambiental*, 37(1), 72–81.

- Ripka de Almeida, A., da Silva, C. L., & Hernández Santoyo, A. (2018). Métodos de valoración económica ambiental: instrumentos para el desarrollo de políticas ambientales. *Revista Universidad Y Sociedad*, 10(4), 246–255.
- Rodríguez García, L., Curetti, G., Garegnani, G., Grilli, G., Pastorella, F., & Paletto, A. (2016). La valoración de los servicios ecosistémicos en los ecosistemas forestales: un caso de estudio en Los Alpes Italianos. *Bosque (Valdivia)*, 37(1), 41–52.
- Rodríguez Sánchez, E. P., & Mora Santiago, E. (2019). Aproximación a la valoración de los servicios ecosistémicos del bosque de Capulálpam de Méndez, Oaxaca, como herramienta para su conservación. *Acta*. http://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S0188-62662019000100145&script=sci_arttext&tlng=pt
- Rosero Mier, M. M. (2018). Análisis multitemporal del uso del suelo y cobertura vegetal de la cuenca del Río Tahuando y proyección de cambios al año 2031, en el cantón Ibarra, provincia de Imbabura. *Repositorio Digital Universidad Técnica del Norte*, 24. Tesis Postgrado.
- Sahagún-Sánchez, F. J., & Reyes-Hernández, H. (2018). Impactos por cambio de uso de suelo en las áreas naturales protegidas de la región central de la Sierra Madre Oriental, México. In *CienciaUAT* (Vol. 12, Issue 2, p. 06). <https://doi.org/10.29059/cienciauat.v12i2.831>
- Salas, J. A. O., & Del Cisne Lalvay Portilla, T. (2018). Uso e importancia de los recursos naturales y su incidencia en el desarrollo turístico. Caso Cantón Chilla, El Oro, Ecuador. In *Revista interamericana de ambiente y turismo* (Vol. 14, Issue 1, pp. 65–79). <https://doi.org/10.4067/s0718-235x2018000100065>
- Sarría, F. A. (2006). Sistemas de información geográfica. *Universidad de Murcia*, 239.
- Sepúlveda-Varas, A., Saavedra-Briones, P., & Esse, C. (2019). Análisis de cambio de cobertura y uso de suelo en una subcuenca preandina chilena. Herramienta para la sustentabilidad productiva de un territorio. *Revista de Geografía Norte Grande*, 72, 9–25.
- Sigcho Jácome, R. R. (2015). *Procesos de control interno e indicadores de gestión y su incidencia en la gestión del área financiera del Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal del cantón Chilla* [Machala: Universidad Técnica de Machala]. <http://186.3.32.121/handle/48000/4544>
- Soler, J. A. P., Delgado, F. M., Sanjuán, A. M. B., & García, M. N. (2018). Modelos para evaluar la sostenibilidad de las organizaciones. *Estudios Gerenciales*, 63–73.

- Underwood, E. C., Hollander, A. D., Safford, H. D., Kim, J. B., Srivastava, L., & Drapek, R. J. (2019). The impacts of climate change on ecosystem services in southern California. In *Ecosystem Services* (Vol. 39, p. 101008). <https://doi.org/10.1016/j.ecoser.2019.101008>
- Velásquez, F., Calderón, J., Urdánigo, L., & Cárdenas, F. (2016). Cambio de uso de suelo en el azolvamiento del embalse La Esperanza, Manabí-Ecuador. *Revista del Instituto de Investigación de la Facultad de Ingeniería Geológica, Minera, Metalúrgica y Geográfica*, 19(37). <https://doi.org/10.15381/iigeo.v19i37.12968>