

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
FACULTAD DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA EN CONSERVACIÓN DE
SUELOS Y AGUA



ANALISIS ESPACIO TEMPORAL DEL CAMBIO DE COBERTURA Y USO DE LA
TIERRA ENTRE LOS AÑOS 2000 – 2020, MEDIANTE LA TELEDETECCIÓN,
DISTRITO JOSÉ CRESPO Y CASTILLO – AUCAYACU, TINGO MARÍA

Tesis

Para optar el título profesional de:

INGENIERO EN CONSERVACION DE SUELOS Y AGUA

PRESENTADO POR:

HENRY RAMON RENGIFO CANDIA

TINGO MARÍA - PERÚ

2024



ACTA DE SUSTENTACION DE TESIS N°026-2024-FRNR-UNAS

Los que suscriben, Miembros del Jurado de Tesis, reunidos con fecha 04 de marzo de 2024, a horas 4:00 p.m. de la Escuela Profesional de Ingeniería en Conservación de Suelos y Agua de la Facultad de Recursos Naturales Renovables para calificar la tesis titulada:


**“ANALISIS ESPACIO TEMPORAL DEL CAMBIO DE COBERTURA Y USO
DE LA TIERRA ENTRE LOS AÑOS 2000 -2020, MEDIANTE LA
TELEDETECCIÓN, DISTRITO JOSÉ CRESPO Y CASTILLO – AUCAYACU,
TINGO MARÍA”**

Presentado por el Bachiller: **RENGIFO CANDIA, Henry Ramon**, después de haber escuchado la sustentación y las respuestas a las interrogantes formuladas por el Jurado, se declara **APROBADO** con el calificativo de **“BUENA”**.


En consecuencia, el sustentante queda apto para optar el Título Profesional de **INGENIERO EN CONSERVACIÓN DE SUELOS Y AGUA** que será aprobado por el Consejo de Facultad, Tramitándolo al Consejo Universitario para el otorgamiento del Título Correspondiente.

Tingo María, 11 de marzo de 2024


Dr. LUCIO MANRIQUE DE LARA SUAREZ
PRESIDENTE


Dr. WILFREDO ALVA VALDIVIEZO
MIEMBRO




Ing. M. Sc. JOSE VICTOR QUIROZ RAMIREZ
MIEMBRO


Ing. M. Sc. JUAN PABLO RENGIFO TRIGOZO
ASESOR



“Año del Bicentenario, de la consolidación de nuestra Independencia, y de la conmemoración de las heroicas batallas de Junín y Ayacucho”

CERTIFICADO DE SIMILITUD T.I. N° 126 - 2024 - CS-RIDUNAS

El Director de la Dirección de Gestión de Investigación de la Universidad Nacional Agraria de la Selva, quien suscribe,

CERTIFICA QUE:

El Trabajo de Investigación; aprobó el proceso de revisión a través del software TURNITIN, evidenciándose en el informe de originalidad un índice de similitud no mayor del 25% (Art. 3° - Resolución N° 466-2019-CU-R-UNAS).

Programa de Estudio:

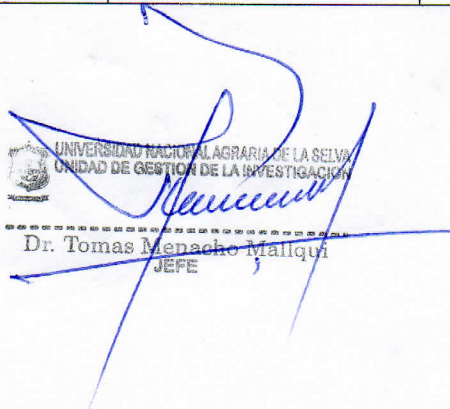
Ingeniería en Conservación de Suelos y Agua

Tipo de documento:

Tesis	X	Trabajo de Suficiencia Profesional	
-------	---	------------------------------------	--

TÍTULO	AUTOR	PORCENTAJE DE SIMILITUD
ANÁLISIS ESPACIO TEMPORAL DEL CAMBIO DE COBERTURA Y USO DE LA TIERRA ENTRE LOS AÑOS 2000 – 2020, MEDIANTE LA TELEDETECCIÓN, DISTRITO JOSÉ CRESPO Y CASTILLO – AUCAYACU, TINGO MARÍA	HENRY RAMON RENGIFO CANDIA	23 % Veintitrés

Tingo María, 10 de abril de 2024


 UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
 UNIDAD DE GESTIÓN DE LA INVESTIGACIÓN
 Dr. Tomas Menacho Mallqui
 JEFE

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
FACULTAD DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA EN CONSERVACIÓN DE
SUELOS Y AGUA



ANÁLISIS ESPACIO TEMPORAL DEL CAMBIO DE COBERTURA Y USO DE LA
TIERRA ENTRE LOS AÑOS 2000 - 2020, MEDIANTE LA TELEDETECCIÓN,
DISTRITO JOSÉ CRESPO Y CASTILLO - AUCAYACU, TINGO MARIA

Autor : Bach. Henry Ramon RENGIFO CANDIA

Asesor : Ing. MSc. Juan Pablo RENGIFO TRIGOZO

Programa : Gestión de Cuencas Hidrográficas

Línea (S) de investigación : Gestión y Conservación del Recurso Suelo

Eje Temático de Investigación: Sistema de Información espacial de la degradación del suelo

Lugar de Ejecución : Distrito José Crespo y Castillo Aucayacu- Tingo María

Duración : 20 meses

Financiamiento : S/. 4 980.00

FEDU : No

Propio : Si

Otros : No

Tingo María – Perú

2024

DEDICATORIA

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

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

A mi hermana Jacqueline por su cariño y apoyo incondicional, durante todo este proceso, por estar conmigo en todo momento gracias.

A toda mi familia porque con sus oraciones, consejos y palabras de aliento hicieron de mí una mejor persona y de una u otra forma me acompañan en todos mis sueños y metas.

Finalmente quiero dedicar esta tesis a todos mis docentes y amigos, por apoyarme cuando más las necesito, por extender su mano en momentos difíciles y por el amor brindado cada día, de verdad mil gracias, siempre los llevo en mi corazón

AGRADECIMIENTOS

- A Dios por mi fe y devoción, por la fortaleza física y mental que me brindo en mi día a día para guiarme por un buen camino en mi formación profesional, desde los cielos, Dios nos protege y ayuda a que cada día sea especial, único y sobre todo lleno de bendiciones.
- A la Universidad Nacional Agraria de la Selva, mi alma mater, por albergarme en sus aulas durante mi formación profesional.
- A la Facultad de Recursos Naturales Renovables, en especial a la escuela profesional de ingeniería en Conservación de Suelos y Agua por haberme permitido formarme en ella, gracias a sus docentes por inculcarme sus sabios conocimientos, experiencia, facilidades de aprendizaje para la culminación de mi carrera profesional.
- A todas las personas que fueron partícipes de este proceso, ya sea de manera directa o indirecta, gracias a todos ustedes, que el día de hoy se refleja la culminación de mi permanencia en universidad.
- A los miembros integrantes del jurado de tesis: Dr. Lucio Manrique de Lara Suarez; Dr. Wilfredo Alva Valdiviezo; M.Sc. José Víctor Quiroz Ramírez; Dr. Nelino Florida Rofner, por el tiempo tomado para la evaluación de mi tesis.
- Al Ing. M.Sc. Rengifo Trigozo Juan Pablo, asesor del presente trabajo de investigación, por su amistad, sus consejos y desinteresada asistencia en la presente tesis.

ÍNDICE

	Página
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. REVISIÓN DE LITERATURA.....	3
2.1. Marco teórico.....	3
2.1.1. Cobertura y uso del suelo.....	3
2.1.2. Bosque	3
2.1.3. Deforestación	3
2.1.4. Análisis del cambio de cobertura y uso del suelo.....	5
2.1.5. Leyenda metodológica Corine Land Cover	6
2.1.6. Teledetección	6
2.1.7. Sensores	7
2.1.8. Imágenes satelitales	8
2.1.9. Landsat.....	8
2.1.10. Pre procesamiento digital de imágenes satelitales multitemporales	9
2.1.11. Tipo de clasificación de imágenes	11
2.1.12. Validación de resultados.....	12
2.2. Estado del arte.....	13
2.2.1. Antecedentes	13
III. MATERIALES Y MÉTODOS	16
3.1. Lugar de ejecución.....	16
3.1.1. Clima.....	18
3.1.2. Zona de vida.....	18
3.1.3. Suelos.....	18
3.1.4. Fisiografía	18
3.1.9. Hidrografía.....	18
3.1.10. Accesibilidad	19
3.2. Materiales y equipos	19
3.2.1. Materiales.....	19
3.2.2. Equipos y software	19

3.3. Metodología.....	19
3.3.1. De la identificación de coberturas y uso actual de la tierra del distrito de José Crespo y Castillo (Aucayacu) mediante la teledetección.....	19
3.3.2. Del análisis de los cambios espacio temporal de la cobertura y uso de la tierra, entre los años 2000 – 2020, del distrito José Crespo y Castillo (Aucayacu).....	24
3.4.3. De la determinación de la tasa de cambio de coberturas y uso de la tierra para el periodo 2000 al 2020 del distrito José Crespo y Castillo (Aucayacu)	25
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	27
4.1. De la identificación de coberturas y uso de la tierra, del distrito José Crespo y Castillo (Aucayacu), mediante la teledetección.....	27
4.1.1. Cobertura y uso de la tierra del año 2000	27
4.1.2. Cobertura y uso de la tierra al año 2020	30
4.2. Del análisis de los cambios espacio temporal de la cobertura y uso de la tierra, entre los años 2000 – 2020, del distrito José Crespo y Castillo (Aucayacu).....	34
4.3. De la determinación de la tasa de cambio de cobertura y uso de la tierra para el periodo 2000 al 2020, del distrito José Crespo y Castillo (Aucayacu).....	39
V. CONCLUSIONES	41
VI. PROPUESTAS A FUTURO	42
VII. REFERENCIAS	43
ANEXO.....	48

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla	Página
1. Valores de Kappa.....	12
2. Leyenda Corine Land Cover para el distrito José Crespo y Castillo (Aucayacu).....	22
3. Matriz de transición con ganancias y pérdidas.....	24
4. Cobertura y uso de la tierra al año 2000.....	27
5. Cobertura y uso de la tierra al año 2020.....	31
6. Cambio de cobertura y uso de la tierra del año 2000 al 2020.....	34
7. Matriz de transición de cambio de cobertura.....	37
8. Tasa de cambio de cobertura del año 2000 al 2020.....	39
9. Coordenadas y tipo de cobertura tomadas en campo del distrito José Crespo y Castillo - Aucayacu.....	49

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura	Página
1. Mapa de ubicación del distrito José Crespo y Castillo (Aucayacu).	16.
2. Mapa base distrito José Crespo y Castillo - Aucayacu	17
3. Mapa de distribución de puntos de muestreo.....	23
4. Porcentaje de cobertura y uso de la tierra del año 2000.....	28
5. Mapa de uso actual del año 2000.....	29
6. Porcentaje de cobertura y uso de la tierra del año 2020	32
7. Mapa de cobertura y uso actual de la tierra del año 2020	33
8. Cambio de cobertura y uso de la tierra del año 2020	35
9. Mapa de cambio de cobertura.....	36
10. Mapa de concentración de la deforestación del 2000 al 2020.....	38
11. Tasa de cambio del 2000 al 2020 en hectáreas.....	40

RESUMEN

En la presente investigación se tuvo como objetivos identificar las coberturas del año 2000 y 2020, analizar los cambios espacio temporal y determinar la tasa de cambio de la cobertura y uso de la tierra (CCUT) para el periodo 2000 al año 2020 en el distrito de José Crespo y Castillo (Aucayacu), para ello utilizamos mapas de CUT de los años 2000 y 2020 producto de la clasificación de imágenes Landsat 5 y Sentinel 2 respectivamente, para el calculo de la matriz de transición se utilizó la herramienta “intersect” del software ArcGis y excel para hacer el cruce de información. En los resultados se identificaron que la cobertura de bosque ocupaba el 74.54% el año 2000 y 63.95% en 2020, seguido de vegetación secundaria o en transición que ocupaba el 11.61% en el año 2000 y 16.72% en el 2020, mosaico de cultivos 8.34% en el 2000 y 10.49% en el 2020; y el 5.51% y 8.84% restante ocupada por otras coberturas en el año 2000 y 2020 respectivamente, los cambios de coberturas y uso de la tierra más representativos en el distrito de José Crespo y Castillo (Aucayacu), fueron la pérdida de 15,892.65 ha de bosque y por ende aumentaron las coberturas relacionadas con las actividades antrópicas, de las cuales vegetación secundaria o en transición aumento 7,672.00 ha, arroz 3,481.47 ha, mosaico de cultivos 3,231.03 ha, cultivos transitorios 723.93 ha y otras coberturas en menor superficie y se determinó la tasa de cambio para cada cobertura, donde el bosque se redujo en 794.63 ha por año, a consecuencia del aumento cobertura antrópicas: vegetación secundaria aumento en 383.60 ha/año, arroz en 174.07 ha/año, mosaico de cultivos en 161.55 ha/año, cultivos transitorios en 36.20 ha/año y otras coberturas en menor proporción para los años 2000 al 2020, por lo que se deben implementar políticas de conservación y recuperación de áreas naturales, para establecer un equilibrio entre el medio ambiente y conservación de las actividades agrícolas.

Palabras clave: Cobertura de bosque, tasa de cambio, uso de la tierra, deforestación, mosaico de cultivos.

A Temporal Spatial Analysis of the Change in Land Cover and Use Between the Years of 2000 and 2020 Using Remote Sensors in the Jose Crespo and Castillo District of Aucayacu, Tingo Maria

Abstract

In the present research, the objectives were to identify the land cover from the years 2000 to 2020, to analyze the temporal spatial changes, and to determine the rate of change for the land cover and use (CCUT – acronym in Spanish) during the period from the year 2000 to 2020 in the Jose Crespo and Castillo district (Aucayacu, [Peru]). In order to do this, CUT (acronym in Spanish) maps were used from the years 2000 and 2020; products of the classification from Landsat 5 and Sentinel 2 images, respectively. In order to calculate the transition matrix the “intersect” tool from the ArcGis software was used and Excel was used to do the information crossing. For the results, it was identified that the forest cover was 74.54% in the year 2000 and 63.95% in the year 2020, followed by the secondary vegetation or that which was in transition, which occupied 11.61% during the year 2000, and 16.72% in the year 2020, [then] mosaic crops [at] 8.34% in the year 2000 and 10.49% in year 2020, and the leftover 5.51% and 8.84% were occupied by other land cover during the years 2000 and 2020, respectively. The changes in land cover and use most representative of the Jose Crespo and Castilly district (Aucayucu) were the loss of 15,892.65 ac of forest, and thus, the land cover related to anthropic activites increased; of which, secondary or that in transition increased [by] 7,672.00 ac, rice [by] 3,481.47 ac, mosaic crops [by] 3,231.03 ac, transitory crops [by] 723.93 ac, and other land cover at a lesser surface area. The rate of change for each land cover was determined, where the forest was reduced by 794.63 ac per year, as a consequence of the increase in anthropic cover: secondary vegetation increased by 383.60 ac/year, rice by 174.07 ac/year, mosaic crops by 161.55 ac/year, transitory crops by 36.20 ac/year, and other land cover in a lesser proportion for the years from 2000 to 2020. Due to this, policies should be implemented for the conservation and recuperation of natural areas in order to establish a balance between the environment and conservation of agricultural activities.

Keywords: forest cover, rate of change, land use, deforestation, crop mosaics

I. INTRODUCCION

En Perú, la superficie de bosque perdida entre 2001 y 2017 ascendió a 2,130.123 hectáreas, equivalente a una pérdida de 125,301 hectáreas anuales, entre las zonas más afectadas: Huánuco, San Martín, Loreto, Ucayali y Madre de Dios, que en conjunto representan 78,2 % de deforestación total en los últimos 17 años. La tasa de tala de árboles en la región Huánuco fue de 14,19% y la tasa de deforestación fue de 13,538 ha/año en el periodo 2001 – 2008, sin embargo, desde 2009 – 2017, este número ha aumentado a 21,562 ha/año, reportándose un aumento de deforestación en 2014. (Ministerio del Ambiente - MINAM, 2018).

El análisis temporal y espacial de la evolución de manejo y ocupación de la tierra es uno de los “estudios especializados” destinados a desarrollar herramientas técnicas que apoyen el ordenamiento territorial establecidos en la metodología, aprobada por R.M. N° 135-2013-MINAM y que complementa los resultados de la zonificación ecológica y económica (RM N° 081-2016-MINAM).

De acuerdo con lo citado anteriormente la región Huánuco y el Perú en general está experimentando alteración de cubierta y manejo del suelo que alteran drásticamente el medio ambiente y su habitad, por lo es necesario estudiar estas fases más a detalle (a nivel distrital). Planteándose para esto la siguiente interrogante ¿Los cambios de cobertura y uso de la tierra en el periodo 2000 al 2020 en el distrito José Crespo y Castillo (Aucayacu) mostrarán un aumento progresivo de la deforestación y de las actividades antropogénicas? y como hipótesis se pretende demostrar que: El cambio de cobertura y uso de la tierra en el periodo del 2000 al 2020 en el distrito José Crespo y Castillo (Aucayacu), muestran aumento progresivo de las actividades antropogénicas y la deforestación. Planteándose para esto los siguientes objetivos:

1.1. Objetivo general

Realizar el análisis espacio temporal del cambio de cobertura y uso de la tierra entre los años 2000 - 2020, mediante la teledetección, en el distrito José Crespo y Castillo (Aucayacu)-Tingo María.

1.2. Objetivos específicos

- Identificar las coberturas y uso actual de la tierra, del distrito José Crespo y Castillo (Aucayacu), mediante la teledetección.

- Analizar los cambios espacio temporal de la cobertura y uso de la tierra, entre los años 2000 - 2020, del distrito José Crespo y Castillo (Aucayacu), del área de cobertura del bosque.
- Determinar la tasa de cambio de cobertura y uso de la tierra para el periodo 2000 al 2020, del distrito José Crespo y Castillo (Aucayacu).

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. Marco teórico

2.1.1. Cobertura y uso del suelo

La cobertura son cuerpos naturales o artificiales que recubren la tierra, provienen del medio natural por sucesión ecológica (bosques, sabanas, lagos, etc.) o del medio creado y mantenido por el hombre (cultivos, represas, ciudades, etc.) (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura - FAO, 2005).

2.1.2. Bosque

Según FAO (2005) estas, se trata de parcelas de más de 0,5 ha con árboles de más de 5 m de altura y cubierta forestal superior al 10% o árboles que alcanzan esta altura en el sitio. No cuenta con terrenos utilizados para fines agrícolas o urbanos. Así mismo, (Convención de Naciones Unidas contra la Corrupción – CNUCC, 2002) hace referencia que el bosque es la superficie mínima de tierra de 0,05 y 1,0 ha con cobertura de copa (o densidad población equivalente) que sobrepasa del 10 al 30 % y con árboles que llegar a medir entre 2 a 5 m en su madurez in situ. Se trata de un ecosistema natural complejo formado por organismos, microorganismos, flora y fauna que al mismo tiempo influyen y conectan entre sí y están expuestos a un entorno arbóreo dominante con una superficie de más de 0,5 hectáreas y una gran altura de árbol de 2 m o árboles que puedan tener esta altura in situ y el grado de cobertura sea superior al 10% (MINAM, 2014).

2.1.3. Deforestación

La FAO (2005) afirma que este es el umbral mínimo para la conversión de bosques a otro empleo en el suelo o una disminución de la cubierta de copa por debajo del 10%. Además, la tala de árboles se entiende como la conversión de los bosques a otro empleo de suelo o disminución a largo plazo de la superficie forestal, es decir, eliminar bosques primitivos o remanentes para la actividad agrícola, ganadera, cultivos ilegales u otra actividad dirigida a la pérdida perenne de bosques. Deben excluirse de este concepto las zonas a restaurar, es decir, áreas de bosques secundarios o áreas sujetas a manejo forestal y, en general, cualquier actividad relacionada con la continuidad de la actividad forestal. También es el proceso por el cual las

tierras forestales se convierten en tierras no forestales mediante la acción humana directa. (CNUCC, 2002).

2.1.3.1. Causas de la deforestación

Reátegui (1996) sugiere que la razón básica de la tala de bosques es la enorme demanda de tierra, no de madera. La mala idoneidad de la tierra para la actividad agrícola y ganadera no detuvo la deforestación en pendientes pronunciadas con abundantes precipitaciones y baja fertilidad. Además, detrás de esta deforestación aparentemente irracional hay varios factores complejos, como por ejemplo:

- El uso de las tierras.
- Las leyes y derechos de tendencia en combinación con el individualismo.
- El incremento demográfico.
- Pobreza de la población rural.
- El desempleo en las urbes, y

Los países extranjeros tienen una mayor influencia en la economía nacional. La tala selectiva con fines comerciales es ampliamente reconocida como una actividad destructiva en la selva amazónica, pero cabe señalar que los planes para ampliar las fronteras agrícolas para el pastoreo y los proyectos de asentamiento se han implementado mal las zonas rurales son el principal factor limitante y este proceso es empírico, desorganizado e irracional y no contribuye a un progreso amplio y sostenido. (Reátegui, 1996).

2.1.3.2. Deforestación en el Perú

La superficie forestal es de 72 millones de ha, que cubren más del 56% de la tierra del país, de las cuales 53,3 millones de hectáreas tienen potencial de producción forestal permanente actual y futuro. El mayor problema que afecta a los bosques es la tala de árboles. Instituto Nacional de Recursos Naturales [INRENA]. (1996) estiman la superficie total talada en 9,2 millones de ha, con una tala promedio anual de aproximadamente 261 158 hectáreas. (FAO, 2004).

MINAM (2015) afirma que desde el año base 2000 al 2014, el área de deforestación fue de 1,315.673 hectáreas, de las cuales 415.278 hectáreas fueron deforestadas entre 2010 y 2014, representa una pérdida de 103,819 has/año.

De igual forma, el nivel de pérdidas por sectores en la región amazónica durante el periodo analizado de 2010 a 2014 muestra que los sectores con mayores áreas de deforestación son: San Martín, Loreto, Ucayali, Huánuco y Madre de Dios, en conjunto indica el 86% de tala total y se han acumulado durante los últimos 5 años. Asimismo estos departamentos señalan lógicamente la mayor tasa de deforestación (MINAM, 2015).

2.1.3.3. Deforestación en Huánuco

Es uno de los principales problemas que afectan a los bosques en la región de Huánuco en Perú. Un factor limitante son las limitadas oportunidades económicas para el crecimiento de nuestra población, lo que facilita la migración a áreas forestales para actividades madereras y agrícolas. (Calderón, 2007).

Las fases de intervención y tala de árboles en la selva alta del Perú están directamente relacionados a solucionar los problemas socioeconómicos de la gente del campo, especialmente en los Andes. Los colonos nómadas a menudo se asentaron en las selvas y se dedicaron a la agricultura migratoria. Por ello, de las áreas intervenidas, observamos que, en el periodo de 2000 - 2020, la deforestación se ha incrementado a una tasa media anual de 9.9% y un ritmo promedio de 182 133 ha/año (Araujo, 1995). Según una cuantificación y estudio de la tala de árboles en la Amazonía peruana entre 2010 y 2014 realizado por el MINAM (2015), la región Huánuco representa el 14% del 86% de tala acumulada en las cinco regiones con las tasas de tala de árboles más altas.

Así mismo, MINAM (2015) indica que la región Huánuco indica una tala de árboles acumulada de 56 ,719.87 ha, en el periodo 2010-2014, y una tasa de tala de árboles de 14,179.97 Ha/año, para este mismo periodo de análisis.

2.1.4. Análisis del cambio de cobertura y uso del suelo

La evaluación de los fases de alteración de cubierta y empleo de la tierra es un tema atractivo en los estudios ambientales actuales (Bocco et al., 2001) ya que las implicaciones en la pérdida de hábitats, biodiversidad, servicios, medio ambiente y capacidad productiva del ecosistema (Rosete, 2008), pero sin esto nuestras necesidades no se satisfacen.

También se considera un importante impulsor de la alteración global y es la segunda fuente más grande de emisiones antropogénicas de CO₂ en el espacio. Es la respuesta de la explosión demográfica y la asimetría social y económica.

La variación de empleo y cubierta de la tierra es un problema que combina distintas dimensiones del cambio global del ambiente (Rosete, 2008). Su investigación necesita disciplina ya que utiliza conceptos, datos y metodología de distintos campos del conocimiento. Pero básicamente este es un tema que los geógrafos tratan o dominan.

La actividad humana se considera la fuerza básica que altera la biosfera y es la causa primordial del cambio del paisaje moderno. Las variaciones que experimentan los ecosistemas terrestres están relacionados con la conservación del manejo del suelo o la intensificación del manejo del suelo y su posterior degradación (Rosete, 2008). Se cree que la tala de árboles y la presión humana en el suelo para la productividad de cultivos, así como la mecanización en exceso, se encuentran entre las principales causas del cambio de manejo de suelo.

2.1.5. Leyenda metodológica Corine Land Cover

(El Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana - IIAP 2015) Se refiere al hecho de que para derivar categorías de uso y cobertura del suelo, se estructura de manera ordenada derivando unidades de cobertura del suelo basadas en criterios geomórficos de altura y densidad que están determinados y se aplican a todas las unidades del mismo tipo de cobertura. Esto garantiza que se puedan incluir nuevas entidades o se puedan definir nuevos niveles de entidades para una investigación más detallada y poder encontrarlas y definir las rápidamente.

2.1.6. Teledetección

Es la ciencia y el arte de conseguir datos de un elemento, lugar o fenómeno a través del estudio de datos conseguido de entidades que no tienen contacto directo con él (Lillesand y Kiefer, 1994). En términos generales, las fases y componentes relacionados con la teledetección electromagnética de los recursos terrestres se dividen en dos fases básicas: recopilación de datos y estudio de datos. (Lillesand y Kiefer, 1994).

2.1.6.1. Fundamentos de la observación remota

Tiene de tres elementos básicos: un sensor, un elemento a observar y un flujo de energía que permite vincularlos. Este flujo de energía puede provenir de un objeto que refleja la luz solar, del propio objeto o incluso de la energía emitida por algún tipo de sensor. (Chuvienco, 1996).

2.1.6.2. Espectro electromagnético

La corriente de energía requerido entre el sujeto y el elemento verificado en un sistema de teledetección conforma un tipo de radiación electromagnética. (Chuvienco, 1996).

2.1.6.3. Bandas espectrales

Diferentes categorías de longitudes de onda que se pueden dividir o separar en el espectro electromagnético se denominan rangos o bandas espectrales, y estos rangos pueden usarse para reconocer las características físicas de cualquier tipo de elemento existente en el Suelo. Chuvienco (1996),

2.1.7. Sensores

Es definido como un dispositivo especial, su tecnología ayuda recopilar datos sobre un objeto sin contacto físico con él. Estos dispositivos son conocidos colectivamente como sensores remotos e incluyen dispositivos como cámaras, escáneres y sistemas de radar. (Avery y Graydon, 1992).

2.1.7.1. Sensores pasivos

Estos sensores están limitados a recibir energía de fotografías externas, este tipo de sensor reúne la energía electromagnética de la tierra reflejada en los rayos del sol o se irradia por su misma temperatura. (IIAP, 2004).

2.1.7.2. Sensores activos

La radiación electromagnética en el rango de las microondas utilizadas en teledetección para conseguir datos sobre el ambiente, el suelo y los mares. Los sistemas de radar envían pulsos de microondas y registran las señales que se reflejan en la

Tierra. La altura de una superficie se mide por el tiempo que tarda en recibir una señal remota (IIAP, 2004).

2.1.8. Imágenes satelitales

Cuando los satélites con sensores pasivos recorren en sus órbitas, "barren" la extensión de la Tierra y captan la energía solar reflejada en distintas longitudes de onda. Se dividen en distintas zonas denominadas "bandas espectrales". El sensor crea una verdadera matriz digital de píxeles: elementos gráficos (del idioma inglés, picture x element), que codifica la información en cada banda en un formato que los expertos pueden descifrar, que agrupado forman una imagen llamado "raster". En el lenguaje de las imágenes, estos se denominan ND (niveles digitales). (Administración Nacional de Aeronáutica y el Espacio - NASA, 2004).

Los raster tienen una precisión que depende del sensor satelital que los adquirió. Esto será función de: I) la frecuencia temporal con que el satélite pasa por el mismo punto del suelo, en su propia órbita (R. Temporal), II) las bandas espectrales que el sensor permite capturar el sensor (R. Espectral), III) la superficie real representada por el pixel en la Tierra (R. Espacial) y IV) la cuantía de niveles digitales (ND) que pueda atraer el sensor (R. Radiométrica) (Chuvienco, 2002).

2.1.9. Landsat

A finales de 1970 la Agencia Espacial de los EE. UU, NASA (*National Aeronautics and Space Administration*), elaboró el primer proyecto dirigido a la cartografía y análisis de los recursos naturales terrestres a través de satélites artificiales desde el espacio, llamado Landsat. El primer satélite de la serie ETRS (*Earth Resources Technology Satellite*) se puso en órbita el 23 de junio de 1972 (Chuvienco, 2002, NASA, 2004). Sin duda, es el programa espacial de mayor éxito hasta la fecha y todavía sigue vigente con su séptima iteración, la última que fue enviado el 15 de abril de 1999 – Landsat 7 (NASA, 2004). Inicialmente había siete plataformas de la serie Landsat, cuya versión 6 se perdió al poco tiempo de lanzarla y, por este motivo, no se llegó a utilizarla. El éxito del programa es en gran parte a la exactitud de las imágenes así como al carácter global y periódico de la recogida de datos. Sólo en 1980, el número de imágenes recibidas por los usuarios alcanzó unas 385,000 y el número de imágenes recibidas por las estaciones terrestres de todo el mundo alcanzó las 550,000 copias. (Chuvienco, 2002). Sus operaciones son gestionadas por NASA y la realización y distribución de las imágenes, se basa en el “Servicio Geológico de los Estados Unidos – USGS” (*United states*

Geological Survey). Los estudios de cobertura terrestre que utilizan tecnología muestran que las imágenes capturadas por estos sensores son útiles y confiables para reconocer zonas. Landsat 5 se puso en órbita el 1 de marzo de 1984. Llevaba un sensor multiespectral de escaneo pasivo llamado *Thematic Mapper* con la capacidad de recopilar información en siete bandas. (Chuvienco, 2002).

2.1.10. Preprocesamiento digital de imágenes satelitales multitemporales

Previo a iniciar el estudio de la información recopilada desde sensores remotos, a menudo es necesario preprocesar los datos relevantes (Jensen, 1996). El propósito de este proceso, conocido en la literatura como "*Image Préprocessing*", es corregir errores en la fase de compilar información que pueden desgastar la calidad de la información recopilada por el sensor. (Chuvienco, 2002).

2.1.10.1. Corrección geométrica

La corrección geométrica incluye cualquier variación en las posiciones que ocupan los píxeles que la componen. En contraste de la corrección radiométrica, aquí no se cambia el ND de los píxeles de la imagen, solo se corrigen sus posiciones y coordenadas. Se solucionan dos métodos. Primero. Se llama denominado orbital que necesita conocer todas las propiedades del sensor y aplicarlas a la inversa. El segundo es más empírico e implica estimar el error geométrico en la imagen desde una serie de puntos con coordenadas llamadas puntos de control. (Chuvienco, 2002).

2.1.10.1.1. Rectificación mapa a imagen

Esta fase suele utilizar puntos de control terrestre para realizar ajustes. Esto se hace mediante dos pasos: interpolación espacial, que define las propiedades de cambio de las coordenadas geométricas para localizar los píxeles originales en sus posiciones en la imagen corregida, e interpolación de intensidad, que es una aplicación de una determinada interpolación. Un mecanismo para definir el valor de luminancia designado a un píxel corregido. (Jensen, 1996).

Para afrontar la detección de variaciones digitales, las imágenes deben estar alineadas con un alto grado de detalle, de lo contrario la falta de alineación entre imágenes se detectará como transformaciones, Hor (1982) citado por Chuvienco (1996).

RMS (tasa de error cuadrático medio) es la validez de la distancia entre sus coordenadas verdaderas y las coordenadas tasadas por el retroceso. En el estudio multitemporal, el valor no debe exceder el tamaño del píxel para obtener buenos resultados. (Chuvieco, 1996).

2.1.10.2. Corrección radiométrica

Se trata de técnicas que modifican el nivel digital bruto (ND) que mide la respuesta espectral de cualquier elemento en una imagen situada en la tierra con perfecta recepción. Convertir los ND en variables físicas es un primer paso esencial, ya que permite el uso de valores estándar de variables físicas que pueden compararse dentro del mismo sensor a lo largo del tiempo y entre diferentes sensores (Chuvieco, 2002). Estas rectificaciones eliminan dudas relacionados con errores de los sensores, la posición del Sol, incluyendo la situación del espacio, haciendo comparables las mediciones obtenidas por satélites, incluso cuando se realizan a muy gran escala. (Sobrino, 2000).

2.1.10.2.1. Conversión de ND a radiancia

García (2006) afirmó que el propósito de la rectificación radiométrica y atmosférica convierte los niveles digitales de imágenes satelitales en valores de reflectancia. Para determinar los niveles digitales, primero se deben convertir a los valores de radiación detectados por el satélite y escalarlos entre 0 y 255, devolviéndolos a los valores originales.

2.1.10.2.2. Corrección atmosférica

Los elementos líquidos y gaseosos del espacio crean efectos de permeabilidad y diseminación que alteran significativamente la señal de la tapa. Este reacción depende de la longitud de onda, especialmente en longitudes de onda más cortas (Chuvieco, 1996). El proceso de resolución de estas correcciones es engorroso y necesita información sobre los estados atmosféricos a la hora de adquisición, que muchas veces no están aptas. Además, los efectos atmosféricos no son constantes en todo el panorama (Chuvieco, 1996). Los métodos de corrección atmosférica se pueden dividir en dos grupos aquellos que manejan modelos numéricos de transmisión radiativa (Vermote et al., 1997) y aquellos que usan modelos simples restando valores de píxeles oscuros (Chuvieco, 2002).

El método COST fue elaborado por Chávez (1996) y utiliza objetos oscuros como objetos de calibración. Los objetos oscuros pueden ser áreas de

sombra o, en algunos casos, cuerpos de agua muy profundos. Esta metodología implica que la luminosidad de un objeto oscuro es cero en todas las bandas y que cualquier diferencia en las mediciones puede atribuirse a los efectos de la dispersión atmosférica.

Aunque no se han comparado los procedimientos de distribución con y sin corrección atmosférica, varios autores indican que siete procedimientos en un total, van desde logaritmos simples hasta logaritmos complejos, la precisión del procedimiento de clasificación mejora significativamente. (Song et al, 2001).

2.1.10.2.3. Corrección del sombreado topográfico

Chuvieco (1996) señaló que la reflectividad depende en gran medida del ángulo de incidencia y de observación. Suponiendo que el ángulo de incidencia depende únicamente del ángulo de elevación del sol, esto significa que el terreno es plano, incluso sin considerar los efectos topográficos, que cada vez son más fáciles de corregir con modelos digitales de elevación (MDE). García (2006) indicó que utilizando el MDE y sus modelos derivados, es decir el modelo de pendiente y el modelo de orientación, es probable crear modelos que ayudan a enmendar efectos topográficos. Meyer et al. (1993) afirmaron que se necesita un modelo de elevación digital con suficiente precisión para corregir adecuadamente la sombra del terreno, esto se logra mapeando a una escala de 1:25,000.

2.1.11. Tipo de clasificación de imágenes

La clasificación digital incluye la clasificación de imágenes multibanda. En términos estadísticos, esto indica disminuir el nivel de medición de una variante continua (ND) a un nivel nominal o categórico (Chuvieco, 1996). Hay dos formas de distribución: supervisada y clasificación no supervisada, primero, se debe conocer el área (mediante actividad de campo) y escoger muestras (lugar de capacitación) para definir las al cálculo. El segundo no se sabe nada del área y es automática su búsqueda de homogeneidad. (Alva y Chávez, 2004).

2.1.11.1. Método mínima distancia

El principio más simple para la clasificación del píxel en una clase es colocarlo en la clase más próxima, es decir en una clase que reduzca la distancia entre ese píxel y el centro de la clase. Esta distancia es espectral más no geográfica, y es el efecto de cotejar la ND de cada píxel del centro de distintos tipos, para las bandas que influyen en el estudio. (Chuvieco, 1996).

2.1.12. Validación de resultados

Se trata de documentos del Ministerio del Ambiente mediante la Dirección General de Ordenamiento Territorial y proporciona herramientas diseñadas para “evaluar la precisión temática”. Donde en la elaboración de la documentación consideraron normas internacionales ISO 19113, ISO 19114 e ISO 19138 en materia de principios de calidad, procedimientos y órdenes de la calidad. (MINAM, 2014).

2.1.12.1. Matriz de confusión o Índice de Kappa

Al muestrear y clasificar se puede dar como resultado una matriz llamada confusión porque resume los conflictos entre categorías y tierra real. El índice Kappa se deriva de los límites de clasificación. (Chuvieco, 1996).

Tabla 1. Valores de Kappa

Kappa	Grado de concordancia
< 0,2	Mala
0,21 – 0,40	Ligera
0,41 – 0,60	Moderada
0,61 – 0,80	Buena
0,80 – 1,00	Excelente

Fuente: CHAVEZ (2007)

2.1.12.2. Validación y verificación de los mapas

Al finalizar la deducción digital de las imágenes de satélite, se realiza un control de calidad para revisar la validez de la metodología y del producto resultante. Según Chuvieco (2008), esta verificación se debe considerar como el paso final en la clasificación digital, deducción visual de imágenes, detección de variación, etc.

La fase de prueba debe utilizar métodos de muestreo para examinar los errores en los resultados con la mayor precisión y el menor costo. En tanto, intentamos examinar el error escogiendo una muestra representativa de los estados del suelo para conseguir una correlación entre la realidad y los resultados. Según Colgaton y Green (1999), citado en Chuvieco (2008), la validación de los resultados debe tener los siguientes pasos:

- Diseño de muestreo
- Recolección de datos de referencia
- Análisis de resultados
- Ajustes finales

2.2. Estado del arte

2.2.1. Antecedentes

IIAP (2017) realizó la investigación de la dinámica de la alteración de la cubierta y manejo de tierras en el distrito Padre Abad, departamento Ucayali, su propósito es evaluar la variaciones dinámicas de cubierta y empleo de tierra entre el 2010 a 2016 en el distrito con el objetivo de representar escenario al 2022 de CCUT, interpretando e identificando las alteraciones más importantes a lo largo del tiempo y, por ende construir y promover variación en la cubierta y manejo de la tierra (CCUT) para interpretar y pronosticar el impacto de estos fases espaciales en el clima, esta perspectiva implica recabar datos desde CUT al año 2016 a través de imágenes satelitales, cuantificar e reconocer las variaciones básicas, reconocer variables espaciales explicativas que ayuden a conformar posibles transiciones y en última instancia representar el escenario al año 2022 de CCUT.

Los resultados conseguidos fueron que al año 2016 las categorías de CUT dominantes fueron Bosques de alta y baja densidad con 117,382 y 142,956 ha relativamente, así como tierras para agricultura variada y plantaciones de plátano con 65,760 y 26,674 ha relativamente; las variaciones básicos van desde Bosque de alta y baja densidad a tierras para agricultura variada, bosque de alta densidad a plantaciones de plátano y pastos para el ganado y la pronosticación al año 2022 es que 16,643.88 hectáreas de Bosque llegaran a ser zonas de agricultura.

Toribio (2016) desarrolló una investigación de modelamiento espacial de la variación de la cubierta y manejo de la tierra en el distrito de Nuevo Progreso – San Martín, Con el objetivo de definir la cubierta y manejo de la tierra (CCUS), y la tasa de variación entre 2000 y 2015, y conformar escenarios futuros probables hasta 2025 con el uso del programa DINAMICA EGO. Para modelar se manejó mapas CUS de 2000, 2007 y 2015, extraídos de

imágenes satelitales Landsat, variables de elevación y pendiente, zonas de preservación municipal, distancia de carreteras y ríos, centros poblados y zonas taladas; en dos casos posibles: 1) “tendencial” y 2) “conservación”. Evaluó estas variaciones a medida que aumentan las actividades industriales y disminuyen los espacios naturales; estos resultados fueron pronosticados en los escenarios señalados, para el escenario tendencial los resultados mostraron una tendencia de aumento del área de actividades industriales y disminución del área natural, en el escenario de preservación del medio ambiente sucederá lo contrario, lo que se espera que suceda hacia el año 2025, cuando se deberán implementar proyectos de restauración y preservación de espacios naturales; como crear zonas protegidas, fomentar buenas prácticas agrícolas y la prevención de rápidos aumentos de la agricultura y la deforestación.

Ibáñez (2019) en su investigación los objetivos fue pronosticas la alteracion de la cubierta y manejo de tierra (CCUT) al año 2026 en la cuenca del rio Tocache, para ello se utilizó los mapas de CUT de los años 2006, 2011 y 2016 resultado de clasificar imagenes Sentinel 2A y Landsat 8 y 5, y las siguientes variables altitud, pendiente, zonas de preservación y distancia a: vías, ríos, centros poblados y zonas taladas, Esta información se cargan en el software EGO Dynamics para calcular matrices de transición y ponderaciones de evidencia.

A continuación, se seleccionan transiciones para pronosticar la CUT hasta 2026 bajo dos escenarios posibles: un escenario tendencial, donde los resultados indican una pérdida de 3975,50 hectareas de bosque y un incremento en la expansión de las trabajos agrícolas; en tanto que en el escenario de preservación el área de bosque restaurado y vegetación secundaria es de 1.042,5 ha y 2.519,9 ha relativamente, y la otra área de cobertura apenas cambia las políticas de conservación, por lo que se debe implementar la preservación y restauración de los espacios naturales con el fin de establecer un equilibrio entre el medio ambiente y actividades agrícolas.

Según MINAM (2009) en 1995, el Instituto Nacional de Recursos Naturales - INRENA publicó el Mapa Forestal del Perú, el área deforestada tiene 6,948.237 ha, que se ubica en las parte baja y media de bosques montanos de los departamentos de Cajamarca, Amazonas, San Martín, Huánuco, Pasco y Junín, así como en las terrazas y cerros bajos de los departamentos de Loreto y Ucayali (Selva Baja). Esta investigación fue realizada desde un mapa plano del Perú (1988), realizado desde imágenes del satélite Landsat MSS, a escala 1/1.000.000.

Posteriormente, el MINAM (2015) elabora el Mapa de Cobertura Vegetal y Uso de la Tierra del Perú: Base de Datos de Recursos Naturales e Infraestructura-INRENA. Las zonas taladas en la selva amazónica se escanearon y verificaron en imágenes satelitales en formato digital, dando como resultado un mapa revisado de tala de árboles donde el área acumulada, calculada hasta 1990, se estimó en 5,676.236 hectáreas. (MINAM, 2009).

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Lugar de ejecución

Se realizó en la jurisdicción del distrito José Crespo y Castillo (Aucayacu), provincia de Leoncio Prado, Región Huánuco. Ubicado geográficamente en las siguientes coordenadas UTM: Este: 377309, Norte: 9012526, Zona 18L, Altitud: 586 msnm.

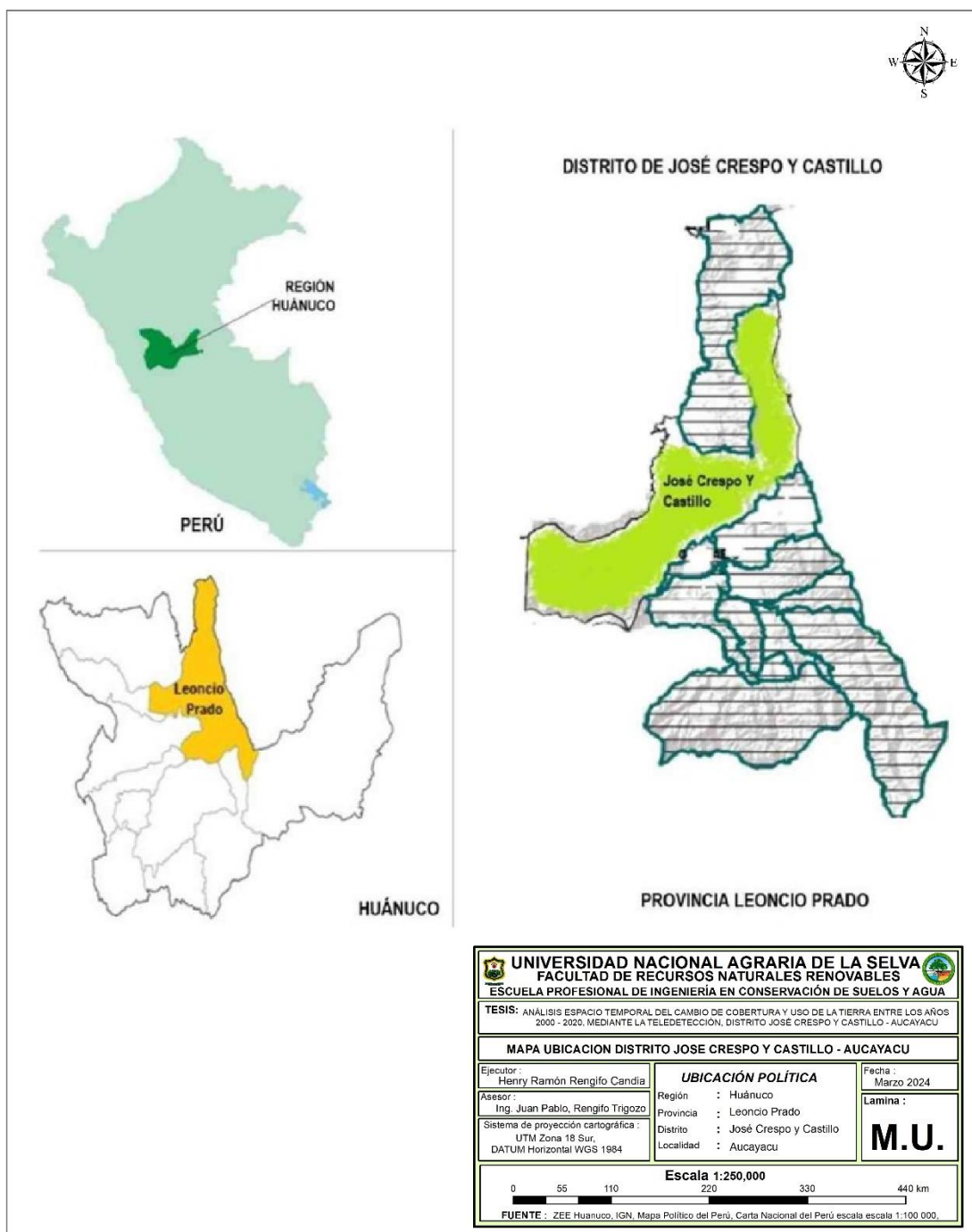


Figura 1. Mapa de ubicación del distrito José Crespo y Castillo (Aucayacu)

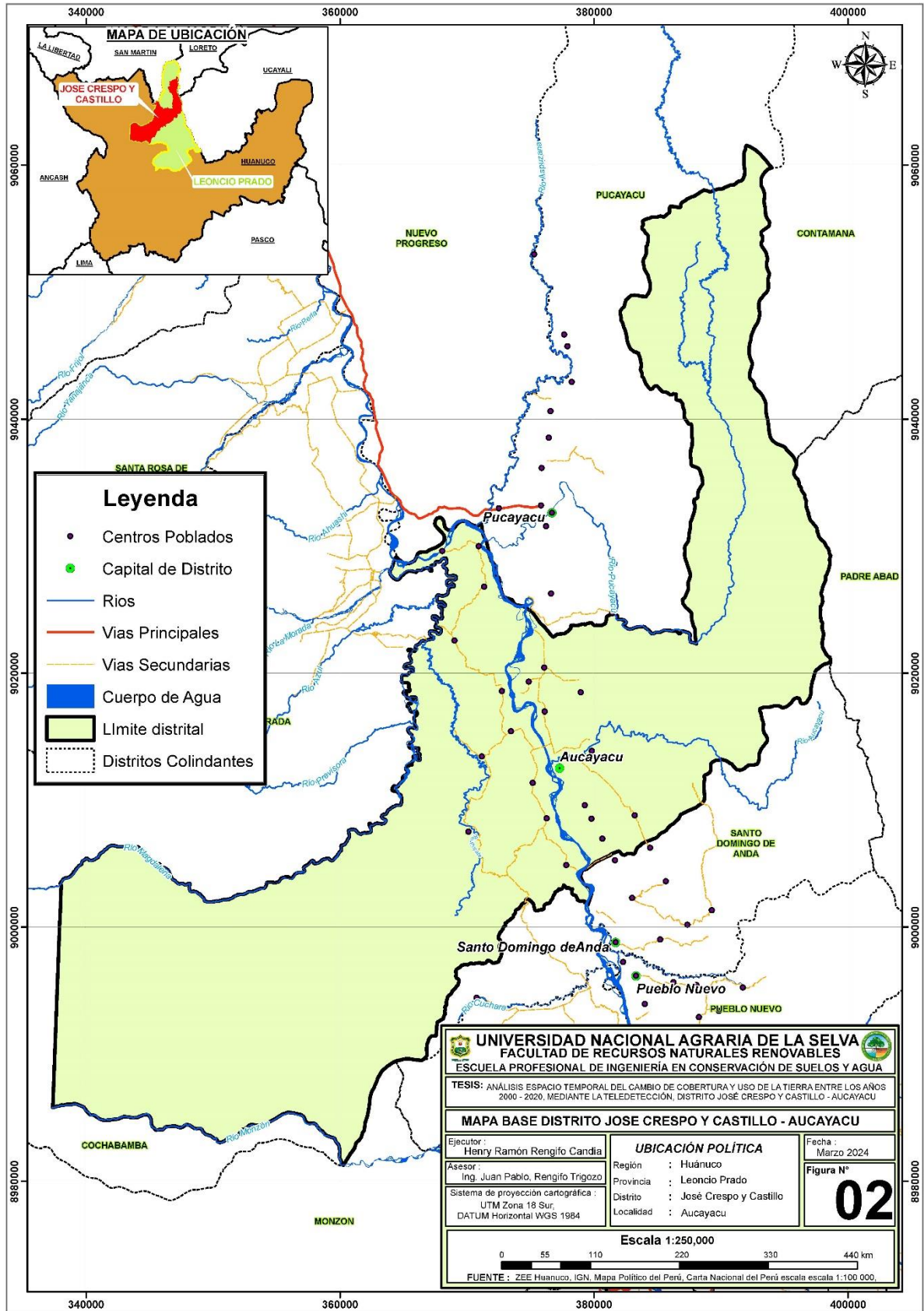


Figura 2. Mapa base distrito José Crespo y Castillo - Aucayacu

3.1.1. Clima

Esta zona corresponde a la región natural Selva Alta, clima cálido húmedo-lluvioso con precipitaciones pluviales recurrentes en 7 meses del año, con una precipitación media anual entre 2000 y 3500 mm. La humedad relativa promedio mensual es de 88.17% que varía en un rango de 80% y 90% de acuerdo al ciclo de lluvias. La temperatura media anual de 24 °C, máxima de 31°C y mínima de 19.5 °C. Plan de desarrollo local acordado para el distrito de José Crespo y Castillo (Aucayacu) (PDLC, 2019).

3.1.2. Zona de vida

Considerando la clasificación de esta y el diagrama bioclimático Floagri (2006) citado por Timoteo (2014), la zona de evaluación tiene tres (03) zonas de vida y una (01) transicional: Bosque húmedo tropical (transicional a bmh - PT), bosque húmedo Tropical (bh - T), bosque pluvial Premontano Tropical (bp - PT) y bosque muy húmedo Pre montano Tropical (bmh - PT).

3.1.3. Suelos

El suelo es principalmente de origen aluvial, apto para la agricultura y otras actividades; Este suelo actúa como una esponja, reteniendo agua en las partes más altas, que luego fluye hacia las partes más bajas, asegurando el suministro de agua en los períodos secos.

3.1.4. Fisiografía

La zona de investigación contiene una estructura montañosa cubierta de densa vegetación de bosque secundario y cañones profundos y estrechos por donde fluye el río Huallaga. El acantilado varía desde ligeramente empinado hasta valores del 10% o más. (Timoteo, 2014).

3.1.5. Hidrografía

Las zonas de investigación presentan diferentes ríos y riachuelos como el río Cuchara, río Magdalena, río Sangapilla, río Angashiyacu, río Aucayacu, cuyas aguas desembocan al río Huallaga. (Timoteo, 2014).

3.1.6. Accesibilidad

La vía de acceso hacia el distrito de José Crespo y Castillo (Aucayacu) es por vía terrestre, a través de la carretera Fernando Belaunde Terry (Asfaltado). Saliendo de Tingo María con destino a la ciudad de Tocache el recorrido de aproximadamente de 40.00 km y en auto se llega en un aproximado 40 minutos. (Timoteo, 2014).

3.2. Materiales y equipos

3.2.1. Materiales

Se utilizaron; libreta campo, botas, machete, mapa de ubicación de la zona, cuaderno de campo, ficha de campo, etiquetas de papel, Imágenes satelitales Landsat y Sentinel 2A y/o 2B.

3.2.2. Equipos y software

Cámara fotográfica, sistema de posicionamiento global (GPS); Softwares como ArcGis, Qgis. 3.4, BaseCam 4.2.5, Excel.

3.3. Metodología

3.3.1. De la identificación de coberturas y uso actual de la tierra del distrito José Crespo y Castillo (Aucayacu) mediante la teledetección

Para elegir el año de la encuesta se ha utilizado la metodología del MINAM (2016), que detalla las fases técnicas y metodológicas para la elaboración de “estudios especializados para analizar las variaciones de cubiertas y manejo de tierra”. Esta evaluación comparativa incluye los datos de cubierta y manejo del suelo para el año 0 (2000), Año 1 (2010) y Año 2 (2020). Para resultado de este estudio temporal se identificaron: el año 0, el punto de referencia o línea inicial para analizar el procedimiento de variación; La medida media del año corresponde al análisis de los procesos de cambio durante un período de 10 años, desde el año cero; El año 2, correspondiente al tiempo transcurrido luego de veinte (20) años, se cuenta desde el año 0. Para comprender mejor se divide de la siguiente manera:

3.3.1.1. Recojo de información cartográficas

Actividad que dio inicio recabando todos los datos cartográficos del distrito de José Crespo y Castillo (Aucayacu), creando un archivo que contiene información como vías,

centros poblados, zona de preservación, bosque de productividad perenne, concesiones forestales, concesiones mineras, límites políticos administrativos, etc. (MINAM, 2016).

3.3.1.2. Descargas de imágenes satelitales

Esto se hizo descargando imágenes del satélite Landsat del año 2000 e imagen Sentinel 2A y/o 2B del año 2020, de la página “<http://glovis.usgs.gov/>”, los principios para seleccionar fueron: la coincidencia en meses de las imágenes, así como un porcentaje bajo de nubosidad. Todo este proceso fue realizado con el protocolo de ortorrectificación de imágenes satelitales Landsat del MINAM, 2015.

3.3.1.3. Pre - procesamiento de imágenes satelitales

Las proyecciones se realizan según el sistema de coordenadas correspondiente al área de estudio, y se ubican en la misma referencia espacial. Se utilizó una imagen base georreferenciada (proyección UTM, área 18S y datum WGS 84) y una imagen rectificadas directa, creando puntos de control distribuidos uniformemente (GCP) en la imagen con un error cuadrático medio de menos de 1 píxel. Al final del proceso, se consideró un formato utilizando un polinomio de primer orden y un remuestreo utilizando la opción del método “vecino más cercano” para la matriz de transformación.

Luego se realizaron varios tratamientos digitales, combinaciones de bandas y procesamiento para mejorar y realzar las imágenes. Las correcciones atmosféricas y radiométricas se realizaron con el uso del software Qgis utilizando el Plugin “Sem-Automatic Clasificación” para lograr una mejor apariencia para una interpretación visual y clasificación óptimas de las imágenes.

3.3.1.4. Clasificación de las imágenes satelitales

Procesar las imágenes satelitales se realizó utilizando los programas Qgis con la ayuda del “Plugin” Sem-Automatic Clasificación y ArcGis. El flujo de trabajo inicia al importar y combinar la banda 7 (infrarrojo medio) en rojo, la banda 4 (infrarrojo cercano) en verde y la banda 3 (roja) para producir un único archivo para cada imagen.

Existen áreas específicas de formación para la supervisión de clasificación. Este paso selecciona muestras representativas del área de análisis en términos de áreas de píxeles específicas indicadas por los datos registrados en el campo y otras muestras definidas por el usuario en función de nuestro conocimiento de la imagen y el área estudiada.

Las anotaciones jerárquicas definidas a través la metodología Corine Land Cover adaptado para Perú se tienen en cuenta para construir mapas de cubierta y empleo de la tierra, permitiendo agregar datos a partir del nivel local hasta el regional y nacional. (MIMAN, 2014).

3.3.1.5. Validación y/o verificación en campo

El área o superficie de muestreo para la verificación en campo fue definido considerando el fácil acceso, por lo que se tomó a la red vial existente en todo el distrito de José Crespo y Castillo (Aucayacu).

Una vez identificadas las áreas de uso en la oficina, se realizó un levantamiento de campo mediante un GPS, se realizaron puntos de control para calibrar esas áreas y se realizaron pruebas en ellas, y se supervisó a los clasificadores para elegir el clasificador que realizaría la mejor discriminación de clase.

Luego, se post-clasificó con el software Qgis y su Plugin Sem-Automatic Clasificación.

La información recopilada en el campo se organizó y se ingresó primero en una base de información con el fin de facilitar su empleo en la deducción y clasificación supervisadas. Este procedimiento se trabajó con el programa Qgis 3.4 y el “Plugin” Semic-Automatic Classification, se subieron imágenes satelitales del año 2000 y coordenadas capturadas in situ, posteriormente se utilizaron las “zonas de entrenamiento teniendo en cuenta leyenda jerárquica (Corine Land Cover adaptada para el Perú), determinada con anterioridad, con base en esto, se realizó una clasificación supervisada y estudios de firmas espectrales y luego se asignaron nombres determinados a las cubiertas y empleo según el método Corine Land Cover (Tabla 2), y finalmente se diseñaron mapas de cubierta y manejo de tierra en el año 2000 y 2020 con el ArcGis software.

Tabla 2. Leyenda Corine Land Cover para el distrito José Crespo y Castillo (Aucayacu).

Nivel I	Nivel II	Nivel III	Nivel IV
1. Áreas artificializadas	1.1. Áreas urbanizadas		
2. Áreas agrícolas	2.1. Cultivos transitorios	2.1.1. Otros cultivos transitorios	

		2.1.2. Cereales	2.1.2.1. Arroz
	2.3. Pastos		
	2.4. Áreas agrícolas heterogéneas	2.4.1. Mosaico de cultivos	
	3.1. Bosques		
3. Bosques y áreas mayormente naturales	3.3. Áreas con vegetación herbácea o arbustiva	3.3.3. Vegetación secundaria o en transición	
5. Superficies de agua	5.1. Aguas continentales	5.1.1. Ríos	
Superficie Total			

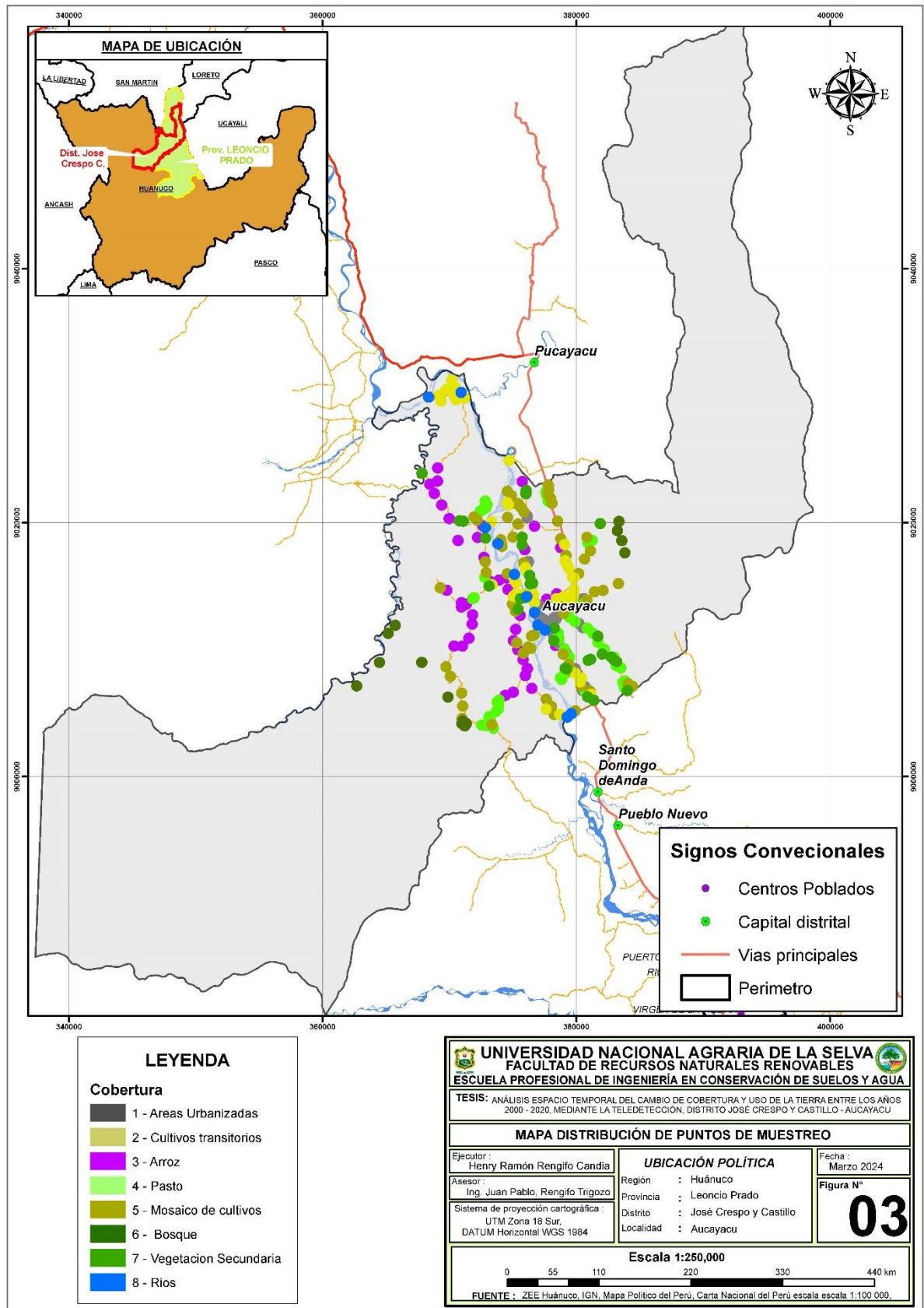


Figura 3. Mapa de distribución de puntos de muestreo

3.3.2. Del análisis de los cambios espacio temporal de la cobertura y uso de la tierra, entre los años 2000 – 2020, del distrito José Crespo y Castillo (Aucayacu)

Para el estudio de variación de espacio temporal de la cobertura y empleo de la tierra, realizado mediante el método propuesto Pontius *et al*, (2004) y Falcón (2014), denominada matriz de transición con pérdidas y ganancias, la que nos indica la superficie en área y porcentaje que se perdió, ganancia de una cobertura a otra y también el área en zona y porcentaje que se mantuvo en el mismo espacio, una determinada cubierta y/o uso.

Falcón (2014) mencionó que las matrices de transición conforman un método útil para identificar procedimiento de cambio de uso y cubierta del suelo, se obtienen aplicando al menos dos coberturas del suelo y utilizando mapas de diferentes fechas y analizando los datos obtenidos a través de ellos los cambios entre categorías se pueden identificar eficazmente mediante un diseño de matriz organizado de manera que las categorías de fecha de inicio (t1) estén dispuestas en filas y las categorías de fecha de finalización (t2) estén dispuestas en columnas, donde solo está la diagonal de la matriz indica la cantidad total de Paisaje Estable entre una fecha y otra, el resto pertenece a todas las combinaciones posibles de intercambios entre categorías.

Tabla 3. Matriz de transición con ganancias y pérdidas

Matriz de transición con ganancias y pérdidas						
Tiempo 2						
Tiempo 1	Categoría 1	Categoría 2	Categoría 3	Categoría 4	Total tiempo 2	Perdidas
	Categoría 1	P_{11}	P_{12}	P_{13}	P_{14}	P_{1+}
Categoría 2	P_{21}	P_{22}	P_{23}	P_{24}	P_{2+}	$P_{2+} - P_{22}$
Categoría 3	P_{31}	P_{32}	P_{33}	P_{34}	P_{3+}	$P_{3+} - P_{33}$
Categoría 4	P_{41}	P_{42}	P_{43}	P_{44}	P_{+}	$P_{4+} - P_{44}$
Total tiempo 2	P_{+1}	P_{+2}	P_{+3}	P_{+4}	1	
Ganancias	$P_{+1} - P_{11}$	$P_{+2} - P_{22}$	$P_{+3} - P_{33}$	$P_{+4} - P_{44}$		

Fuente: Pontius et al, (2004)

Así bien, de los índices de variaciones planteado por Pontius *et al.* (2004) tenemos:

La ganancia (G_{ij}), indica la dimensión del paisaje que nota desarrollo desde la fecha de inicio (t_1) hasta la fecha de finalización (t_2) dada la columna del total del tiempo 2 (P_{+j}) y la persistencia (P_{jj}):

$$G_{ij} = (P_{+j}) - (P_{jj})$$

La pérdida (L_{ij}), indica la dimensión de reducción del paisaje entre dos fechas obtenida al calcular la diferencia entre la fila del total del tiempo 1 (P_{j+}) y la persistencia (P_{jj}),

$$L_{ij} = (P_{j+}) - (P_{jj})$$

El intercambio (S_j) entre las categorías, incluye las ganancias y las pérdidas de categorías ocupacionales en el paisaje, cuando la posición de una categoría ocupacional se altera entre dos fechas, pero su superficie se mantiene sin cambios, es decir, se genera por unidad cierta ganancia de una categoría tiene la misma cantidad de pérdida, mientras que la otra categoría se calcula el doble de la ganancia y pérdida mínima.

$$S_j = 2 \times \text{MIN} (P_{j+}) - P_{jj}, P_{j'} - P_{jj}$$

La persistencia (P_{ij}), es la cantidad de superficie de las distintas clases que se permanecieron estables en los distintos momentos del estudio (esto es importante para evaluar la variación de empleo, ya que diferentes análisis muestran que las cosas estables dominan en la naturaleza incluso en zonas muy dinámicos), y se pueden conseguir desde la diagonal principal matriz.

El cambio total (DT_j), el cual es la suma de todas las proporciones del paisaje que variación.

3.3.3. De la determinación de la tasa de cambio de cobertura y uso de la tierra para el periodo 2000 al 2020 del distrito José Crespo y Castillo (Aucayacu)

En este procedimiento, la tasa de alteración entre períodos de análisis se calculó utilizando una fórmula establecida por (FAO, 1996).

$$tc = \left\{ \left[\frac{S2}{S1} \right]^{1/n} - 1 \right\} \times 100$$

Dónde:

tc = tasa de cambio (en %)

S1 = superficie en la fecha inicial

S2 = superficie en la fecha final

n = diferencia de años entre fecha inicial y final

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. De la identificación de coberturas y uso actual de la tierra, del distrito José Crespo y Castillo (Aucayacu), mediante la teledetección

4.1.1. Cobertura y uso de la tierra del año 2000

La Tabla 4, muestra la superficie de cubierta y empelo del suelo para el año 2000, identificadas en la imagen satelital, donde mayor predominancia en porcentaje lo presentan los bosques con 74.54%, seguida de vegetación secundaria o en transición con 11.61%, otras coberturas como mosaico de cultivos y otros cultivos transitorios con el 8.34% y 2.43% respectivamente. MINAM (2018), menciona que entre 2001 y 2017, se experimentó una preocupante pérdida de 2,130,123 ha de bosque, igual a una tasa anual de pérdida de 125,301 hectáreas. Esta problemática afecta de manera considerable a la región de Huánuco, que se encuentra entre las más afectadas a nivel nacional, representando el 14.19% de la deforestación total. El cual representa 236,370.80 Ha. de deforestación en la región Huánuco, por ende, con los resultados obtenidos en la investigación el Distrito de José Crespo y Castillo – Aucayacu, ocuparía el 6.72% de deforestación a nivel distrital en la Región Huánuco. Estos hallazgos subrayan la urgencia de implementar medidas específicas de conservación en el distrito de Aucayacu y la región de Huánuco para contrarrestar esta preocupante tendencia de pérdida de bosques.

Tabla 4. Cobertura y uso de la tierra al año 2000

Leyenda Corine Land Cover - Año 2000					
Nivel I	Nivel II	Nivel III	Nivel IV	Área (ha)	Porct. (%)
1.	Áreas artificializadas	1.1. Áreas urbanizadas		132.71	0.09
		2.1.1. Otros cultivos transitorios		3,651.39	2.43
2.	Áreas agrícolas	2.1.2. Cereales	2.1.2.1. Arroz	576.79	0.38
		2.3. Pastos		2,598.00	1.73
		2.4. Áreas agrícolas heterogéneas	2.4.1. Mosaico de cultivos	12,520.23	8.34

3. Bosques y áreas mayormente naturales	3.1. Bosques		111,926.04	74.54
	3.3. Áreas con vegetación herbácea o arbustiva	3.3.3. Vegetación secundaria o en transición	17,436.47	11.61
5. Superficies de agua	5.1. Aguas continentales	5.1.1. Ríos	1,322.66	0.88
Superficie Total			150,164.30	100.00

En la Figura 4, observamos la cobertura de bosques en el año 2000, el distrito de José Crespo y Castillo (Aucayacu) presenta mayor porcentaje de bosque (74.54%), seguido de las “zonas con vegetación secundaria o en transición” con (11.61%), según el metodo utilizado (Corine Land Cover) esta cubierta es resultado de una mezcla de dos cubiertas del nivel ms bajo (Nivel III); de forma rocosa y terreno abierto, la primera ubicada en el área más alta de 2047 m.s.n.m. del distrito, donde la cobertura vegetal es carente por los mismos estados y en cuanto a la cubierta “terno abierto” se ubica en la parte baja a una altura de 467 m.s.n.m. del distrito, se observó que en la parte baja se extienden una ampliación de los limites agricolas con cultivos (arroz, pasto, áreas agrícolas) resultantes por actividades antrópicas.

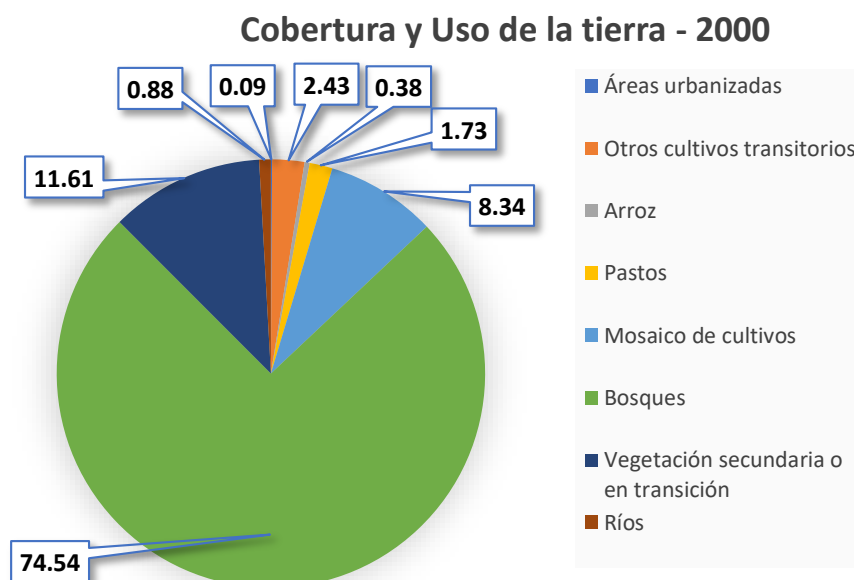


Figura 4. Porcentaje de cobertura y uso de la tierra del año 2000

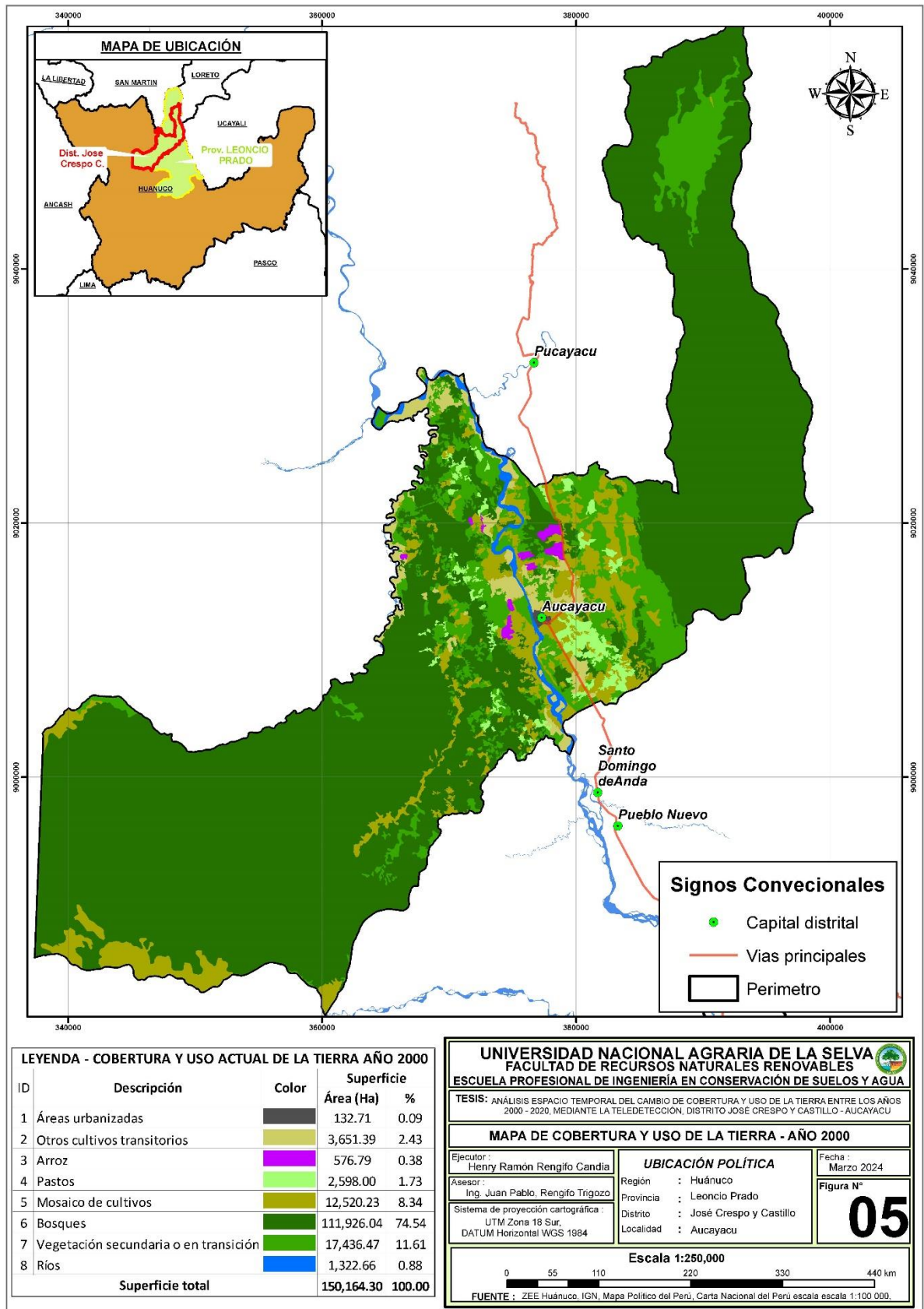


Figura 5. Mapa de cobertura y uso actual de la tierra del año 2000

4.1.2. Cobertura y uso de la tierra del año 2020

La superficie de cubierta y majeo del suelo para año 2020, identificadas en la imagen satelital, la mayor predominancia en porcentaje presenta los bosques con 63.95%, seguida de vegetación secundaria o en transición con 16.72%, mosaico de cultivos con el 10.49%, otras coberturas en menor porcentaje, otros cultivos transitorios, y arroz con 2.91 y 2.70% respectivamente.

Las alteraciones de cubierta y manejo de suelo, encontrados en el distrito de José Crespo y Castillo (Aucayacu) en el 2000 al 2020 funcionan por acciones antropogénicas por ello se ve una reducción de las cubiertas boscosa y cubiertas en fase de restauración, como muestra la Tabla 5, la pérdida de bosque fue de 96,033.39 ha y un incremento en mayor extensión de cubierta de zonas de agricultura heterogéneas y vegetación secundaria o transitoria. Estos incrementos conducen a la tala de árboles y a un cambio integral en los ecosistemas, lo que requiere medidas de preservación y restauración para continuar ofreciendo servicios ambientales, preservando la flora y la fauna, así como captura C. Ante ello, Falcon (2014) afirmó que los análisis sobre fases dinámicas de la vegetación y el uso de la tierra se han vuelto cada vez más comunes y necesarios para comprender las tendencias en degradación, desertificación, empleo del suelo y pérdida de biodiversidad en áreas que sustentan una alta biodiversidad. IIAP (2017) estudió la dinámica de variación de cubierta y manejo del suelo en el distrito de Padre Abad, provincia de Ucayali, con el fin de evaluar la dinámica de variación de uso y cobertura del suelo de 2010 a 2016 del distrito con el objetivo de simular el escenario CCUT 2022. Los resultados conseguidos fueron que al año 2016 los tipos de CUT dominantes fueron bosques alta y baja densidad con 117,382 y 142,956 ha relativamente, así como las tierras dedicadas a la agricultura heterogénea y plantaciones de plátano con 65,760 y 26,674 ha relativamente; las alteraciones básicas van desde bosque de alta y baja densidad a zona dedicada a la agricultura heterogénea, bosque alta densidad a plantaciones de plátano y pastos para ganado y pronosticar al año 2022 fueron de 16,643.88 ha de bosque se convierta en zonas de agricultura.

Tabla 5. Cobertura y uso de la tierra al año 2020

Leyenda Corine Land Cover - Año 2020					
Nivel I	Nivel II	Nivel III	Nivel IV	Área (ha)	Porct. (%)
1. Áreas artificializadas	1.1. Áreas urbanizadas			560.62	0.37
		2.1.1. Otros cultivos transitorios		4,375.33	2.91
2. Áreas agrícolas	2.1. Cultivos transitorios	2.1.2. Cereales	2.1.2.1. Arroz	4,058.25	2.70
	2.3. Pastos			3,200.10	2.13
	2.4. Áreas agrícolas heterogéneas	2.4.1. Mosaico de cultivos		15,751.26	10.49
3. Bosques y áreas mayormente naturales	3.1. Bosques			96,033.39	63.95
	3.3. Áreas con vegetación herbácea o arbustiva	3.3.3. Vegetación secundaria o en transición		25,108.47	16.72
5. Superficies de agua	5.1. Aguas continentales	5.1.1. Ríos		1,076.88	0.72
Superficie Total				150,164.30	100.00

En la Figura 6, observamos para el año 2020, en la parte alta de 2,047 m.s.n.m. del distrito José Crespo y Castillo (Aucayacu) no presentan alteración de cubiertas y cambios de manejo del suelo; los cambios realizados fueron en la parte baja que esta a una altura de 467 m.s.n.m. y se observa la disminución de los bosques en un mayor porcentaje con (63,95%), seguido de vegetación secundaria o en transición con (16,72%) y mosaicos de cultivos con (10,49%), al compararse con el 2000 y el incremento de las cubiertas y manejo del suelo tienen que ver con las actividades que el hombre ejecuta a través de ampliar su frontera agrícola.

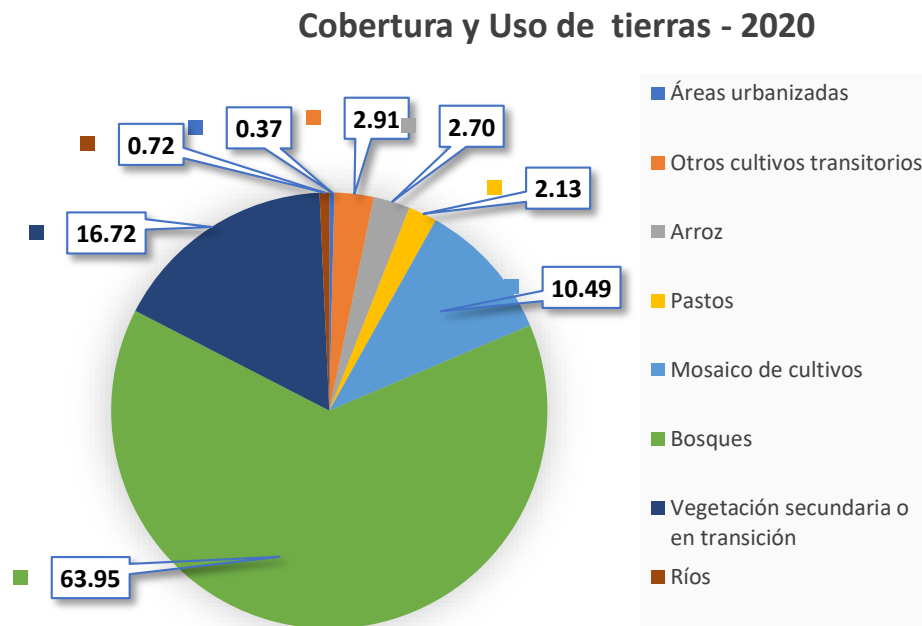


Figura 6. Porcentaje de cobertura y uso de la tierra del año 2020

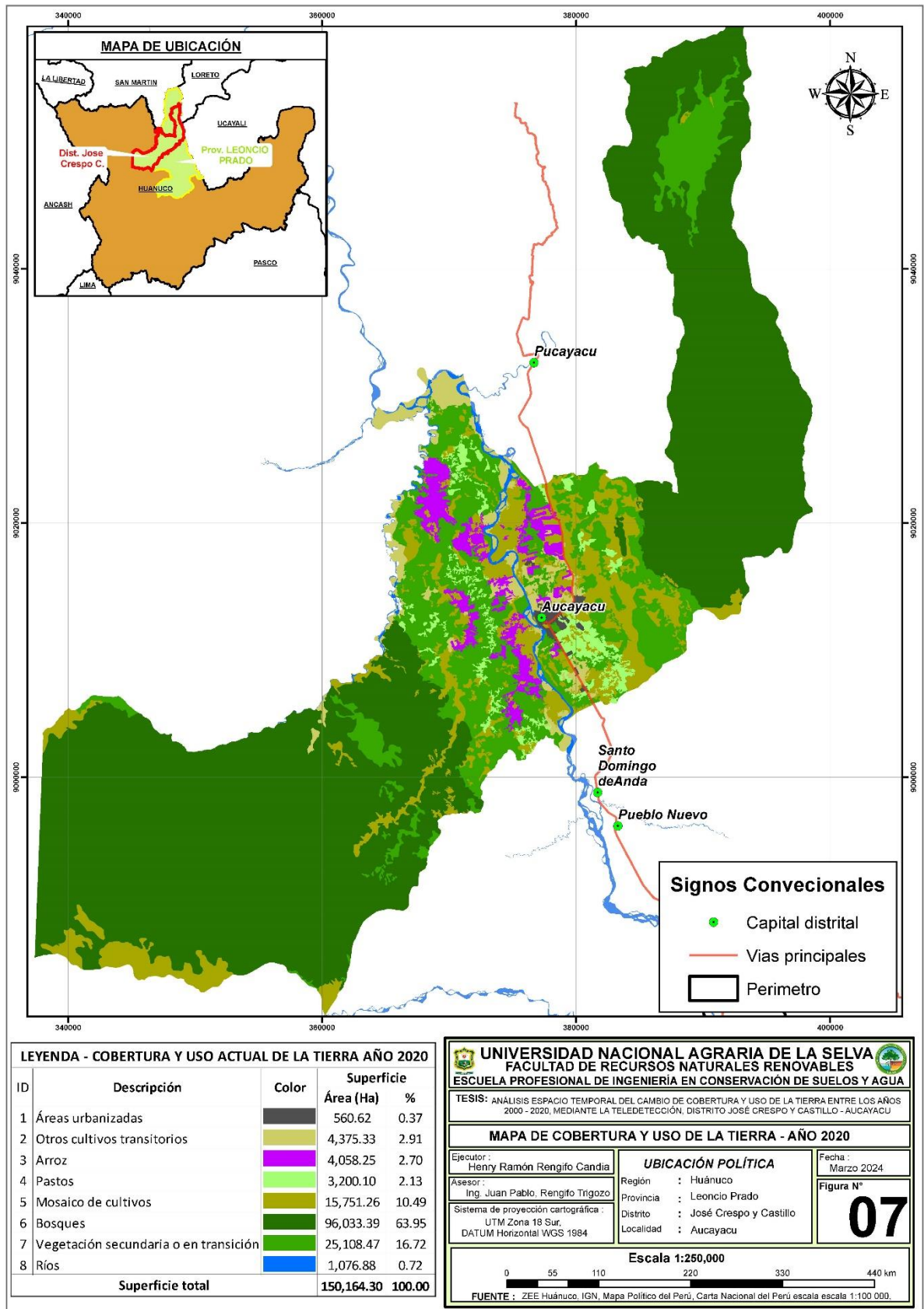


Figura 7. Mapa de cobertura y uso de la tierra del año 2020

4.2. Del análisis de los cambios espacio temporal de la cobertura y uso de la tierra, entre los años 2000 - 2020, del distrito José Crespo y Castillo (Aucayacu)

La variación de cubierta y menjo de la tierra, encontrados en el distrito de José Crespo y Castillo (Aucayacu) en el 2000 al 2020 se basan en actividades humanas, por lo que la cobertura natural, como los bosques, disminuye durante la restauración, como se muestra en la Tabla 6, donde se perdieron 15,892,65 ha de bosque y por lo contrario se incrementaron o ganaron mayores extensiones de vegetación secundaria o en transición 7,672 ha, seguido del cultivo de arroz 3,481.47 ha, mosaico de cultivos, otros cultivos transitorios 723.93 ha, mosaico de cultivos 602.11 ha, las áreas urbanizadas 427.90 ha, con respecto a los ríos hubo una variación de su cauce en 245.79 ha. Estos aumentos conducen a la deforestación, cambian ecosistemas enteros y requieren medidas de preservación y restauración para continuar ofreciendo servicios ambientales, preservando la flora y la fauna, recaudando ingresos y recuperando C. Al respecto Toribio (2016) estudió el modelamiento espacial de la alteración de la cubierta y manejo del suelo en los años 2000 al 2015 y conformar probables escenarios futuros al año 2025 en el distrito de Nuevo Progreso – San Martín. Para modelar utilizó mapas CUS de 2000, 2007 y 2015, extraídos de imágenes satelitales Landsat, variables de elevación y pendiente, zonas de preservación municipal, distancia de carreteras y ríos, pueblo y zonas taladas; en dos casos posibles: 1) “tendencial” y 2) “conservación”. Para el escenario tendencial los resultados mostraron una tendencia de aumento del área de actividades industriales y disminución del área natural, en el escenario de preservación del medio ambiente sucederá lo contrario, lo que se espera que suceda hacia el año 2025, para evitarlo se propuso implementar proyectos de restauración y preservación de espacios naturales; como la creación de zonas protegidas, fomentar buenas prácticas agrícolas y la prevención de rápidos aumentos de la agricultura y la deforestación.

Tabla 6. Cambio de cobertura y uso de la tierra del año 2000 al 2020

ID	Código CLC	Descripción	Año 2000	Año 2020	Cambios (ha)	Observación
			Área (ha)	Área (ha)		
1	1.1.	Áreas urbanizadas	132.71	560.62	427.90	Ganancia
2	2.1.1.	Otros cultivos transitorios	3,651.39	4,375.33	723.93	Ganancia
3	2.1.2.1.	Arroz	576.79	4,058.25	3,481.47	Ganancia
4	2.3.	Pastos	2,598.00	3,200.10	602.11	Ganancia

5	2.4.1.	Mosaico de cultivos	12,520.23	15,751.26	3,231.03	Ganancia
6	3.1.	Bosques	111,926.04	96,033.39	15,892.65	Perdida
7	3.3.3.	Vegetación secundaria o en transición	17,436.47	25,108.47	7,672.00	Ganancia
8	5.1.1.	Ríos	1,322.66	1,076.88	245.79	Perdida
Superficie total			150,164.30	150,164.30		

En la Figura 8, indica la evaluación de la alteración de la cubierta y empleo de la tierra en Ha, de los periodos 2000 al 2020, las variaciones que resaltan más fueron la constante pérdida del bosque, donde en un periodo de 2000 al 2020 se perdieron 96,033.39 hectáreas, aumentó el mayor hectareaje de superficies de vegetación secundaria o en transición, cultivo de arroz y mosaicos de cultivos con 7,672.00 ha, 3,481.47 ha y 3,231.03 ha respectivamente, mientras que las superficies que aumentaron en menor hectareaje fueron otros cultivos transitorios, pastos y zonas urbanizadas con 723.93 ha, 602.11 ha y 427.90 ha respectivamente

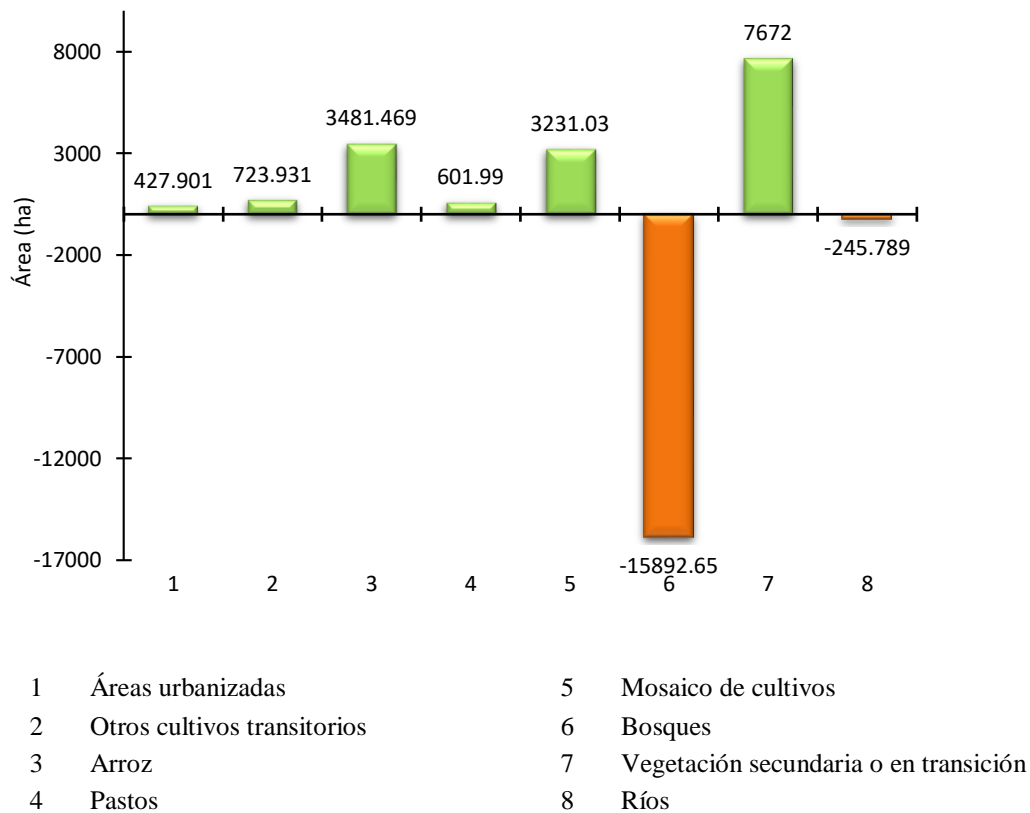


Figura 8. cambio de cobertura y uso de la tierra del año 2000 al 2020

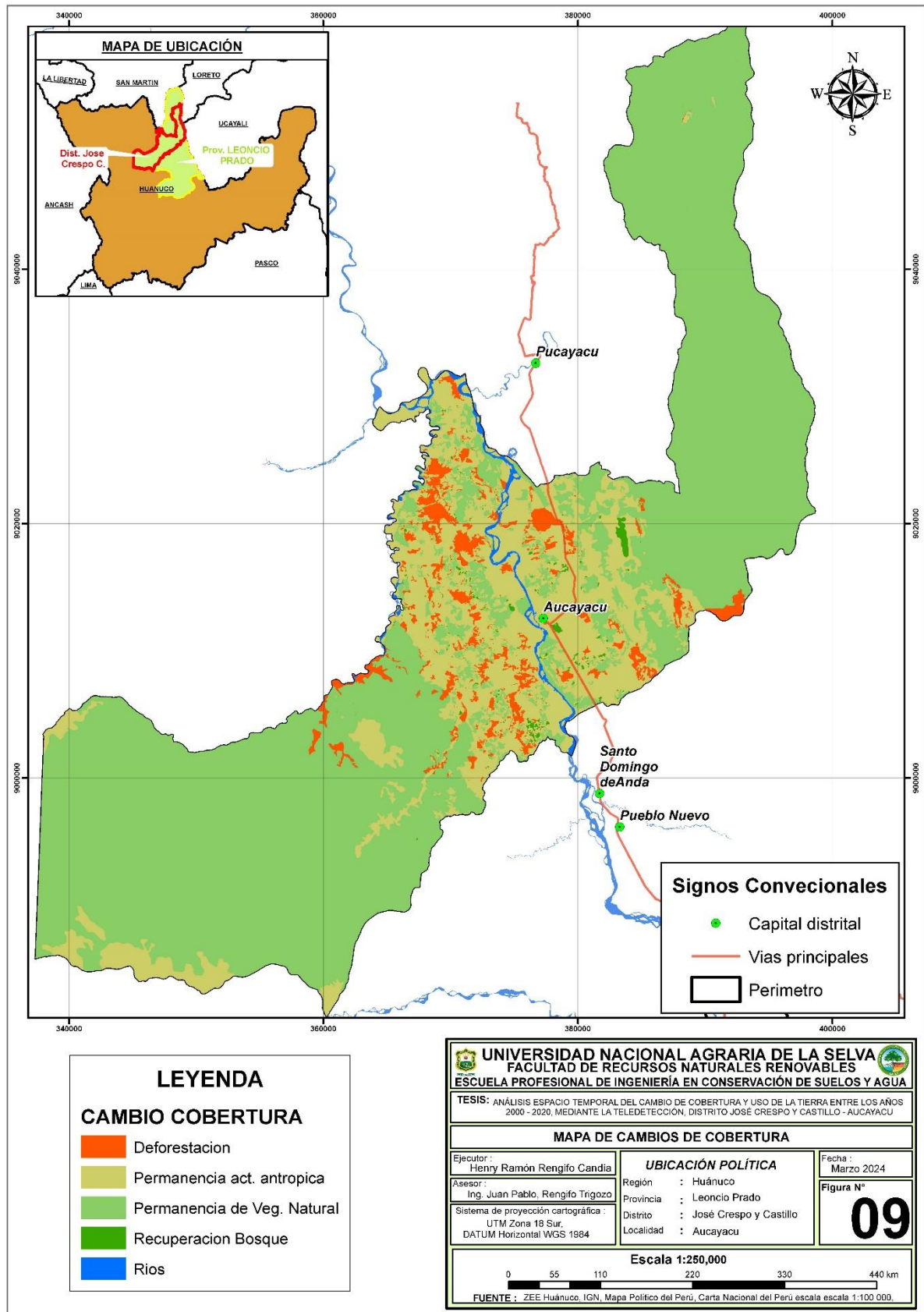


Figura 9. Mapa de cambio de cobertura

Matriz de transición de cambio de cobertura 2000 vs 2020

En la Tabla 7, se muestra un cuadro de doble entrada, en el lado izquierdo se presentan las coberturas del año 2000 y en la parte superior del año 2020. De las cuales la diagonal de la matriz señala las áreas que persistieron en el intervalo de tiempo y las celdas adyacentes muestran el área que cambio del tiempo 1 al tiempo 2 por cada cobertura, en este caso solo nos enfocaremos en el cambio del bosque; que tuvo una pérdida neta de 16,076.01 Ha. y una ganancia de 183.36 Ha. de las cuales 10,342.82 ha pasaron a ser vegetación secundaria o transición, 2,819.02 ha pasaron a ser mosaico de cultivos y 1,938.97 ha pasaron a ser cultivos de arroz; y a otras coberturas como pasto, cultivos transitorios y áreas urbanizadas en menor cantidad con 512.14 ha, 436.35 ha y 26.70 ha relativamente. Ibáñez (2019) en su investigación fue pronosticar las variaciones de cubierta y empleo del suelo (CCUT) al año 2026 en la cuenca del río Tocache, utilizando mapas de CUT de los años 2006, 2011 y 2016 producto de la distribución de imágenes Sentinel 2A y Landsat 8 y 5, para calcular la matriz de transición y la evidencia, luego se seleccionan transiciones para predecir la CUT al 2026 en dos escenarios posibles: un escenario tendencial, en que los resultados indican una pérdida de 3,975.50 hectáreas de bosque y un incremento o expansión del área de terreno para agricultura; en tanto que en el escenario de preservación, el área de bosque restaurado y vegetación secundaria es de 1,042.5 ha y 2,519.9 ha, relativamente.

Tabla 7. Matriz de transición de cambio de cobertura

Cobertura y uso de la tierra - año 2020													
Cobertura y uso de la tierra - año 2000	ID	1	2	3	4	5	6	7	8	Área (ha) Año 2000	Perdida (ha)	PONDERADO (Gan. -Perd.)	
	1	118.49	1.00	-	-	6.57	-	0.04	6.61	132.71	14.22	427.91	
	2	67.95	2,925.56	144.48	3.03	80.87	1.77	73.89	353.85	3,651.39	725.83	723.94	
	3	10.93	36.70	382.22	0.00	121.49	-	25.41	0.04	576.79	194.57	3,719.20	
	4	27.63	0.78	7.03	2,362.24	72.49	-	127.83	-	2,598.00	235.76	602.10	
	5	331.67	93.73	532.44	107.90	11,108.13	5.49	204.56	136.31	12,520.23	1,412.10	3,231.03	
	6	0.02	436.35	1,938.97	512.14	2,819.02	95,850.03	10,342.81	26.70	111,926.04	16,076.01	-15,892.65	
	7	3.93	383.86	1,047.93	214.79	1,217.92	176.10	14,320.51	71.43	17,436.47	3,115.96	7,671.99	
	8	-	497.35	5.18	-	324.77	-	13.42	481.94	1,322.66	840.72	-245.79	
Área (ha) año 2020	560.62	4,375.33	4,058.25	3,200.10	15,751.26	96,033.39	25,108.47	1,076.88	150,164.30				
Ganancia (ha)	442.13	1,449.77	3,913.77	837.86	4,643.13	183.36	10,787.96	594.94					
1	Áreas urbanizadas					5	Mosaico de cultivos						
2	Otros cultivos transitorios					6	Bosques						
3	Arroz					7	Vegetación secundaria o en transición						
4	Pastos					8	Ríos						

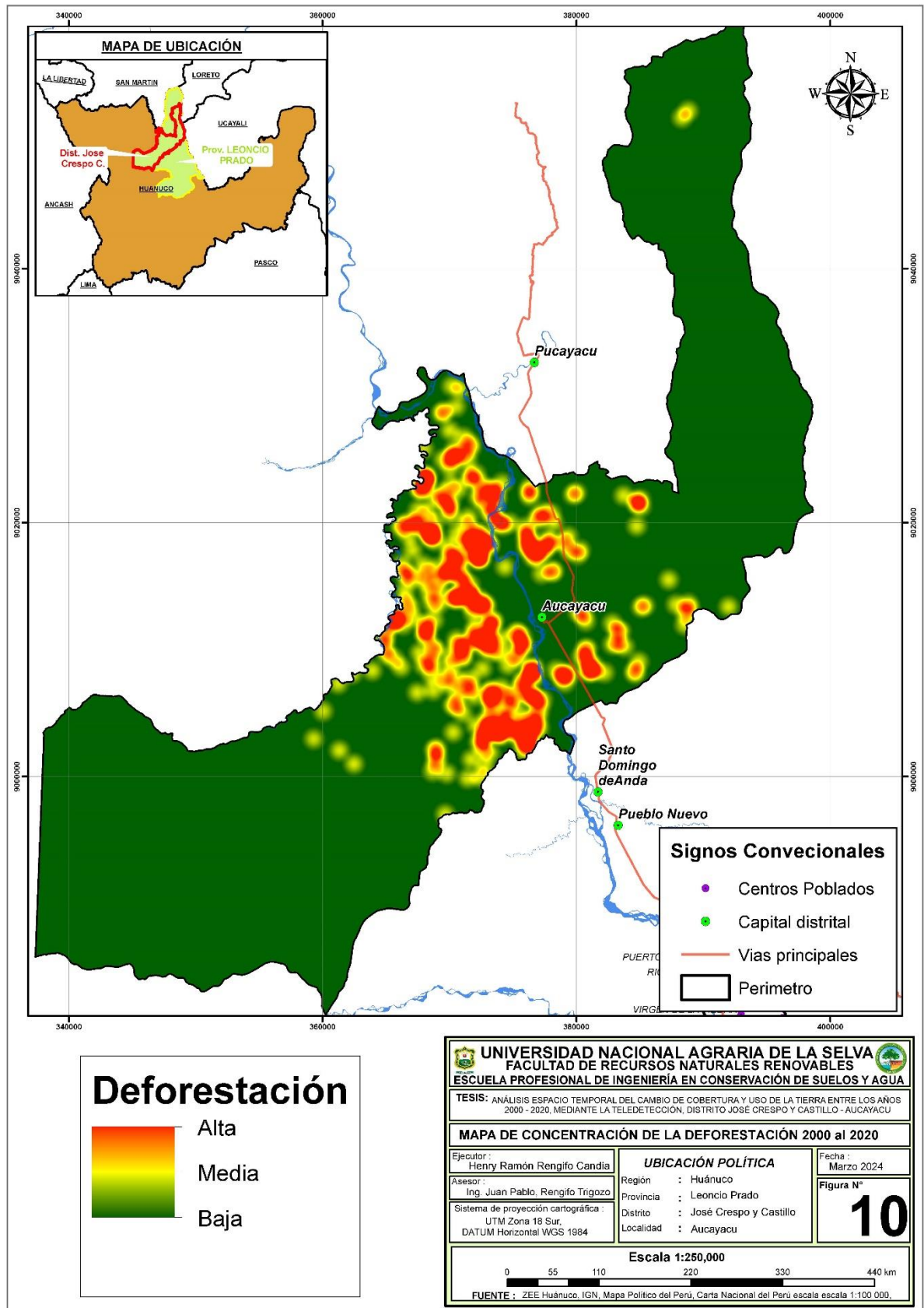


Figura 10. Mapa de concentración de la deforestación del 2000 al 2020

4.3. De la determinación de la tasa de cambio de cobertura y uso de la tierra para el periodo 2000 al 2020, del distrito José Crespo y Castillo (Aucayacu)

La tabla 8 muestra la tasa de cambio analizada por cada cobertura, el cambio en hectáreas por año y el porcentaje por año (tasa de cambio), la cubierta que mayor superficie perdió por año fue bosque con 794.63 ha, desde otro punto de vista las cubiertas que mayor crecimiento tuvieron fueron la vegetación secundaria o en transición, el cultivo de arroz y mosaico de cultivos, con 383.60 ha, 174.07 y 161.55 ha, y otras cobertura en menor cantidad, entendiendo que la deforestación se da por las actividades antropogénicas.

Ibáñez (2019) mencionó que la cuenca del río Tocache experimentó altos niveles de cubierta terrestre y cambios entre 2006 y 2016 por al aumento de acciones humanas como la palma aceitera. El cambio (aumento) es del 13,19% anual, del 2,87% anual en áreas agrícolas heterogéneas afectadas por la tasa de cambio, el bosque disminuye un 0,47% anual, lo que corresponde a una pérdida de 400,02 hectáreas por año. MINAM (2018) indica que el área de deforestación en la región San Martín es de 97,200.58 hA con una tasa de variación anual promedio de 24,300.15 hectáreas, agrega Cordero (2012) en el estudio “Monitoreo integral de los bosques peruanos: La región San Martín es la zona con mayor área de deforestación, en la que se talaron 1,327.6 hectáreas entre 1990 y 2000. Rosete (2008) consideró que la tala de árboles y la presión humana sobre la producción de cultivos de la tierra y la mecanización en exceso ubicadas entre las causas principales de la variación de manejo de suelo.

Tabla 8. Tasa de cambio de cobertura del año 2000 al 2020

ID	Código CLC	Descripción	TASA DE CAMBIO		Observación
			Ha/Año	%/Año	
1	1.1.	Áreas urbanizadas	21.4	7.47	Ganancia
2	2.1.1.	Otros cultivos transitorios	36.2	9.1	Ganancia
3	2.1.2.1.	Arroz	174.07	10.25	Ganancia
4	2.3.	Pastos	30.11	1.05	Ganancia
5	2.4.1.	Mosaico de cultivos	161.55	1.15	Ganancia
6	3.1.	Bosques	794.63	0.76	Perdida
7	3.3.3.	Vegetación secundaria o en transición	383.6	1.84	Ganancia
8	5.1.1.	Ríos	12.29	1.02	perdida

En la Figura 11, muestra la tasa de variación de cubierta por año y por hectáreas, de los periodos 2000 al 2020, de los cuales la cobertura que más se perdió por año fueron los bosques,

con 794.63 hectáreas, las coberturas que mayor crecimiento tuvieron fueron la vegetación secundaria o en transición, cultivo de arroz y mosaicos de cultivos con 383.60 ha, 174.07 ha y 161.55 ha respectivamente, mientras que otras coberturas que se perdieron fueron producto de la deforestación por actividades antrópicas respectivamente.

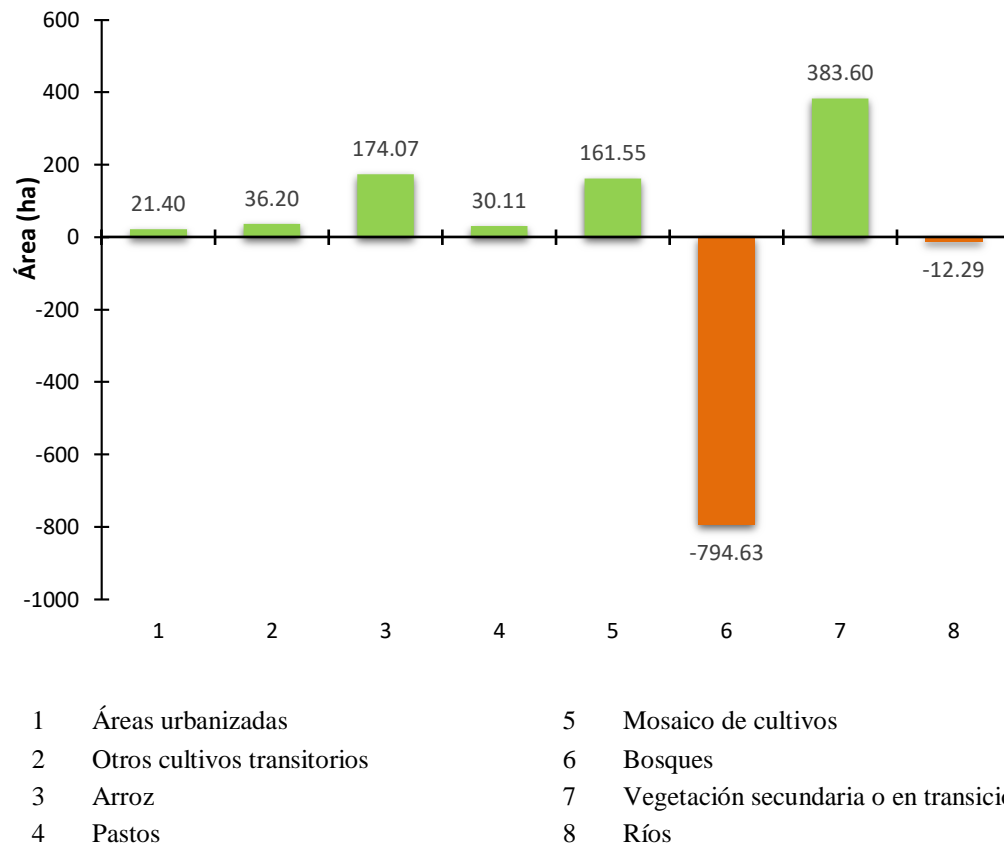


Figura 11. Tasa de cambio de cobertura y uso de tierras del 2000 al 2020 en hectáreas.

V. CONCLUSIONES

1. Se identificaron la cobertura y uso de la tierra para el periodo 2000 al 2020, en el distrito de José Crespo y Castillo – Aucayacu, Mediante la Teledetección; Del área total de 150,164.30 Ha. del distrito José Crespo y Castillo –Aucayacu, la cobertura de bosque ocupaba el 74.54% el año 2000 y 63.95% en 2020, seguido de vegetación secundaria o en transición que ocupaba el 11.61% en el año 2000 y 16.72% en el 2020, mosaico de cultivos 8.34% en el 2000 y 10.49% en el 2020; y el 5.51% y 8.84% restante ocupada por otras coberturas en el año 2000 y 2020 respectivamente.
2. El cambio de cobertura y uso de la tierra del año 2000 al 2020 más representativos en el distrito de José Crespo y Castillo (Aucayacu), fueron que de los 111,926.04 Ha. De cobertura de bosque del año 2000, se perdió 15,892.65 Ha. y por ende aumentaron las coberturas relacionadas con las actividades antrópicas, de las cuales vegetación secundaria o en transición aumento 7,672.00 ha, arroz 3,481.47 ha, mosaico de cultivos 3,231.03 ha, cultivos transitorios 723.93 ha y otras coberturas en menor superficie.
3. Se determinó la tasa de cambio para cada cobertura desde el año 2000 al 2020, donde el bosque se redujo en 794.63 ha por año, a consecuencia del aumento cobertura antrópicas: vegetación secundaria aumento en 383.60 ha/año, arroz en 174.07 ha/año, mosaico de cultivos en 161.55 ha/año, cultivos transitorios en 36.20 ha/año y otras coberturas en menor proporción.

VI. PROPUESTAS A FUTURO

1. Debido a la alta deforestación que presenta el distrito José Crespo y Castillo (Aucayacu) se deben de implementar proyectos de conservación y recuperación de bosque en áreas deforestadas a través del gobierno regional, provincial y distrital en convenio con DEVIDA, y la supervisión e intervención de los ingenieros en conservación de suelos y agua, con la finalidad de brindar mayor apoyo a los agricultores con una agricultura sostenible.
2. Realizar convenios interinstitucionales con el fin de financiar los proyectos y estos tipos de estudios para una mejor propuesta de inversión buscando el bienestar del agricultor de la zona de estudio.
3. La municipalidad de José Crespo y Castillo con las instituciones presentes y profesionales de ingenieros en conservación de suelos y agua, deberán implementar políticas de conservación y recuperación de la deforestación, estableciendo el equilibrio entre el medio ambiente con programas de conservación en sus actividades agrícolas.

VII. REFERENCIAS

- Alva, W., Chávez, T. (2004). *Manual: procesamiento digital de imágenes*. Universidad Nacional Agraria de la Selva. Tingo María, Perú. 40 p.
- Araujo, R. (1995). *Fórum deforestación en el Alto Huallaga*. Universidad Nacional Agraria de la Selva. Tingo María, Perú. 9 p. https://cendoc.caaap.org.pe/cgi-bin/koha/opac-detail.pl?biblionumber=3566&shelfbrowse_itemnumber=4573
- Avery, E, Graydon, B. (1992). *Fundamentals of Remote Sensing and airphoto Interpretation*. Macmillan Publishing Company. New York, EEUU. 5a Edición. 472 p.
- Bocco, M., Mendoza, A., Masera, O. (2001). *La dinámica del cambio de uso del suelo en Michoacán. Una propuesta metodológica para el estudio de los procesos de deforestación*. Investigaciones Geográficas.
- Calderon, R. (2007). *Serie reforestación, manual práctico de producción de plántones*. Gobierno Regional de Huánuco, Perú. 5 p
- Chávez, S. (1996). “*Image-based atmospheric corrections-revisited and improved*”. Photogrammetric Engineering, Remote Sensing (62). 1 025 p.
- Chávez, T. W. (2007). *Determinación de suelos degradados mediante de técnicas de teledetección en la microcuenca del río Delfín-Pozuzo*. [Tesis de grado. Universidad Nacional Agraria de la Selva]. Tingo María – Perú. <https://renati.sunedu.gob.pe/handle/sunedu/3387744>
- Chuvieco, E. (2008). *Teledetección ambiental: La observación de la Tierra desde el espacio*. 3 ed. Barcelona, España. 162 p.
- Chuvieco, E. (2002). *Teledetección ambiental. La observación de la Tierra desde el espacio*. Ed. Ariel Ciencia. Madrid, España.
- Chuvieco, E. (1996). *Fundamentos de teledetección espacial*. Ediciones RIALP, S.A. Madrid, España. 326 – 374 p.
- CNUCC, (2002). *Informe de la Conferencia de las Partes 7mo Periodo de Sesiones celebrado en MarraKech en noviembre del 2001*. Adición sobre medidas adoptadas por la Conferencia, FCCC/CP/2001/13/Add.1

- Cordero, D. (2012). Una mirada integral a los bosques del Perú. Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza y los Recursos Naturales - UICN, ed. Quito, Ecuador. <https://portals.iucn.org/library/node/10253>
- Falcón G. (2014). *Dinámica de cambio en la cobertura/uso del suelo, en una región del estado de Quintana Roo, México*. [Tesis de maestría. Universidad Nacional Autónoma de México].
- Floresta y Agricultura en la Amazonía [FLOAGRI]. (2006). *Diagnóstico Regional, Perú*. UNAS. Tingo María, Perú. 96 p.
- García, E. (2006). *Corrección del sombreado topográfico en imágenes Landsat ETM+, aplicado al inventario de cuerpos de agua*. [Tesis de grado. Universidad Nacional Mayor de San Marcos]. Lima Perú. 45 – 58 p.
- Ibáñez, A. (2019). Predicción de los cambios de cobertura y uso de la tierra al año 2026 en la Cuenca del Río Tocache, San Martín. [Tesis de grado. Universidad Agraria de la Selva]. http://repositorio.unas.edu.pe/bitstream/handle/UNAS/1413/AJIB_2019.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- INRENA (Instituto Nacional de Recursos Naturales, PE). (1996). *Guía Explicativa del Mapa Forestal*. Dirección General Forestal, Ministerio de Agricultura. Lima, Perú. 129 p.
- Instituto de Investigación de La Amazonia Peruana. IIAP. (2017). *Evaluación de la dinámica del cambio de la cobertura y uso de la tierra distrito de Padre Abad, departamento de Ucayali, Perú*. 1era. Edición. Iquitos. Perú. 36 p.
- Instituto de Investigación de la Amazonia Peruana – IIAP. (2015). *Cobertura y uso de la tierra de las provincias de Alto Amazonas y Ramón Castilla, Iquitos Perú*. <http://www.iiap.org.pe/upload/publicacion/PUBL1423.pdf>
- Instituto de Investigación de La Amazonia Peruana. IIAP, (2004). *Manual para la elaboración de mosaicos de imágenes de satélite Landsat TM para la selva baja peruana*. Doc N° 03. Iquitos, Perú. 97 p.
- Jensen, J. (1996). *Introductory Digital Image Processing: A Remote Sensing Perspective*. 2° Edición. Prentice Hall. 316 p.
- Lillesand, T, Kiefer, R. (1994). *Remote sensing and image interpretation* John Wiley & Sons. New York, EEUU. 3° Edición. 748 p.

- Meyer, P, Itten, K, Kellemborg, T, Sandmeier, S, Sandmeier, R, (1993). *Radiometric correction of topographically induced effects on Landsat TM data in an Alpine Environment*”, ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing, 17-28 p.
- Ministerio del Ambiente [MINAM]. (2018). *Cobertura y deforestación en los bosques húmedos amazónicos 2017*. Lima, 15 p.
- Ministerio del Ambiente [MINAM]. (2016). *Procedimiento Técnico y Metodológico para la Elaboración del “Estudio Especializado de Análisis de los Cambios de Cobertura y Uso de la Tierra”*. Resolución Ministerial N° 081 – 2016 – MINAM. <https://www.minam.gob.pe/disposiciones/resolucion-ministerial-n-081-2016-minam/>
- National Aeronautics And Space Administration, (2004). NASA, (<http://www.nasa.gov/home/index.html>).
- Ministerio del Ambiente [MINAM]. (2015). *Cuantificación y análisis de la deforestación en la amazonia peruana en el periodo 2010-2011-2013-2014*. Dirección general de ordenamiento territorial. Lima, Perú.
- Ministerio del Ambiente [MINAM]. (2015). *Mapa nacional de cobertura vegetal: memoria descriptiva / Ministerio del Ambiente, Dirección General de Evaluación, Valoración y Financiamiento del Patrimonio Natural*. Lima: Perú. 108 p. <https://www.minam.gob.pe/patrimonio-natural/wp-content/uploads/sites/6/2013/10/MAPA-NACIONAL-DE-COBERTURA-VEGETAL-FINAL.compressed.pdf>
- Ministerio del Ambiente [MINAM]. (2014). *Protocolo: Evaluación de la Exactitud Temática del Mapa de Deforestación*. Dirección General de Ordenamiento Territorial - Lima: Ministerio del Ambiente. Primera Edición. Lima, Perú. 13-32 p.
- Ministerio del Ambiente [MINAM]. (2009). *Mapa de deforestación de la Amazonia peruana. Memoria descriptiva. Programa de fortalecimiento de capacidades para manejar el impacto del cambio climático y la contaminación del aire – PROCLIM*. Lima, Perú. 22 p. Disponible en (http://geoservidor.minam.gob.pe/geoservidor/archivos/memoria/DEFORESTACION_Parte1.Pdf).
- Ministerio del Ambiente [MINAM]. (2009). *Mapa de deforestación de la amazonia peruana – 2000*. Dirección general de ordenamiento territorial. Lima, Perú. 14-19 p.

- Ministerio del Ambiente [MINAM]. (2009). *Patrimonio Forestal a Nivel de Grandes Paisajes*. Región Amazónica. Lima, Perú. 25 p.
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura [FAO]. (2005). *Informe de Evaluación de los Recursos Forestales Mundiales 2005, términos y definiciones*.
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura [FAO]. (2004). *La mujer en la agricultura, medio ambiente y la producción rural, en el Perú*. oficina regional de la FAO para américa latina y el caribe. (<http://www.rlc.fao.org/es/desarrollo/mujer/situación/pdf/peru.pdf>).
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura [FAO]. (1996). *Forest resources assessment 1990. Survey of tropical forest cover and study of change processes*. Number 130, 152 pp. Roma. <http://www.fao.org/3/w0015e/w0015e00.htm#TOC>
- Pontius, G., Shusas, E., Mceachern, M. (2004). "*Detecting important categorical land changes while accounting for persistence*", Agriculture, Ecosystems and Environment, 101 p.
- Reategui, F. (1996). *Monitoreo continuo de los procesos de deforestación en la amazonia peruana*. [Tesis de grado. Universidad Nacional Agraria la Molina]. Lima, Perú. 8 p. Disponible en: <https://agris.fao.org/agris-search/search.do?recordID=PE1996100676>.
- Rosete, A. (2008). *Modelos predictivos de cambio de uso del suelo en la península de Baja California, México*. [Tesis de Doctorado. Facultad de Filosofía y Letras. Instituto de Geografía. UNAM].
- Plan De Desarrollo Concerado Local – PDCL. (2019). *Municipalidad distrital de José Crespo y Castillo – Aucayacu*.
- Sobrino, J. (2000). *Teledetección servicios de publicación de la Universidad de Valencia*. Madrid, España. 476 p.
- Song, C, Woodcock, C, Seto, K, Lenney, M, Macomber, S. (2001). *Clasificación and change detection using Landsat TM: when and how to correct atmospheric effects*. Remote Sensing of environment. 230 p.
- Timoteo, K. J. (2014). *Carbono almacenado en tres sistemas Agroforestales (SAF) durante el primer año de su instalación en el distrito José Crespo y Castillo – Huánuco*. [Tesis de grado. Universidad Agraria de la Selva]. Tingo María, Perú. 142 p.

https://repositorio.unas.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14292/1068/TS_KJTA_2014.pdf?sequence=1&isAllowed=y

- Toribio, D. L. (2016). *Modelamiento espacial del cambio de cobertura y uso del suelo en el distrito Nuevo Progreso – San Martín*. [Tesis de grado. Facultad de Recursos Naturales Renovables de la Universidad Nacional Agraria de la Selva]. Tingo María, Perú. 160 p.
- Vermote, F, Tanre, D, Deuze, L, Herman, M, Morcrette, J. (1997). *Second simulation the satellite signal in the solar spectrum*. New York, EEUU. 675 p.

ANEXO

Anexo 1. Tabulación de los resultados

Tabla 9. Coordenadas y tipo de cobertura tomadas en campo del distrito José Crespo y Castillo - Aucayacu.

N°	ID	Descripción	Fecha	X_ESTES	Y_NORTE	Altitud
1	6	Bosques	15/11/22	362690	9007131	662
2	6	Bosques	15/11/22	364489	9008997	736
3	6	Bosques	15/11/22	365177	9011285	671
4	6	Bosques	15/11/22	365733	9011920	710
5	7	Vegetación secundaria	15/11/22	367819	9023906	550
6	6	Bosques	15/11/22	367823	9008985	713
7	8	Ríos	15/11/22	368343	9029898	549
8	3	Arroz	15/11/22	368458	9023035	550
9	3	Arroz	15/11/22	368805	9022308	550
10	3	Arroz	15/11/22	369053	9023283	550
11	3	Arroz	15/11/22	369070	9024309	554
12	2	Cultivos transitorios	15/11/22	369174	9030061	553
13	5	Mosaico de cultivos	15/11/22	369278	9014873	572
14	2	Cultivos transitorios	15/11/22	369333	9029584	551
15	3	Arroz	15/11/22	369401	9021398	553
16	5	Mosaico de cultivos	15/11/22	369729	9008650	585
17	2	Cultivos transitorios	15/11/22	369738	9030502	560
18	3	Arroz	15/11/22	369786	9014681	573
19	6	Bosques	15/11/22	369879	9006262	693
20	3	Arroz	15/11/22	369979	9020323	568
21	5	Mosaico de cultivos	15/11/22	370079	9007900	599
22	2	Cultivos transitorios	15/11/22	370167	9031251	569
23	2	Cultivos transitorios	15/11/22	370325	9030100	557
24	3	Arroz	15/11/22	370368	9010302	578
25	2	Cultivos transitorios	16/11/22	370431	9030696	568
26	2	Cultivos transitorios	16/11/22	370521	9029698	552
27	3	Arroz	16/11/22	370674	9018604	564
28	7	Vegetación secundaria	16/11/22	370792	9020152	562

29	8	Ríos	16/11/22	370895	9030267	577
30	3	Arroz	16/11/22	370950	9013358	573
31	3	Arroz	16/11/22	370957	9013728	573
32	5	Mosaico de cultivos	16/11/22	370961	9006579	603
33	6	Bosques	16/11/22	370970	9004176	647
34	5	Mosaico de cultivos	16/11/22	370999	9004573	605
35	3	Arroz	16/11/22	371023	9010275	579
36	6	Bosques	16/11/22	371044	9004384	614
37	5	Mosaico de cultivos	16/11/22	371050	9005551	607
38	7	Vegetación secundaria	16/11/22	371072	9020125	555
39	2	Cultivos transitorios	16/11/22	371172	9029822	576
40	6	Bosques	16/11/22	371179	9004261	621
41	6	Bosques	16/11/22	371195	9004004	641
42	6	Bosques	16/11/22	371334	9004178	619
43	3	Arroz	16/11/22	371334	9013583	574
44	3	Arroz	16/11/22	371539	9010890	576
45	3	Arroz	16/11/22	371790	9012022	574
46	3	Arroz	16/11/22	371817	9012749	575
47	4	Pastos	16/11/22	371832	9014006	574
48	5	Mosaico de cultivos	16/11/22	371948	9020452	566
49	4	Pastos	16/11/22	371956	9014092	579
50	5	Mosaico de cultivos	16/11/22	372186	9020206	555
51	3	Arroz	16/11/22	372228	9018835	554
52	4	Pastos	16/11/22	372410	9020879	574
53	4	Pastos	16/11/22	372534	9004063	702
54	4	Pastos	16/11/22	372641	9021046	566
55	3	Arroz	16/11/22	372643	9019747	550
56	3	Arroz	17/11/22	372729	9017260	558
57	4	Pastos	17/11/22	372785	9015692	562
58	8	Ríos	17/11/22	372805	9019614	550
59	5	Mosaico de cultivos	17/11/22	372821	9016936	554
60	7	Vegetación secundaria	17/11/22	372831	9018794	551
61	4	Pastos	17/11/22	372831	9021719	560

62	4	Pastos	17/11/22	372867	9004042	701
63	4	Pastos	17/11/22	372871	9021194	556
64	5	Mosaico de cultivos	17/11/22	372900	9016079	556
65	4	Pastos	17/11/22	372965	9021435	565
66	4	Pastos	17/11/22	373092	9004066	719
67	7	Vegetación secundaria	17/11/22	373104	9015009	569
68	4	Pastos	17/11/22	373116	9004188	724
69	4	Pastos	17/11/22	373118	9004714	700
70	4	Pastos	17/11/22	373190	9004540	701
71	3	Arroz	17/11/22	373239	9015353	558
72	2	Cultivos transitorios	17/11/22	373293	9020093	550
73	5	Mosaico de cultivos	21/11/22	373349	9004097	727
74	2	Cultivos transitorios	21/11/22	373358	9015122	558
75	4	Pastos	21/11/22	373465	9003817	725
76	4	Pastos	21/11/22	373708	9005164	694
77	4	Pastos	21/11/22	373753	9005868	709
78	8	Ríos	21/11/22	373809	9018339	550
79	4	Pastos	21/11/22	373841	9005307	703
80	4	Pastos	21/11/22	373864	9005643	702
81	3	Arroz	21/11/22	373911	9015485	566
82	4	Pastos	21/11/22	373917	9006027	687
83	5	Mosaico de cultivos	21/11/22	374051	9018659	548
84	5	Mosaico de cultivos	21/11/22	374143	9018143	548
85	3	Arroz	21/11/22	374403	9006404	592
86	3	Arroz	21/11/22	374461	9015655	569
87	2	Cultivos transitorios	21/11/22	374544	9021579	550
88	5	Mosaico de cultivos	21/11/22	374559	9015976	566
89	5	Mosaico de cultivos	21/11/22	374568	9022479	533
90	5	Mosaico de cultivos	21/11/22	374583	9020428	550
91	3	Arroz	21/11/22	374615	9014755	570
92	2	Cultivos transitorios	21/11/22	374628	9021412	549
93	2	Cultivos transitorios	21/11/22	374689	9024907	537
94	5	Mosaico de cultivos	21/11/22	374885	9022140	544

95	5	Mosaico de cultivos	21/11/22	374964	9015871	565
96	5	Mosaico de cultivos	21/11/22	374972	9013578	558
97	5	Mosaico de cultivos	21/11/22	375020	9018873	539
98	2	Cultivos transitorios	21/11/22	375025	9014196	566
99	3	Arroz	21/11/22	375038	9006654	575
100	3	Arroz	21/11/22	375054	9010728	569
101	5	Mosaico de cultivos	21/11/22	375055	9021558	550
102	8	Ríos	21/11/22	375105	9015932	564
103	2	Cultivos transitorios	21/11/22	375114	9015542	568
104	5	Mosaico de cultivos	21/11/22	375202	9013031	558
105	3	Arroz	21/11/22	375223	9011591	566
106	2	Cultivos transitorios	21/11/22	375273	9015267	571
107	2	Cultivos transitorios	21/11/22	375276	9014421	572
108	5	Mosaico de cultivos	21/11/22	375298	9010538	575
109	5	Mosaico de cultivos	21/11/22	375347	9014077	569
110	7	Vegetación secundaria	21/11/22	375390	9013180	561
111	5	Mosaico de cultivos	21/11/22	375401	9019897	544
112	3	Arroz	21/11/22	375403	9010009	581
113	5	Mosaico de cultivos	21/11/22	375436	9021511	550
114	3	Arroz	21/11/22	375578	9012702	566
115	7	Vegetación secundaria	21/11/22	375589	9014029	571
116	5	Mosaico de cultivos	21/11/22	375631	9021225	550
117	2	Cultivos transitorios	21/11/22	375706	9014346	574
118	7	Vegetación secundaria	22/11/22	375709	9018858	534
119	7	Vegetación secundaria	22/11/22	375713	9018249	533
120	3	Arroz	22/11/22	375743	9023237	539
121	3	Arroz	22/11/22	375816	9009215	582
122	5	Mosaico de cultivos	22/11/22	375829	9009705	587
123	5	Mosaico de cultivos	22/11/22	375853	9016834	547
124	5	Mosaico de cultivos	22/11/22	375875	9020849	549
125	3	Arroz	22/11/22	375941	9017879	534
126	7	Vegetación secundaria	22/11/22	375968	9014107	574
127	3	Arroz	22/11/22	375980	9007982	575

128	2	Cultivos transitorios	22/11/22	375985	9016479	554
129	7	Vegetación secundaria	22/11/22	376009	9022276	550
130	7	Vegetación secundaria	22/11/22	376025	9022552	550
131	2	Cultivos transitorios	22/11/22	376031	9016206	561
132	8	Ríos	22/11/22	376085	9014182	575
133	1	Áreas urbanizadas	22/11/22	376121	9020388	546
134	1	Áreas urbanizadas	22/11/22	376124	9016767	548
135	1	Áreas urbanizadas	22/11/22	376124	9020560	548
136	3	Arroz	22/11/22	376149	9008506	577
137	5	Mosaico de cultivos	22/11/22	376184	9014371	575
138	5	Mosaico de cultivos	22/11/22	376203	9010201	587
139	1	Áreas urbanizadas	22/11/22	376235	9016937	545
140	7	Vegetación secundaria	22/11/22	376309	9015855	570
141	7	Vegetación secundaria	22/11/22	376349	9015193	575
142	5	Mosaico de cultivos	22/11/22	376409	9010099	584
143	2	Cultivos transitorios	22/11/22	376447	9015479	575
144	2	Cultivos transitorios	22/11/22	376474	9014745	575
145	5	Mosaico de cultivos	22/11/22	376474	9011074	577
146	3	Arroz	22/11/22	376488	9006961	581
147	7	Vegetación secundaria	22/11/22	376540	9015236	575
148	2	Cultivos transitorios	22/11/22	376620	9014320	575
149	8	Ríos	22/11/22	376683	9012936	574
150	5	Mosaico de cultivos	22/11/22	376689	9011152	574
151	3	Arroz	22/11/22	376695	9019731	533
152	2	Cultivos transitorios	22/11/22	376705	9013706	575
153	1	Áreas urbanizadas	22/11/22	376918	9012807	573
154	8	Ríos	22/11/22	376951	9011937	569
155	1	Áreas urbanizadas	22/11/22	377027	9013516	574
156	1	Áreas urbanizadas	22/11/22	377116	9012453	570
157	1	Áreas urbanizadas	23/11/22	377273	9012119	567
158	1	Áreas urbanizadas	23/11/22	377413	9012388	568
159	8	Ríos	23/11/22	377517	9011530	564
160	4	Pastos	23/11/22	377596	9022440	564

161	2	Cultivos transitorios	23/11/22	377600	9005303	574
162	5	Mosaico de cultivos	23/11/22	377639	9006093	573
163	4	Pastos	23/11/22	377652	9022204	566
164	3	Arroz	23/11/22	377661	9013977	574
165	1	Áreas urbanizadas	23/11/22	377775	9011569	571
166	4	Pastos	23/11/22	377779	9021694	558
167	1	Áreas urbanizadas	23/11/22	377782	9012223	568
168	5	Mosaico de cultivos	23/11/22	377782	9022254	574
169	5	Mosaico de cultivos	23/11/22	377790	9022961	600
170	5	Mosaico de cultivos	23/11/22	377830	9022635	581
171	5	Mosaico de cultivos	23/11/22	377980	9021913	575
172	5	Mosaico de cultivos	23/11/22	378028	9005530	596
173	5	Mosaico de cultivos	23/11/22	378084	9021540	574
174	1	Áreas urbanizadas	23/11/22	378201	9011131	580
175	7	Vegetación secundaria	23/11/22	378215	9010685	587
176	5	Mosaico de cultivos	23/11/22	378250	9004919	550
177	7	Vegetación secundaria	23/11/22	378260	9011688	581
178	1	Áreas urbanizadas	23/11/22	378263	9012542	574
179	3	Arroz	23/11/22	378369	9010339	600
180	1	Áreas urbanizadas	23/11/22	378402	9012413	575
181	2	Cultivos transitorios	23/11/22	378432	9014024	574
182	3	Arroz	23/11/22	378468	9014400	575
183	5	Mosaico de cultivos	23/11/22	378520	9020119	558
184	4	Pastos	23/11/22	378583	9011273	597
185	1	Áreas urbanizadas	23/11/22	378605	9010446	602
186	4	Pastos	23/11/22	378631	9010833	601
187	2	Cultivos transitorios	23/11/22	378687	9004878	552
188	4	Pastos	23/11/22	378752	9007764	577
189	5	Mosaico de cultivos	23/11/22	378774	9018738	543
190	3	Arroz	24/11/22	378785	9018051	543
191	1	Áreas urbanizadas	24/11/22	378792	9013018	575
192	4	Pastos	24/11/22	378843	9007638	577
193	5	Mosaico de cultivos	24/11/22	378925	9013372	575

194	5	Mosaico de cultivos	24/11/22	378965	9009649	600
195	5	Mosaico de cultivos	24/11/22	379012	9012848	575
196	2	Cultivos transitorios	24/11/22	379027	9014196	575
197	4	Pastos	24/11/22	379080	9010045	603
198	2	Cultivos transitorios	24/11/22	379085	9018275	566
199	2	Cultivos transitorios	24/11/22	379105	9017006	571
200	7	Vegetación secundaria	24/11/22	379111	9008526	600
201	4	Pastos	24/11/22	379121	9008366	598
202	5	Mosaico de cultivos	24/11/22	379195	9017428	580
203	7	Vegetación secundaria	24/11/22	379242	9008466	599
204	2	Cultivos transitorios	24/11/22	379244	9016771	568
205	1	Áreas urbanizadas	24/11/22	379248	9009642	604
206	8	Ríos	24/11/22	379270	9004683	559
207	4	Pastos	24/11/22	379276	9008203	599
208	4	Pastos	24/11/22	379308	9012961	575
209	1	Áreas urbanizadas	24/11/22	379320	9009541	605
210	2	Cultivos transitorios	24/11/22	379406	9016397	573
211	5	Mosaico de cultivos	24/11/22	379417	9008840	603
212	4	Pastos	24/11/22	379440	9009405	607
213	2	Cultivos transitorios	24/11/22	379450	9013567	575
214	4	Pastos	24/11/22	379456	9012548	579
215	8	Ríos	24/11/22	379594	9004961	563
216	5	Mosaico de cultivos	24/11/22	379655	9008340	603
217	2	Cultivos transitorios	24/11/22	379655	9013733	574
218	2	Cultivos transitorios	24/11/22	379688	9015691	573
219	2	Cultivos transitorios	24/11/22	379715	9014058	576
220	2	Cultivos transitorios	24/11/22	379728	9013475	574
221	2	Cultivos transitorios	24/11/22	379794	9014381	581
222	2	Cultivos transitorios	24/11/22	379827	9014771	580
223	2	Cultivos transitorios	24/11/22	379834	9015664	586
224	4	Pastos	24/11/22	379901	9012204	590
225	2	Cultivos transitorios	24/11/22	379902	9008152	605
226	1	Áreas urbanizadas	24/11/22	379909	9013779	575

227	1	Áreas urbanizadas	24/11/22	379920	9008486	611
228	5	Mosaico de cultivos	28/11/22	379925	9005188	571
229	1	Áreas urbanizadas	28/11/22	380095	9008107	607
230	5	Mosaico de cultivos	28/11/22	380187	9015991	658
231	1	Áreas urbanizadas	28/11/22	380214	9012058	594
232	2	Cultivos transitorios	28/11/22	380283	9007446	601
233	5	Mosaico de cultivos	28/11/22	380341	9007156	600
234	2	Cultivos transitorios	28/11/22	380406	9007760	603
235	1	Áreas urbanizadas	28/11/22	380497	9006767	601
236	1	Áreas urbanizadas	28/11/22	380512	9011741	597
237	4	Pastos	28/11/22	380567	9013633	599
238	1	Áreas urbanizadas	28/11/22	380569	9014020	648
239	5	Mosaico de cultivos	28/11/22	380655	9017134	784
240	1	Áreas urbanizadas	28/11/22	380686	9007088	601
241	4	Pastos	28/11/22	380705	9006706	600
242	5	Mosaico de cultivos	28/11/22	380838	9013912	667
243	5	Mosaico de cultivos	28/11/22	380846	9018857	821
244	4	Pastos	28/11/22	380860	9006550	600
245	4	Pastos	28/11/22	380869	9011685	606
246	7	Vegetación secundaria	28/11/22	380876	9006278	598
247	4	Pastos	28/11/22	380921	9018416	880
248	7	Vegetación secundaria	28/11/22	380929	9009150	625
249	5	Mosaico de cultivos	28/11/22	381082	9006723	600
250	5	Mosaico de cultivos	28/11/22	381116	9017793	816
251	7	Vegetación secundaria	28/11/22	381119	9009235	626
252	2	Cultivos transitorios	28/11/22	381160	9006466	600
253	2	Cultivos transitorios	28/11/22	381168	9006303	601
254	4	Pastos	28/11/22	381251	9018615	829
255	4	Pastos	28/11/22	381314	9011283	621
256	7	Vegetación secundaria	28/11/22	381371	9006011	606
257	5	Mosaico de cultivos	28/11/22	381441	9014571	775
258	7	Vegetación secundaria	28/11/22	381690	9011054	638
259	4	Pastos	29/11/22	381695	9010574	623

260	7	Vegetación secundaria	29/11/22	381880	9019926	900
261	7	Vegetación secundaria	29/11/22	382040	9009644	648
262	5	Mosaico de cultivos	29/11/22	382108	9014666	777
263	4	Pastos	29/11/22	382213	9010018	645
264	7	Vegetación secundaria	29/11/22	382751	9009413	677
265	7	Vegetación secundaria	29/11/22	382976	9009182	679
266	4	Pastos	29/11/22	382991	9009383	691
267	4	Pastos	29/11/22	383150	9008743	667
268	7	Vegetación secundaria	29/11/22	383159	9009063	676
269	6	Bosques	29/11/22	383225	9019380	797
270	5	Mosaico de cultivos	29/11/22	383314	9015198	646
271	6	Bosques	29/11/22	383350	9020104	837
272	4	Pastos	29/11/22	383510	9008569	681
273	6	Bosques	29/11/22	383575	9018578	815
274	4	Pastos	29/11/22	383646	9007423	697
275	4	Pastos	29/11/22	383812	9006973	723
276	6	Bosques	29/11/22	383814	9017627	905
277	4	Pastos	29/11/22	383838	9007531	702
278	7	Vegetación secundaria	29/11/22	384011	9006769	719
279	5	Mosaico de cultivos	29/11/22	384072	9007320	721
280	5	Mosaico de cultivos	29/11/22	384422	9007110	727

Anexo 2. Panel fotográfico



Figura 12. Zonas con cultivo de plátano y suelos sin cobertura ccpp. Alto Cuchara



Figura 13. Zonas con bosque y vegetación secundaria ccpp. El encanto del Salvador



Figura 14. Zonas con cultivo de papaya y bosque secundario ccpp. Río Frío



Figura 15. Zonas con cultivo yuca ccpp. UTC bambú



Figura 16. Zonas con bosque ccpp. Angashiyacu



Figura 17. Zonas con bosque ccpp. Alto Cuchara



Figura 18. Zonas con cultivo de café y vegetación secundaria ccpp. Bijao



Figura 19. Zonas con cobertura de bosque