UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI

FACULTAD DE CIENCIAS FORESTALES Y AMBIENTALES

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA AMBIENTAL

MONITOREO AMBIENTAL SATELITAL DE LA VULNERABILIDAD FORESTAL ANTE INVASIONES Y URBANIZACIÓN EN LA CARRETERA FEDERICO BASADRE (Km. 10 - Km. 30), UCAYALI, 2024

Tesis para optar el título profesional de

INGENIERO AMBIENTAL

GEISEN ALONSO CARDENAS DAVILA

Pucallpa – Perú
2025

UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI
FACULTAD DE CIENCIAS FORESTALES Y AMBIENTALES
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA AMBIENTAL

ACTA DE APROBACION DE SUSTENTACION DE TESIS N°220/2024-CGyT-FCFyA-UNU

En la cuidad de Pucallpa a las 11:30 am del 04 de Febrero de 2025, de acuerdo con el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad Nacional de Ucayali, se reunieron los miembros del Jurado Evaluador en el Auditorio de la Facultad de Ciencias Forestales y Ambientales de la UNU, los miembros que estuvieron designados con el MEMO MÚLTIPLE N°013-2025-UNU-FCFyA-CGT, conformados por los siguientes docentes:

Dra. Zenayda Emilia Estrada Tuesta	PRESIDENTE
M.Sc. Tedy Tuesta Torrejón	MIEMBRO
Dr. Noé Klever Guadalupe Baylón	MIEMBRO

Se procedió a evaluar la sustentación de tesis denominada: **MONITOREO AMBIENTAL SATELITAL DE LA VULNERABILIDAD FORESTAL ANTE INVASIONES Y URBANIZACIÓN EN LA CARRETERA FEDERICO BASADRE (Km. 10 - Km. 30), UCAYALI, 2024,** presentado por el **Bach, Geisen Alonso Cárdenas Dávila**; asesorado por el **Dr. Cesar Mori Montero,** habiendo finalizado la sustentación, se procedió a la formulación de preguntas por parte del jurado evaluador, las que fueron absueltas por el sustentante en consecuencia la tesis fue **APROBADA POR UNANIMIDAD, RECOMENDANDO SU PUBLICACION,** quedando expedito para el otorgamiento del **TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO AMBIENTAL**, después de las correcciones respectivas de la tesis. Siendo las 12:45 pm horas del mismo día se da por finalizado el acto académico, firmando los miembros en señal de conformidad.

Dra. Zenayda Emilia Estrada Tuesta
Presidente

M.Sc. Tedy Tuesta Torrejón
Primer Miembro

Dr. Noé Klever Guadalupe Baylón
Segundo Miembro

ACTA DE APROBACIÓN DE TESIS

Esta tesis fue sometida para su aprobación ante el jurado de la Facultad de Ciencias Forestales y Ambientales, de la Universidad Nacional de Ucayali, integrado por los siguientes docentes:

Dra. Zenayda Emilia Estrada Tuesta

PRESIDENTE

M.Sc. Tedy Tuesta Torrejón

PRIMER MIEMBRO

Dr. Noé Klever Guadalupe Baylón

SEGUNDO MIEMBRO

Dr. Cesar Mori Montero

ASESOR

Bach. Geisen Alonso Cárdenas Dávila

TESISTA

UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI

DIRECCIÓN DE PRODUCCIÓN INTELECTUAL

CONSTANCIA

ORIGINALIDAD DE TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

Nº V/0710-2024 .

La Dirección de Producción Intelectual de la Universidad Nacional de Ucayali, hace constar por la presente, que el trabajo académico de investigación, titulado:

"MONITOREO AMBIENTAL SATELITAL DE LA VULNERABILIDAD FORESTAL ANTE INVASIONES Y URBANIZACIÓN EN LA CARRETERA FEDERICO BASADRE (km. 10 - km. 30), UCAYALI, 2024"

Autor(es)	:	**CÁRDENAS DÁVILA, GEISEN ALONSO**
Facultad	:	**CIENCIAS FORESTALES Y AMBIENTALES**
Escuela	:	**ING. AMBIENTAL**
Asesor(a)	:	**Dr. MORI MONTERO, CESAR**

Presenta un **porcentaje de similitud de 9%,** verificado en el Sistema Antiplagio COMPILATIO,

De acuerdo a los criterios de porcentaje establecidos en el artículo 9 de la DIRECTIVA DE USO DEL SISTEMA ANTIPLAGIO, el cual indica que todo trabajo de investigación no debe superar el 10%. **En tal sentido, se declara, que el presente trabajo de investigación: SI Contiene un porcentaje aceptable de similitud,** procediéndose a emitir la presente Constancia de Originalidad de Trabajo de Investigación (COTI) a solicitud del asesor.

En señal de conformidad se firma y sella el presente documento.

Fecha: 12/12/2024

Mg. JOSÉ MANUEL CÁRDENAS BERNAOLA
Director de Producción Intelectual

UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI

DIRECCIÓN DE PRODUCCIÓN INTELECTUAL

AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN

Repositorio de la Universidad Nacional de Ucayali

Yo, Geisen Alonso Cardenas Davila

Autor de la tesis titulada: "Monitoreo Ambiental Satelital de la Vulnerabilidad Forestal Ante Invasiones y Urbanizacion en la Carretera Federico Basadre (Km 10 - Km 30) Ucayali, 2024"

Sustentada el año: 2025

Asesor(a): Cesar Mori Montero

Facultad: Ciencias Forestales y Ambientales

Escuela Profesional: Ingeniería Ambiental

Autorizo la publicación:

PARCIAL [ ] TOTAL [X]

De mi trabajo de investigación en el Repositorio Institucional de la Universidad Nacional de Ucayali (www.repositorio.unu.edu.pe), bajo los siguientes términos:

Primero: Otorgo a la Universidad Nacional de Ucayali licencia no exclusiva para reproducir, distribuir, comunicar, transformar (únicamente mediante su traducción a otros idiomas) y poner a disposición del público en general mi tesis (incluido el resumen) a través del Repositorio Institucional de la UNU, en formato digital sin modificar su contenido, en el Perú y en el extranjero; por el tiempo y las veces que considere necesario y libre de remuneraciones.

Segundo: Declaro que la tesis es una creación de mi autoría y exclusiva titularidad, por tanto me encuentro facultado a conceder la presente autorización, garantizando que la tesis no infringe derechos de autor de terceras personas, caso contrario, me hago único(a) responsable de investigaciones y observaciones futuras, de acuerdo a lo establecido en el estatuto de la Universidad Nacional de Ucayali, la Superintendencia Nacional de Educación Superior Universitaria y el Ministerio de Educación.

En señal de conformidad firmo la presente autorización.

Fecha: 09/07/2025

Email: geecardena99@outlook.com Firma: _____

Teléfono: 959535944 DNI: 73634526

DEDICATORIA

Quiero dedicar esta tesis con un profundo agradecimiento a:

Dios, mi Padre Celestial, por ser la fuente de mi vida y mi guía constante. Su luz ilumina mi camino, apartando las sombras de la maldad y brindándome su protección eterna.

Mis padres, Geisen Cárdenas y Janet Dávila, por ser ejemplos de lucha, fortaleza y perseverancia. Su amor incondicional ha sido el motor que me impulsa a seguir adelante, recordándome siempre la importancia de nunca rendirme en la búsqueda de mis sueños.

A mi hermana, Janet Cárdenas Dávila, por ser mi compañera inquebrantable en este viaje; y a mi abuelita, Berita Vásquez Rojas, cuyo amor y atención han sido un pilar fundamental en este proceso de superación personal.

Esta dedicación es un tributo a su apoyo constante y a las enseñanzas que me han guiado hasta aquí.

,

AGRADECIMIENTOS

A la Universidad Nacional de Ucayali, por brindarme la oportunidad de formarme académicamente y por acompañarme en el camino hacia la obtención del grado de Bachiller en Ciencias Ambientales, así como en mi meta actual de lograr el título de Ingeniero Ambiental.

Al Dr. César Mori Montero, mi docente y asesor, por su invaluable guía en la formulación del proyecto de tesis y por su apoyo constante durante la ejecución, redacción y sustentación del mismo. Su dedicación ha sido fundamental para mi desarrollo académico.

A los docentes de la Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental, cuyo conocimiento y enseñanza han enriquecido mi formación, permitiéndome crecer profesionalmente y prepararme para sobresalir en el ámbito laboral.

A mi familia y amigos cercanos, quienes, de diversas maneras, han contribuido a la realización de esta tesis. Su apoyo y aliento han sido esenciales para alcanzar este logro y optar por el grado de Ingeniero Ambiental.

A todos ustedes, mi más profundo agradecimiento por ser parte fundamental de este viaje académico.

ÍNDICE GENERAL

Pág.

DEDICATORIA..... vi
AGRADECIMIENTOS..... vii
RESUMEN..... xiii
ABSTRACT..... xiv
INTRODUCCIÓN..... xv
CAPÍTULO I..... 17
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA..... 17
1.1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA..... 17
1.1.1. Problema General..... 19
1.1.2. Problemas Específicos..... 19
1.2. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN..... 19
1.2.1. Objetivo General..... 19
1.2.2. Objetivos Específicos..... 19
1.3. HIPÓTESIS..... 20
1.3.1. Hipótesis General..... 20
1.3.2. Hipótesis Específicas..... 20
CAPÍTULO II..... 22
MARCO TEÓRICO..... 22
2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN..... 22
2.1.1. Antecedentes Internacionales..... *22*
2.1.2. Antecedentes Nacionales..... *29*
2.2. BASES TEÓRICAS..... 34
2.3. DEFINICIÓN DE TÉRMINOS BÁSICOS..... 37
CAPÍTULO III..... 39
METODOLOGÍA..... 39
3.1. MÉTODO DE INVESTIGACIÓN..... 39
3.1.1. Tipo de Investigación..... 39
3.1.2. Nivel de Investigación..... 39
3.1.3. Diseño de la Investigación..... 39
3.2. POBLACIÓN, MUESTRA Y UBICACIÓN..... 40
3.2.1. Población..... 40
3.2.2. Muestra..... 40

3.2.3. Ubicación del Estudio 40
3.3. PROCEDIMIENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS 41
3.4. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS PARA RECOLECCIÓN DE DATOS 42
3.5. PROCESAMIENTO PARA RECOLECCIÓN DE DATOS 43
3.6. TRATAMIENTO DE DATOS 44
CAPÍTULO IV 45
RESULTADOS Y DISCUSIÓN 45
CAPÍTULO V 71
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES 71
5.1. Conclusiones 71
5.2. Recomendaciones 72
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS 73
ANEXOS 79

ÍNDICE DE FIGURAS

Pág.

Figura 1. Ubicación del área de estudio 41
Figura 2. Extensión de los bosques secundarios 47
Figura 3. Grado de fragmentación del hábitat forestal causado por invasiones y urbanización 2001 - 2005.....50
Figura 4. Grado de fragmentación del hábitat forestal causado por invasiones y urbanización 2005 - 2010.....52
Figura 5. Grado de fragmentación del hábitat forestal causado por invasiones y urbanización 2010 - 2015.....54
Figura 6. Grado de fragmentación del hábitat forestal causado por invasiones y urbanización 2015 - 2020.....56
Figura 7. Grado de fragmentación del hábitat forestal causado por invasiones y urbanización 2020 - 2023.....58
Figura 8. Evolución de la cobertura del suelo 2001 al 2023 causado por y diferentes actividades antrópicas. 59
Figura 9. Evolución del bosque 2001 al 2023 y su vulnerabilidad por invasiones y urbanización…….....60
Figura 10. Evolución del bosque 2001 al 2023 y su vulnerabilidad por pastizales…….. 60
Figura 11. Mayor grado de degradación forestal por invasiones y urbanización en 4 áreas…….....63
Figura 12. Áreas prioritarias para la conservación y restauración de ecosistemas……65

ÍNDICE DE TABLAS

Pág.

Tabla 1.Evolución de la cobertura del suelo 2001 49

Tabla 2.Evolución de la cobertura del suelo 2005 49

Tabla 3.Evolución de la cobertura del suelo 2010 51

Tabla 4.Evolución de la cobertura del suelo 2015 53

Tabla 5.Evolución de la cobertura del suelo 2020 55

Tabla 6.Evolución de la cobertura del suelo 2023 57

Tabla 7.Evolución de la cobertura del suelo 2001 al 2023 por diferentes actividades humanas en hectáreas. 59

Tabla 8. Modelo de Regresión Múltiple para Expansión urbana y Suelo desnudo en los bosques……61

ÍNDICE DE ANEXOS

Pág.

Anexo 1. Matriz de consistencia……..……78

Anexo 2. Ficha de registro de la zona en estudio por vulnerabilidad forestal por invasiones y urbanización en la ruta C.F.B (Km. 10 al km. 30)……..…….…...79

Anexo 3. Ficha de registro de propuestas para las áreas de Conservación Municipal…….....79

Anexo 4. Post procesamiento y exportación de imágenes satelitales del 2001 al 2023…….…….....80

RESUMEN

El trabajo de investigación titulado "Monitoreo Ambiental Satelital de la Vulnerabilidad Forestal ante Invasiones y Urbanización en la Ruta Federico Basadre (Km. 10 - Km. 30), Ucayali, 2024**",** en donde se planteó el siguiente objetivo general: Evaluar el estado actual de los bosques secundarios a lo largo de la Carretera Federico Basadre (Km.10 – Km. 30), frente a la presión de invasiones y urbanizaciones. En la investigación se empleó el método exploratorio y descriptivo. La Investigación es de tipo no experimental. Respecto a la variable independiente y dependiente: Presión de las invasiones y urbanizaciones y la extensión y el estado de los bosques secundarios, fueron descritos y analizados. La población y muestra son las mismas áreas del estudio con 39,928 hectáreas. Los resultados indican que el 56% correspondían a bosques, perdiéndose el 22% de la cobertura forestal; determinándose el 6% por invasiones, el 2% por habilitaciones urbanas, y el 14% corresponde a otras actividades. El grado de fragmentación es alto, calculándose entre 900 a 1500. El mayor grado de degradación identificado está en el eje de la C.F.B. entre el Km. 10 al 20 y se identificaron 4 áreas prioritarias para la conservación: 1 en el distrito de Yarinacocha, 2 en Campo Verde y 1 en Manantay, con un total de 7,403 hectáreas. Se concluye que los bosques secundarios a lo largo de la Carretera Federico Basadre (Km. 10 – Km. 30) revela una preocupante degradación y fragmentación de sus hábitats debido a la presión de invasiones y urbanizaciones.

Palabras claves: Bosques secundarios, invasiones, urbanización, degradación forestal, conservación de bosques.

ABSTRACT

The research work entitled “Satellite Environmental Monitoring of Forest Vulnerability to Encroachment and Urbanization along the Federico Basadre Highway (Km. 10 - Km. 30), Ucayali, 2024”, had the following general objective: Evaluate the current status of secondary forests along the Federico Basadre Highway (Km.10 - Km. 30), against the pressure of encroachment and urbanization. The research used the exploratory and descriptive method. The research is non-experimental. Regarding the independent and dependent variable: Pressure of invasions and urbanizations and the extension and state of secondary forests, they were described and analyzed. The population and sample are the same areas of the study with 39,928 hectares. The results indicate that 56% corresponded to forests, 22% of the forest cover was lost; 6% was determined by encroachment, 2% by urban development, and 14% corresponded to other activities. The degree of fragmentation is high, estimated at between 900 and 1,500. The highest degree of degradation identified is in the axis of the C.F.B. between Km. 10 to 20 and 4 priority areas for conservation were identified: 1 in the district of Yarinacocha, 2 in Campo Verde and 1 in Manantay, with a total of 7,403 hectares. It is concluded that the secondary forests along the Federico Basadre Highway (Km. 10 - Km. 30) reveal a worrying degradation and fragmentation of their habitats due to the pressure of encroachment and urbanization.

Keywords: Secondary forests, encroachment, urbanization, forest degradation, forest conservation.

INTRODUCCIÓN

El acelerado proceso de urbanización y la expansión de la frontera agrícola son fenómenos que han transformado de manera significativa los paisajes naturales en la región amazónica del Perú, generando impactos profundos en sus ecosistemas forestales. La Ruta Federico Basadre, que conecta Pucallpa con otras regiones del país, es un claro ejemplo de cómo el desarrollo económico y social puede ejercer presión sobre los recursos naturales, especialmente en las áreas comprendidas entre los kilómetros 10 y 30 de esta carretera.

El avance de la urbanización y las invasiones en esta región ha generado una presión significativa sobre los recursos forestales, alterando su estructura y función ecológica. Los bosques, que desempeñan un papel crucial en la regulación del clima, la conservación de la biodiversidad y el sostenimiento de las comunidades locales, están siendo transformados por actividades humanas que modifican su composición y reducen su capacidad de proporcionar servicios ecosistémicos.

En este contexto, el uso de herramientas de monitoreo satelital se presenta como una alternativa eficaz para evaluar y monitorear en tiempo real los cambios que experimentan las áreas forestales, permitiendo identificar patrones de deforestación, fragmentación y degradación del hábitat. Estas herramientas, que combinan imágenes de satélite y técnicas de análisis geoespacial, ofrecen una visión detallada y precisa del estado actual de los bosques y su vulnerabilidad ante las presiones antropogénicas.

La Ruta Federico Basadre es un corredor clave para el desarrollo económico de la región, conectando áreas rurales con la capital regional, Pucallpa. Sin embargo, este desarrollo también ha traído consigo un crecimiento descontrolado de la población y la infraestructura, exacerbando la presión sobre los ecosistemas forestales circundantes. La identificación y monitoreo de las áreas más vulnerables a la invasión y urbanización es esencial para diseñar

estrategias de conservación que minimicen el impacto de estas actividades y promuevan un desarrollo sostenible en la región.

Este estudio se enfocará en el análisis de imágenes satelitales para detectar y monitorear cambios en la cobertura forestal a lo largo de la Ruta Federico Basadre, con el fin de identificar áreas críticas de vulnerabilidad. Además, se explorará la relación entre el crecimiento urbano y la degradación forestal, proporcionando información valiosa para la toma de decisiones en la gestión territorial y la planificación del uso de suelo.

En resumen, esta investigación pretende aportar un marco metodológico y analítico que permita comprender mejor la dinámica de la vulnerabilidad forestal en la región de Ucayali, con el objetivo de contribuir al diseño de políticas públicas orientadas a la protección y gestión sostenible de los recursos forestales en un contexto de creciente presión urbana y social.

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. Descripción del Problema

El problema que enfrentamos radica en la creciente presión sobre los bosques primarios y secundarios en la región de Ucayali, específicamente a lo largo de la Ruta Federico Basadre. Las invasiones de tierras y la urbanización descontrolada están en aumento, lo que conlleva a la pérdida irreversible de estos ecosistemas forestales vitales.

Los bosques desempeñan un papel fundamental en la regulación del clima, los servicios ecosistémicos, el almacenamiento de carbono, la biodiversidad, la estabilización del terreno y la retención de agua, así como en la economía de numerosos países. Sin embargo, la deforestación y la degradación forestal son galopantes en muchas partes del mundo. En particular, la selva amazónica se enfrenta a las constantes amenazas que suponen la tala, la minería y la quema para la expansión agrícola (Nazarova, 2020).

Los cambios en el uso de la tierra, como resultado del asentamiento de nuevas poblaciones, es uno de los problemas sociales y ambientales que se observan en la actualidad debido al incremento poblacional a nivel mundial y local (Loayza, 2019).

Los propietarios de predios agrícolas y ganaderos que poseen bosques en estas áreas se enfrentan a una difícil decisión: muchos se ven obligados a vender sus tierras a terceros debido a la presión económica o la falta de recursos para proteger y manejar adecuadamente los bosques. Esto alimenta el ciclo de invasiones y urbanización, ya que los nuevos propietarios pueden optar por lotizar los terrenos para su desarrollo, exacerbando aún más la fragmentación y degradación del hábitat forestal.

Esta situación plantea una seria amenaza para la biodiversidad local, los servicios ecosistémicos clave y la estabilidad ambiental de la región.

Entre las principales afectaciones ambientales generadas por los cambios de paisaje natural rural a urbano se identificó la perdida de ecosistemas, la invasión de humedales y rondas hídricas, degradación de tierras, ocupación de zonas de alto riesgo, perdida de tierras fértiles, pérdida de biodiversidad, generación de residuos, sellado y cambios de usos del suelo, mayor generación de emisión de gases de efecto invernadero y contaminación del aire, suelo y fuentes hídricas (Hernández et al., 2019).

Por lo tanto, es fundamental abordar este problema de manera integral mediante estrategias de monitoreo ambiental, gestión sostenible del uso del suelo y participación comunitaria para conservar y proteger estos valiosos ecosistemas forestales antes de que sea demasiado tarde.

La respuesta a la pregunta de investigación, ¿Cuál es el estado actual de los bosques primarios y secundarios a lo largo de la Carretera Federico Basadre (Km.10 – Km. 30)?, será fundamental para conocer la tendencia de la expansión urbana para trabajar con las autoridades regionales sobre el control y protección de los bosques; conservando los bosques, como bosques regionales o municipales; conservando ecosistemas propios, biodiversidad de flora y fauna, y mucho más importante como generadores de oxígeno, agua, microclimas, amortiguadores del calor; por lo que el impacto ambiental tendría menos consecuencias para los habitantes de sus alrededores.

Este estudio aspira a contribuir al conocimiento científico, proporcionando datos y análisis que puedan utilizarse para desarrollar políticas y estrategias sobre la conservación de los bosques y los beneficios que estos presentan al mantenerlos en pie.

1.1.1. Problema General

- ¿Cuál es el estado actual de los bosques secundarios a lo largo de la Carretera Federico Basadre (Km.10 – Km. 30) frente a la presión de invasiones y urbanizaciones?

1.1.2. Problemas Específicos

- ¿Cuál es la extensión total de los bosques secundarios en el área de estudio?

- ¿Cuál es el grado de fragmentación del hábitat forestal debido a actividades humanas como invasiones y urbanización?

- ¿Qué áreas específicas dentro del tramo de la Carretera Federico Basadre (Km. 10 - Km. 30) presentan un mayor grado de degradación forestal?

- ¿Cuáles son las áreas prioritarias para la conservación y restauración dentro de este tramo de la carretera?

1.2. Objetivos de la Investigación

1.2.1. Objetivo General

- Evaluar el estado actual de los bosques secundarios a lo largo de la Carretera Federico Basadre (Km.10 – Km. 30), frente a la presión de invasiones y urbanizaciones.

1.2.2. Objetivos Específicos

- Determinar la extensión total de los bosques secundarios en el área de estudio.

- Evaluar el grado de fragmentación del hábitat forestal causado por actividades humanas, como invasiones y urbanización.

- Identificar áreas específicas dentro del tramo de la Carretera Federico Basadre (Km. 10 - Km. 30) que presenten un mayor grado de degradación forestal.

- Definir las áreas prioritarias para la conservación y restauración dentro de este tramo de la carretera.

1.3. Hipótesis

1.3.1. Hipótesis General

- "La Carretera Federico Basadre (Km. 10 - Km. 30) presenta una alta vulnerabilidad de los bosques secundarios debido a la presión de invasiones y urbanizaciones, lo que resulta en una pérdida significativa de cobertura forestal y fragmentación del hábitat”

- "La Carretera Federico Basadre (Km. 10 - Km. 30) no presenta una alta vulnerabilidad de los bosques secundarios debido a la presión de invasiones y urbanizaciones, lo que resulta en una pérdida significativa de cobertura forestal y fragmentación del hábitat”

1.3.2. Hipótesis Específicas

Hipótesis específica 1:

- La extensión total de los bosques secundarios en el área de estudio se ha reducido significativamente debido a las actividades de invasiones y urbanizaciones.

Hipótesis específica 2:

- El grado de fragmentación del hábitat forestal en la región de la Carretera Federico Basadre (Km. 10 - Km. 30) está directamente relacionado con la intensidad de las invasiones y urbanizaciones, resultando en una mayor fragmentación en áreas con mayor presión humana.

Hipótesis específica 3:

- Existen áreas específicas dentro del tramo de la Carretera Federico Basadre (Km. 10 - Km. 30) que presentan un mayor grado de degradación forestal, especialmente cerca de asentamientos humanos y vías de acceso.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de la Investigación

2.1.1. Antecedentes Internacionales

Los autores Martínez et al. (2019) en sus pesquisa titulado "Evaluación espaciotemporal del cambio global en el Departamento Sur de Haití, de 1973 al 2017", llegan a las siguientes conclusiones:

> La investigación logró ilustrar la dinámica espaciotemporal del cambio en la cobertura del suelo en el Departamento Sur (DS). A través de la cartografía que muestra la dirección del cambio, se identifican las áreas más vulnerables a la transformación de la cobertura forestal, donde los efectos de la erosión del suelo, la escorrentía superficial y la degradación del terreno son más evidentes. La distribución de estas áreas es espacialmente concentrada, lo que significa que no se puede afirmar que todo el DS sufra un daño ambiental significativo por el cambio en la cobertura sin una planificación adecuada. Sin embargo, más del 50% del DS (incluyendo las zonas elevadas) cuenta con coberturas vegetativas como matorrales y parches de bosque que contribuyen a la retención del suelo y la infiltración del agua, aunque menos del 10% del departamento muestra signos de recuperación en áreas boscosas. Esto se debe, en parte, a la falta de políticas ambientales efectivas ya una escasa conciencia ambiental entre la población. Los resultados sugieren que los factores socioeconómicos han sido los más determinantes en el cambio de cobertura del suelo y, por ende, en la vulnerabilidad ambiental del DS.

Los autores Haddad et al. (2015), en sus estudio “Análisis global de la extrema magnitud y alcance de la fragmentación” realizaron una síntesis de experimentos de fragmentación que abarcan múltiples biomas y escalas:

> Cinco continentes y 35 años, demuestra que la fragmentación del hábitat reduce la biodiversidad entre un 13 y un 75% y perjudica las funciones clave de los ecosistemas al disminuir la biomasa y alterar los ciclos de nutrientes. Los efectos son mayores en los fragmentos más pequeños y aislados, y se magnifican con el paso del tiempo. Estos hallazgos indican una necesidad urgente de medidas de conservación y restauración para mejorar la conectividad del paisaje, lo que reducirá las tasas de extinción y ayudará a mantener los servicios ecosistémicos.

Los mismos autores indican que: “Nuevos conjuntos de datos satelitales revelaron cómo las actividades humanas están transformando los ecosistemas globales. Entre estas observaciones, las más importantes son las de la cubierta forestal debido al alto contraste entre los tipos de cubierta forestal y antropogénica”.

Según Ramírez (2023) menciona en sus resultados de su investigación titulado “Análisis multitemporal del uso del suelo en el páramo de la comunidad Salamalag Chico, parroquia Guangaje, provincia de Cotopaxi 2014-2022”, se destaca lo siguiente:

> Los hallazgos revelaron que el páramo predominó en las siguientes áreas: en 2014 con 1231,74 ha (49,25%); en 2018 con 1092,27 ha (43,71%); y en 2022 con 1125,3 ha (45,76%). El análisis multitemporal indicó que entre 2014 y 2018, uno de los cambios más relevantes fue la reducción del páramo debido a la expansión de cultivos de tubérculos, que obtuvo una

> superficie de 114,20 ha. Sin embargo, en 2022 se observará un cambio donde algunos cultivos de tubérculos se trasladaron a áreas del páramo, resultando en una recuperación de 87,85 ha, ya que los agricultores dejaron de cultivar ciertas zonas, permitiendo así la regeneración del páramo. Se concluye que el páramo ha experimentado modificaciones a lo largo del tiempo, siendo más evidente la pérdida durante los primeros cuatro años analizados debido al incremento de actividades humanas.

Para Foley et al. (2005), en el estudio realizado sobre “Consecuencias globales del uso de la tierra”, indica que las tierras de cultivo, los pastos, las plantaciones y las zonas urbanas del mundo se han expandido en las últimas décadas, acompañadas de grandes aumentos en el consumo de energía, agua y fertilizantes, junto con pérdidas considerables de biodiversidad, concluye que: “La conversión de tierras para uso urbano y agrícola es uno de los principales impulsores de la pérdida de biodiversidad global”.

Tal como Arango et al. (2016) mencionan en sus resultados de sus investigación titulada “Análisis multitemporal de la expansión urbana de la ciudad de Popayán, Cauca entre los años 1989, 2002 y 2014”, lo siguiente:

> El crecimiento urbano para el periodo 2002-2014 es notable, con un valor de 7.61 Km para este periodo, a una tasa de 0.63 Km/Año, con un crecimiento marcado hacia el sur occidente de la ciudad desbordando el perímetro urbano a causa de la construcción de la variante y los menores costos de la tierra en la periferia, que impulsan la urbanización de bajo costo para sectores de estratos bajos y la ubicación de poblaciones desplazadas. Además de los asentamientos y construcciones subnormales que se han ubicado en torno a los cerros tutelares y hacia al sur oriente de la ciudad.

Según los autores Hernández et al. (2019) en sus investigación titulada “Análisis multitemporal de la transformación del paisaje natural suburbano, en la ciudad de Villavicencio 2003 - 2015, por la ampliación urbana”, concluyen lo siguiente:

> El crecimiento urbano entre 2002 y 2014 es significativo, alcanzando una extensión de 7,61 km durante este período, con una tasa de 0,63 km por año. Este crecimiento se ha concentrado principalmente hacia el suroeste de la ciudad, superando los límites del perímetro urbano debido a la construcción de la variante y los precios más bajos de la tierra en las áreas periféricas. Esto ha fomentado la urbanización de bajo costo para sectores de bajos ingresos y ha facilitado el asentamiento de poblaciones desplazadas. Además, se han desarrollado asentamientos informales y construcciones irregulares alrededor de los cerros tutelares y en el sureste de la ciudad.

Así mismo Pineda & Jaramillo (2022) mencionan en sus investigación titulada “Análisis multitemporal del cambio de cobertura vegetal en la zona de amortiguamiento altoandina del parque nacional Cotacachi-Cayapas (1990-2019)” lo siguiente:

> Se establecieron los límites de la zona de amortiguamiento altoandina del Parque Nacional Cotacachi-Cayapas, y se determinaron que, durante el período de estudio, el bosque nativo se redujo en 3.322,12 ha, siendo reemplazado por cultivos que aumentaron en 2.370,55 ha. Además, el área de páramo creció en 1.664,36 ha debido a procesos de

> paramización. También se observó que el bosque nativo experimentó una tasa promedio anual de deforestación de 114,56 ha/año, con una transición hacia los cultivos del 11,10%. En conclusión, hasta 2019, la zona de amortiguamiento se ha transformado en un área fragmentada por la expansión de la frontera agrícola, lo que ha generado una disminución del 20,68% en la cobertura de bosque nativo debido a la creciente presión de las actividades humanas.

Para Richardson et al. (2000), en sus investigación titulado “Naturalización e invasión de plantas exóticas: conceptos y definiciones”, indican que las especies invasoras son una de las principales amenazas a la biodiversidad global, lo cual se refleja en los cambios observados en el ecosistema estudiado: “No solo es importante entender estos procesos interrelacionados sino también la necesidad imperiosa de adoptar enfoques integrales para abordar los desafíos ambientales actuales”.

Los autores Ortiz et al. (2005) citados por (Moreno & López, 2020) en sus investigación titulado “Relaciones entre los procesos de urbanización, el medio natural y la vulnerabilidad en Acapulco y Cancún”, mencionan lo siguiente:

> Que, la actividad turística genera una gran presión sobre los recursos naturales, debido a que sus patrones de construcción y de consumo se ajustan a los imaginarios y expectativas de los visitantes y de los especuladores inmobiliarios, sin tomar en cuenta las características del medio local. Prácticamente todas las actividades recreativas, descanso y deporte provocan destrucción del hábitat, debido a estos patrones que no respetan la capacidad de carga del medio ni sus ciclos naturales.

Mejía (2020), menciona en su investigación titulado “Procesos de urbanización y morfología urbana en Ecuador: La evolución de los usos del suelo a la luz de la imagen satelital nocturna de la Tierra 1992-2019”, menciona lo siguiente:

> Se ha de resaltar que las interacciones antropogénicas tienen connotaciones económicas, sociales y culturales de gran relevancia que pueden alterar la vida silvestre, la flora y el ecosistema en general. Así, gran parte los efectos sobre el medio ambiente son generados por la población en constante crecimiento, lo cual ha producido cambios en los patrones de las actividades humanas, debido a los flujos de energía y materiales necesarios para atender las demandas de residentes y, en particular, de los turistas. Estos últimos, que crecen de forma acelerada, son quienes generan una mayor demanda de insumos. En este sentido la evolución de la población local y la visitante constituyen factores de gran interés para el análisis de los usos del suelo, tal como puede ser detectado y descrito a través de la imagen satelital nocturna.

Mientras que los autores Aguayo et al. (2009) en sus pesquisa titulado “Cambio del uso del suelo en el centro sur de Chile a fines del siglo XX: Entendiendo la dinámica espacial y temporal del paisaje” mencionan lo siguiente:

> Las coberturas del suelo fueron obtenidas a partir de dos imágenes Landsat correspondientes a los años 1979 y 2000. Los resultados confirman que las principales transformaciones del paisaje son consecuencia del desarrollo forestal, la mantención de los rubros agropecuarios y el crecimiento urbano e industrial. Asimismo, fue posible determinar que la pérdida del bosque nativo se debe, principalmente, a la

> expansión de las plantaciones forestales hacia los cordones montañosos andinos y costeros.

Agost (2015) concluye en su investigación titulado “Cambio de la cobertura arbórea de la provincia de Córdoba: análisis a nivel departamental y de localidad (periodo 2000-2012)”, lo siguiente:

> Es importante destacar que de las 224 unidades analizadas el 67% (149) no tiene coberturas mayores al 10% de la superficie del anillo de 10 km. Dentro de este grupo 134 unidades no superan el 5% de cobertura, y 70 de estas están por debajo del 1%. A estos datos se suma que una baja proporción de las unidades (15%) tuvo un saldo positivo, entre lo ganado y lo perdido en el periodo 2000- 2012, y que aún en estos casos la cantidad de hectáreas ganadas es baja, por lo que los cambios de la cobertura de árboles no demuestran una tendencia general hacia la recuperación en las localidades (como en la provincia).

Así mismo el autor Cardozo (2017) en su investigación titulada “Efectos del crecimiento urbano sobre el humedal capellanía: análisis multitemporal y propuestas de mejora en el marco del desarrollo sostenible”, menciona lo siguiente:

> Este crecimiento urbano ha venido ocurriendo cada vez más en las proximidades de la ronda del humedal sin ningún tipo de control y reduciendo la escaza zona de amortiguación puesto que el entorno urbano trae consigo contaminación y pérdida de valores ecosistémicos cerca de las áreas naturales, aunque así como se ha incrementado la presión urbana en el humedal, así mismo las acciones desarrolladas en su beneficio también han ido en ascenso, sin embargo estas acciones no retroceden los efectos adversos de la acción antrópica.

Para Paul & Meyer (2001), el aumento de áreas urbanas y agrícolas puede llevar a una mayor escorrentía contaminada hacia cuerpos de agua cercanos: “Afectando tanto a la flora como a la fauna acuática. Investigaciones previas han demostrado que el desarrollo urbano puede alterar significativamente los ciclos hidrológicos locales y contribuir a la degradación de ecosistemas acuáticos”.

Según Camacho et al. (2015) en sus resultados de sus investigación titulado “Cambios de cobertura/uso del suelo en una porción de la Zona de Transición Mexicana de Montaña, mencionan lo siguiente:

> Los resultados obtenidos demuestran que la cobertura del bosque disminuyó considerablemente, es decir, se eliminaron 19 262 ha, las cuales fueron ocupadas por las categorías cuerpos de agua (105 ha), agropecuario (19 113 ha), asentamientos humanos (39 ha) y agricultura tecnificada controlada (5 ha). La superficie deforestada es resultado del establecimiento y la práctica de actividades relacionadas con la agricultura y ganadería.

Para Beninde et al. (2015), la creación de corredores ecológicos podría facilitar el movimiento entre hábitats fragmentados y ayudar a mantener la biodiversidad local: “La literatura sugiere que estas estrategias pueden ser efectivas para mitigar los efectos negativos de la urbanización y promover un uso más sostenible del suelo”.

2.1.2. Antecedentes Nacionales

Según (Moschella, 2013) menciona en su investigación titulada “Variación y protección de humedales costeros frente a procesos de urbanización: casos Ventanilla y Puerto Viejo”, lo siguiente:

> En el periodo analizado (1961-2009) la reducción de los humedales por las ocupaciones urbanas fue de 78 ha. en Ventanilla y de 30 ha. en Puerto Viejo. Como consecuencia se redujeron los cuerpos de agua y las poblaciones de flora y fauna; además de afectar servicios ambientales que proveen los humedales como provisión de fibras, depuración del agua, regulación microclimática y servicios de recreación. De modo que los procesos de urbanización amenazan la conservación de los humedales costeros y su función como refugio de aves migratorias.

El autor Loayza (2019) en su investigación titulado “Evaluación del cambio de cobertura y uso del suelo en la zona E del distrito de Lurín”, en sus resultados menciona lo siguiente:

> Las áreas con vegetación herbácea y/o arbustivo se redujeron en 35.94 Ha, mientras que las áreas arenosas naturales en 63.41 Ha y los afloramientos rocosos en 16.44 Ha; está disminución de áreas sin o con poca vegetación se debe principalmente a la expansión urbana de las zonas en mención.

Así mismo Torre & Rivas (2019) concluyen en sus investigación titulado “Análisis temporal de la pérdida de cobertura vegetal mediante teledetección en el distrito de Satipo-Satipo-Junín, durante los años 2015 – 2018”, lo siguiente:

> Las actividades antrópicas que causan mayor pérdida de cobertura vegetal, lo cual se identificaron como la agricultura y las infraestructuras: En la agricultura hubo un aumento hasta el año 2017 llegando a medir el 36 % del área total del distrito mientras que en el año 2018 disminuyo al 32% (26,320.36 Ha) por los fenómenos naturales sucedidos en toda la selva central (Huaycos, deslizamiento de rocas), al igual que la infraestructura el área total del año 2015 fue de 4% hasta el

> año 2016 que aumento al 5% debido a que el distrito aumentaba la densidad poblacional hasta el año 2017 y 2018 que hubo presencia de fenómenos naturales que destruyeron muchas viviendas y las personas no tuvieron otra opción que migrar a otros lugares.

Tal como Alegre (2017) en su investigación titulado “Cambios en la cobertura vegetal del suelo de la provincia de Yauyos, durante el transcurso de los años 1997 al 2017, a partir del comportamiento del desarrollo vegetal”, concluye lo siguiente:

> Los cambios ocurridos en la cobertura vegetal de la superficie de la provincia de Yauyos para el transcurso de los años 1997 al 2017, se han dado negativamente, ya que se pudo evidenciar una pérdida de superficies de cobertura vegetal durante el periodo en estudio, donde la cobertura vegetal permanente perdió en 39492.3 ha, (10.5% de la superficie total), vegetación considerado irrecuperable, ya que se necesita de varios años para el desarrollo de estos tipos de vegetación.

El autor Burga (2016) en su investigación titulado “Incremento de la deforestación y sus consecuencias en la pérdida de biomasa en los bosques de la provincia Alto Amazonas del departamento de Loreto, 2000-2014”, concluye lo siguiente: *El incremento de la deforestación está influenciado por la constante presión y depredación antrópica de los bosques como consecuencia de las malas prácticas agropecuarias, presentándose mayor aumento en los distritos ubicados en los límites de la provincia del Alto Amazonas.*

Tal como Huaraca & Socorro (2023) concluyen en sus investigación titulado “El crecimiento urbano y los cambios de cobertura vegetal de la Loma Manchay en el periodo 1986-2022, Lima”, para optar el título de ingeniero ambiental y de recursos naturales, lo siguiente:

> Se estableció que para el rango de años 1986 – 2011 existe relación entre el crecimiento urbano y los cambios de vegetación natural; para el cual se tienen comportamientos distintos para cada tipo de indicador. Para el indicador de superficie con vegetación se tiene una relación negativa moderada y la superficie sin vegetación tiene una correlación positiva 104 moderada. Concluyendo que este comportamiento concuerda dado que mientras mayor sea el crecimiento urbano, aumentará las áreas sin vegetación y disminuirán las que si las tengan. Para el rango de años 2013- 2022 se tuvo un comportamiento similar al primer rango de años en evaluación; a diferencia que las relaciones fueron más fuertes (altas). Esto quiere decir que la relación de estas variables es más consistente que en el primer periodo, siendo que se tuvo una relación negativa alta entre el indicador de superficie con vegetación y crecimiento urbano y una correlación positiva alta entre superficie sin vegetación y crecimiento urbano.

Según los autores Changa & Tamayo (2023) en sus investigación titulado “Impacto de la expansión urbana sobre la superficie del Área de Conservación Regional Humedales de Ventanilla en el periodo 2003-2021”, en sus resultados mencionan y concluyen lo siguiente:

> Los resultados adquiridos fueron que desde el 2003 al 2021 se perdió 39.05 ha de la superficie del Humedal de Ventanilla; asimismo, con respecto a la cobertura vegetal se determinó que la tasa de cambio entre los años 2003 al 2021, tuvo una disminución de 9.15%, mientras que en la zona árida aumentaron en 3.26% por año. Se concluye que existe un deterioro y reducción en la superficie del Área de Conservación Regional Humedales de Ventanilla, pues en los últimos 18 años la ocupación de su superficie por asentamientos urbanos ha

> ocasionado impactos negativos significativos, generando principalmente la perdida de cobertura vegetal.

Así mismo Montes & Gallardo (2021) mencionan en sus investigación titulado “Estimación de la variabilidad espacio temporal de la cobertura vegetal por la expansión urbana en la Loma de Carabayllo”, lo siguiente:

> Los resultados muestran una disminución total de la cobertura vegetal potencial total para el año 2017 debido a la expansión urbana. Se realizó también una estimación del impacto 10 años a futuro (2017 – 2027) por medio del cálculo de la variación de la superficie de la cobertura vegetal y la expansión urbana. Los resultados muestran que la cobertura vegetal potencial se reduce al 2027 debido a un incremento de la expansión urbana. De lo anteriormente expuesto queda claro que la expansión urbana impacta negativamente en la cobertura vegetal, por lo que es necesario tomar medidas adecuadas si se desea preservar el ecosistema de Loma de Carabayllo.

Gálvez (2019) en su investigación titulado “Impacto de la expansión urbana sobre las lomas costeras del Perú”, concluye lo siguiente:

> El fenómeno de urbanización en los ecosistemas de lomas costeras en el Perú es ocasionado por el sector pobre de la población, quienes viven en situaciones precarias, degradando dicho ecosistema por las incipientes actividades que realizan. La inminente expansión urbana de este sector carece de un planeamiento ordenado del territorio, razón por la que en su mayoría no se llega a brindar los servicios básicos de saneamiento requeridos por la población, siendo este el causante del deterioro ambiental por la necesidad de abastecimiento de aquellos servicios con prácticas

> rudimentarias de la misma población del sector, desarrollándose enfermedades a la salud y generando 12 severos impactos negativos al ambiente, comprometiendo la calidad de vida de la población y la de las futuras generaciones, así como la conservación de estos ecosistemas costeros.

El autor Pérez (2021) menciona en su investigación titulado "Efecto del proceso de urbanización en la alteración del humedal La Bocana, San José, durante los años 2000 – 2021", lo siguiente:

> Los resultados mostraron que el área urbana del distrito de San José se amplió de 52.9 a 143.9 hectáreas, de estas, 18.09 hectáreas (2021) se encontraban dentro del área de estudio. Así mismo, el análisis de las imágenes satelitales mostró que hasta el año 2021 se han reducido 4.04 hectáreas de cuerpos de agua y 5.29 hectáreas de vegetación, por su parte, las áreas agrícolas y ganaderas se han expandido de 1.85 (2002) a 15.34 hectáreas (2021), de la misma manera, las áreas lotizadas cubren un área de 22.69 hectáreas aproximadamente. En consecuencia, se ha determinado que el proceso de expansión urbana ha sido alto, dada la presencia de viviendas, actividades agrícolas y ganaderas, y lotización de áreas dentro de la zona de estudio, además, que ha variado la extensión del humedal notándose principalmente en la desaparición de una de sus lagunas.

2.2. Bases Teóricas

2.2.1. Pérdida de Cobertura Vegetal

La pérdida de la cobertura vegetal desempeña un efecto importante sobre la biodiversidad y el ecosistema, pudiendo fomentar la infertilidad del suelo, calidad del agua, pérdida de la flora y fauna, así mismo afecta las provisiones de bienes y servicios que toda persona por derecho recibe (Nené et al., 2017).

En muchos países los procesos de cambios y transformación que experimentan la cobertura vegetal son considerados como unas de las principales causas para que el deterioro ambiental aumente significativamente, otra causa más común es la influencia antropogénica sobre los recursos forestales (tala clandestina, utilización de madera como materia prima, cambio de uso de suelo para cultivos, invasión para las viviendas, minería ilegal, etc.) (Camacho et al., 2015) citado por (Torre & Rivas, 2019).

2.2.2. Expansión Urbana

La expansión urbana ha sido analizada a lo largo del tiempo, en distintas partes del planeta. La dinámica social, económica y tecnológica, debido a la revolución industrial, fueron determinantes para la formación de espacios urbanos en una ciudad. Existen diversos enfoques que explican la expansión urbana, algunos resaltan que se debe al crecimiento demográfico de las urbes, otros piensan que se debe al mercado de terrenos, otros creen que la industrialización y el aspecto económico atrajo población foránea. Incluso, existen enfoques que analizan el desplazamiento del campo a la ciudad por temas políticos y sociales. Muchos de estos estudios concluyen que el crecimiento modifica el suelo agrícola y de otros usos a suelo urbano, y este cambio ocurre de forma desordenada (Montes & Gallardo, 2021).

2.2.3. Manejo de Imágenes Satelitales

El manejo de las imágenes satelitales se ha convertido en las últimas décadas en un tema de gran interés aplicado a distintas áreas de las ciencias naturales, las ciencias médicas, las ingenierías y las aplicaciones tecnológicas entre otras. Año a año se denota un gran avance en las nuevas tecnologías, las capacidades de almacenamiento y los nuevos sistemas de desplegado, captura e

impresión los cuales van reduciendo sus costos, los que a su vez nos facilitan el desarrollo y manejo de mejor información, los cuales simbolizan un bajo costo de uso (Jaliri, 2020).

2.2.4. Teledetección

La teledetección es una forma de medición y observación a distancia que se realiza mediante objetos que permiten el escaneo o grabación a tiempo real como pueden ser satélites o radares. La teledetección está especialmente recomendada cuando el objeto que queremos observar está demasiado lejos como para hacer una medición directa (como en la astronomía), cuando se pretende no alterar el objeto de estudio (como sucede en la arqueología o con las obras de arte), y cuando se ha de hacer una observación a distancia a propósito (como para detectar las condiciones meteorológicas de los próximos días) (Ingeoexpert, 2018).

2.2.5. Restauración de bosques

La restauración forestal ha cobrado fuerza en los últimos años. Mientras que los esfuerzos internacionales se han centrado principalmente en frenar la deforestación, probablemente la conservación de los bosques existentes, con el crecimiento de la población y el cambio climático no sea suficiente. La restauración forestal es una de las estrategias más prometedoras para abordar algunos de los principales problemas medioambientales de nuestros tiempos. La transformación de tierras improductivas en paisajes productivos y funcionales proporcionarían múltiples beneficios a la sociedad y a futuras generaciones (Argimon, 2016).

2.2.6. Cobertura Vegetal

Es todo tipo de cubierta de vegetación que se pueda encontrar en la superficie de la tierra que contienen diferentes tipos de biomasa

con características diferentes físicas y ambientales, como los pastizales hasta las áreas boscosas (Morales et al., 2016).

La cobertura vegetal es la superficie terrestre recubierta por vegetación de forma natural o por acción humana, agrupa una gran biomasa y diversidad de especies (Montes & Gallardo, 2021).

2.2.7. Urbanización en el Perú

En el Perú la población urbana también se encuentra en constante aumento, según datos del INEI la población urbana en 1940 era un poco más de dos millones; en 1972, más de ocho millones; y en 2007, superó los veinte millones de personas. En cuanto al porcentaje de la población urbana en relación a la población total, en 1940 era el 35,4% de la población total, en 1972 alcanzaba el 59,5% y en el 2007 creció al 75.9%. De modo que, si bien el proceso de urbanización se mantiene en aumento, este crecimiento va perdiendo intensidad, coincidiendo con la tendencia mundial, el crecimiento es cada vez menor por las migraciones desde zonas rurales y es más importante el crecimiento vegetativo de la población. (INEI, 2011) citado por (Moschella, 2013).

2.2.8. Importancia de los Bosques

Sin los bosques no tendríamos ni aire puro, ni agua potable ni muchos de los alimentos que necesitamos para vivir. Estamos, por tanto, en deuda con ellos. Sin embargo, la deforestación avanza poniendo en peligro unos ecosistemas de los que depende la riqueza natural del planeta y su capacidad para enfrentarse al cambio climático (IBERDROLA, s. f.).

2.3. Definición de Términos Básicos

- **Bosques Primarios:** Es un ecosistema boscoso con vegetación original, caracterizado por la abundancia de árboles maduros de especies del

dosel superior o dominante, que ha evolucionado de manera natural y que ha sido poco perturbado por actividades humanas o causas naturales (MIDAGRI, s. f.).

- **Bosques Secundarios:** Es aquella vegetación leñosa de carácter sucesional que se desarrolla sobre tierras cuya vegetación original fue destruida por actividades humanas (MIDAGRI, s. f.).

- **Cobertura Vegetal:** Es la superficie terrestre recubierta por vegetación de forma natural o por acción humana; agrupa una gran biomasa y diversidad de especies. Se entiende como cobertura vegetal, a toda vegetación que ocupa un área determinada cumpliendo un rol importante dentro de un ecosistema; sirve de fuente de alimentos, energía y refugio para la fauna silvestre (Montes & Gallardo, 2021).

- **Invasiones:** Son ocupaciones ilegales, paulatinas o violentas, de terrenos estatales o privados. Contrariamente a lo que muchos podrían pensar, las invasiones no son espontáneas, sino que son producto de una detallada elaboración intelectual (Cayo & Alexandra, 2021).

- **Expansión Urbana:** Es un fenómeno que afecta a las ciudades emergentes de gran crecimiento y poco control territorial; se caracteriza por ocupar espacios destinados a otros tipos de uso, en su mayoría carecen de criterios técnicos para establecerse ocasionando diseños ineficientes de calles y vías; y un bajo valor estético. Por su escaza planificación las expansiones urbanas no están conectadas a un sistema integral de transporte, volviéndose dependientes de transportes personales y/o informales; a su vez, carecen de instalaciones necesarias para el desarrollo óptimo de una ciudad (Montes & Gallardo, 2021).

- **Teledetección:** Es la técnica de adquisición de datos de la superficie terrestre desde sensores instalados en plataformas espaciales. La interacción electromagnética entre el terreno y el sensor, genera una serie de datos que son procesados posteriormente para obtener información interpretable de la Tierra (IGN, 2020).

CAPÍTULO III
METODOLOGÍA

3.1. Método de Investigación

3.1.1. Tipo de Investigación

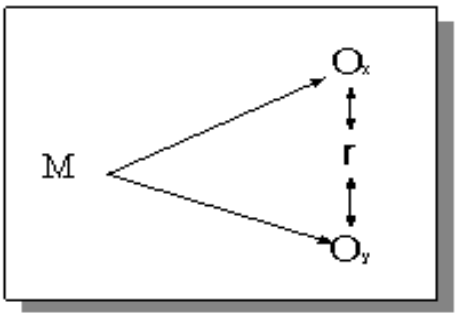
De acuerdo con (Rojas, 2015) la investigación Observacional, Exploratoria, “No experimental”. El estudio tendrá una investigación de tipo exploratoria y descriptiva, el primer enfoque permitirá examinar y familiarizar con el área de estudio, identificar patrones, tendencias y posibles relaciones entre variables clave como la extensión de los bosques, la fragmentación del hábitat y la degradación forestal y el segundo enfoque permitirá recopilar datos detallados y generar información precisa y objetiva sobre estos aspectos, lo que servirá como base para la toma de decisiones y la implementación de medidas de manejo y conservación.

3.1.2. Nivel de Investigación

Investigación tendrá un Nivel Descriptivo: En el estudio se va a describir y caracterizar el estado actual de los bosques primarios y secundarios a lo largo de la Carretera Federico Basadre (Km.10 – Km. 30) afectados por las invasiones y urbanizaciones en los distritos objetos del estudio; así como identificar áreas prioritarias para la conservación y restauración.

3.1.3. Diseño de la Investigación

El diseño metodológico utilizado en la presente investigación es No experimental, exploratoria y descriptiva; la gráfica es la siguiente:



Según la gráfica, “M” es la muestra por el que se realiza la investigación y los sub – índices X, Y en cada O, indican las observaciones y descripciones obtenidas en cada una de las dos variables distintas del presente caso; finalmente la “r” hace alusión a la posible relación existente entre las variables del estudio (Hernández et al., 2006).

3.2. Población, muestra y ubicación

3.2.1. Población

La población en este caso son las áreas comprendidas desde el Km. 10 hasta el Km. 30, hasta 10 Km. en ambas márgenes de la Carretera Federico Basadre, que equivale a un área de 39,928 hectáreas.

3.2.2. Muestra

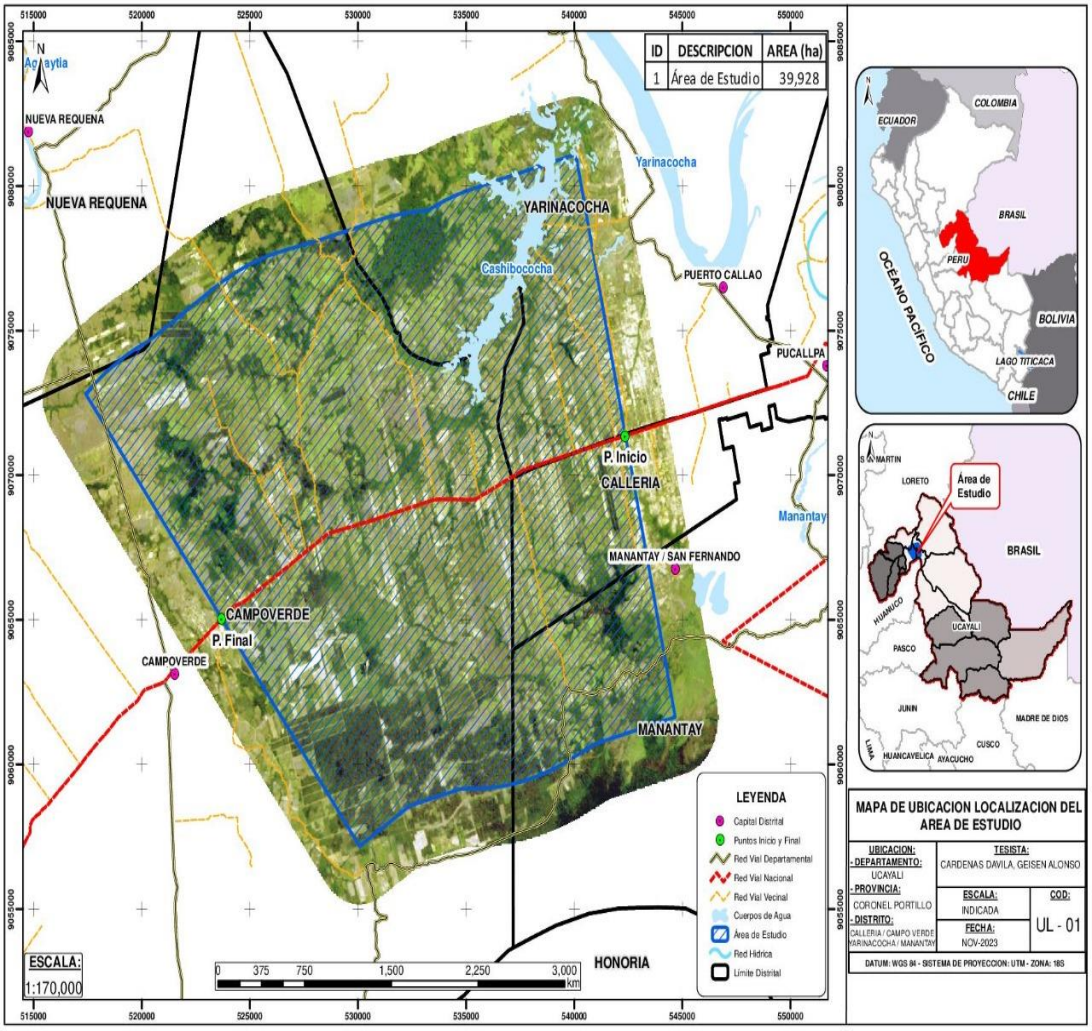
La muestra tiene las mismas áreas de la población, comprendidas desde el Km. 10 hasta el Km. 30, hasta 10Km. en ambas márgenes de la Carretera Federico Basadre, con una extensión de 39,928 hectáreas.

3.2.2. Ubicación del Estudio

El estudio se realizará a partir del Km. 10 hasta el Km. 30 de la CFB que comprende parte de los distritos de Yarinacocha, Manantay (Km.

10 al 14) y a partir del Km. 14 hasta el Km. 30 al distrito de Campo Verde.

Figura 1. *Ubicación del área de estudio*



3.3. Procedimiento de recolección de datos

Para la obtención o recolección de los datos, se usaron instrumentos: Ficha de registro de areas deforestadas en el área de estudio. Las técnicas a utilizar en la recolección de datos fueron la observación y el registro de datos sobre la cantidad de deforestación que se encuentra en el area de estudio y cuanto de bosque queda en total, obtenidas de las imágenes satelitales.

3.4. Técnicas e instrumentos para recolección de datos

3.4.1. Técnicas

Las Técnicas que se utilizaron en la investigación fueron las siguientes:

- Observación Directa
- Revisión de Registros Existentes o de Datos.

Para el presente estudio se estableció el Monitoreo Satelital que determina el uso de imágenes satelitales; es crucial para evaluar cambios en la cobertura vegetal y la vulnerabilidad forestal. Estas imágenes permiten detectar alteraciones en el ecosistema a lo largo del tiempo, facilitando la identificación de áreas afectadas por invasiones o urbanización.

Mediante estas técnicas se pudo trabajar con los datos de las imágenes satelitales del área de estudio para conocer la deforestación total, y poder lograr los resultados esperados.

3.4.2. Instrumentos

Los instrumentos que se utilizaron para realizar la investigación fueron las siguientes:

- **Sistemas de Información Geográfica (SIG)**
  Los SIG son herramientas esenciales para el análisis espacial de los datos recolectados. Permiten integrar información geoespacial con los resultados del monitoreo satelital y de campo, facilitando la visualización y análisis de patrones en la vulnerabilidad forestal

- **Ficha de registro de Deforestación y de Bosque**
  Se crearon fichas de registro de las deforestaciones que se presentan en el area de estudio, para saber cuántas Ha de bosque fueron consumidas por la actividad del hombre, y así mismo saber cuántas Ha de bosque quedan vigentes.

3.5. Procesamiento para recolección de datos

Se utilizó las imágenes satelitales que se obtienen de la plataforma Google Earth Engine (GEE) empleando códigos de descarga de las imágenes de los periodos 2001 – 2005 – 2010 – 2015 – 2020 – 2023. Dicho método implica registrar de manera sistemática, valida y confiable de los comportamientos y situaciones observables utilizando un conjunto de categorías y sub categorías.

Se seleccionó el área de interés y el conjunto de imágenes adecuado para generar un mosaico por año, se utilizó Landsat5, Landsat7 y Landsat8 en GEE. Luego se Filtraron los datos de las imágenes por parámetros específicos, como las fechas se usó el rango de 01 de enero al 31 de diciembre por año, se usó imágenes con 20% de cobertura de nubes y para las bandas espectrales relevantes se usó "SR_B3", "SR_B2", "SR_B1, para asegurar la calidad de los datos.

Para realizar una clasificación supervisada, es necesario contar con muestras representativas de cada clase que se desea identificar (Bosque, Cuerpo de Agua, Pastizal, Suelo Desnudo, Expansión Urbana). Estas muestras se generan mediante la creación de puntos o polígonos en la plataforma GEE, etiquetando manualmente las clases correspondientes o utilizando datos de referencia si están disponibles. Cada punto o polígono de entrenamiento en el área de estudio se asocia con los valores espectrales (valores de reflactancia) de las bandas seleccionadas. Estos valores fueron utilizados por el algoritmo para identificar patrones y diferenciar clases.

Para la clasificación de algoritmos, Google Earth Engine ofrece varios algoritmos de clasificación supervisada, como Random Forest, Support Vector Machine (SVM) y Classifier Cart. Se seleccionó el método de clasificación datosRandom Forest. En el script, el clasificador se entrena utilizando muestras de entrenamiento (sampleRegions) y luego se clasifica la imagen utilizando el método classify. La evaluación del modelo se realiza mediante la matriz de confusión, proporcionando métricas como la precisión general, el índice de Kappa, la precisión del consumidor y del productor, que son esenciales para evaluar el rendimiento de la clasificación. En cada sitio de muestreo, mediante las imágenes satelitales se recopilaron datos sobre la cobertura forestal, la evidencia de degradación forestal y otros parámetros relevantes. Una vez completado la recopilación de datos, se realizaron los análisis estadísticos para evaluar el estado de los bosques en cada estrato y en el área de estudio en su conjunto. Se identificaron áreas prioritarias para la conservación y restauración en función de los resultados obtenidos y se elaboraron recomendaciones para la gestión forestal sostenible**.**

3.6. Tratamiento de datos

La información se obtuvo primero de la obtención de datos escritos que fueron procesados al programa Excel para el orden correspondiente, donde se procesó la información en el programa SPSS 25.

Las pruebas que se realizaron fueron por un:

Análisis Descriptivo: Para cada variable se realizó estadísticas descriptivas.

Análisis Exploratorio: Nos proporciona una visión general de los datos, identifica patrones y estructuras, detecta valores atípicos, explora la distribución de variables, valida suposiciones, y ayuda en la preparación de datos para análisis más avanzados.

CAPÍTULO IV
RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Resultados

En este capítulo se muestran los resultados de forma ordenada y relacionada, con los parámetros y criterios que permitieron realizar la investigación sobre el Monitoreo ambiental satelital de la vulnerabilidad forestal ante invasiones y urbanización en la ruta Federico Basadre (Km. 10 - Km. 30).

4.1.1. Determinar la extensión total de los bosques secundarios en el área de estudio.

El análisis de los resultados sobre el Monitoreo ambiental satelital de la vulnerabilidad forestal en la ruta Federico Basadre (Km. 10 - Km. 30) revela tendencias significativas en la cobertura del suelo para el año 2023.

A continuación, se presentan los hallazgos más relevantes:

Cobertura forestal

En el año 2001, la superficie de bosque remanente o secundario era de 19,827 hectáreas. A lo largo de los años, se observó un ligero aumento en la cobertura boscosa: en 2005 se registraron 2,562 hectáreas más; en 2010, un incremento de 1,727 hectáreas; y en 2015, un aumento de 2,131 hectáreas con respecto a la línea base. Sin embargo, en 2020 se produjo una notable disminución de 6,614 hectáreas. Esta tendencia a la baja se acentuó en 2023, cuando la deforestación acumuló más de 8,058 hectáreas, dejando un total de solo 13,900 hectáreas de bosque remanente. Estas cifras descendentes indican una preocupante tendencia hacia la eliminación de los bosques. Si no se implementan acciones efectivas de conservación, existe un alto riesgo de que estos ecosistemas desaparezcan por completo, lo que tendría graves consecuencias para la biodiversidad y los hábitats que albergan diversas especies animales propias de la región.

Pastizales y Uso del Suelo

La ganadería el 2001, era significativa a nivel de nuestra region, eso se evidencia en la zona de estudio, cuyos pastizales cubrían 19,335 hectáreas, indicando una actividad agrícola o ganadera extensa. Los pastizales a lo largo de estos años han fluctuado entre su disminución y crecimiento, reportando el año 2015 la más baja disminución con 10,827 hectáreas, posiblemente debido a una mayor ocupación del suelo por otros usos, como la expansión urbana y la agricultura intensiva. Esta tendencia plantea preocupaciones sobre la sostenibilidad del uso del suelo y la biodiversidad en la zona de estudio.

Cuerpos de agua

Disminución de Cuerpos de Agua: Se ha observado una disminución en los cuerpos de agua, que ahora ocupan 335 hectáreas. Este cambio puede estar relacionado con alteraciones en el uso del suelo o variaciones en la disponibilidad hídrica, lo que podría afectar tanto a los ecosistemas acuáticos como a las comunidades que dependen de estos recursos.

Expansión urbana

El crecimiento urbano es muy notorio ya que el 2001 tiene un registro de 135 has, y que a lo largo de los años se observó que la expansión urbana ha continuado su tendencia al alza, alcanzando 3,874 hectáreas el año 2023. Este crecimiento, impulsado por invasiones y desarrollos urbanos, indica una presión creciente sobre los ecosistemas locales y resalta la necesidad urgente de implementar estrategias efectivas de planificación urbana y conservación.

Suelo Desnudo

Reducción de Suelo Desnudo: El suelo desnudo ha aumentado de 7,622 has. a 10,966 hectáreas, por lo que nos demuestra que es un indicador preocupante, que puede señalar problemas relacionados con la degradación del suelo y la deforestación reciente. La gestión adecuada del suelo es crucial para prevenir la erosión y mantener la salud ecológica.

Estos hallazgos se pueden observar claramente en la Figura 2, que a continuación se presenta.

Figura 2.
Extensión de los bosques secundarios



Estadísticos descriptivos:

-Media (promedio) del cambio en la cobertura forestal: -1654.4 has**.**
- Varianza: 18,273.723 hectáreas
-Desviación estándar: 4,275.9 hectáreas

Interpretación:

Media (–1,450.4 ha):
Esto significa que, en promedio, cada uno de esos años analizados presentó una pérdida neta de aproximadamente 1,450 hectáreas de bosque. Aunque algunos años (como 2005, 2010 y 2015) tuvieron aumentos, las grandes pérdidas en 2020 y 2023 arrastran el promedio hacia lo negativo.

Varianza (18,273.723):
La varianza es una medida de cuánta variación hay entre los diferentes valores. Un número tan alto indica que los cambios anuales fueron muy dispares entre sí (algunos muy positivos, otros muy negativos).

Desviación estándar (4,275.9 ha):
Esta cifra indica que, en promedio, los valores de cambio en cobertura boscosa se desvían unos 4,276 ha del promedio (–1,450 ha). Es decir, hay una gran variabilidad, lo que sugiere que la tendencia no ha sido estable, sino marcada por eventos drásticos de pérdida forestal.

Aunque hubo años con ganancias de bosque, el promedio es negativo y la alta variabilidad señala una situación volátil e inestable, con eventos recientes de deforestación muy severos. Esta combinación es una fuerte alerta sobre la necesidad de tomar medidas urgentes.

Hipótesis específica 1:

La extensión total de los bosques secundarios en el área de estudio se ha reducido significativamente debido a las actividades de invasiones y urbanizaciones.

Según los estadísticos descriptivos, se acepta la Hipótesis 1.

4.1.2. Evaluar el grado de fragmentación del hábitat forestal causado por actividades humanas, como invasiones y urbanización

El análisis de la fragmentación del hábitat forestal y los cambios en la cobertura del suelo en la ruta Federico Basadre (Km. 10 - Km. 30) entre 2001 y 2023 revela una dinámica compleja influenciada por actividades humanas, como las invasiones, urbanizaciones y la ganadería, en donde se presentan las diferentes tablas y figuras que evidencian una evolución de la cobertura del área en estudio desde el 2001 al 2023.

Evolución de la Cobertura del Suelo (2001-2005):

Tabla 1.
Evolución de la cobertura del suelo 2001

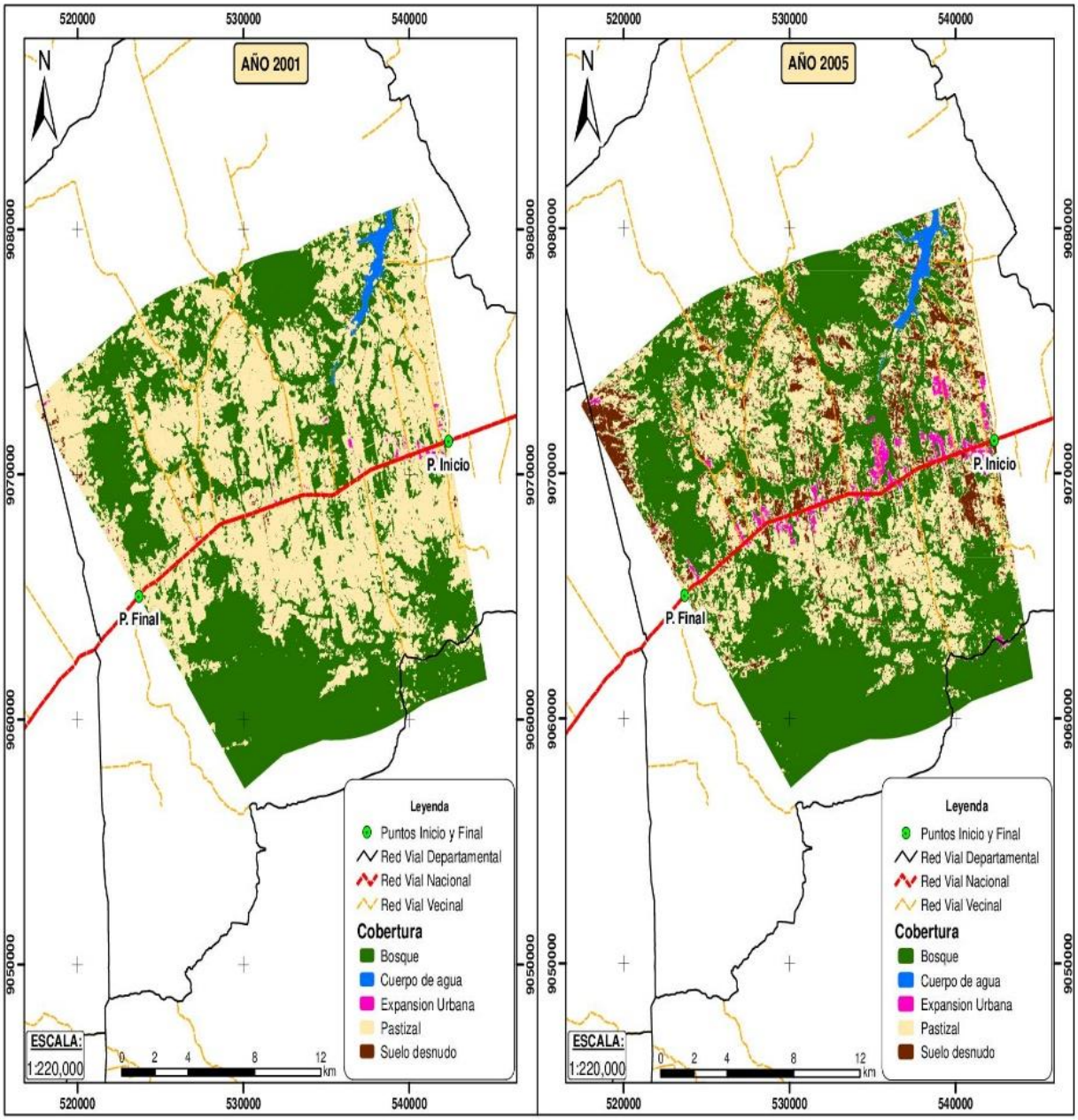
2001		
Cobertura	**Área (ha)**	**Descripción**
Bosque	19,827	Representando un paisaje predominantemente natural.
Cuerpo de agua	303	Con un ecosistema acuático relativamente estable.
Expansión Urbana	135	Reflejando un desarrollo urbano incipiente.
Pastizal	19,335	Indicando áreas dedicadas a la agricultura o ganadería.
Suelo desnudo	329	Mostrando baja presión humana
TOTAL	**39,928**	

Tabla 2.
Evolución de la cobertura del suelo 2005

2005		
Cobertura	**Área (ha)**	**Descripción**
Bosque	22,389	Posiblemente establecimiento de purmas forestales o monocultivos
Cuerpo de agua	323	Estables en hectáreas
Expansión Urbana	691	Incremento, señalando un inicio de invasiones
Pastizal	13,088	Reducción de hectáreas, indicando cambios en el uso de la tierra.
Suelo desnudo	3,437	Aumento de hectáreas, sugiriendo degradación
TOTAL	**39,928**	

En la Figura 3, se puede apreciar la comparación del grado de fragmentación del hábitat forestal causado por invasiones desde el 2001 al 2005.

Figura 3.
Grado de fragmentación del hábitat forestal causado por invasiones y urbanización 2001 - 2005

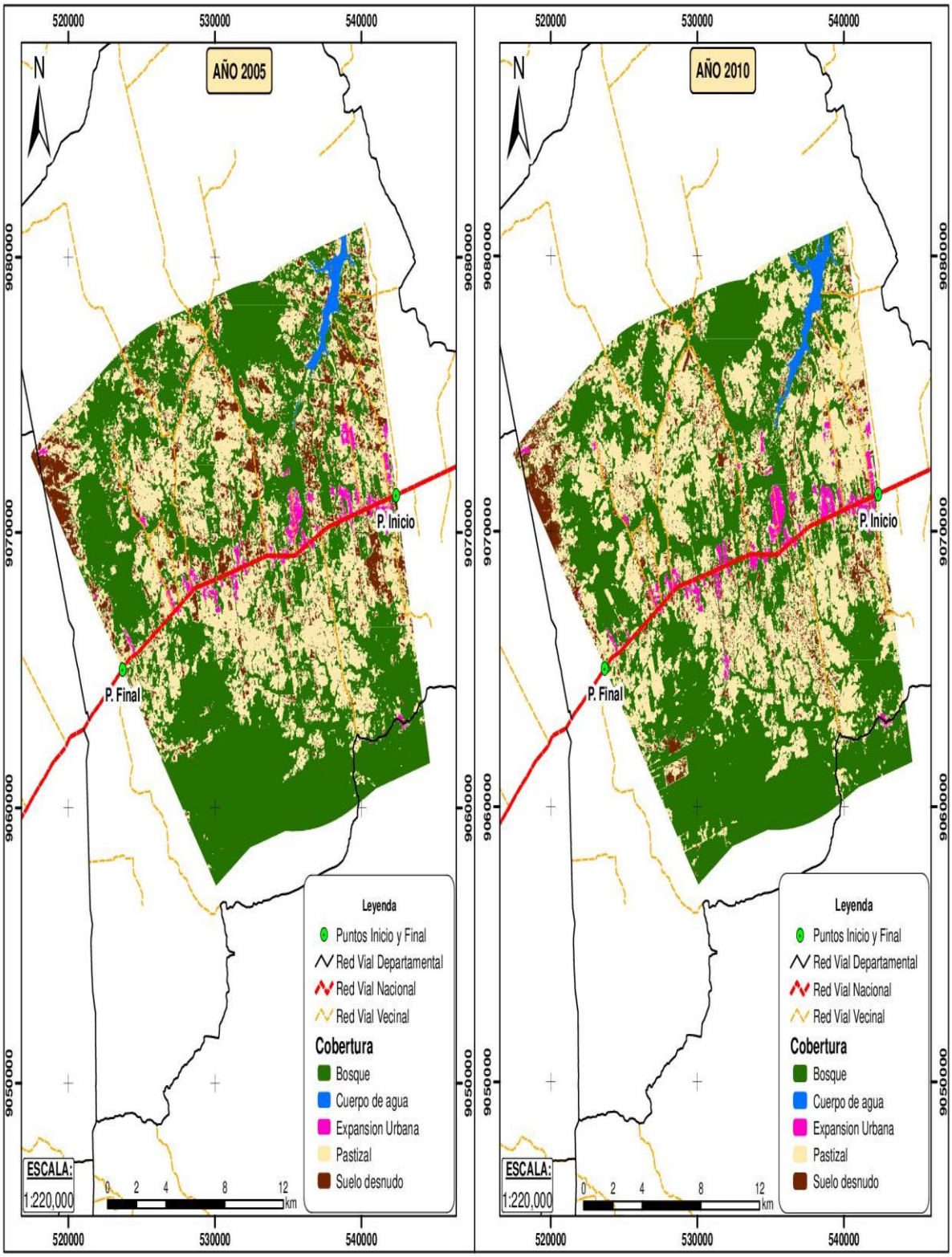


Evolución de la Cobertura del Suelo (2010):

Tabla 3.
Evolución de la cobertura del suelo 2010

2010		
Cobertura	**Área (ha)**	**Descripción**
Bosque	21,554	Disminución de has., presión sobre los recursos forestales.
Cuerpo de agua	396	Incremento de la superficie de agua
Expansión Urbana	870	Crecimiento de has.
Pastizal	14,954	Aumento de has., conversión del bosque hacia usos agrícolas
Suelo desnudo	2,155	Reducción de has., indicando mejora en la cobertura del suelo
TOTAL	**39,928**	

Figura 4.
Grado de fragmentación del hábitat forestal causado por invasiones y urbanización 2005 - 2010

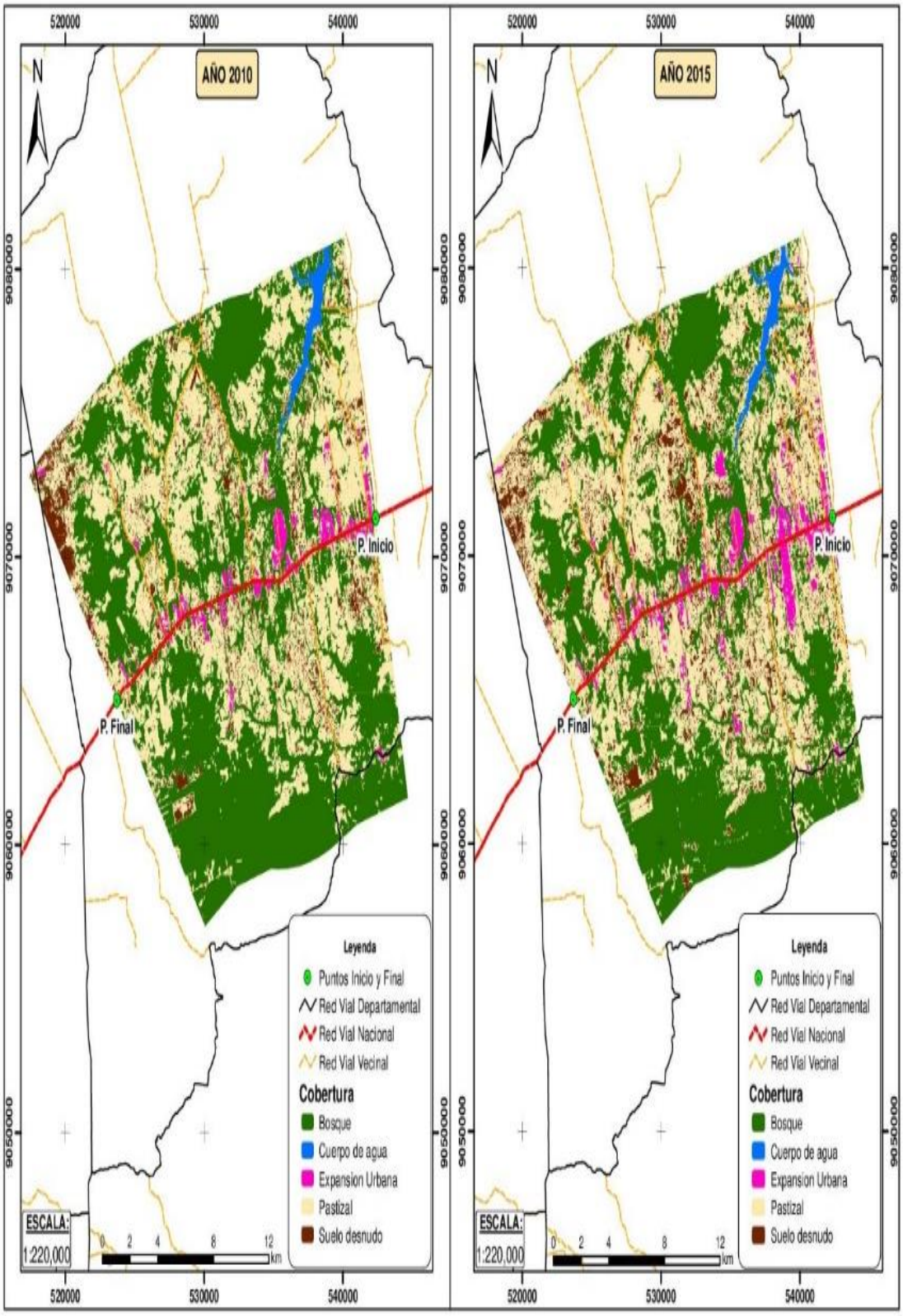


Evolución de la Cobertura del Suelo (2015):

Tabla 4.
Evolución de la cobertura del suelo 2015

2015		
Cobertura	**Área (ha)**	**Descripción**
Bosque	21,958	Aumento leve de has., posiblemente a plantaciones forestales.
Cuerpo de agua	412	Incremento de la superficie de agua
Expansión Urbana	1,683	Notable aumento de has. Reflejando un ritmo acelerado de Invasiones y urbanización
Pastizal	10,857	Disminución de has., sugiriendo cambios hacia otros usos de la tierra.
Suelo desnudo	5,018	Incremento significativo de has., vinculado a la deforestación y abandono de la ganadería.
TOTAL	**39,928**	

Figura 5.
Grado de fragmentación del hábitat forestal causado por invasiones y urbanización 2010 - 2015



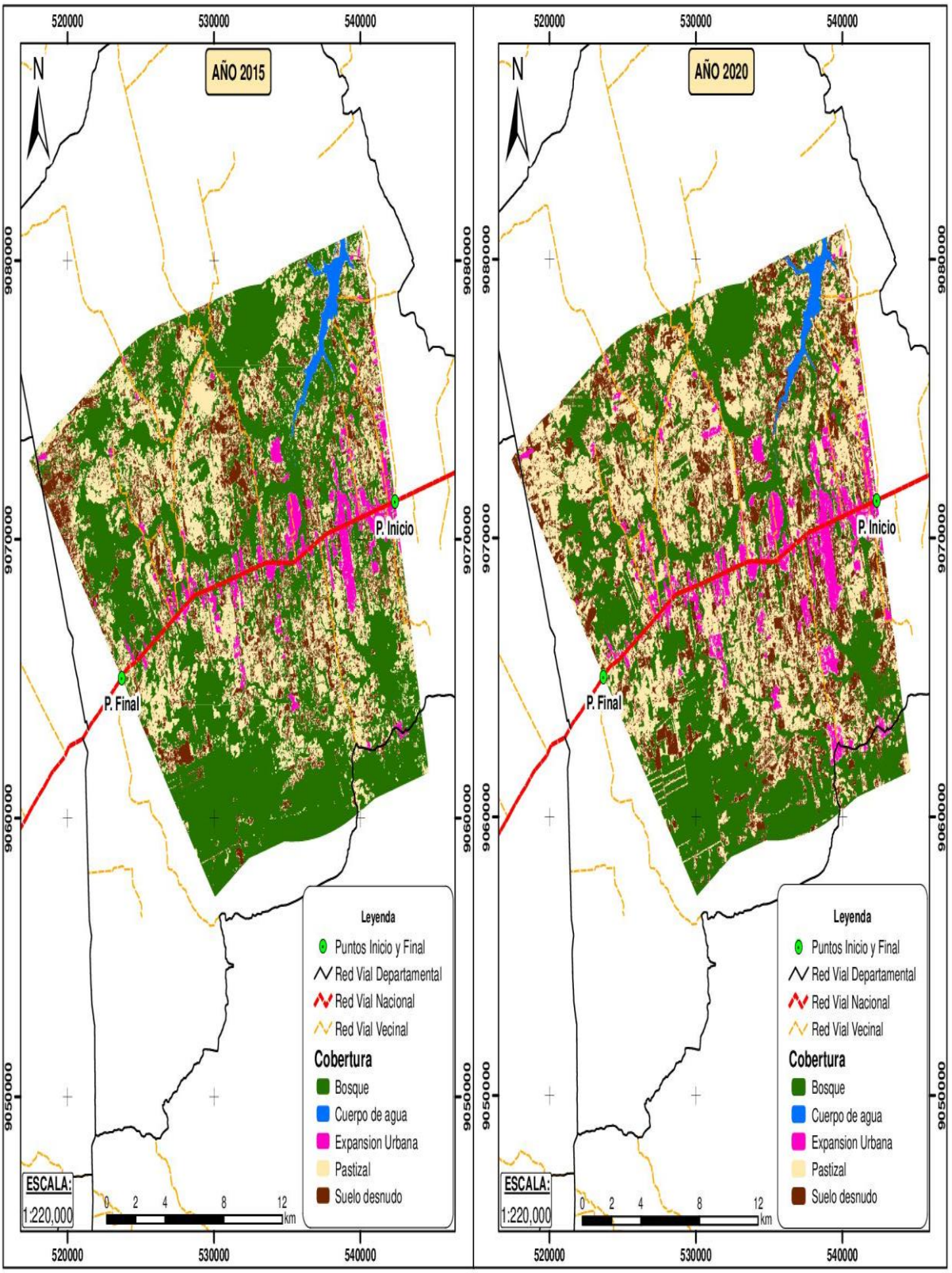
Evolución de la Cobertura del Suelo (2020):

Tabla 5.

Evolución de la cobertura del suelo 2020

2020		
Cobertura	**Área (ha)**	**Descripción**
Bosque	15,344	Fuerte reducción de has., indicando intensa presión sobre los bosques.
Cuerpo de agua	415	Estables, casi constantes
Expansión Urbana	2,343	Aumento considerable, con una aceleración fuerte.
Pastizal	14,203	Aumento de expansión agropecuaria
Suelo desnudo	7,622	Crecimiento significativo, resultado probable a deforestación
TOTAL	**39,928**	

Figura 6.
Grado de fragmentación del hábitat forestal causado por invasiones y urbanización 2015 - 2020



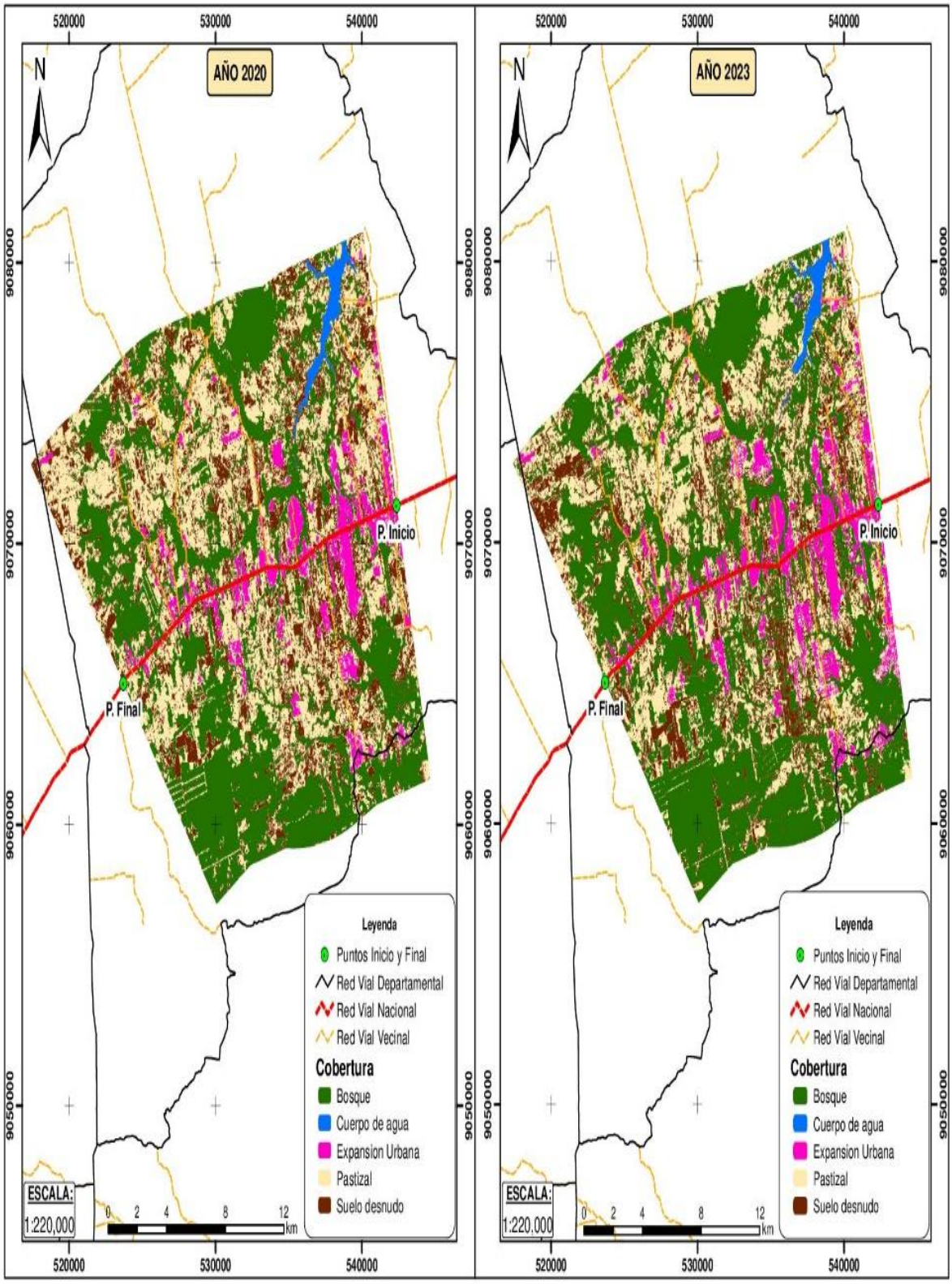
Evolución de la Cobertura del Suelo (2023):

Tabla 6.

Evolución de la cobertura del suelo 2023

2023		
Cobertura	**Área (ha)**	**Descripción**
Bosque	13,900	Disminución de la cobertura del bosque secundario (entre 900 a 1500 fragmentos)
Cuerpo de agua	335	Disminución de has, lo que podría relacionarse con cambios en el uso del suelo o disponibilidad hídrica
Expansión Urbana	3,074	Continua en aumento, evidenciando un crecimiento urbano persistente
Pastizal	16,150	Reducción de has, posiblemente por mayor ocupación del suelo para otros usos
Suelo desnudo	6,469	Reducción ligera de has, sigue siendo motivo de preocupación por posible degradación o desforestación reciente.
TOTAL	**39,928**	

Figura 7.
Grado de fragmentación del hábitat forestal causado por invasiones y urbanización 2020 - 2023



En la Tabla 7, se observa la evolución de la cobertura del suelo de las 39,928 has. objeto del estudio y como las diferentes actividades dentro del área trae como consecuencia la fragmentación de los bosques secundarios, teniendo a la expansión urbana y los pastizales como de los ejes principales para el deterioro de los ecosistemas, tal como se observan en las Figuras 8, 9 y 10.

Tabla 7.

Evolución de la cobertura del suelo 2001 al 2023 por diferentes actividades humanas en hectáreas.

AÑOS	BOSQUE	PASTIZAL	EXPANSION URBANA	SUELO DESNUDO	CUERPO DE AGUA
2001	19,827	19,335	135	329	303
2005	22,389	13,088	691	3,437	323
2010	21,554	14,954	870	2,155	396
2015	21,958	10,857	1,683	5,018	412
2020	15,344	14,203	2,343	7,622	415
2023	13,900	11,653	3,074	10,966	335

Figura 8.

Evolución de la cobertura del suelo 2001 al 2023 causado por y diferentes actividades antrópicas.

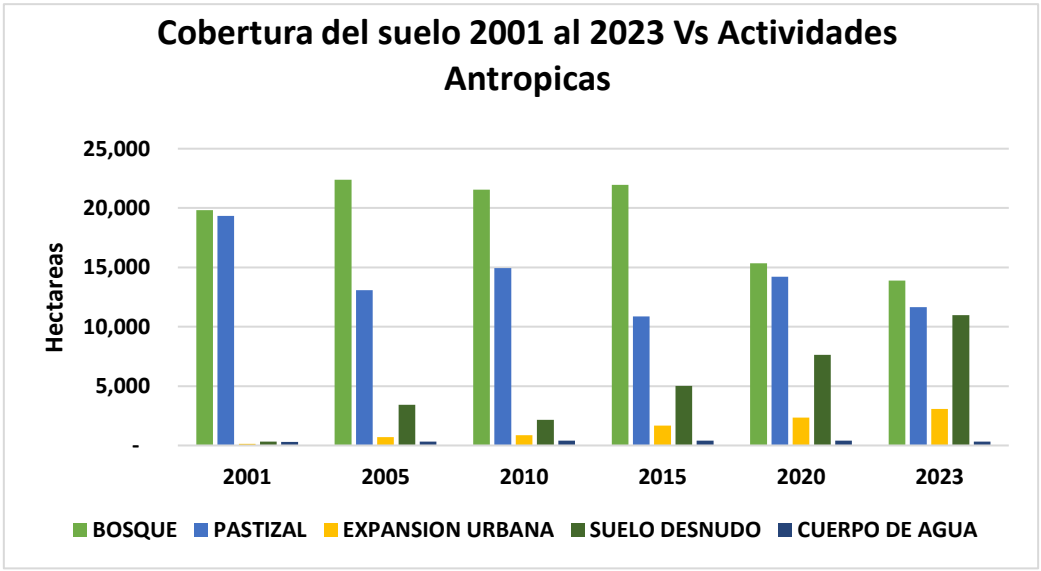


Figura 9.
Evolución del bosque 2001 al 2023 y su vulnerabilidad por invasiones y urbanización.

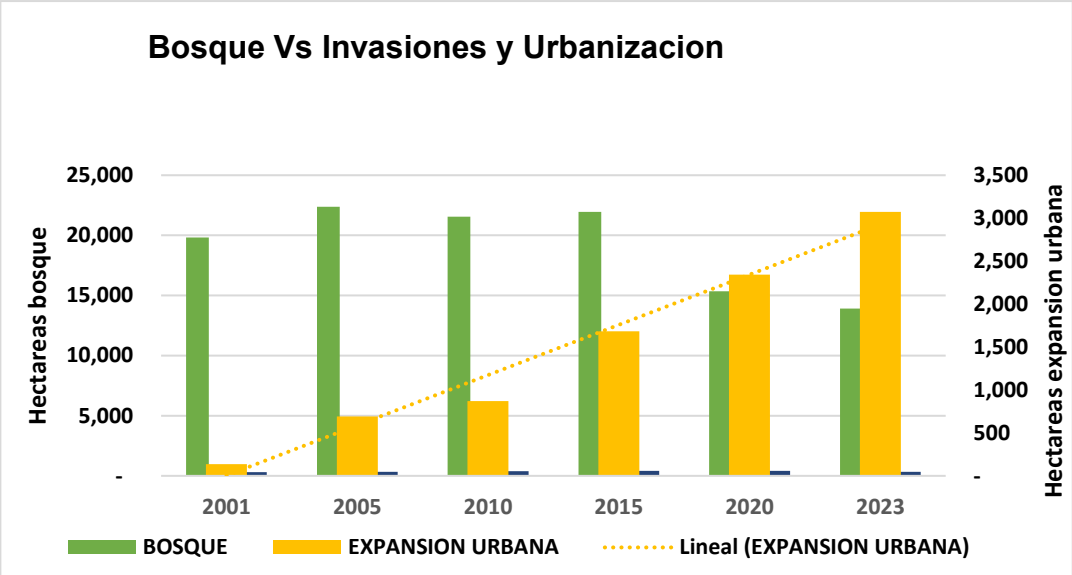
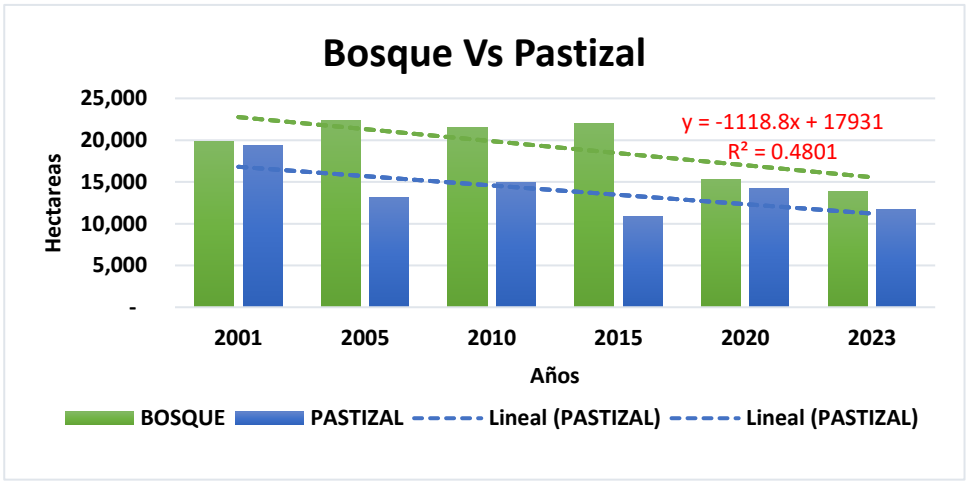


Figura 10.
Evolución del bosque 2001 al 2023 y su vulnerabilidad por pastizales.



Modelo de Regresión Lineal Múltiple para Bosque, Expansión urbana, y Suelo desnudo

Ecuación:

$Bosque = \beta 0 + \beta 1(Expansión\ Urbana) + \beta 2(Suelo\ Desnudo) + \epsilon$

Hipótesis nula (H_0): No hay relación entre las variables ($\beta 1 = \beta 2 = 0$).

Hipótesis alternativa (H_1): Al menos una variable explica la pérdida de bosque (β1≠0 o β2≠0).

Tabla 8.

Modelo de Regresión Lineal Múltiple para Expansión urbana y Suelo desnudo en los bosques.

Variable	Coeficiente (β)	Error Estándar	Valor *t*	*p*-valor
Intercepto (β_0)	20,105.7	1,200.4	16.75	<0.001
Expansión Urbana (β_1)	**–2.91**	0.45	–6.47	0.003
Suelo Desnudo (β_2)	**–0.82**	0.12	–6.83	0.002

-Por cada 1 ha de expansión urbana, el área de bosque disminuye 2.91 ha (*p* < 0.05).

-Por cada 1 ha de suelo desnudo, el área de bosque disminuye 0.82 ha (*p* < 0.05).

Tanto la expansión urbana como el suelo desnudo están negativa y significativamente correlacionados con la cobertura de bosque (*p* < 0.05).

La expansión urbana tiene un impacto 3.5 veces mayor que el suelo desnudo (β_1 = –2.91 vs. β_2 = –0.82).

Hipótesis específica 2:

El grado de fragmentación del hábitat forestal en la región de la Carretera Federico Basadre (Km. 10 - Km. 30) está directamente relacionado con la intensidad de las invasiones y urbanizaciones, resultando en una mayor fragmentación en áreas con mayor presión humana.

Los resultados validan la hipótesis 2: notándose que la fragmentación forestal está impulsada por actividades humanas, especialmente invasiones/urbanizaciones.

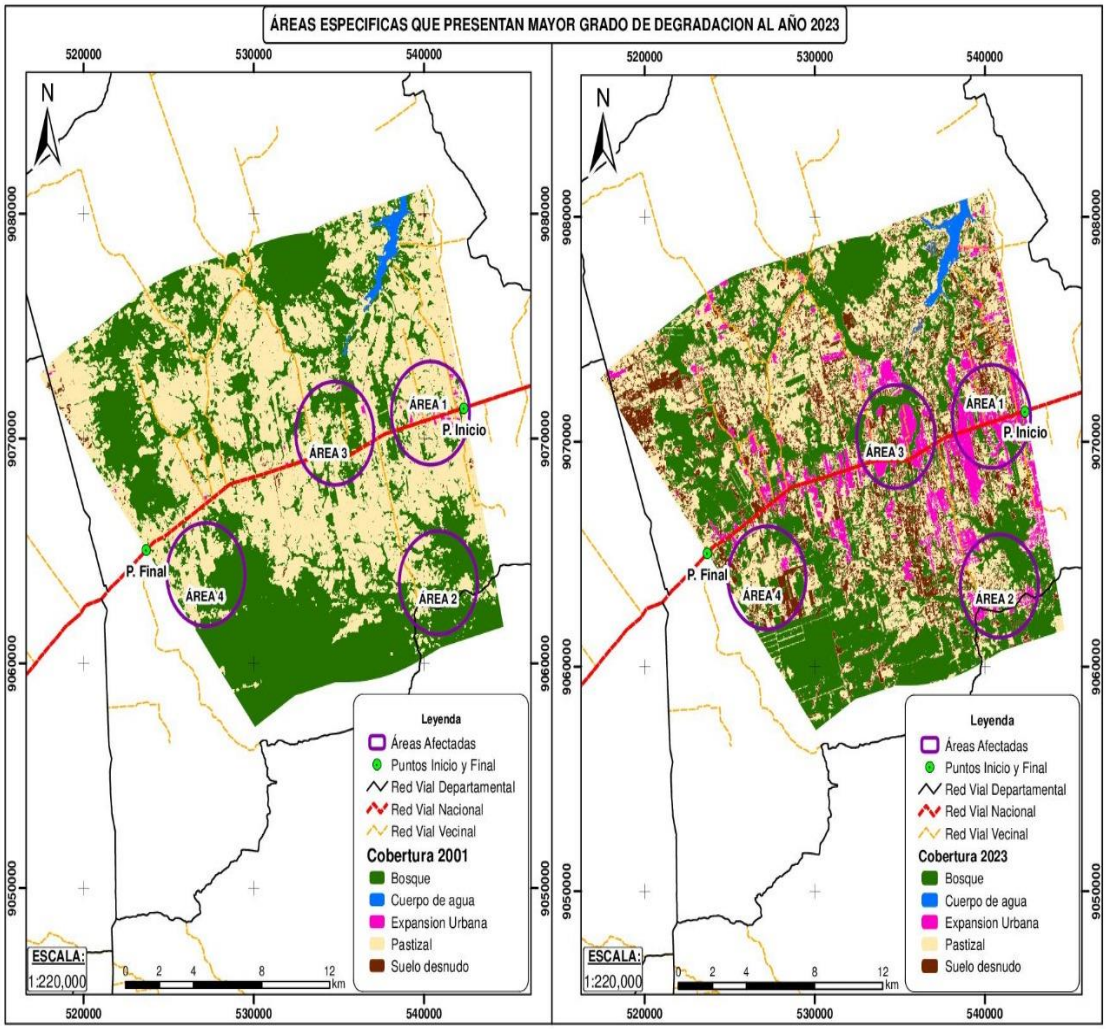
4.1.3. Identificar áreas específicas dentro del tramo de la Carretera Federico Basadre (Km. 10 - Km. 30) que presenten un mayor grado de degradación forestal.

En la Figura 11, se presenta un análisis comparativo de la cobertura del suelo en el año 2001 y en 2023. En 2001, las áreas marcadas en amarillo claro representan pastizales, mientras que las áreas en verde indican bosques secundarios, mostrando una proporción de 1:1 entre ambas categorías. En el año 2023, las áreas de color fucsia indican la presencia de invasiones, asentamientos humanos y urbanizaciones privadas, junto con pequeñas áreas dedicadas a la ganadería. Se observa un aumento notable en las zonas verdes, que incluyen pastizales, purmas y reforestaciones realizadas por empresas privadas.

La comparación entre los bosques en 2001 y 2023 presenta ciertos desafíos interpretativos. En particular, la zona central a lo largo del eje de la Carretera Federico Basadre, específicamente entre el Km. 10 y Km. 20, muestra una concentración significativa de asentamientos humanos, invasiones y urbanizaciones que están en proceso de venta de lotes. Estas áreas han experimentado una degradación más intensa de los bosques secundarios debido a la expansión urbana. La Fragmentación del bosque según las imágenes satelitales revelan patrones de deforestación en parches, típicos de procesos de ocupación gradual. Impacto diferenciado por proximidad a la carretera. Las áreas más degradadas se localizan entre 0 y 5 km de la carretera principal, donde la presión antropogénica es mayor debido a la facilidad de acceso. Entre 5 y 10 km de distancia, la degradación disminuye progresivamente, pero persisten focos asociados a vías secundarias o quebradas utilizadas para extracción de recursos.

En los extremos del área de estudio, se encuentran bosques adaptados a humedales que permanecen casi intactos, gracias a su difícil accesibilidad. Estos bosques son vitales para la conservación de la biodiversidad local y actúan como barreras naturales contra la erosión y la contaminación.

Figura 11.
Mayor grado de degradación forestal por invasiones y urbanización en 4 áreas.



Hipótesis específica 3:

Existen áreas específicas dentro del tramo de la Carretera Federico Basadre (Km. 10 - Km. 30) que presentan un mayor grado de degradación forestal, especialmente cerca de asentamientos humanos y vías de acceso**.**

Se acepta la Hipótesis especifica 3, ya que el estudio permitió identificar cuatro zonas críticas dentro del tramo analizado (Km 10–Km 30 de la Carretera Federico Basadre, a 10 km de ambas márgenes) donde la degradación forestal es más severa. Estas áreas se caracterizan por la proximidad a asentamientos humanos irregulares: La expansión de

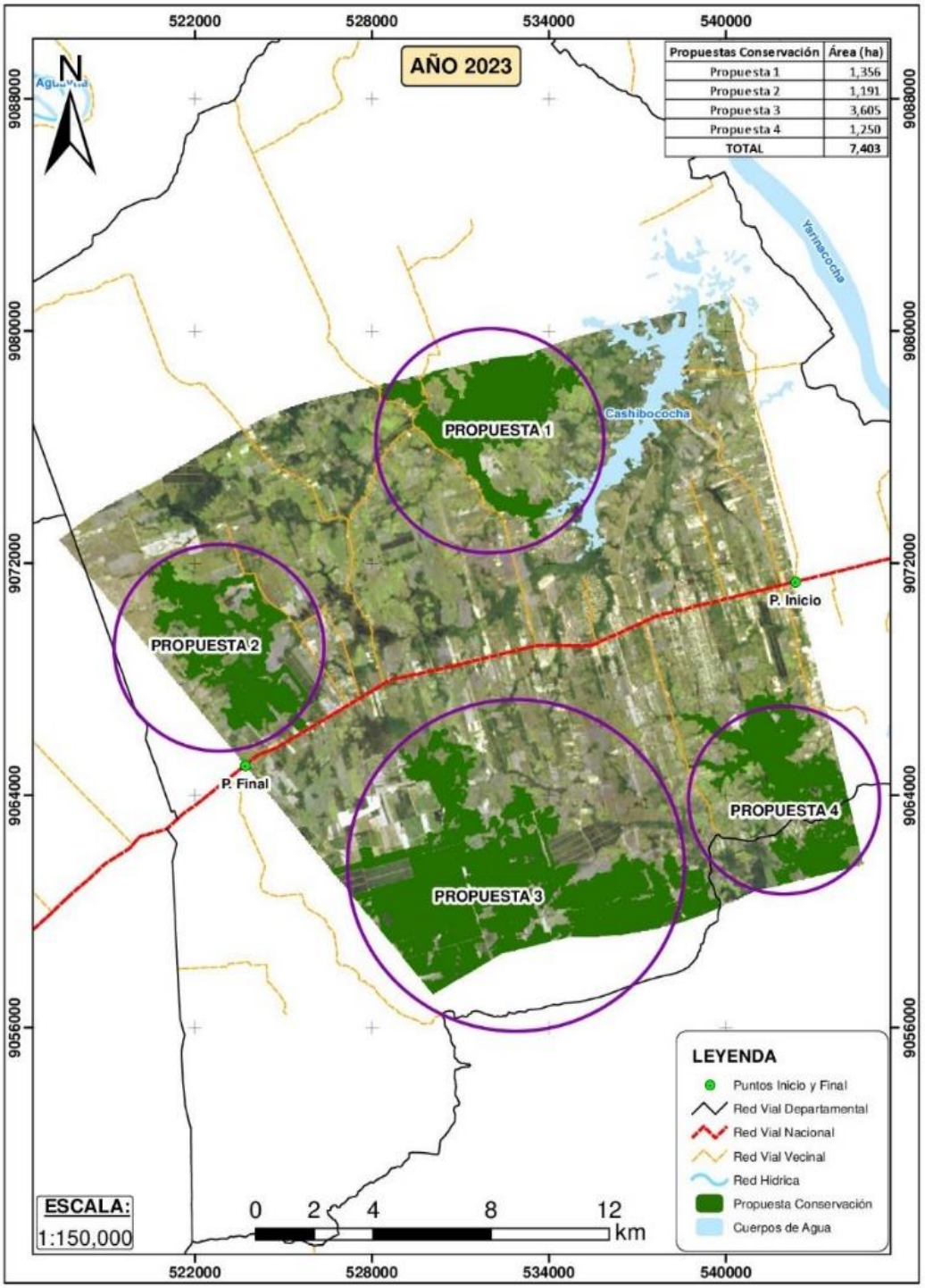
invasiones y la ocupación no planificada han acelerado la pérdida de cobertura vegetal, especialmente en zonas aledañas a la carretera y sus vías secundarias.

4.1.4. Definir las áreas prioritarias para la conservación y restauración dentro de este tramo de la carretera, considerando criterios como la integridad ecológica, la conectividad del paisaje y la presión antropogénica.

En la Figura 12, se presentan tres propuestas estratégicas para la conservación y restauración de los ecosistemas ubicados entre los distritos de **Yarinacocha** (Propuesta 1), **Campo Verde** (Propuesta 2), **Campo Verde** (Propuesta 3) y **Manantay** (Propuesta 4); la suma de estas áreas corresponde a 7,403 has. Estas áreas son representativas de bosques de zonas inundables, caracterizados por la presencia de quebradas que proporcionan un suministro constante de agua a los ecosistemas circundantes. Sin embargo, el avance de las invasiones humanas y la expansión de la agricultura han comenzado a vulnerar estos ecosistemas, poniendo en riesgo su integridad y funcionalidad.

La urbanización acelerada y la agricultura intensiva han llevado a una degradación significativa de estos hábitats. La presión ejercida por estas actividades ha resultado en la pérdida de biodiversidad y en la fragmentación del hábitat, lo que compromete la resiliencia de los ecosistemas. La agricultura, en particular, es responsable de aproximadamente el 80% de la deforestación mundial, contribuyendo a la reducción de áreas naturales y al aumento de especies invasoras que alteran aún más el equilibrio ecológico.

Figura 12.
Áreas prioritarias para la conservación y restauración de ecosistemas



4.2. Discusión de Resultados

Los resultados obtenidos reflejan una compleja interacción entre el crecimiento urbano, los pastizales, agricultura y la conservación del bosque en la zona o área estudiada. A pesar de algunos esfuerzos positivos hacia la recuperación forestal, las presiones externas continúan amenazando estos ecosistemas vitales. Los resultados muestran que, a lo largo de los años, la cobertura forestal ha experimentado fluctuaciones significativas. En 2001, se registraron 19,827 hectáreas de bosque, mientras que en 2023 esta cifra se redujo a 13,900 hectáreas. Este cambio sugiere que, aunque ha habido esfuerzos de reforestación y recuperación, la presión ejercida por la invasión, urbanización y la expansión de la ganadería y agricultura sigue siendo intensa. Según el estudio de (Foley et al., 2005), la conversión de tierras para uso urbano y agrícola es uno de los principales impulsores de la pérdida de biodiversidad global, lo que concuerda con las observaciones realizadas en esta investigación. El análisis revela que las áreas ocupadas por invasiones y urbanizaciones han crecido considerablemente; el 2001 presentaba 135 has., y para el 2023 alcanzó 3,874 hectáreas. Este crecimiento urbano no solo implica una pérdida directa de hábitat natural, sino que también introduce especies invasoras que pueden competir con las especies nativas por recursos limitados. Según (Richardson et al. 2000), las especies invasoras son una de las principales amenazas a la biodiversidad global, lo cual se refleja en los cambios observados en el ecosistema estudiado. No solo es importante entender estos procesos interrelacionados sino también la necesidad imperiosa de adoptar enfoques integrales para abordar los desafíos ambientales actuales.

La evolución de la cobertura del suelo entre 2001 y 2023 muestra una tendencia preocupante hacia la fragmentación y degradación del hábitat forestal: La disminución continua de las áreas boscosas y el aumento del suelo desnudo y áreas urbanas destacan la presión sobre los ecosistemas naturales debido al crecimiento urbano y la expansión agrícola. Haddad et al. (2015), demuestra que la fragmentación del hábitat reduce la biodiversidad entre un 13 y un 75% y perjudica las funciones clave de los

ecosistemas al disminuir la biomasa y alterar los ciclos de nutrientes. Los efectos son mayores en los fragmentos más pequeños y aislados, y se magnifican con el paso del tiempo. La fragmentación del hábitat ha aumentado notablemente entre 2001 y 2023 en el distrito de Nueva Requena. La invasión ha llevado a una mayor división de los ecosistemas forestales, creando "islas" de hábitats que son cada vez más difíciles de conectar. Este fenómeno es consistente con lo señalado por (Haddad et al., 2015), quienes argumentan que la fragmentación no solo reduce el tamaño del hábitat disponible, sino que también afecta negativamente a las especies que dependen de grandes áreas continuas para su supervivencia. La disminución de la conectividad entre fragmentos forestales puede tener consecuencias graves para la biodiversidad local. Esta fragmentación puede tener efectos adversos sobre la biodiversidad local y los servicios ecosistémicos. La expansión urbana ha sido notable desde 2005, con un crecimiento acelerado en las áreas urbanas que plantean desafíos significativos para la conservación. La fragmentación de los ecosistemas es un problema que no ha sido abordado por las autoridades de la región Ucayali; esta pérdida probablemente tendrá un impacto adverso en la gestión y conservación de los hábitats, así como en la calidad y salud del entorno.

Los resultados presentados en este estudio evidencian la necesidad urgente de comenzar a abordar la cuestión de la conectividad entre fragmentos y la creación de corredores biológicos entre ellos, estableciéndolos como una forma de protección formal, si se desea revertir el problema de la fragmentación de la vegetación natural en dicha área, tal como lo indica Pineda & Jaramillo (2022) que hasta 2019, la zona de amortiguamiento se ha transformado en un área fragmentada por la expansión de la frontera agrícola, lo que ha generado una disminución del 20,68% en la cobertura de bosque nativo debido a la creciente presión de las actividades humanas.. Si bien el estudio no considera una fragmentación detallada de la vegetación, pero si se evidencia una relación muy fuerte, graficando en una escala polinómica para el bosque y una escala lineal para las invasiones y urbanización (figura 9); las escalas para el bosque y los

pastizales representan lo contrario a las invasiones, pero en una relación moderada en cuanto a la fragmentación entre los años 2001 al 2023 (figura 10). El análisis entre ambos periodos muestra un cambio drástico entre el inicio y el final de los años. En el 2001 existía los bosques en casi la misma proporción de hectáreas que los pastizales, recuperándose de una manera sorprendente el 2005 hasta el 2015, ocurriendo lo contrario con los pastizales; del 2015 en adelante se evidencia una disminución de los bosques que conlleva a la fragmentación de estos ecosistemas con un número de fragmentos cuyas frecuencias más altas (pudieran estar de 900 a 1500 fragmentos). Así como lo indica Mejía (2020) que las interacciones antropogénicas tienen connotaciones económicas, sociales y culturales de gran relevancia que pueden alterar la vida silvestre, la flora y el ecosistema en general. Así, gran parte los efectos sobre el medio ambiente son generados por la población en constante crecimiento, lo cual ha producido cambios en los patrones de las actividades humanas. Este fenómeno no solo afecta el hábitat natural sino también los cuerpos de agua cercanos, que son vulnerables a la contaminación y alteraciones ecológicas provocadas por el desarrollo urbano.

La disminución observada en la cobertura forestal en 2023 es un indicativo que seguirá la tendencia a seguir disminuyendo, lo que se corrobora con la investigación de (Agost, 2015) que indica que la cobertura forestal tuvo un saldo positivo, entre lo ganado y lo perdido en el periodo 2000- 2012, y que aún en estos casos la cantidad de hectáreas ganadas es baja, por lo que los cambios de la cobertura de árboles no demuestran una tendencia general hacia la recuperación en las localidades; sin embargo, existen reforestaciones de empresas privadas que aportan en parte al equilibrio ecológico, que es fundamental que tales esfuerzos se mantengan y se amplíen para contrarrestar las tendencias negativas observadas en años anteriores. La reducción en la calidad del agua debido a la invasión y urbanización es otro aspecto crítico señalado en los resultados; tal es el caso que Foley et al. (2005) indica que las tierras de cultivo, los pastos, las plantaciones y las zonas urbanas del mundo se han expandido en las últimas décadas.

Se ha identificado 4 zonas como propuestas de conservación, cuyas características se define como Humedales y cuyos bosques y animales están adaptados a dicho hábitats, estos bosques aún son respetados por su lejanía y por el difícil acceso cuyo impedimento son las aguas, pero no está distante los años que estos ecosistemas sufran la presión antropogénica, tal como lo indica (Cardozo, 2017), que en un ecosistema parecido, el crecimiento urbano ha venido ocurriendo cada vez más en las proximidades de la ronda del humedal sin ningún tipo de control y reduciendo la escaza zona de amortiguación puesto que el entorno urbano trae consigo contaminación y pérdida de valores eco sistémicos cerca de las áreas naturales. la expansión de áreas urbanas y agrícolas puede resultar en un aumento de la escorrentía contaminada hacia los cuerpos de agua adyacentes, lo que impacta negativamente tanto en la flora como en la fauna acuática. Estudios anteriores han evidenciado que el desarrollo urbano puede alterar de manera significativa los ciclos hidrológicos locales y contribuir a la degradación de los ecosistemas acuáticos (Paul & Meyer, 2001). Esta reducción en los cuerpos de agua también sugiere una necesidad urgente de gestión sostenible del agua y planificación urbana que considere el impacto ambiental.

La contaminación y alteraciones en los hábitats acuáticos son consecuencias directas del crecimiento urbano descontrolado. (Moschella, 2013) también advierte que la reducción de los humedales por las ocupaciones urbanas fue de 78 ha. en Ventanilla y de 30 ha. en Puerto Viejo. Como consecuencia se redujeron los cuerpos de agua y las poblaciones de flora y fauna; además de afectar servicios ambientales que proveen los humedales como provisión de fibras, depuración del agua, regulación microclimática y servicios de recreación. Estas reducciones de áreas es corroborado también por (Changa & Tamayo, 2023), que indican que existe un deterioro y reducción en la superficie del Área de Conservación Regional Humedales de Ventanilla, pues en los últimos 18 años la ocupación de su superficie por asentamientos urbanos ha ocasionado impactos negativos significativos, generando principalmente la perdida de cobertura vegetal.

Los hallazgos sugieren una urgente necesidad de implementar políticas efectivas para la conservación y gestión sostenible del medio ambiente en áreas vulnerables como la ruta de la Carretera Federico Basadre (Km. 10 – Km. 30) y sus ramales. El establecimiento de corredores ecológicos podría facilitar la conexión entre hábitats fragmentados y contribuir a la conservación de la biodiversidad local. Según la literatura, estas estrategias pueden ser eficaces para reducir los impactos adversos de la urbanización y fomentar un uso más sostenible del suelo (Beninde et al., 2015). El Gobierno Regional, las Municipalidades deben de apoderarse de las áreas que aún no están invadidas, deben implementar programas de reforestación utilizando especies nativas que promuevan la recuperación del hábitat. Esto no solo ayudará a restaurar la cobertura forestal, sino que también mejorará la conectividad entre fragmentos de bosque, facilitando el movimiento de especies y promoviendo la biodiversidad.

CAPITULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

- La evaluación del estado actual de los bosques secundarios a lo largo de la Carretera Federico Basadre (Km. 10 – Km. 30) revela una preocupante degradación debido a la presión de invasiones y urbanizaciones. A pesar de algunos esfuerzos de reforestación, la cobertura boscosa ha disminuido, aumentando la fragmentación del hábitat y poniendo en riesgo la biodiversidad local.

- Se evidenció en el año 2023 que el área del estudio cuenta con una extensión de 13,900 hectáreas de bosques secundarios.

- La fragmentación del hábitat ha aumentado considerablemente desde el año 2001 al 2023. Las invasiones y las urbanizaciones han crecido en 3,074 hectáreas, cuyos fragmentos oscilan entre 900 a 2000, creando un paisaje de bosques pequeños y están más aislados. Este fenómeno afecta negativamente a la biodiversidad local, ya que muchas especies dependen de hábitats conectados para su supervivencia. La disminución de la conectividad ecológica puede llevar a un aumento en el riesgo de extinción para varias especies nativas.

- Las invasiones aceleradas y las recientes urbanizaciones han tenido un impacto significativo en la degradación de los bosques secundarios entre el Km. 10 y Km. 30 de la Carretera Federico Basadre, identificándose 4 áreas específicas con mayor grado de degradación al año 2023.

- La conservación y restauración de los ecosistemas en Yarinacocha, Campo Verde y Manantay son esenciales para preservar la biodiversidad local y garantizar el funcionamiento saludable del medio ambiente. Se identificaron 4 zonas como propuestas de conservación y restauración, teniendo entre las 4 áreas una extensión total de 7,403 hectáreas.

5.2. Recomendaciones

- Establecer corredores biológicos que conecten los fragmentos de bosques secundarios, es fundamental para mejorar la conectividad ecológica. Esto permitirá el movimiento de especies, facilitará la dispersión de semillas y ayudará a mantener la biodiversidad. Se recomienda realizar un mapeo detallado de los hábitats existentes para identificar las áreas críticas donde se pueden crear estos corredores.

- Fomentar políticas de planificación urbana que integren criterios de sostenibilidad es esencial para mitigar el impacto de las invasiones y urbanizaciones en los ecosistemas forestales. Esto incluye la regulación del uso del suelo, la creación de zonas verdes y la implementación de normativas que protejan los bosques secundarios y áreas naturales cercanas.

- Desarrollar programas de educación ambiental dirigidos a las comunidades locales para aumentar la conciencia sobre la importancia de los bosques y la biodiversidad. Involucrar a las comunidades en actividades de conservación, como reforestación y monitoreo ambiental, puede fortalecer su compromiso con la protección del medio ambiente y fomentar prácticas sostenibles.

- Desarrollar estrategias para conservar los recursos hídricos, incluyendo la protección de quebradas y cuerpos de agua que son vitales para el ecosistema. La implementación de prácticas agrícolas sostenibles que reduzcan el uso de agroquímicos puede prevenir la contaminación del agua y mejorar su calidad.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Agost, L. (2015). Cambio de la cobertura arbórea de la provincia de Córdoba: Análisis a nivel departamental y de localidad (periodo 2000-2012). *Revista de la Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales*, *2*(2), Article 2.

Aguayo, M., Pauchard, A., Azócar, G., & Parra, O. (2009). Cambio del uso del suelo en el centro sur de Chile a fines del siglo XX: Entendiendo la dinámica espacial y temporal del paisaje. *Revista chilena de historia natural*, *82*(3), 361-374. https://doi.org/10.4067/S0716-078X2009000300004

Alegre Valeriano, K. V. (2017). Cambios en la cobertura vegetal del suelo de la provincia de Yauyos, durante el transcurso de los años 1997 al 2017, a partir del comportamiento del desarrollo vegetal. *Universidad César Vallejo*. https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/10803

Arango Carvajal, R. A., Chilito Piamba, J. C., & Cifuentes Sanabria, A. (2016). *ANÁLISIS MULTITEMPORAL DE LA EXPANSION URBANA DE LA CIUDAD DE POPAYÁN, CAUCA ENTRE LOS AÑOS 1989, 2002 Y 2014*. 61.

Argimon, M. (2016, marzo 17). Restauración de los bosques: Ya es hora de actuar. *Sostenibilidad*. https://blogs.iadb.org/sostenibilidad/es/forest-restoration-time-to-be-smart/

Beninde, J., Veith, M., & Hochkirch, A. (2015). La biodiversidad en las ciudades necesita espacio: Un metaanálisis de los factores que determinan la variación de la biodiversidad intraurbana. *Junio, 2015*, *18, Issue 6*, 581-592. https://doi.org/10.1111/ele.12427

Burga Ríos, M. (2016). *Incremento de la deforestación y sus consecuencias en la pérdida de biomasa en los bosques de la provincia Alto Amazonas del departamento de Loreto, 2000-2014*. http://repositorio.ucp.edu.pe/handle/UCP/107

Bustamante Ilatoma, E. (2020). Caracterización y propuesta de manejo de residuos sólidos rurales del centro poblado San José de Porcón – región La Libertad, 2018. *Universidad Nacional de la Amazonía Peruana*. https://repositorio.unapiquitos.edu.pe/handle/20.500.12737/7095

Camacho-Sanabria, J. M., Juan Pérez, J. I., Pineda Jaimes, N. B., Cadena Vargas, E. G., Bravo Peña, L. C., & Sánchez López, M. (2015). Cambios de cobertura/uso del suelo en una porción de la Zona de Transición Mexicana de Montaña. *Madera y bosques*, *21*(1), 93-112.

Cardozo Cuellar, Y. (2017). *Efectos del crecimiento urbano sobre el humedal capellanía: Análisis multitemporal y propuestas de mejora en el marco del desarrollo sostenible*. http://repository.unilibre.edu.co/handle/10901/11184

Cayo, A. P. de, & Alexandra, M. (2021). *La Urbanización Informal y las Invasiones*. https://repositorio.usil.edu.pe/entities/publication/8729c296-91b0-429f-97cd-ff7c0e3b8271

Changa Yui, L. F. A., & Tamayo Sanchez, V. A. (2023). *Impacto de la expansión urbana sobre la superficie del Área de Conservación Regional Humedales de Ventanilla en el periodo 2003-2021*. 65.

Foley, J. A., DeFries, R., Asner, G. P., Barford, C., Bonan, G., Carpenter, S. R., ... & Snyder, P. K. (2005). Global consequences of land use. science, 309(5734), 570-574.

Gálvez Paredes, D. M. (2019). Impacto de la expansión urbana sobre las lomas costeras del Perú. *Universidad Científica del Sur*. https://doi.org/10.21142/tb.2020.1198

Haddad, N. M., Brudvig, L. A., Clobert, J., Davies, K. F., Gonzalez, A., Holt, R. D., ... & Townshend, J. R. (2015). Habitat fragmentation and its lasting impact on Earth's ecosystems. Science advances, 1(2), e1500052.

Hernández Parra, Z. Y., Farelo Castellanos, J. S., & Manrique Correa, D. A. (2019). *Análisis multitemporal de la transformación del paisaje natural suburbano, en la ciudad de Villavicencio 2003—2015, por la ampliación urbana*. http://hdl.handle.net/20.500.12494/6659

Hernández, R., Fernandez Collado, C., & Baptista Lucio, P. (2006). *LIBRO - metodologia-de-la-investigacion-4ta-edicion-sampieri-2006 ocr*. https://www.academia.edu/19094794/LIBRO_metodologia_de_la_investigacion_4ta_edicion_sampieri_2006_ocr

Huaraca Alejo, S. E., & Socorro Ramos, W. K. (2023). *El crecimiento urbano y los cambios de cobertura vegetal de la Loma Manchay en el periodo 1986-2022, Lima*. http://repositorio.unac.edu.pe/handle/20.500.12952/8263

IBERDROLA. (s. f.). *El presente (y el futuro) de los bosques en el mundo*. Iberdrola. Recuperado 23 de febrero de 2024, de https://www.iberdrola.com/sostenibilidad/importancia-de-los-bosques

IGN. (2020). *Teledeteccion*. https://www.ign.es/web/resources/docs/IGNCnig/OBS-Teledeteccion.pdf

INEI. (2011). *Perú: Migración interna reciente y el sistema de ciudades 2002-2007*.

https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones_digitales/Est/Lib1025/libro.pdf

Ingeoexpert. (2018, julio 6). ¿Qué es la teledetección y qué sistemas existen? *Ingeoexpert*. https://ingeoexpert.com/2018/07/06/que-es-la-teledeteccion/

Jaliri Mamani, C. (2020). Uso de imágenes satelitales para la determinación de presencia de partículas en suspensión en la Bahía Interior de Puno – 2019. *Universidad Privada San Carlos*. http://repositorio.upsc.edu.pe/handle/UPSC S.A.C./184

Loayza Castro, M. (2019). *Evaluación del cambio de cobertura y uso del suelo en la zona E del distrito de Lurín*. https://repositorio.untels.edu.pe/jspui/handle/123456789/118

Martínez, M. A., Birkel, C., Espinoza, É., Lizano, M., Philippe, E., & Benegas, L. (2019). *Evaluación espaciotemporal del cambio global en el Departamento Sur de Haití, de 1973 al 2017*. https://doi.org/10.18537/mskn.10.02.05

Mejía Juárez, V. (2020). *Procesos de urbanización y morfología urbana en Ecuador: La evolución de los usos del suelo a la luz de la imagen satelital nocturna de la Tierra 1992-2019*. https://ddd.uab.cat/record/240850

MIDAGRI. (s. f.). *Bosques*. Recuperado 23 de febrero de 2024, de https://www.midagri.gob.pe/portal/49-sector-agrario/recurso-forestal/352-bosques

Montes Corrales, R. E., & Gallardo Arévalo, D. A. (2021). Estimación de la variabilidad espacio temporal de la cobertura vegetal por la expansión

urbana en la Loma de Carabayllo. *Universidad Nacional Mayor de San Marcos*. https://cybertesis.unmsm.edu.pe/handle/20.500.12672/17721

Morales Hernández, J. C., Carrillo González, F. M., Farfán Molina, L. M., & Cornejo López, V. M. (2016). Cambio de cobertura vegetal en la región de Bahía de Banderas, México. *Revista Colombiana de Biotecnología*, *XVIII*(1), 7-16.

Moreno Galván, F., & López, R. (2020). Relaciones entre los procesos de urbanización, el medio natural y la vulnerabilidad en Acapulco y Cancún. *Academia XXII*, *Año 11*, 21-41. https://doi.org/10.22201/fa.2007252Xp.2020.21.76656

Moschella Miloslavich, P. (2013). *Variación y protección de humedales costeros frente a procesos de urbanización: Casos Ventanilla y Puerto Viejo*. https://tesis.pucp.edu.pe/repositorio//handle/20.500.12404/4527

Nené Preciado, A. J., González Sansón, G., Mendoza, M. E., & Silva Bátiz, F. de A. (2017). Land cover and land use change in coastal basins from the Central Pacific coast of Mexico. *Investigaciones Geográficas*, *94*, 0-0. https://doi.org/10.14350/rig.56770

Ortiz-Lozano, L., Granados-Barba, A., Solís-Weiss, V., & Garcia Salgado, M. (2005). Environmental evaluation and development problems of the Mexican Coastal Zone. *Ocean & Coastal Management - OCEAN COAST MANAGE*, *48*, 161-176. https://doi.org/10.1016/j.ocecoaman.2005.03.001

Paul, M. J., & Meyer, J. L. (2001). Streams in the Urban Landscape. *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics*, *32*(Volume 32, 2001), 333-365. https://doi.org/10.1146/annurev.ecolsys.32.081501.114040

Pérez Torres, I. (2021). Efecto del proceso de urbanización en la alteración del humedal La Bocana, San José, durante los años 2000 – 2021. *Repositorio Institucional - UCV*. https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/84373

Pineda Bedón, J. G., & Jaramillo Cuaycal, C. E. (2022). *Análisis multitemporal del cambio de cobertura vegetal en la zona de amortiguamiento altoandina del parque nacional Cotacachi-Cayapas (1990-2019)* [bachelorThesis]. http://repositorio.utn.edu.ec/handle/123456789/11967

Ramírez Luje, J. F. (2023). *Análisis multitemporal del uso del suelo en el páramo de la comunidad Salamalag Chico, parroquia Guangaje, provincia de Cotopaxi 2014-2022* [bachelorThesis, Ecuador: Latacunga: Universidad Técnica de Cotopaxi (UTC)]. http://localhost/handle/27000/11327

Richardson, D. M., Pyšek, P., Rejmanek, M., Barbour, M. G., Panetta, F. D., & West, C. J. (2000). Naturalization and invasion of alien plants: concepts and definitions. *Diversity and distributions*, *6*(2), 93-107.

Rojas Cairampoma, M. (2015). *Tipos de Investigación científica: Una simplificación de la complicada incoherente nomenclatura y clasificación*. *16*(01), 15.

Torre Pillpa, M. I., & Rivas Aquino, P. D. (2019). Análisis temporal de la pérdida de cobertura vegetal mediante teledetección en el distrito de Satipo-Satipo-Junín, durante los años 2015 – 2018. *Repositorio Institucional - UCV*. https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/39901

ANEXOS

Anexo 1. Matriz de consistencia

Título: "**MONITOREO AMBIENTAL SATELITAL DE LA VULNERABILIDAD FORESTAL ANTE INVASIONES Y URBANIZACIÓN EN LA RUTA FEDERICO BASADRE (Km. 10 - Km. 30), UCAYALI, 2024"**

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPOTESIS	VARIABLES E INDICADORES		
			Variable Independiente: Invasiones y Urbanización		
			Dimensiones	**Indicadores**	Tipo y diseño de investigación
General ¿Cuál es el estado actual de los bosques secundarios a lo largo de la Carretera Federico Basadre (Km.10 – Km. 30) frente a la presión de invasiones y urbanizaciones? **Específicos** ¿Cuál es la extensión total de los bosques secundarios en el área de estudio? ¿Cuál es el grado de fragmentación del hábitat forestal debido a actividades humanas como invasiones y urbanización? ¿Qué áreas específicas dentro del tramo de la Carretera Federico Basadre (Km. 10 - Km. 30) presentan un mayor grado de degradación forestal? ¿Cuáles son las áreas prioritarias para la conservación y restauración dentro de este tramo de la carretera?	**General** Evaluar el estado actual de los bosques secundarios a lo largo de la Carretera Federico Basadre (Km.10 – Km. 30), frente a la presión de invasiones y urbanizaciones **Específicos** Determinar la extensión total de los bosques secundarios en el área de estudio. Evaluar el grado de fragmentación del hábitat forestal causado por actividades humanas, como invasiones y urbanización. Identificar áreas específicas dentro del tramo de la Carretera Federico Basadre (Km. 10 - Km. 30) que presenten un mayor grado de degradación forestal. Definir las áreas prioritarias para la conservación y restauración dentro de este tramo de la carretera,	**General** Ha: "La Carretera Federico Basadre (Km. 10 - Km. 30) presenta una alta vulnerabilidad de los bosques secundarios debido a la presión de invasiones y urbanizaciones" **Específicos.** Ha: La extensión total de los bosques secundarios en el área de estudio se ha reducido significativamente. Ha: El grado de fragmentación del hábitat forestal está directamente relacionado con la intensidad de las invasiones y urbanizaciones. Ha: Existen áreas específicas dentro del tramo de la Carretera Federico Basadre (Km. 10 - Km. 30) que presentan un mayor grado de degradación forestal, especialmente cerca de asentamientos humanos y vías de acceso	**--V. Invasiones**: Extensión de Invasiones y urbanización	**-Área ocupada (hectáreas)**	Tipo: Observacional - Exploratoria Nivel: Descriptiva Enfoque: Cuantitativo Diseño: No Experimental
			VARIABLE Dependiente: Vulnerabilidad Forestal		
			Extensión total de los bosques secundarios Grado de fragmentación Grado de degradación Forestal Áreas prioritarias para conservación y restauración	Hectáreas identificadas Zonas identificadas Hectáreas Identificadas Zonas Identificadas	Población y muestra **Población:** La población del estudio es finita, en este caso serán las áreas comprendidas desde el Km. 10 hasta el Km. 30 en ambas márgenes de la Carretera Federico Basadre. **Muestra:** La muestra es una muestra finita donde el tamaño de la muestra será igual al tamaño de la población, cuyas áreas estarán comprendidas desde el Km. 10 hasta el Km. 30 con 1º Km en ambas márgenes de la Carretera Federico Basadre.

Anexo 2. Ficha de registro de la zona en estudio por vulnerabilidad forestal por Invasiones y urbanización en la ruta C.F.B (Km. 10 al Km. 30)

AÑOS	BOSQUE	PASTIZAL	EXPANSION URBANA	SUELO DESNUDO	CUERPO DE AGUA

Anexo 3. Ficha de registro de propuestas para las áreas de Conservación Municipal

AREAS DE CONSERVACION	
Propuestas Conservación	**Área (ha)**
Propuesta 1	
Propuesta 2	
Propuesta 3	
Propuesta 4	
TOTAL	

Anexo 4. Post procesamiento y exportación de imágenes satelitales del 2001 al 2023.

Figura 1A.
Script para la descarga de imagen satelital Landsat y clasificación supervisada de la cobertura de uso actual del Área de Estudio año 2001.

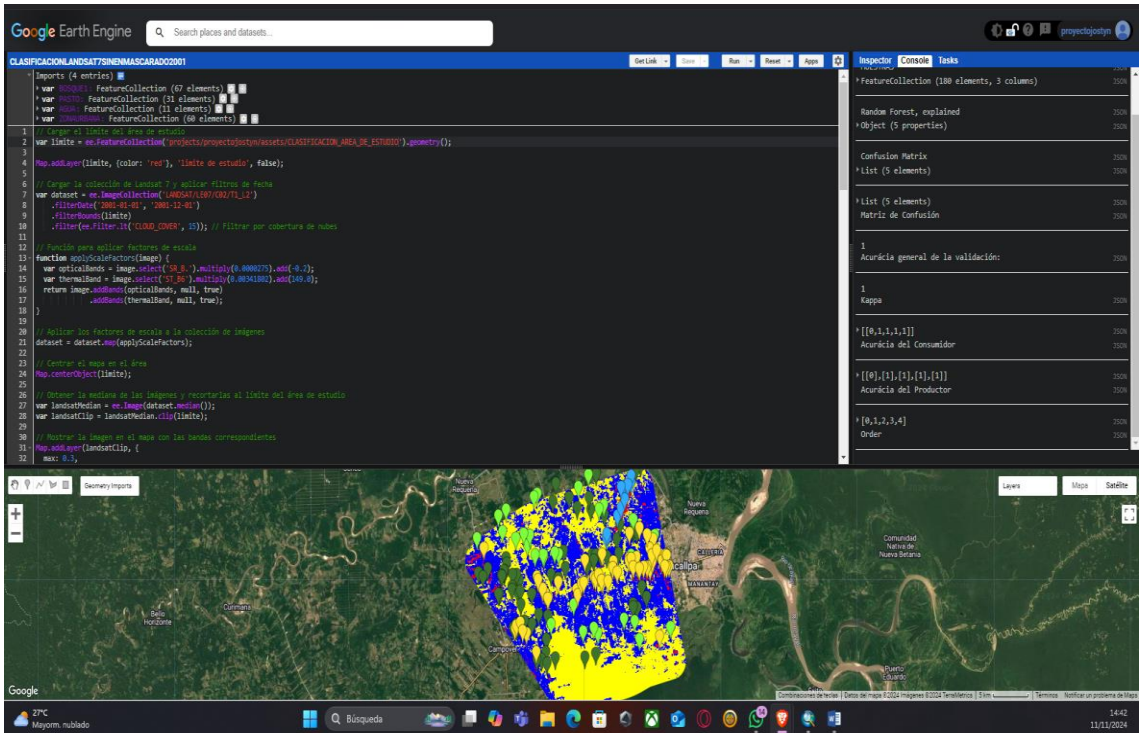


Figura 2A.
Descarga de imagen y DEM del resultado de procesamiento de clasificación supervisada en GEE año 2001.

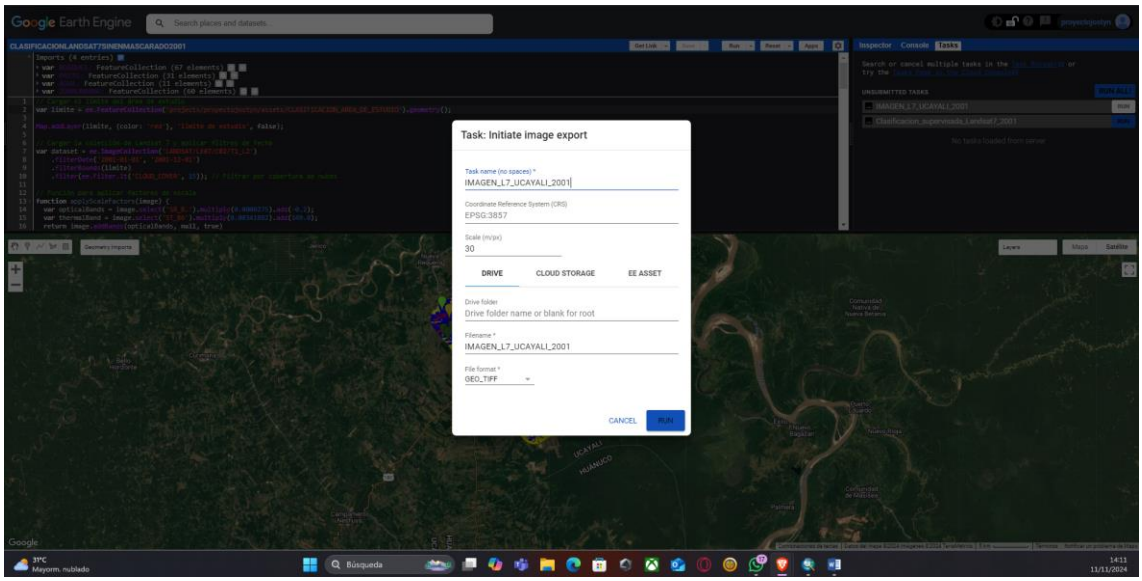


Figura 3A.
Script para la descarga de imagen satelital Landsat y clasificación supervisada de la cobertura de uso actual del Área de Estudio año 2005

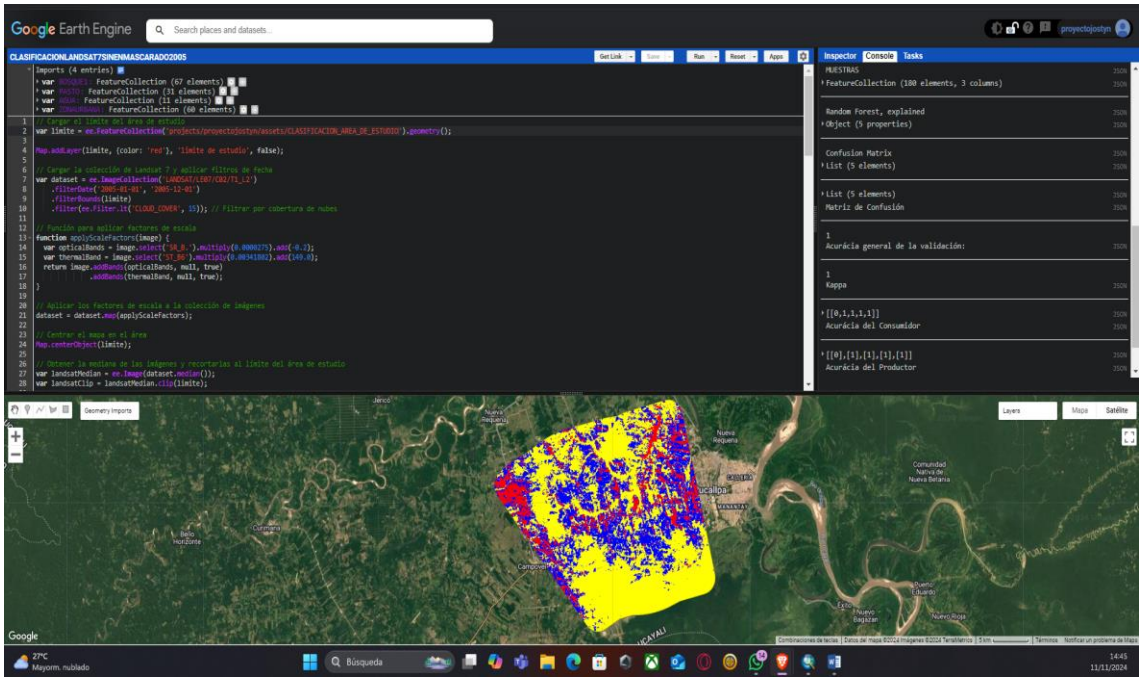


Figura 4A.
Descarga de imagen y DEM del resultado de procesamiento de clasificación supervisada en GEE año 2005

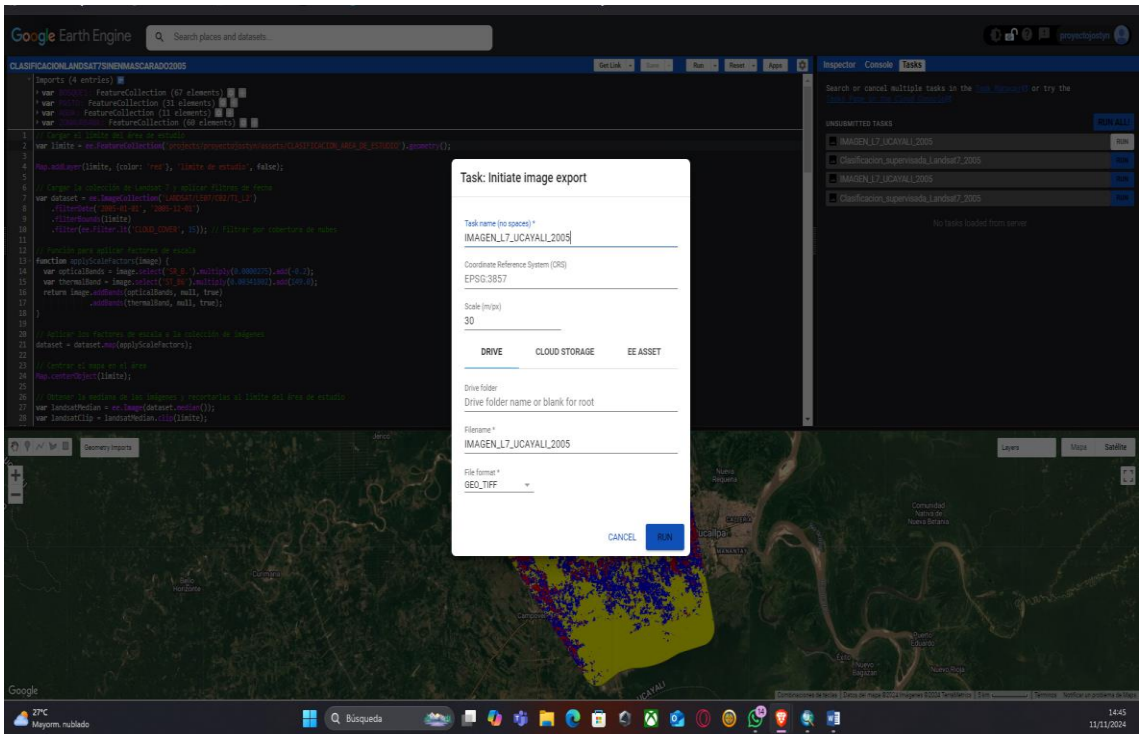


Figura 5A.
Script para la descarga de imagen satelital Landsat y clasificación supervisada de la cobertura de uso actual del Área de Estudio año 2010

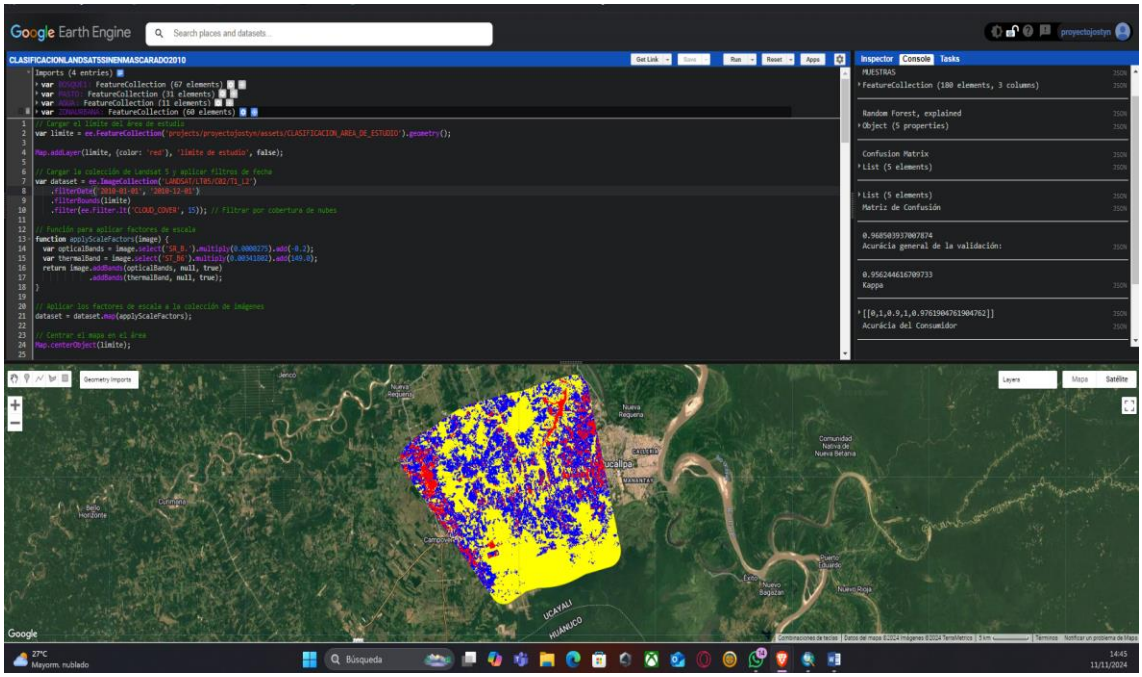


Figura 6A.
Descarga de imagen y DEM del resultado de procesamiento de clasificación supervisada en GEE año 2010

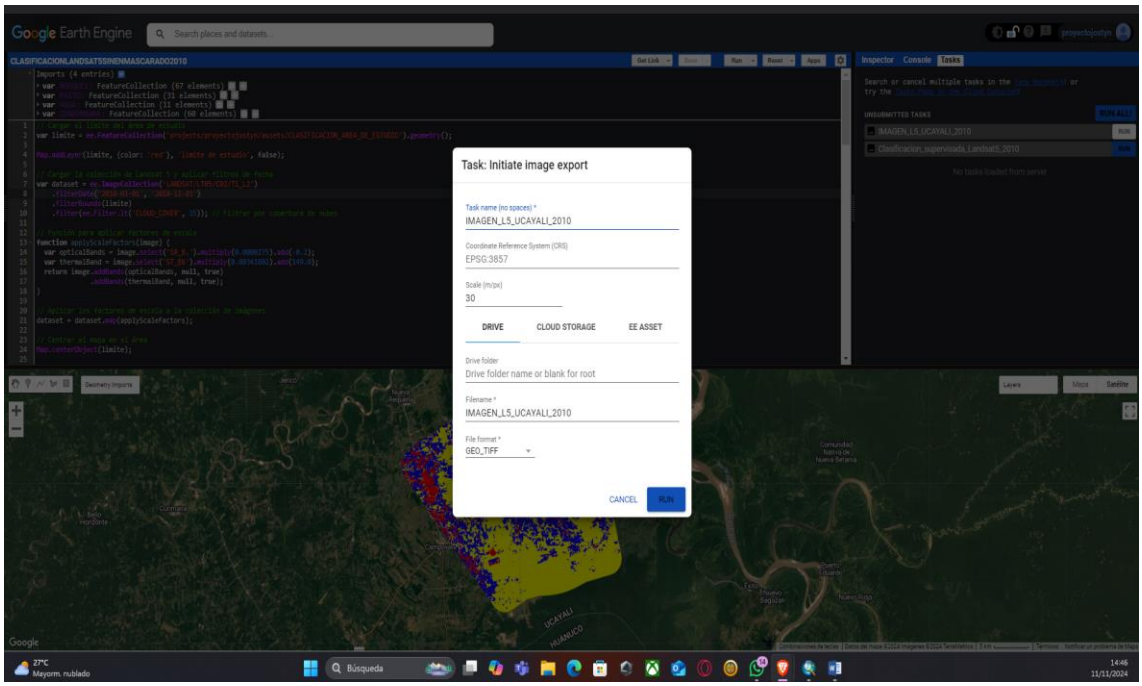


Figura 7A.
Script para la descarga de imagen satelital Landsat y clasificación supervisada de la cobertura de uso actual del Área de Estudio año 2015

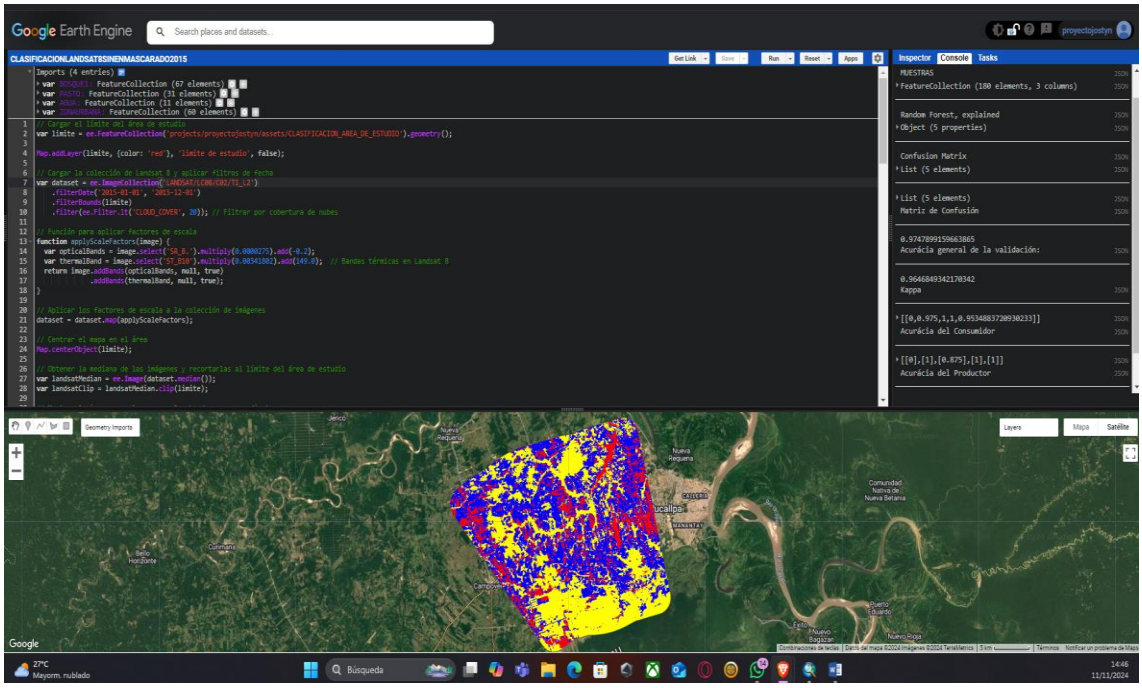


Figura 8A.
Descarga de imagen y DEM del resultado de procesamiento de clasificación supervisada en GEE año 2015

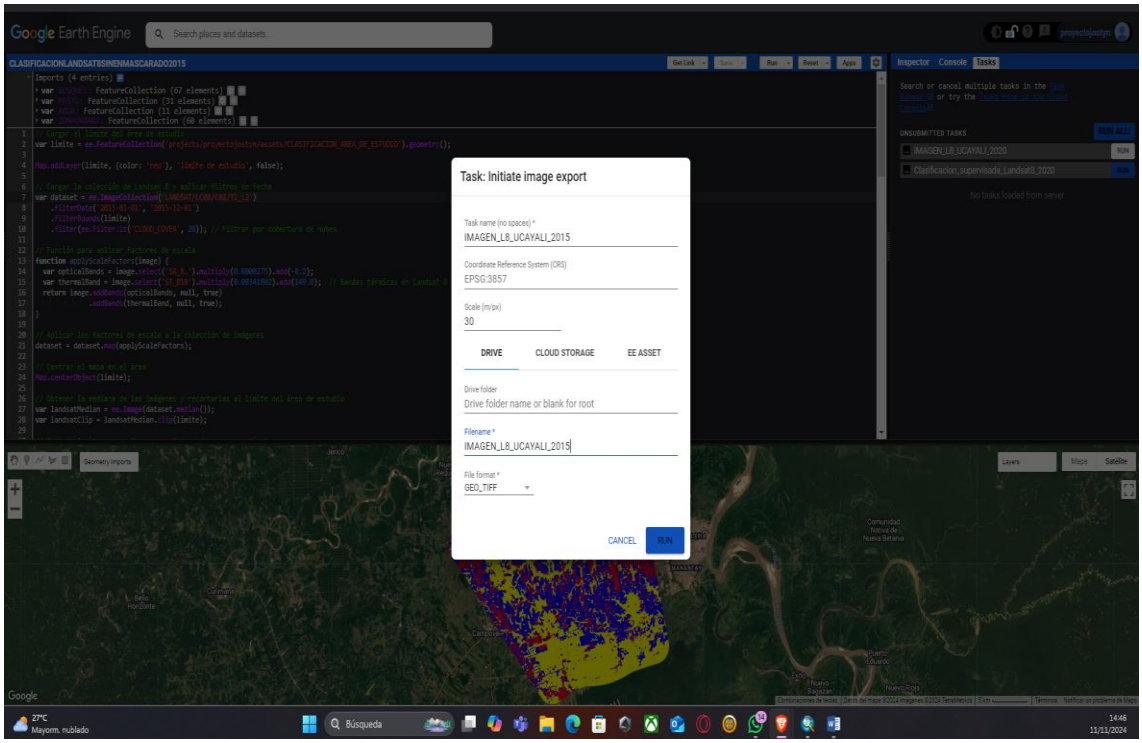


Figura 9A.
Script para la descarga de imagen satelital Landsat y clasificación supervisada de la cobertura de uso actual del Área de Estudio año 2020

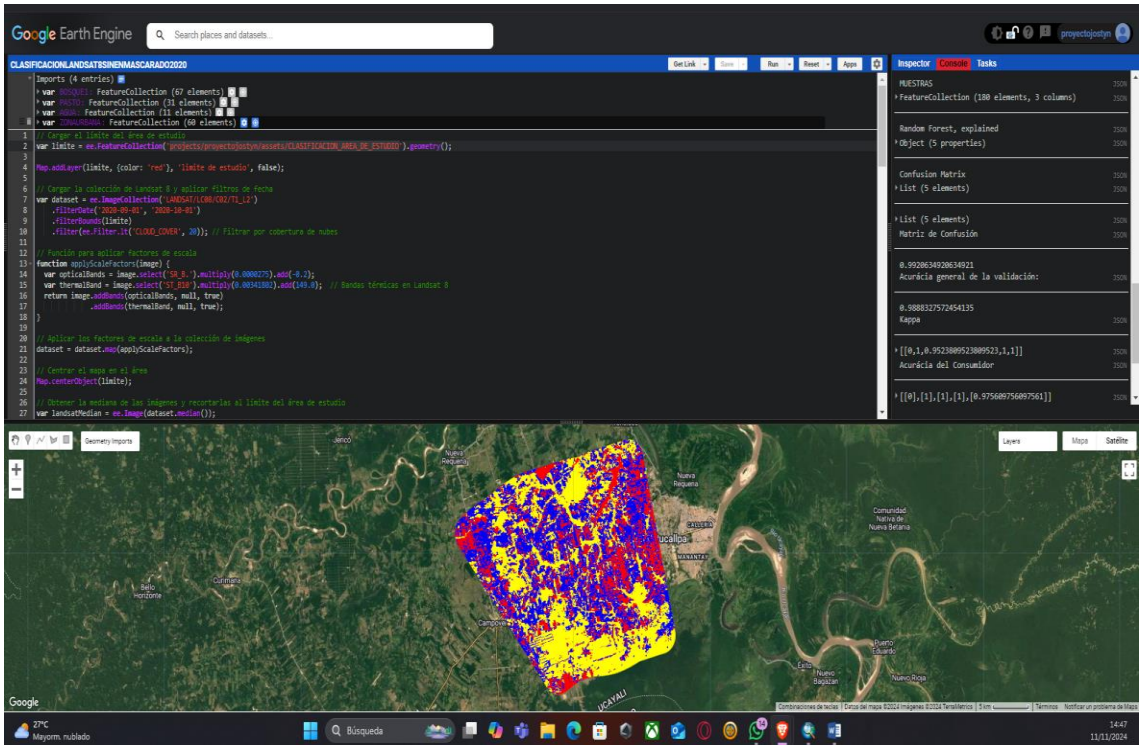


Figura 10A.
Descarga de imagen y DEM del resultado de procesamiento de clasificación supervisada en GEE año 2020

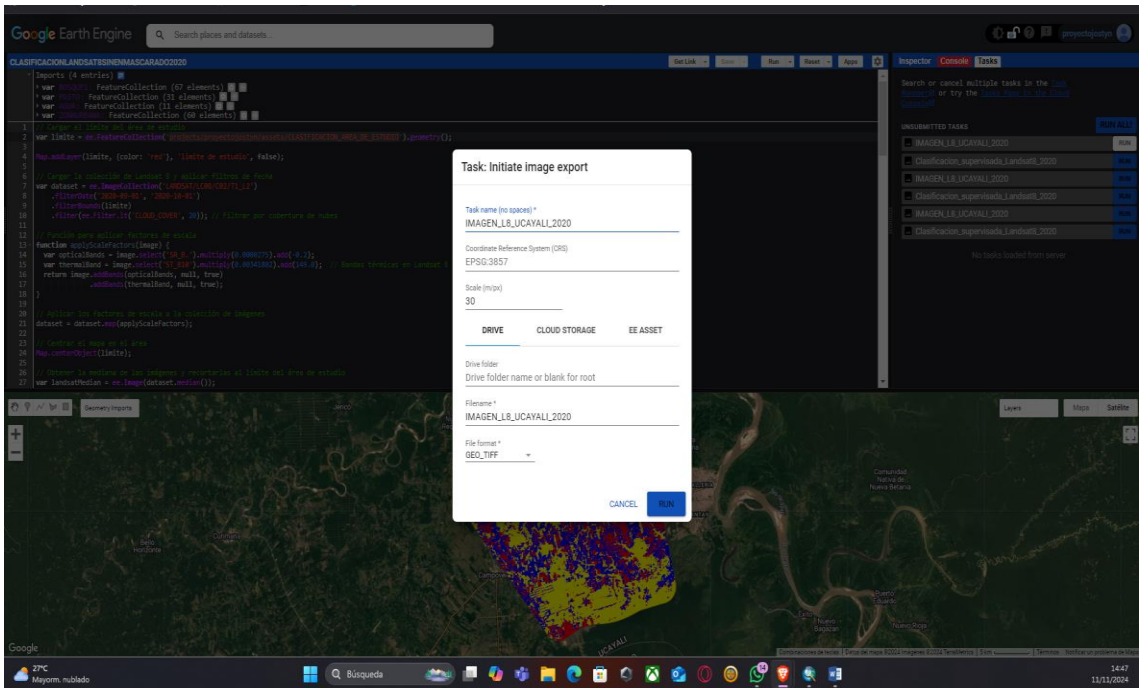


Figura 11A.
Script para la descarga de imagen satelital Landsat y clasificación supervisada de la cobertura de uso actual del Área de Estudio año 2023

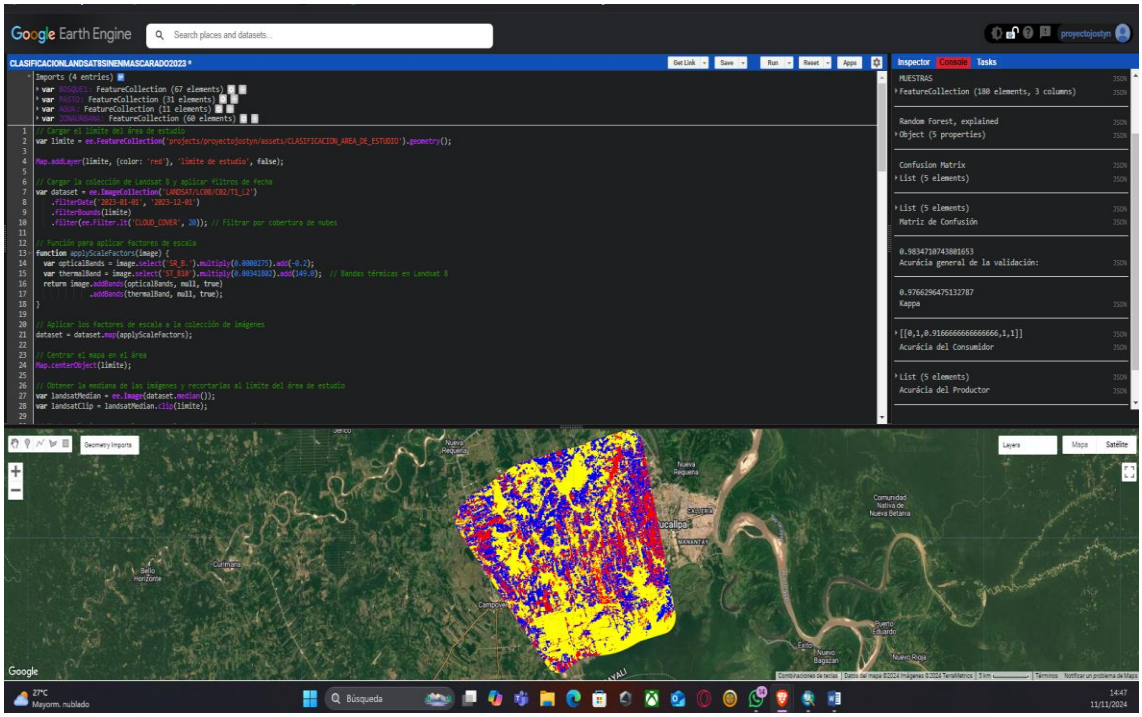


Figura 12A.
Descarga de imagen y DEM del resultado de procesamiento de clasificación supervisada en GEE año 2023

