

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA

FACULTAD DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES



**“CAMBIO DE COBERTURA Y USO DEL SUELO EN DIFERENTES
PERÍODOS A PARTIR DEL USO DE IMÁGENES SATELITALES EN EL
DISTRITO DE CODO DEL POZUZO, HUÁNUCO”**

Tesis para optar el título profesional de:

INGENIERO EN RECURSOS NATURALES RENOVABLES

MENCIÓN CONSERVACIÓN DE SUELOS Y AGUA

Presentado por:

WITTING CALDERON NELSON JOSE

2019



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
Tingo María – Perú



FACULTAD DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

Los que suscriben, Miembros del Jurado de Tesis, reunidos con fecha 13 de Marzo del 2018, a horas 7:00 p.m. en la Sala de Sesiones del Departamento Académico de Ciencias en Conservación de Suelos y Agua de la Universidad Nacional Agraria de la Selva, para calificar la Tesis titulada:

“CAMBIO DE COBERTURA Y USO DEL SUELO EN DIFERENTES PERIODOS A PARTIR DEL USO DE IMÁGENES SATELITALES EN EL DISTRITO DE CODO DEL POZUZO, HUÁNUCO”

Presentado por el Bachiller: **NELSON JOSE WITTING CALDERON**, después de haber escuchado la sustentación y las respuestas a las interrogantes formuladas por el Jurado, se declara aprobado con el calificativo de **“MUY BUENO”**

En consecuencia, el sustentante queda apto para optar el Título de **INGENIERO EN RECURSOS NATURALES RENOVABLES**, mención **CONSERVACIÓN DE SUELOS Y AGUA**, que será aprobado por el Consejo de Facultad, tramitándolo al Consejo Universitario para la otorgación del Título correspondiente.

Tingo María, 02 de Abril del 2018

Dr. LUCIO MANRIQUE DE LARA SUÁREZ
PRÉSIDENTE

Ing. JUAN PABLO RENGIFO TRIGOZO
VOCAL

Ing. ERLE OTTO BUSTAMANTE SCAGLIONI
VOCAL

Ing. Mg. WILFREDO ALVA VALDIVIEZO
ASESOR



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



“CAMBIO DE COBERTURA Y USO DEL SUELO EN DIFERENTES
PERÍODOS A PARTIR DEL USO DE IMÁGENES SATELITALES EN EL
DISTRITO DE CODO DEL POZUZO, HUÁNUCO”

Autor	: WITTING CALDERON, NELSON JOSÉ		
Asesor	: Ing. MSc. ALVA VALDIVIEZO, WILFREDO		
Programa de Investigación	: Gestión de cuencas hidrográficas		
Línea de Investigación	: Gestión y conservación del recurso suelo		
Eje temático de Investigación	: Conflictos del uso del suelo y sus efectos en la actividad antrópica		
Lugar de Ejecución	: Distrito de Codo del Pozuzo		
Duración	: Inicio	: 01 julio 2017	
	Fin	: 30 abril 2018	
Financiamiento	: 5,000 Nuevo Soles		
	FDEU	: No	
	Propio	: Si	
	Otros	: No	

DEDICATORIA

A Dios por haberme adoptado como hijo en imagen y semejanza, y por dotarme del mejor regalo: MÍ FAMILIA

A mis adorados padres José Witting Schuler y Micaela Calderón Yabar, con todo mi corazón y eterno agradecimiento por haberme apoyado plenamente y creído en mí.

A mi querida hermana Guisela Rosio Witting Calderon, a su hija Ariana Belén y Esposo, con un afecto especial por el ejemplo de perseverancia, ánimo, fe y apoyo incondicional.

Bendito sea Dios. El que nos conforta en toda prueba, para que también nosotros seamos capaces de confortar a los que están en cualquier dificultad (2Cor 1,3 - 4)

¡Sé fuerte y valiente! ¡No tengas miedo ni te desanimes! Porque el Señor tu Dios te acompañará donde quiera que vayas (Josué).

AGRADECIMIENTO

A la Universidad Nacional Agraria de la Selva Facultad de Recursos Naturales Renovables por haberme acogido y brindado los medios indispensables en mi formación profesional.

A los docentes de la Facultad de Recursos Naturales Renovables por contribuir en mi formación profesional.

Al Ing. M.Sc, Alva Valdiviezo Wilfredo Asesor y patrocinador, por su apoyo logístico y aportes durante todo el trabajo de investigación.

Al Ing. M.Sc. Puerta Tuesta Ronald Hugo, por sus aportes durante todo el trabajo de investigación.

A los jurados de tesis: Dr. Lucio Manrique De Lara Suarez, Ing. Erle Bustamante Escaglione, Ing. Juan Pablo Rengifo Trigozo, por sus oportunas sugerencias.

A mis tíos, por el apoyo oportuno e incondicional en distintas fases de mi formación profesional.

A todos los forjadores de las bases de conocimiento, y a mis amigos que acompañaron y apoyaron de forma directa e indirecta en la cristalización de la investigación.

ÍNDICE

	Página
I. INTRODUCCIÓN	10
II. REVISIÓN DE LITERATURA	12
2.1. Suelo	12
2.2. Tierra.....	12
2.3. Uso de la tierra.....	13
2.4. Cobertura de la tierra.....	14
2.5. Sistema de clasificación del uso de la tierra.....	14
2.6. Proyecto Corine Land Cover (CLC).....	15
2.7. Los cambios en la cobertura de la tierra una revisión bibliográfica desde la geografía.....	23
2.8. Imágenes satelitales.....	25
2.9. Sistemas de información geográfica.....	26
2.10. Programas.....	27
2.10.1. Arc-Gis.....	27
2.11. Recopilación de la información.....	28
2.12. Uso del suelo.....	29
2.13. Cambio de uso de suelo.....	30
2.14. Generación de posibles escenarios.....	32
2.15. Modelos de cambio de cobertura y uso del suelo.....	33

III. MATERIALES Y MÉTODOS	36
3.1. Ubicación de la zona de estudio.....	36
3.1.1. Lugar de ejecución	36
3.1.2. Características del área de estudio	37
3.2. Materiales.....	38
3.2.1. Materiales y equipos.....	38
3.3. Metodología.....	39
3.3.1. Cambio de cobertura boscosa y/o uso del suelo periodo 1990-2016	39
3.3.2. Determinación de los incrementos, pérdidas, cambios, intercambio y persistencia	54
3.4. Trabajo de campo.....	58
3.4.1. Delimitación de las zonas de evaluación.....	58
3.4.2. Análisis cartográfico básico	59
3.4.3. Adquisición e interpretación de imágenes de campo	60
3.5. Identificación y delimitación de las zonas de tratamiento especial.....	60
3.5.1. Identificación de las zonas de tratamiento especial.....	60
3.5.2. Delimitación y mapeo de las zonas de tratamiento especial.....	60

IV. RESULTADOS	62
4.1. Evaluación de los cambios cobertura boscosa y uso del suelo.....	62
4.1.1. Determinación el cambio de cobertura boscosa y uso del suelo en el periodo 1990 – 2016.	62
4.2. Identificación, delimitación y caracterizar las zonas de tratamiento especial.....	74
4.2.1. Identificación de zonas de tratamiento especial	74
4.2.2. Identificación de medidas de gestión para promover dinámicas del manejo sostenible en áreas de tratamiento especial, cobertura boscosa y uso del suelo.	77
V. DISCUSIÓN.....	83
VI. CONCLUSIONES	86
VII. RECOMENDACIONES.....	87
VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	88

ÍNDICE DE CUADROS

cuadro	página
1. nueve grandes categorías de clasificación de la cobertura y uso de la tierra - ugi.....	14
2. propuesta de leyenda de cobertura de la tierra - Perú.....	17
3. propuesta de leyenda de cobertura de la tierra – Perú (continuación).....	18
4. propuesta de leyenda de cobertura de la tierra – Perú. (continuación).....	19
5. características de las imágenes de satélite a utilizar.....	40
6. distribución de las grandes coberturas de la tierra de acuerdo con la metodología corine land cover nivel 3 adaptada para Colombia, Ecuador y Perú.....	43
7. distribución de las coberturas de territorios artificializados.....	44
8. distribución de las coberturas de territorios agrícolas.....	45
9. distribución de las coberturas de territorios agrícolas (continuación).....	46
10. distribución de las coberturas de territorios de bosques y áreas semi naturales.....	46
11. distribución de las coberturas de áreas húmedas.....	47
12. distribución de las coberturas de superficies de agua.....	48
13. determinación de las coberturas a utilizar en el distrito de Codo del Pozuzo.....	49
14. estructura de la matriz de confusión adaptada de Chuvieco (2010).....	51
15. estructura de la matriz de confusión de Pontius.....	53

16. cobertura boscosa y uso del suelo periodos 1990 y 2016.....	63
17. incrementos y pérdidas de la cobertura boscosa y uso del suelo.....	65
18. cambios e intercambio de la cobertura boscosa y usos del suelo periodo 1990 - 2016.....	67
19. índice de persistencia de la cobertura boscosa y usos del suelo periodo 1990 - 2016.....	70
20. tasa de deforestación periodo 1990-2016.....	72
21. zonas de tratamiento especial reconocidos por el serfor, municipalidad distrital y gobierno regional.....	75
22. zonas de tratamiento reconocidos por la municipalidad distrital y gobierno regional.....	75
23. medidas orientadas a promover dinámicas de cobertura y uso de la tierra sostenible.....	77
24. medidas orientadas a promover dinámicas de cobertura y uso de la tierra sostenible. (continuación).....	78
25. medidas a ser aplicadas en función del ámbito departamental.....	79
26. medidas a ser aplicadas en función del ámbito departamental. (continuación).....	80
27. medidas a ser aplicadas en función del ámbito departamental. (continuación).....	81
28. matriz de confusión para la clasificación 1990.....	95
29. matriz de confusión para la clasificación 2016.....	96
30. tabulación cruzada con perdida y ganancia para la clasificación de la cobertura boscosa y uso del suelo periodo 1990-2016.....	97

31. tabulación cruzada con pérdida y ganancia para la clasificación de la cobertura boscosa y uso del suelo periodo 1990 - 2016.....	98
32. porcentaje de la cobertura total, incrementos, pérdidas, cambio total, intercambio y cambio neto de la cobertura boscosa y uso del suelo para el periodo 1990 - 2016.....	99
33. pérdida de cobertura boscosa por año según minam- geobosque.....	100
34. parcela de evaluación de campo n°01.....	102
35. parcela de evaluación de campo n°02.....	103
36. parcela de evaluación de campo n°03.....	104
37. resumen total del porcentaje de exactitud de la evaluación de campo...	105

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura	Página
1. Mapa de ubicación del distrito de Codo del Pozuzo.....	36
2. Cobertura boscosa y uso del suelo periodos 1990 y 2016.....	64
3. Incremento y pérdida de la cobertura boscosa y uso del suelo periodos 1990 y 2016.....	66
4. Cambio total, cambio neto e intercambios de la cobertura boscosa y uso del suelo en el periodo 1900-2016.....	69
5. Índices de persistencia en la cobertura boscosa y usos del suelo periodo 1990-2016.....	71
6. Valores de deforestación anual promedio en el distrito de Codo del Pozuzo.....	72
7. Distribución de los puntos de verificación en campo.....	73
8. Cobertura de Bosques densos Bajos en el Distrito de codo del Pozuz....	107
9. Validación de datos de campo en suelos sin cobertura boscosa.....	107
10. Cobertura de Bosque denso alto en el Distrito de codo del Pozuzo.....	108
11. Verificación de datos en campo de cultivos transitorios y permanentes.	108
12. Verificación de datos de campo en suelos utilizados en pastos.....	109
13. Uso de suelos para pastos en el distrito de Codo del Pozuzo.....	109
14. Ríos y fuentes de agua en el Distrito de Codo del Pozuzo.....	110
15. Cobertura boscosa y uso de suelos con cultivos permanentes.....	110
16. Tala y quema de bosques en el Distrito de Codo del Pozuzo.....	111

17. Trabajo de gabinete, elaboración de planos e interpretación de resultados.....

RESUMEN

La investigación se realizó en el distrito de Codo del Pozuzo, región Huánuco, con la finalidad de analizar el cambio de la cobertura y el uso del suelo entre los años 1990 y 2016, para lo cual se utilizó el procesamiento digital de imágenes del satélite LANDSAT 7 y 8 registradas entre estos años, a través de la metodología de clasificación supervisada mediante el programa ENVI 5.x y ArcGIS 10.x. Las imágenes de 1990 y 2016 fueron clasificadas de acuerdo a la metodología planteada por el Corine Land Cover, en cinco grandes coberturas y con un acierto del 89.286 % en campo y una exactitud de productor y usuario de 99.5% y 89.66% respectivamente. Al comparar la clasificación para ambos años (1990 y 2016), permitieron cuantificar los retrocesos y mejoras de los mismos. Se puede observar que en el periodo de análisis los bosques, perdieron su superficie en 93, 602.35 ha, es decir se perdió el 29.01% del total de bosques del distrito; en tanto, la vegetación secundaria aumentó en 1.67%, la cual representa un incremento de superficie total de la cobertura de 5,376.22 ha; sin embargo, las áreas agrícolas en el referido período de análisis incrementaron su superficie en 80,850.94 ha, es decir de 25.06 %. Los suelos desnudos, áreas urbanas y tierras húmedas y pantanosas también incrementaron superficie en 3.33%, es decir 7,375.18 ha. Las áreas de tratamiento especial en el distrito de Codo del Pozuzo, son espacios que están orientados a la conservación de los bosques a fin de

mantener los hábitats de animales y especies florísticas que puedan existir en el lugar, pero también busca frenar la tala indiscriminada del bosque.

I. INTRODUCCIÓN

Mediante la modelación de imágenes satelitales en un Sistema de Información Geográfica (SIG), es posible conocer la dinámica de cambios de uso de la cobertura del suelo en diferentes periodos, de modo que es fundamental en la toma de decisiones para la planificación de un territorio. Por lo que nos permite examinar dónde y en qué se producen las modificaciones del paisaje; y, además, entender cómo y por qué ocurren los cambios; inclusive, permite identificar las áreas más susceptibles a cambiar. La importancia de esta investigación, radica en que no se conocen con exactitud estas transiciones de usos y los factores que lo originan, de modo que esta información va servir como instrumento para una mejor gestión del territorio en el Distrito.

En el distrito de Codo del Pozuzo el sector agropecuario y ganadero desempeña un papel importante dentro de la actividad económica y la producción de alimentos, no obstante, su crecimiento económico acelerado ha traído como consecuencia directa la reducción significativa de los bosques, a medida que se han ampliado áreas de pasturas para la ganadería extensiva. Es así que, en los últimos periodos en la zona de estudio se han experimentado cambios drásticos en la cobertura boscosa, por el incremento de la ganadería, a causa de la demanda de carne y leche de empresas

nacionales; además de ello, la extracción de las especies forestales maderables y la agricultura migratoria fueron otros agentes trascendentales que incidieron en la reducción de los bosques.

Existen nuevas tecnologías como el uso de imágenes satelitales para determinar y cuantificar los usos del suelo en diferentes periodos a través de observaciones de las características biofísicas de los suelos, por lo tanto, se plantea la siguiente hipótesis: Existe cambios de cobertura y usos del suelo significativos en el distrito de Codo del Pozuzo.

Objetivo general

- Cuantificar el cambio de cobertura boscosa y uso del suelo durante el periodo 1990 - 2016 con el uso de imágenes satelitales en el distrito de Codo del Pozuzo.

Objetivos específicos

- Determinar el cambio de cobertura boscosa y uso del suelo en el periodo 1990 - 2016 en el distrito de Codo del Pozuzo.
- Identificar las pérdidas, ganancias, transiciones de los usos y cambio de coberturas boscosa del suelo en el periodo 1990-2016 en el distrito de Codo del Pozuzo.
- Identificar, delimitar y caracterizar las zonas de tratamiento especial de acuerdo a los mapas del SERFOR.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. Suelo

Se define como el medio natural para el crecimiento de las plantas. También se ha definido como un cuerpo natural que consiste en capas de suelo (horizontes del suelo) compuestas de materiales de minerales meteorizados, materia orgánica, aire y agua. El suelo es el producto final de la influencia del tiempo y combinado con el clima, topografía, organismos (flora, fauna y ser humano), de materiales parentales (rocas y minerales originarios). Como resultado el suelo difiere de su material parental en su textura, estructura, consistencia, color y propiedades químicas, biológicas y físicas (FAO, 2001). El suelo es un componente esencial de la "Tierra" y "Ecosistemas". Ambos son conceptos más amplios que abarcan la vegetación, el agua y el clima en el caso de la tierra, y además abarca también las consideraciones sociales y económicas en el caso de los ecosistemas.

2.2. Tierra

La tierra y los recursos de la tierra se refieren a un área definible de la superficie terrestre de la tierra, abarcando todos los atributos de la biosfera inmediatamente por arriba y por debajo de esa superficie, incluyendo aquellos atributos climáticos cercanos a la superficie, el suelo y las formas del terreno, la superficie hidrológica incluyendo lagos poco profundos, ríos, humedales y

pantanos, las capas sedimentarias cercanas a la superficie y el agua subterránea asociada y las reservas geohidrológicas, las poblaciones animales y vegetales, los modelos de asentamientos humanos y los resultados físicos de la actividad humana pasada y presente terrazas, estructuras para drenaje o almacenamiento de agua, caminos, edificios y otros (FAO/UNEP, 2001).

2.3. Uso de la tierra

Cuando se utiliza el término “Uso del Suelo” se hace referencia a la actuación humana dentro de la naturaleza, entendiéndose a estos como asentamientos humanos, zonas agrícolas, áreas de protección, entre otros. El uso que se determina para el suelo causa cambios en el paisaje, los ecosistemas y el medio ambiente, existen usos de suelos como los sectores urbanos que se vuelven consumidores de la cobertura vegetal y a expensas de zonas productivas (MILIARIUM, 2004).

El uso de la tierra se caracteriza por los arreglos, las actividades y los insumos de la población para producir, cambiar o mantener un cierto tipo de cobertura de la tierra (DI GREGORIO y JANSEN, 1998). El uso de la tierra definido de esta manera establece un vínculo directo entre la cobertura de la tierra y las acciones de la población en su ambiente. Sin embargo, algunos autores como Meyer y Turner, 1994; Moser, 1996, citados por LAMBIN (2003), separan los términos uso y cobertura al definir esta última como la cantidad y tipo de cubiertas vegetales, cuerpos de aguas, materiales terrestres y las infraestructuras humanas existentes sobre la superficie terrestre.

2.4. Cobertura de la tierra

La cobertura de la tierra es la que se observa (bio) físicamente sobre la superficie terrestre (DI GREGORIO y JANSEN, 1998).

2.5. Sistema de clasificación del uso de la tierra

El sistema de clasificación del uso de la tierra utilizado internacionalmente es el propuesto por la Unión Geográfica Internacional (UGI), sociedad geográfica internacional suscrita al consejo internacional para la ciencia, cuenta con treinta y cuatro comisiones y cuatro grupos de trabajo. Entre las comisiones se encuentran la de geografía aplicada, la de geografía de género, la de geografía marina, la de análisis de paisaje y la de sostenibilidad del agua; siendo una de sus actividades su dedicación al quehacer geográfico. Respecto al sistema de clasificación del uso de la tierra, la UGI considera nueve grandes categorías de uso, adaptables a la realidad de cada territorio, estas van en orden descendente, de acuerdo con la intensidad de uso de la tierra que se muestra en el cuadro 1.

Cuadro 1. Nueve grandes categorías de clasificación de la cobertura y uso de la tierra - UGI

Categorías de clasificación según la UGI

Áreas urbanas y/o instalaciones gubernamentales y privadas

Áreas urbanas y/o instalaciones gubernamentales y privadas

Terrenos con hortalizas

Terrenos con huertos de frutales y otros cultivos perennes

Terrenos con cultivos extensivos (papa, camote, yuca, etc.)

Áreas de praderas mejoradas permanentes

Áreas de praderas naturales

Terrenos con bosques

Terrenos pantanosos y/o cenagosos

Terrenos sin uso y/o improductivos

Fuente: Unión Geográfica Internacional

2.6. Proyecto Corine Land Cover (CLC)

Es un proyecto experimental para la recopilación, la coordinación y la homogenización de la información sobre el estado del medio ambiente y los recursos naturales en la comunidad; como programa CORINE, Coordination of Information of the Environment se inicia el 27 de junio de 1985, en virtud de una decisión del Consejo de Ministros de la Unión Europea (CE/338/85), dentro del cual se crea el proyecto CORINE Land Cover (CLC) - desde 1995 responsabilidad de la Agencia Europea del Medio Ambiente - con el objetivo fundamental de obtener una base de datos europea de ocupación del suelo a escala 1:100.000, útil para el análisis territorial y la gestión de políticas europeas.

El proyecto CLC que fue desarrollada en Europa, define una metodología específica elaborada para realizar el inventario de la cobertura de la tierra, cuya base de datos constituye un soporte a la toma de decisiones en políticas relacionadas con el medioambiente y el ordenamiento territorial. Fue adaptada para Colombia, actualmente el MINAM-Perú a través de la Dirección General de Ordenamiento Territorial – DGOT, viene dando asistencia técnica a los gobiernos regionales en la aplicación de la propuesta de leyenda de

coberturas (CORIN), logrados a través del proyecto: Análisis de las dinámicas de cambio de cobertura de la tierra en la cobertura andina, que se detalla en el cuadro 2, 3 y 4.

Cuadro 2. Propuesta de leyenda de cobertura de la tierra - Perú

Nivel I	Nivel II	Nivel III	Nivel IV	Definición a nivel II
Áreas artificiales	Áreas urbanizadas	Tejido urbano continuo Tejido urbano discontinuo		Las áreas urbanizadas incluyen los espacios cubiertos por infraestructura urbana y todas aquellas áreas verdes y redes de comunicación asociadas con ellas, que configuran un tejido urbano
	Áreas industriales e infraestructura	Áreas industriales o comerciales Red vial, ferroviaria y terrenos asociados Áreas portuarias Aeropuertos Obras hidráulicas		Comprende las áreas cubiertas por infraestructura de uso exclusivamente comercial, industrial, de servicios. Comunicaciones. Se incluyen tanto las instalaciones como las redes de comunicaciones que permiten el desarrollo de los procesos específicos de cada actividad.
	Áreas de extracción de minería e hidrocarburos y escombreras	Áreas de extracción de minería e hidrocarburos Áreas de disposición de residuos		Comprende las áreas donde se extraen o acumulan materiales asociados con actividades mineras e hidrocarburíferas, de construcción, producción industrial y vertimiento de residuos de diferente origen. (Incluye colas y desmontes).
	Áreas verdes artificializados no agrícolas	Áreas verdes urbanas		Comprende las áreas verdes localizadas en las zonas urbanas, sobre las cuales se desarrollan actividades comerciales, recreacionales, de conservación y amortiguación, donde los diferentes usos del suelo no requieren de infraestructura construida apreciable. En general, estas áreas verdes son el resultado de procesos de planificación urbana o áreas que por los procesos de urbanización quedaron embebidas en el perímetro de la ciudad.
				Procesos de urbanización quedaron embebidas en el perímetro de la ciudad.

Fuente: MINAM, 2014

Cuadro 3. Propuesta de leyenda de cobertura de la tierra – Perú (continuación).

Nivel I	Nivel II	Nivel III	Nivel IV	Definición a nivel II
	Cultivos transitorios			Tienen como característica fundamental, que después de la cosecha es necesario volver a sembrar o plantar para seguir produciendo. Comprende las áreas ocupadas con cultivos cuyo ciclo vegetativo es generalmente corto (hasta 2 años), llegando incluso a ser de sólo unos pocos meses, como por ejemplo los cereales (maíz, trigo, cebada y arroz), los tubérculos (papa y yuca), las oleaginosas (el ajonjolí y el algodón), la mayor parte de las hortalizas, algunas especies de flores a cielo abierto.
	Cultivos permanentes			Comprende los territorios dedicados a cultivos cuyo ciclo vegetativo es mayor a dos años, produciendo varias cosechas sin necesidad de volverse a plantar; se incluyen en esta categoría los cultivos industriales de caña, los cultivos de herbáceas como plátano y banano; los cultivos arbustivos como café y cacao; y los cultivos arbóreos como palma africana y árboles frutales.
	Áreas herbácea y/o arbustivas	Arbustal	Arbustal denso	Comprende los territorios cubiertos por vegetación arbustiva desarrollados en forma natural en diferentes densidades y sustratos. Un arbusto es una planta perenne, con estructura de tallo leñoso, con una altura entre 0,5 y 2 m, fuertemente
			Arbustal abierto	ramificado en la base y sin una copa definida (FAO, 2001).
Áreas agrícolas		Vegetación secundaria o en transición		Comprende aquella cobertura vegetal originada por el proceso de sucesión de la vegetación natural que se presenta luego de la intervención o por la destrucción de la vegetación primaria, que puede encontrarse en recuperación tendiendo al estado original. Se desarrolla en zonas desmontadas para diferentes usos, en áreas agrícolas abandonadas y en zonas donde por la ocurrencia de eventos naturales la vegetación natural fue destruida. No se presentan elementos intencionalmente introducidos por el hombre.
	Vegetación secundaria		Vegetación arbustiva / herbácea densa	
		Vegetación arbustiva / herbácea	Vegetación arbustiva / herbácea abierta	Comprende los territorios cubiertos por una mezcla de vegetación arbustiva y herbácea, desarrollados en forma natural en diferentes densidades y sustratos.
		Arbustal / área intervenida		
		Herbazal / área intervenida		
Áreas sin o con poca vegetación	Arbustal Herbazal/área intervenida			
	Áreas arenosas naturales			
	Afloramientos rocosos			

Fuente: MINAM, 2014

Cuadro 4. Propuesta de leyenda de cobertura de la tierra – Perú. (continuación).

Nivel I	Nivel II	Nivel III	Nivel IV	Definición a nivel II
	Tierras desnudas	Tierras desnudas (incluye áreas erosionadas naturales y también degradadas), áreas quemadas, glaciares, salares		Comprende aquellos territorios en los cuales la cobertura vegetal no existe o es escasa, compuesta principalmente por suelos desnudos y quemados, así como por coberturas arenosas y afloramientos rocosos, algunos de los cuales pueden estar cubiertos por hielo y nieve.
Áreas húmedas y tierras desnudas	Áreas húmedas	Áreas Pantanosas		
		Turberas y bofedales		
		Vegetación acuática sobre cuerpos de agua		
		Pantanos costeros		
Superficies de Aguas	Áreas húmedas costeras	Salitral		
		Sustratos y sedimentos expuestos en bajamar		
		Ríos (50 m)		
		Lagunas, lagos y ciénagas naturales permanentes		
	Aguas continentales	Lagunas, lagos y ciénagas naturales estacionales		
		Canales		
		Cuerpos de agua artificiales		
		Lagunas costeras		
	Aguas costeras	Mares y océanos		
		Estanques para acuicultura marina		

Fuente: MINAM, 2014

A través de la historia, el bosque ha pasado por procesos de retracción y avance debido a períodos favorables o desfavorables de clima y a la presión de actividades económicas como la agricultura y ganadería, la minería, la industria y la actividad forestal (HOCQUENGHEM, 1999). Desde los años 70's se ha observado una explotación intensa del bosque a través del pastoreo nómada del ganado caprino, así como la extracción de árboles para leña y elaboración de parquet y carbón, lo que ha aumentado la intensidad de la conversión, destrucción y degradación de este ecosistema, debido a la expansión de la población y a la inmigración (LINARES PALOMINO *et al.*, 2010).

La determinación, en forma fiable, precisa y dinámica del estado de este ecosistema, los cambios que han venido sufriendo tanto positiva como negativamente y la tendencia- a fin de elaborar una estrategia para el manejo sustentable de los recursos que lo componen- requiere de nuevas metodologías de seguimiento, que sean de costos efectivos, rápidos y eficientes. Sin embargo, esta dinámica es compleja y los métodos convencionales, como los que utilizan la interpretación analógica y delimitación de las asociaciones forestales en las fotografías aéreas para estudios de inventarios, son costosos en términos monetarios y tiempo para elaborarlo. Esto limita la periodicidad y el alcance espacial para cuantificar el impacto de los cambios sobre las comunidades vegetales y los pobladores de la región Piura y sus posibilidades de desarrollo. La Comisión de las Naciones Unidas para el Desarrollo Sostenible (CSD) en su programa de trabajo indicó la necesidad de contar con indicadores de sostenibilidad relacionados con cada

uno de los temas discutidos en la Agenda 21 (CHUVIECO, 1996). Estos indicadores son sobre cambio en el uso de la tierra y cambio de las condiciones de la tierra (FAO, 2001).

El distrito del Codo del Pozuzo, cuenta con 322,602.02 has. de los cuales 2,621.01 ha., pertenecen a cultivos en limpio, 28,665.51 has, a cultivo permanente, 4,264.45 has, para pastos, y una superficie en bosque de 219,636.49 has (IIAP, 2010).

Los bosques mundiales han experimentado diferentes niveles de uso. En función de su estado, ciertos componentes específicos de la política de REDD+ (con respecto a la deforestación, la degradación, la forestación/reforestación) pueden ser más relevantes en algunos países que en otros. A fin de comparar el estado de los bosques se puede utilizar una curva de transición que refleje la dinámica de la agricultura, de los bosques y de otros usos de la tierra en el tiempo (ANGELSEN, 2007). Consecuentemente, la ubicación de un país (o región sub nacional) en la curva de transición de bosques puede afectar las prioridades para participar en programas de REDD+ y los costos de oportunidad asociados. El marco de transición de bosques utiliza cuatro categorías básicas; Países con baja deforestación y alta cobertura forestal tales como la cuenca del Congo y Guyana. En estos países, los bosques son relativamente vírgenes, sin embargo, la deforestación y la degradación pueden aumentar en el futuro. La degradación es importante ya que es poco probable que estos países puedan obtener un beneficio por “evitarla deforestación”; países con alta deforestación tales como (áreas de)

Brasil, Indonesia y Ghana. Estos países tienen fuertes incentivos para contabilizar la deforestación. No obstante, es probable que tengan menor interés en contabilizar la degradación, a menos que ello implique un trabajo de contabilización adicional reducido (FAO, 2001).

2.7. Los cambios en la cobertura de la tierra una revisión bibliográfica desde la geografía

Las dimensiones del impacto humano sobre el planeta pueden ser analizadas desde multitud de perspectivas, precisamente por la complejidad de las interacciones entre los humanos y la naturaleza. En cualquier caso, las transformaciones de la cubierta de la tierra debidas a la expansión de la actividad humana son, sin lugar a dudas, uno de los aspectos más destacables, visibles y comprensibles. Unas transformaciones que sólo pueden ser abordadas a partir de datos de calidad que garanticen la fiabilidad de las conclusiones (ROVIRA, 2008).

Los cambios en la cubierta y usos del suelo que soporta la tierra son cada vez más relevantes para poder analizar los elementos de fricción entre las sociedades humanas y los ecosistemas terrestres que les sirven de soporte. Un análisis del mismo modo imprescindible para la planificación territorial que afecta a temas tan importantes como la gestión hídrica, los procesos de erosión-desertificación, la pérdida de biodiversidad, etc. (FAO, 2001).

Una previa aclaración terminológica se impone antes de seguir adelante con la exposición. La terminología usos y cobertura del suelo lo que,

en ocasiones, se ha denominado en la literatura geográfica española usos y ocupación del suelo (FAO, 2001).

Los usos del suelo equivalen a las actividades que desarrollamos las personas, actuando individual o colegiadamente, con la intención de obtener productos o beneficios a partir de los diferentes recursos. En conclusión y resumidamente, se puede afirmar que la cubierta hace referencia al aspecto morfológico y tangible del suelo, mientras que los usos hacen referencia a las funciones que se desarrollan sobre aquellas cubiertas. En consecuencia, una misma cubierta puede soportar diferentes usos (recolección, selvicultura y caza sobre cubiertas forestales) y un mismo uso puede desarrollarse sobre diferentes cubiertas (excursionismo sobre cubiertas agrícolas, forestales o urbanas) (RAMIREZ, 2001).

SANTILLAN (2016) indica que los cambios en los usos del suelo afectan, con mayor o menor intensidad, a la modificación y transformación de la cubierta del mismo. Al hablar de una cubierta transformada nos referimos a aquella que ha sido sustituida completamente por otra; como, por ejemplo, en el caso de bosque tropical que en grandes extensiones ha sido transformado para convertirse en una cubierta de pasto. En cambio, se considera modificada cuando se producen cambios en ella que no afectan a su clasificación.

La transformación de la cubierta terrestre tiene implicaciones ecológicas y económicas de primerísima importancia. Dependiendo del tipo de cubierta y actividad económica que allí se realice, los cambios contemporáneos

en usos y cobertura del suelo suelen implicar, como primer impacto, una reducción de la producción primaria neta de los ecosistemas y, como consecuencia de ella, un aumento de los requerimientos de materiales y energéticos para asegurar el funcionamiento del sistema económico asociado (MURILLO, 2011).

Los cambios de cobertura y uso del suelo (CCUS) amenazan la diversidad biológica, contribuyen al cambio climático local, regional y global, degradan el suelo y alteran el funcionamiento y los servicios de los ecosistemas, así como la vulnerabilidad de éstos y de la población humana frente a los cambios climáticos y las perturbaciones naturales y humanas (MILAM, 2002).

2.8. Imágenes satelitales

PORTILLO (2005) las imágenes satelitales son las que se obtienen de la captación energética reflejada o emitida por los objetos que se encuentran en la superficie terrestre, dichas imágenes son digitales y se encuentran conformadas por un conjunto de píxeles que definen la unidad mínima de identificación digital. Cada píxel de la imagen tiene un valor numérico que determina la respuesta de los objetos situados en la superficie a una fuente de energía, esta respuesta varía en función a las características bio-físico-químicas de los cuerpos y es lo que permite diferenciarlos en una imagen. Estas imágenes son capturadas gracias a los sensores de las plataformas que se encuentran en los satélites, estos sensores captan la

energía reflejada o emitida por los objetos, las imágenes pueden ser caracterizadas a partir de tres parámetros: espacial, espectral y radiométrica. Los parámetros son los que definen las aplicaciones de las imágenes satelitales en las diferentes órbitas.

2.9. Sistemas de información geográfica

Los SIG son herramientas muy versátiles que tienen un campo amplio de aplicación, mediante un conjunto de procedimientos sobre una base no gráfica o descriptiva de objetos con representaciones reales que tienen representación gráfica y son propensos a mediciones, ya sea de su tamaño y dimensión relativa a la superficie de la tierra. Toda información que es medible y tiene localización es considerada como gráfica. La aplicación de los sistemas de información geográfica y sensores remotos sirven como herramientas de automatización para el manejo sustentable de los recursos naturales y el ordenamiento territorial de una comunidad (SCHOWENGERDT, 2006).

CARMONA (2008) indica que los Sistemas de Información Geográfica (SIG) son herramientas muy versátiles que tienen un campo amplio de aplicación, mediante un conjunto de procedimientos sobre una base de bases no gráfica o descriptiva de objetos con representaciones reales que tienen representación gráfica y son propensos a mediciones ya sea de tamaño y dimensión relativa a la tierra. Toda información que es medible y tiene localización es considerada como geográfica.

La versatilidad de los SIG se verifica en su aplicación, que se presenta en un marco extenso dentro del cual podemos nombrar trabajos de investigación científica, gestión de los recursos y activos, arqueología, evaluación de impactos ambientales, generación de cartografía temática y otros (CARMONA, 2008).

La versatilidad de los Sistemas de Información Geográfica (SIG) se verifica en su aplicación, que se presenta en un marco extenso dentro del cual podemos nombrar trabajos de investigación científica, gestión de los recursos y activos, arqueología, evaluación de impactos ambientales, generación de cartografía temática y otros (PEREZ, 2006).

2.10. Programas

2.10.1. Arc-Gis

Mediante el software Arc-Gis se puede visualizar, crear, manipular y gestionar la información geográfica con la que se trabaja de manera sistémica, permitiendo explorar, ver y analizar datos según sus parámetros, relaciones y tendencias, obteniendo nuevas capas de información con nuevas bases de datos (MURILLO, 2011).

El programa consta de una interfaz gráfica amigable, es fácil de usar y contiene gran ayuda en línea. Gracias a esta herramienta es posible construir mapas que permiten la visualización de patrones, tendencias y singularidades, una librería que ayuda a la elaboración rápida de mapas,

permite guardarlos en diferentes formatos y editarlos rápidamente. ARC-GIS permite realizar análisis espaciales como: consulta de datos, realizar predicciones y revisar la relación entre estos, tiene además la capacidad de realizar geo procesos, permitiendo desarrollar ajustes dinámicos de la información CARMONA (2008).

2.11. Recopilación de la información

VELÁZQUEZ (2010) indica que la recopilación de la información se refiere a todo tipo de información existente, ya sean investigaciones, entrevistas, búsqueda de datos, entre otras, las mismas que de forma específica servirá para el análisis del área de estudio, basándose en la información que se tiene de primera mano, sin tener que efectuar una investigación mucho más exhaustiva. La recopilación de la información ayuda a determinar aspectos generales que definirán los alcances de la investigación. En esta etapa se debe:

- Determinar fuentes de información.
- Gestionar la entrega de información e insumos requerida.

Cuando se trata de información primaria, es decir información levantada por el propio usuario, es importante determinar los datos que se requiere levantar y de esta manera valerse de diferentes metodologías como: observación directa, experimentación y encuestas (ITESCAM, 1996).

2.12. Uso del suelo

Cuando se utiliza el término “Uso del Suelo” se hace referencia a la actuación humana dentro de la naturaleza, entendiéndose a estos como asentamientos humanos, zonas agrícolas, áreas de protección, entre otros.

El uso que se determina para el suelo causa cambios en el paisaje, los ecosistemas y el medio ambiente, existen usos de suelos como los sectores urbanos que se vuelven consumidores de la cobertura vegetal y a expensas de zonas productivas (MILIARIUM, 2004).

El uso del suelo es una forma de clasificación de diferentes ocupaciones dependiendo del comportamiento del mismo, desde el punto de vista del aporte hídrico, ya que el tipo de ocupación del mismo afecta la interacción del agua con el suelo y la vegetación y las implicaciones de la demanda de estos.

Al estudiar el uso del suelo podemos determinar diferentes enfoques tales como:

- Funcional: por la forma que desarrolla el suelo en la actividad que se desarrolla en el (Forestales, agrícolas, urbanismos, espacios protegidos, entre otros).
- Formal: siendo la ocupación del suelo lo que se identifican en el momento de analizar el uso, este tipo de análisis se da a partir de características visuales como color, textura, forma, entre otros (monocultivos, usos estables, entre otras).

- Multifuncional: una mezcla de los anteriores.

Existe una diferencia entre lo que es uso y ocupación del suelo, esto implica si se realiza referencias o no a las actividades humanas sobre el territorio o a los materiales que existen sobre el mismo.

Gracias al desarrollo de programas y metodologías que permiten realizar estudios de los usos del suelo, como la teledetección y el análisis de imágenes satelitales, con un manejo de sistemas de información geográfica, existe la posibilidad de gestión y el análisis de datos geográficos y datos estadísticos (MILAN, 2002).

2.13. Cambio de uso de suelo

Los cambios ocurridos en las coberturas del suelo, pueden ser interpretados como la dinámica general de la cobertura del suelo. El cambio de coberturas y uso del suelo, consiste en la transición de una categoría por otra, como es el caso la deforestación, la expansión agrícola o el cambio en la extensión urbana, y está en función: de la presión (población de usuarios de los recursos), oportunidades (precios de mercado, costos de producción, costos de transporte y tecnología), políticas (subsidios, impuestos, derecho de propiedad, infraestructura), vulnerabilidad (exposición a las perturbaciones externas, sensibilidad y capacidad de resistencia), y la organización social (acceso a los recursos, distribución del ingreso, características de los hogares, y las interacciones urbano-rurales); estas funciones tienen una fuerte interacción que causan el cambio de uso de la cobertura del suelo (LAMBIN *et al.*, 2003).

Los impactos de cambios de cobertura y uso del suelo pueden presentarse mediante las variaciones estacionales sobre la hidrología de las cuencas, y su equilibrio están en función a la distribución de la vegetación y su interacción con el agua y el suelo, cualquier alteración se modifica el ciclo hidrológico (GUO, 2008; JUCKEM; 2008 y LI *et al.* 2009).

Asimismo, la conversión de los bosques para agricultura o pastos, pueden reducir los caudales de los ríos en estaciones secas y se intensifican en estaciones de invierno; estos cambios de uso de cobertura y uso del suelo agravan los problemas relacionados con la escasez del agua en periodos de sequía y la erosión de las laderas en estaciones lluviosas (NOTTER ,2007; GUO,2008 y MANGO *et al.*, 2011), de modo que la conversión de la superficie forestal para cultivos o pastizales, incrementan la escorrentía superficial anual (11% o 59%) y provocan fuertes inundaciones; por otra parte la disminución de los caudales es probable que se debe a una intensa deforestación en las partes altas de la cuenca (NOTTER *et al.*, 2007).

No obstante, algunos estudios muestran que la disminución del agua puede estar más afectada por la variabilidad climática (influye en 77%) que por el cambio de uso de la cobertura del suelo (influye en 18%), de manera que el cambio del clima juega un rol importante que influye en la hidrología de la cuenca; sin embargo, la relación de la extensión de los cambios de uso de la cobertura del suelo pueden ser otro factor determinante (LI, 2009). Asimismo, unos impactos en el balance hídrico pueden disminuir en más 9% de las

descargas de las aguas subterráneas y en el 3% del total de producción de agua superficial (MANGO, 2011).

La historia de la expansión urbana indica que las áreas urbanas están dentro de los sistemas más cambiantes y dinámicos sobre la superficie de la tierra. Más allá de su importancia económica, este crecimiento conlleva un considerable impacto sobre los ecosistemas adyacentes (YUAN, 2005). La expansión urbana también acarrea la transformación de los usos tradicionales del suelo (por ej., agricultura, conservación, bosque) a otros de carácter meramente residencial, lo cual implica un aumento significativo del área impermeable y consecuencias hidrológicas más agudas (BROCKERHOFF, 2000).

La explicación del cambio de bosque denso alto y bosque denso bajo a agricultura y/o pastos es a consecuencia la invasión de nuevas comunidades y áreas agrícolas y ganaderas, mientras que las ganancias de bosques densos altos y bosques densos bajos podrían estar vinculado al desalojamiento de las actividades agrícola por su baja productividad (ULLOA, 2012).

2.14. Generación de posibles escenarios

Para poder desarrollar modelamientos capaces de reproducir la generación de patrones complejos mediante reglas simples, es importante contar con herramientas capaces de esto, para ello, se han desarrollado varias soluciones asociadas a la adaptación de técnicas de inteligencia artificial, como

la lógica difusa, los sistemas de conexiones híbridas, los modelos multinivel, las redes neuronales y los modelos autómatas celulares.

Los modelamientos dinámicos con ecuaciones diferenciales han resultado eficientes en procesos de alta complejidad como el crecimiento urbano, pero al momento de modelar sistemas espaciales complejos resultan son casi impracticables; por lo cual la utilización de modelos de autómatas celular ha sido propuesta para sistemas espaciales complejos, que resultan importantes en estudios urbanos que deben ser complementados con otras técnicas de modelamiento.

Los llamados modelos celulares como los autómatas, tienen muchas ventajas técnicas debido a su alcance en los detalles espaciales, esto se vuelve muy importante por su precisión en opciones de localización, lo que hace que exista un manejo integrado de factores físicos y ambientales en el modelamiento económico y social (ROVIRA, 2008).

2.15. Modelos de cambio de cobertura y uso del suelo

Los modelos que simulan el cambio de cobertura y uso del suelo, utilizan parámetros claramente identificados en factores físicos y socioeconómicos, los cuales determinan la presión sobre el cambio del uso de la cobertura del suelo en un determinado territorio.

Cadenas de Markov Consiste en una modelación estadística del cambio de cobertura y uso del suelo, que deriva de la combinación y uso de

técnicas cartográficas y sistemas de información geográfica (SIG), para identificar la magnitud y distribución espacial y su probabilidad de ocurrencia en el futuro, bajo el supuesto que las técnicas de manejo de suelos siguen siendo similar al pasado (SANDOVAL Y REAL, 2005).

PAEGELOW (2003) plantea que este modelo simula la predicción del estado de un sistema en un tiempo determinado a partir de dos estados procedentes, de modo que están formados por algoritmos, que tiene como función comparar dos mapas de ocupación de uso de la cobertura del suelo que se suceden cronológicamente, y estiman una matriz de transición áreas y de probabilidades (EASTMAN, 2012 y PAEGELOW et al., 2003).

VÉLEZ (2013) plantea que uno de los modelos de cambio de uso del suelo con más investigación y desarrollo en los últimos años es el que se basa en las técnicas estocásticas de Cadenas de Markov y Autómatas Celulares (AC). Este modelo toma en consideración algoritmos de regresión y transición espacial. Los algoritmos de regresión establecen las relaciones entre los diversos objetivos o usos del suelo y las probabilidades de cambio de ese uso, lo cual es tradicionalmente modelado como una función de decaimiento, donde la influencia decrece con el incremento de la distancia. Lo anterior permite pronosticar un determinado cambio de uso del suelo.

Cellular Automata (AC) Son sistemas directos dinámicos, es decir, se presenta una variación continua de los parámetros, se denominan sistemas simples donde el estado de cada celda de una matriz, depende del espacio

previo de las celdas cercanas que siguen una serie de reglas de transición. Por ser un sistema discreto, opera interactivamente existiendo una relación interna de áreas locales antes que entre pares de celda (ROVIRA, 2008).

Es un procedimiento combinado de celular automático y la predicción de cambio por la cadena de Markov que suma un elemento de contigüidad espacial, así como también el conocimiento sobre la distribución espacial probable de las transiciones (EASTMAN, 2012).

Es un modelo dinámico que son empleados para simular la evolución o la dinámica de una amplia variedad de sistemas naturales y humanos; y está representado por grilla de espacio, en el que un conjunto de reglas de transición determina el atributo de sitio de cada célula teniendo en cuenta los atributos de las células más próximas; además su operatividad, simplicidad y capacidad para representar reglas matemáticas y lógicas, lo hace una herramienta muy exitosa (OZAH, 2012).

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Ubicación de la zona de estudio

3.1.1. Lugar de ejecución

El distrito de Codo del Pozuzo abarca una superficie de 322,602.02 ha, políticamente pertenece al departamento de Huánuco, Provincia de Puerto Inca, Distrito de Codo del Pozuzo, el cual está comprendida entre las siguientes coordenadas: longitud oeste $75^{\circ}27'43.61''$, latitud sur $9^{\circ}40'24.26''$, y una altitud 350 msnm.

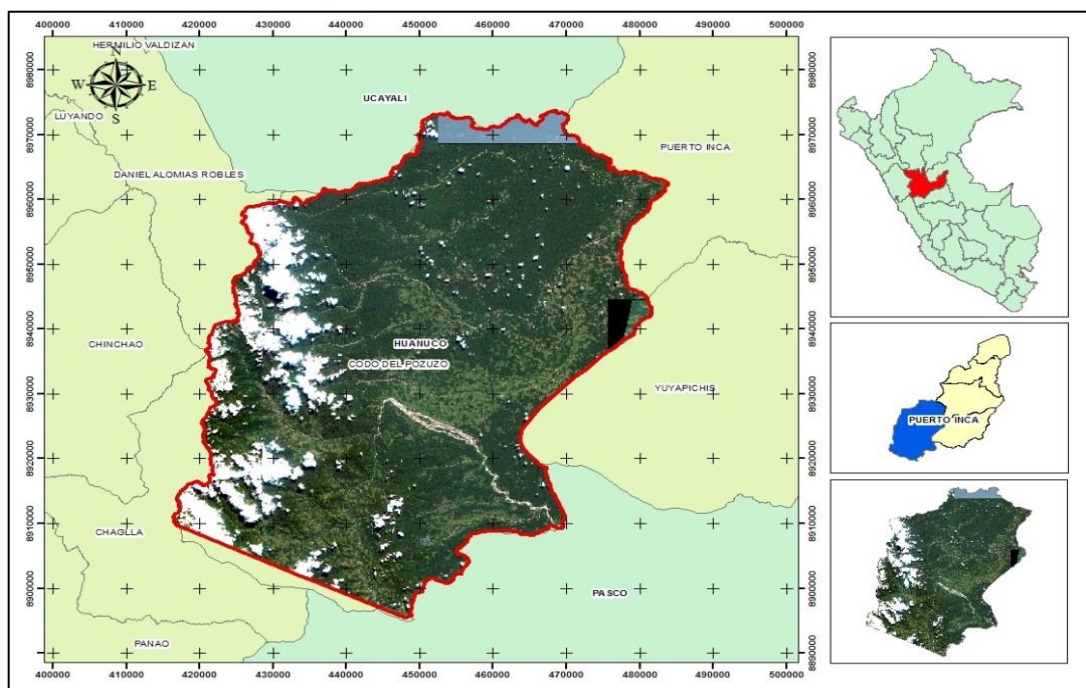


Figura 1. Mapa de ubicación del distrito de Codo del Pozuzo.

3.1.2. Características del área de estudio

3.1.2.1. Clima y ecología

El área de estudio presenta una temperatura máxima de 29,4 °C la mínima de 19,2 °C, y una temperatura media anual de 24,5 °C. La precipitación promedio anual es de 3,300 mm y una humedad relativa del 87 %.

De acuerdo al Sistema de “Zonas de Vida” elaboradas por el Dr. L. R. HOLDRIDGE y el Mapa Ecológico del Perú, se distinguen, en el distrito de Codo del Pozuzo, las siguientes zonas de vida: Bosque húmedo tropical, bosque muy húmedo montano bajo tropical, bosque muy húmedo premontano tropical, bosque muy húmedo tropical, bosque pluvial montano bajo tropical, bosque pluvial montano tropical, bosque pluvial premontano tropical.

3.1.2.2. Fisiografía y topografía

Presenta un paisaje muy variado, observándose escasas áreas de pendientes muy inclinadas, estando mayormente en la zona denominada por laderas ligeramente inclinadas, depresiones y planicies, que, según la fisiografía, tendríamos: paisaje aluvial, colinas altas y bajas, laderas de depósito aluviales entre otras formaciones paisajísticas.

3.1.2.3. Vegetación

La vegetación en la zona es muy variada con amplia biodiversidad de especies como: herbáceas, arbustivas, parásitas, epífitas y arbóreas las que

está siendo en su totalidad deforestadas, quedando muy pocas áreas de protección.

3.1.2.4. Accesibilidad

La accesibilidad al distrito de Codo del Pozuzo es a través de la carretera de la marginal de la Selva a 150 km de la ciudad de Pucallpa.

3.2. Materiales

3.2.1. Materiales y equipos

3.2.1.1. Materiales de campo

- GPS.
- Cámara fotográfica.
- Libreta de campo

3.2.1.2. Equipos y materiales de gabinete

- Equipo de cómputo (Laptop/procesador i5).
- Microsoft Office (Word, Excel, Power point).
- Software ArcGis 10.x®.
- Envi 5.x®
- Autocad Civil 2015©.

- IDRISI Selva ®
- Imágenes de Satélite Landsat, y RapidEye.

3.3. Metodología

La metodología propuesta en este trabajo está basada de acuerdo a la Metodología Corine Land Cover adaptada para Colombia (MINAM, 2012), la cual se puede esquematizar en una serie de pasos descritos a continuación:

3.3.1. Cambio de cobertura boscosa y/o uso del suelo periodo 1990-2016

Para la presente investigación se priorizó una zona donde existe un alto índice de cambios de la cobertura y uso de los suelos, esto a consecuencia de la agricultura migratoria, la ganadería intensiva, además de la inserción de nuevas metodologías para el desarrollo agropecuario y ganadero; incluido también la introducción de nuevas tecnologías de alto rendimiento ganadero (bancos de alta genética y plantas productoras de derivados lácteos), que hacen que los suelos presenten usos diferentes en un periodo corto de tiempo variando estas desde bosques vírgenes (no intervenidos) a bosques intervenidos, zonas de rotación de cultivos y finalmente llegando a convertirse en pastizales sin cobertura o en sistemas silvopastoriles (pastizales con coberturas maderables y arboles) para el uso ganadero y en muchos de los casos estas zonas son determinadas como áreas de proyección urbana e industrial.

3.3.1.1. Adquisición y preparación de datos

Para la evaluación integral del cambio de cobertura y uso del suelo fué necesario generar una cartografía temática de cobertura de la tierra, estas se realizarán a partir de imágenes satelitales (Landsat 7,8 y Rapideye (imagen de soporte)), las mismas que serán la base a partir de la cual se realizó la interpretación. La mayoría de estas imágenes fueron adquiridas por Internet a través de la página “Global Land Cover Facility” y que cuentan desde el año 1990 hasta el año 2016, las mismas que se resumen en el Cuadro 5.

Cuadro 5. Características de las imágenes de satélite a utilizar.

Imágenes Satélites	Año	Fuente (satélite)	Resolución (m)
Landsat TM	1990	Landsat 7	30
Rapideye (soporte)	2015	Rapideye	5
Landsat TM	2016	Landsat 8	30

3.3.1.2. Pre procesamiento y procesamiento digital de imágenes

Una vez seleccionadas las imágenes (Imágenes Landsat, Spot y Rapideye) de referencia y las auxiliares, se analizó sus diferentes bandas espectrales, y en las cuales se aplicó fusiones, filtros, realces y otros procesamiento digitales que permitieron mejorar la imagen con el fin de facilitar la interpretación, para lo cual se procederá de la siguiente manera:

– **Realce y mejoramiento de las imágenes satelitales**

Para el realce y mejoramiento de las imágenes satelitales se plantean los siguientes procedimientos:

Fusión de las imágenes con píxel de 30 m color y de 15 m pancromáticas para generar imágenes con píxel de 15 m color. Con este procedimiento se creará un producto de fusión de una imagen pancromática de resolución de 15 metros con una imagen multiespectral de resolución de 30 metros. La imagen fusionada, multiespectral de resolución de 15 metros, presentó la calidad de textura de la pancromática y la riqueza temática de la imagen coloreada.

Realces del despliegue visual de las imágenes - Expansión de la dinámica: realizado para mejorar el contraste de la imagen al desplegarse en pantalla. El realce de una imagen satelital se refiere al mejoramiento de la calidad visual con el fin de optimizar la interpretación.

– **Corrección geométrica**

Por ser el organismo a cargo de la cartografía oficial del país, el IGN plantea procedimientos necesarios para la corrección geométrica.

El procedimiento a realizarse para la corrección geométrica de las imágenes se describe a continuación:

La fusión de imágenes se realizó para mejorar la resolución espacial de 30 m de las diferentes bandas espectrales de las imágenes Landsat 7 y 8, se realizó los sinergismos entre cada una de estas bandas coloreadas con la banda pancromática, para obtener bandas multiespectrales con 15 m de resolución a color.

Los puntos de control de terreno (GCP) son puntos foto identificables en las imágenes y cuya posición absoluta es conocida. Las coordenadas horizontales fueron tomadas de la cartografía básica a escalas 1:25.000 y 1:100.000, y de las elevaciones del modelo digital SRTM (Shuttle Radar Topography Mission) de 30 m.

La ortorrectificación Consiste en la transformación de la imagen satelital en una proyección ortogonal para eliminar la inclinación de los elementos por efecto del relieve. En este proceso se utilizó el modelo SRTM de 30 m y un algoritmo del software para el procesamiento específico de las imágenes Landsat. De este proceso se obtuvieron las ortoimágenes, que serán utilizadas para la captura de los elementos planimétricos.

– **Mosaicos y cortes**

Esta actividad consistirá en tomar cada una de las escenas y “unirlas” a las escenas adyacentes realizando todas las correcciones y ajustes necesarios. El resultado final fue una “gran imagen” de la zona de estudio.

3.3.1.3. Determinación de las categorías de coberturas y uso de suelos

Para la determinación de los tipos de coberturas que se han planteado de acuerdo a las coberturas in situ existentes en el Distrito; se procedió a la aplicación de la metodológica CORINE Land Cover Nivel 3 adaptada para Colombia, Ecuador y Perú a escala 1:100.000, para la cual se caracterizaron las unidades de coberturas de la tierra de acuerdo con la metodología planteada y en contraste con las grandes coberturas existentes en la zona, tal como se muestra en el Cuadro 6.

Cuadro 6. Distribución de las grandes coberturas de la tierra de acuerdo con la metodología CORINE Land Cover Nivel 3 adaptada para Colombia, Ecuador y Perú.

Ítem	Coberturas boscosas y usos del suelo
1.0	Territorios artificializados
2.0	Territorio agrícolas
3.0	Bosques y áreas seminaturales
4.0	Áreas húmedas
5.0	Superficies de agua
6.0	Nieves y sombras de nieves

Fuente: Metodología CORINE Land Cover Nivel 3.

Las grandes coberturas del suelo clasificadas en el cuadro anterior, son sub divididas en sub coberturas, tal como se detallan en los cuadros siguientes, con una sub clasificación detallada de acuerdo al uso de los suelos, de las cuales se optarán por elegir las coberturas existentes de acuerdo a las coberturas determinadas en las 03 zonas pilotos de evaluación en campo (Caserío de Mashoca, San Juan de Codo y Huampomayo).

En tal sentido para las coberturas de territorios artificializados tendremos la siguiente distribución.

Cuadro 7. Distribución de las coberturas de territorios artificializados

Ítem	Descripción
1.1.0	Zonas urbanizadas
1.1.1.0	Tejido urbano continuo
1.1.2.0	Tejido urbano discontinuo
1.2.0	Zonas industriales o comerciales y redes de comunicación
1.2.1.0	Zona industrial o comercial
1.2.2.0	Red vial, ferroviaria y terrenos asociados
1.2.3.0	Zona portuaria
1.2.4.0	Aeropuerto
1.2.5.0	Obra hidráulica
1.3.0	Zonas de extracción minera y escombreras
1.3.1.0	Zonas de extracción minera
1.3.2.0	Escombreras y vertederos

1.4.0 Zonas verdes artificializados no agrícolas

1.4.1.0 Zonas verde urbana

1.4.2.0 Instalaciones recreativa

 Fuente: CORINE Land Cover nivel 3.

Al igual que la distribución de coberturas artificializados, existe una distribución de coberturas de territorios agrícolas planteadas por el CORINE Land Cover, lo cual se describen a continuación en los Cuadros 8 y 9.

Cuadro 8. Distribución de las coberturas de territorios agrícolas.

Ítem	Descripción
2.1.0	Cultivos anuales o transitorios
2.1.1.0	Otro Cultivo anual o transitorio
2.1.2.0	Algodón
2.1.3.0	Arroz
2.1.4.0	Papa
2.2.0	Cultivos permanentes
2.2.1.0	Otros cultivos permanentes
2.2.2.0	Caña de azúcar
2.2.3.0	Caña panelera
2.2.4.0	Banano y plátano
2.2.5.0	Café
2.2.6.0	Cacao
2.2.7.0	Palma africana

2.2.8.0	Frutales
2.2.9.0	Cultivos confinados

Fuente: CORINE Land Cover Nivel 3.

Cuadro 9. Distribución de las coberturas de territorios agrícolas (Continuación)

Ítem	Descripción
2.3.0	Pastos
2.3.1.0	Pasto limpio
2.3.2.0	Pasto arbolado
2.3.3.0	Pasto enmalezado o en rastrojado
2.4.0	Áreas agrícolas heterogéneas
2.4.1.0	Mosaico de cultivos
2.4.2.0	Mosaico de pastos y cultivos
2.4.3.0	Mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales
2.1.4.0	Mosaicos de pastos con espacios naturales

Fuente: CORINE Land Cover Nivel 3.

De igual manera los bosques son distribuidos de acuerdo a su estratificación, altura y cobertura de la siguiente manera de acuerdo a la metodología CORINE Land Cover Nivel 3.

Cuadro 10. Distribución de las coberturas de territorios de bosques y áreas semi naturales.

Ítem	Descripción
3.1.0	Bosques

-
- 3.1.1.0 Bosque natural denso
 - 3.1.2.0 Bosque natural fragmentado
 - 3.1.3.0 Bosque de galería y ripario
 - 3.1.4.0 Bosque de mangle
 - 3.1.5.0 Bosque plantado
 - 3.2.0 Áreas con vegetación herbácea y/o arbustiva**
 - 3.2.1.0 Pasto natural y Sabana
 - 3.2.2.0 Arbusto y matorral
 - 3.2.3.0 Vegetación esclerófila y/o espinosa
 - 3.2.4.0 Vegetación de paramo y subparamo
 - 3.2.5.0 Vegetación rupícola
 - 3.3.0 Áreas abiertas, sin o con poca vegetación**
 - 3.3.1.0 Playa, arenal y duna
 - 3.3.2.0 Afloramiento rocoso
 - 3.3.3.0 Tierra desnuda y degradada
 - 3.3.4.0 Zona quemada
 - 3.3.5.0 Zona glaciario y nival
-

Fuente: CORINE Land Cover Nivel 3.

Cuadro 11. Distribución de las coberturas de áreas húmedas.

Ítem	Descripción
4.1.0	Áreas húmedas continentales
4.1.1.0	Zona pantanosa

4.1.2.0 Turbera

4.1.3.0 Vegetación acuática sobre cuerpos de agua

4.2.0 Áreas húmedas costeras

4.2.1.0 Marisma costera

4.2.2.0 Salina

Fuente: CORINE Land Cover Nivel 3.

Cuadro 12. Distribución de las coberturas de superficies de agua

Ítem	Descripción
5.1.0	Aguas continentales
5.1.1.0	Ríos (50m)
5.1.2.0	Laguna, lagos y ciénaga
5.1.3.0	Canal
5.1.4.0	Embalse y cuerpo de agua artificial
5.2.0	Aguas marinas
5.2.1.0	Laguna costera
5.2.2.0	Mar y océano
5.2.3.0	Estanque para acuicultura

Fuente: CORINE Land Cover Nivel 3.

Al igual que lo anterior descrito en los cuadros 7,8-9 y 10; la metodología CORINE Land Cover Plantea para el nivel N°3, la distribución de las coberturas de áreas húmedas y superficies de agua, las que se detallan en los Cuadros 11 y 12.

En relación a los cuadros antes mencionados, se realizó un análisis de campo para evaluar los antecedentes existentes y la información recopilada de la zona de estudio, la misma que se adaptaron de acuerdo a los usos de la cobertura de los suelos que se determinaron a partir del análisis de campo para el distrito de Codo del Pozuzo.

3.3.1.4. Estandarización de los insumos

Se realizó un análisis y homologación de los mapas de cambio de cobertura boscosa y uso del suelo de las dos fechas estudiadas, definiendo en primera instancia las zonas que presentan nubes, las mismas son eliminadas, a fin de tener mayor precisión en el análisis, esto se realizó corroborando la información de la imagen de soporte (Rapid Eye 2015). Para la presente investigación se estandarizó los insumos para el territorio en evaluación (distrito de Codo del Pozuzo), de tal manera que se contó con las mismas áreas tanto en el mapa 01 (año 1990) y el mapa 02 (año 2016) a evaluar. Las coberturas boscosas y usos del suelo definidos en cada mapa tuvieron la misma numeración, procedimiento que se realizó con anterioridad en el programa Envi y Arc Gis 10.4.2.

Cuadro 13. Determinación de las coberturas a utilizar en el distrito de Codo del Pozuzo.

DESCRIPCIÓN DE COBERTURAS		
NIVEL I (Grandes Coberturas)	NIVEL II	NIVEL III

Territorios artificializados	Zonas urbanizadas	tejido urbano discontinuo
	Cultivos transitorios	
Territorios agrícolas	Cultivos permanentes	
	Pastos	
	Bosques	Bosque denso alto Bosque denso bajo
Bosques y áreas seminaturales	Áreas con vegetación herbácea y/o arbustivo	Vegetación secundaria o transición
	Áreas abiertas, sin o con poca vegetación	Tierras desnudas
Áreas húmedas	Áreas húmedas pantanosas	
Superficies de agua	Aguas continentales	Ríos (50m)

Fuente: Elaboración propia.

3.3.1.5. Análisis de separabilidad

Las áreas de interés fueron evaluadas mediante un análisis de separabilidad entre cada categoría de cobertura boscosa y uso de suelos, esto se realizó con el fin de evaluar el grado de diferenciación entre píxeles que se distinguen espectralmente. Los valores de separabilidad se encuentran en un rango entre 0 y 2, donde el valor de 2 representa la máxima separabilidad entre las categorías y en este caso se buscó cumplir con una separabilidad superior a 1.8 para establecer una diferencia de clases. Sin embargo, lo recomendable es tener un valor mayor a 1.9 para obtener una alta separabilidad (MAUSSEL, KRAMBER y LEE, 1990). La separabilidad se aplicó a partir de la banda pancromática de la imagen Landsat.

Después de realizar la clasificación de las imágenes Landsat 7 y 8 se procedió a evaluar la precisión por medio de la matriz de confusión. Esta matriz indica la precisión del método clasificador de firmas espectrales o regiones de interés bajo ciertos clasificadores que se explican más adelante.

Cuadro 14. Estructura de la matriz de confusión adaptada de CHUVIECO (2010).

CLASES	Referencia					Exactitud Usuario	Error Comisión
	CLASE 1	CLASE 2	CLASE 3	CLASE n	TOTAL		
CLASE 1	X ₁₁				X ₁₊	X ₁₁ /X ₁₊	1-X ₁₁ /X ₁₊
CLASE 2		X ₂₂			X ₂₊	X ₂₂ /X ₂₊	1-X ₂₂ /X ₂₊
CLASE 3			X ₃₃		X ₃₊	X ₃₃ /X ₃₊	1-X ₃₃ /X ₃₊
CLASE n				X _{nn}	X _{n+}	X _{nn} /X _{n+}	1-X _{nn} /X _{n+}
TOTAL	X ₊₁	X ₊₂	X ₊₃	X _{+n}	$\sum X_{ij}$		
Exactitud Productor	X ₁₁ /X ₊₁	X ₂₂ /X ₊₂	X ₃₃ /X ₊₃	X _{nn} /X _{+n}			
Error de Omisión	1-X ₁₁ /X ₊₁	1-X ₂₂ /X ₊₂	1-X ₃₃ /X ₊₃	1-X _{nn} /X _{+n}			

Fuente: Adaptado de CHUVIECO (2010)

La evaluación de precisión se determina bajo los errores de omisión y comisión. Estas medidas se relacionan con la respectiva imagen clasificada del área de estudio (CHUVIECO, 2010). Los errores por omisión son las columnas donde los marginales muestran los píxeles correspondientes a una clase de cobertura, pero no fueron incluidos en ella. Donde X_{+i} es el marginal de la columna i, y X_{ii} la diagonal de dicha columna (Ecuación 1).

$$E_{o,i} = \frac{X_{+i} - X_{ii}}{X_{+i}} \dots \dots (1)$$

Los errores por comisión son las filas donde los píxeles son clasificados como una clase de cobertura perteneciendo realmente a otra.

Donde X_{i+} indica el marginal de la fila i , y X_{ii} la diagonal de dicha fila (Ecuación 2).

$$E_{c,i} = \frac{X_{i+} - X_{ii}}{X_{i+}} \dots \dots (2)$$

Por otro lado, se destaca la exactitud del productor y del usuario (ARONOFF, 1982). La primera se relaciona inversamente con los errores de omisión (Ecuación 3), mientras la segunda se relaciona con los errores de comisión (Ecuación 4).

$$F_{p,i} = \frac{X_{ii}}{X_{+i}} \dots \dots (3)$$

$$F_{u,i} = \frac{X_{ii}}{X_{+i}} \dots \dots (4)$$

Estos valores indican que, si el error de omisión es bajo, la precisión del productor es alta, por lo tanto, la probabilidad que tiene la ubicación del punto en su respectiva cobertura es alta. Por otro lado, si el error de comisión es alto, indica una baja precisión del usuario mostrando una baja probabilidad de la zona de clasificación en el mapa.

Después de evaluar la precisión de la clasificación se procedió a exportar la clasificación de un formato ENVI 5 ® a formato ráster del programa ArcGIS 10.4.2®. En este último programa se realizó el proceso de inclusión o eliminación del efecto sal y pimienta que se produce después de una clasificación, esto produce pixeles aislados a las clases compactas de las diferentes categorías de usos y coberturas. Para ello es necesario aplicar filtros, en este caso solamente se aplicaron dos entre ellos están el “Majority

Filter” y el “Boundary Clean” (VÉLEZ, 2013). Después de aplicar estos filtros se procedió a cuantificar las áreas en hectáreas de cada categoría de uso y cobertura.

3.3.1.6. Transición de la cobertura boscosa y uso de suelo

Para evaluar los cambios de usos y coberturas ocurridos entre los años 1990 y 2016 en el distrito de Codo del Pozuzo se utilizó la matriz de Pontius. Esta matriz calcula las pérdidas, ganancias, cambio neto, cambio total y persistencia de cada uso y cobertura (PONTIUS, SHUSAS Y McEACHERN, 2004). De esta manera se puede determinar la cobertura que ha sufrido mayores cambios en el área de estudio. La matriz de Pontius permite incluir dos entradas de tiempo (Cuadro 15). El tiempo uno (1990) y el tiempo dos (2016), aquí se representan los valores de área correspondiente para cada categoría de uso y cobertura. Los valores de la matriz se obtuvieron usando la herramienta “combine” con el programa ArcGIS 10.4.2®. Esta herramienta permite combinar los valores de pixeles de los dos mapas para calcular el valor de pixeles de la transición de cada cobertura.

Cuadro 15. Estructura de la matriz de confusión de Pontius.

CLASES	Tiempo 2					PÉRDIDAS
	Categoría	Categoría	Categoría	Categoría	TOTAL	
	1	2	3	4	T1	
	Tiempo 1					
Categoría 1	P ₁₁	P ₂₁	P ₃₂	P ₄₁	P ₁₊	P ₁₊ - P ₁₁
Categoría 2	P ₁₂	P ₂₂	P ₃₂	P ₄₂	P ₂₊	P ₂₊ - P ₁₂
Categoría 3	P ₁₃	P ₂₃	P ₃₃	P ₄₃	P ₃₊	P ₃₊ - P ₁₃
Categoría 4	P ₁₄	P ₂₄	P ₃₄	P ₄₄	P ₄₊	P ₄₊ - P ₁₄

TOTAL T2	P_{+1}	P_{+2}	P_{+3}	P_{+4}	1
INCREMENTOS	$P_{+1} - P_{11}$	$P_{+2} - P_{22}$	$P_{+3} - P_{33}$	$P_{+4} - P_{44}$	

Fuente: Adaptado de Pontius *et al.* (2004).

De esta manera el total del tiempo 1 (P_{i+}), indica el área total de la categoría i en el tiempo 1, se calcula sumando el total de la j de P_{ij} . Así mismo el total del tiempo 2 (P_{+j}), indica el área total de la categoría j en el tiempo 2, se calcula sumando todos los i para P_{ij} . Los valores de P_{ij} indican la proporción del paisaje que resulta un cambio en la transición de la categoría i a la categoría j donde las categorías dependen del estudio. Los valores de P_{jj} permanecen de acuerdo a la categoría (cobertura) del paisaje al final del período de estudio. Es decir que no ha ocurrido ningún cambio de los usos y coberturas. Estos valores se intersectan en cada categoría de la matriz.

3.3.2. Determinación de los incrementos, pérdidas, cambios, intercambio y persistencia

La fila de incrementos se obtiene en la diferencia entre el total del área y la persistencia de la categoría correspondiente en la columna (Ecuación 5). Donde I_{ij} muestra los valores del paisaje que adquiere Incrementos netos en la categoría j entre el tiempo 1 y tiempo 2.

$$I_{ij} = P_{+j} - P_{jj} \dots \dots (5)$$

La columna de pérdidas se obtiene en la diferencia entre el total del área y la persistencia de la categoría correspondiente en la columna (Ecuación 6). Donde L_{ij} muestra los valores del paisaje que obtiene pérdidas netas en la categoría i entre el tiempo 1 y tiempo 2.

$$P_{ji} = P_{j+} - P_{jj} \dots \dots (6)$$

El cambio neto (CN) se define como el cambio en cada cobertura del paisaje en el periodo de estudio. Este cambio es el valor absoluto que se obtiene a través de la resta de las pérdidas y ganancias de cada categoría (Ecuación 7).

$$CN = |P_{+i} - P_{j+}| \dots \dots (7)$$

El cambio total (CT) son los cambios de cada cobertura en todo el paisaje. Se obtiene a través de la suma de los incrementos y las pérdidas (Ecuación 9).

$$CT = P + I \dots \dots (9)$$

El concepto de intercambio implica pérdidas e incrementos simultaneas de una categoría sobre el territorio, para el cálculo se requiere que por cada pixel que se pierde debe haber otro que se gane para empatarlos y así crear un par de pixeles de intercambio (BRAIMOH, 2006). Para determinar el intercambio que experimenta el área de cada cobertura dentro del paisaje se aplicó la ecuación (8), la cual es el doble del valor mínimo de los incrementos o pérdidas de cada cobertura.

$$S_j = 2 \times \text{MIN} (I_{ij}, P_{ij}) \dots \dots (8)$$

La obtención del índice de persistencia propuesto por (BRAIMOH, 2006), sirven para evaluar las características de las zonas estables en relación

con las pérdidas y los incrementos. El índice de incrementos a persistencia (I_p) se calculó aplicando la siguiente fórmula:

$$I_p = \frac{I}{p} \dots \dots (9)$$

Por otra parte, el índice de pérdidas a persistencia (P_p) es calculado por:

$$P_p = \frac{P}{p} \dots \dots (10)$$

El resultado de estas expresiones en los valores de los cocientes mayores a 1 indican que una categoría tiene tendencia alta a presentar una transición hacia otra categoría más que persistir.

Para el desarrollo de este proceso debemos desarrollar la tabulación cruzada en el software SIG IDRISI para el periodo en estudio, el resultado es una matriz que se importa a una hoja de cálculo, donde se puede analizar de manera cuantitativa la dinámica que presentan las pérdidas, incrementos y las persistencias que presentan las diferentes categorías de cobertura boscosa y uso del suelo.

3.3.2.1. Determinación de la tasa de deforestación

Para determinar la tasa de deforestación (r), se utilizó la fórmula propuesta por (PUYRAVAUD, 2003), esta fórmula indica el porcentaje que disminuye el área de bosque por año (ecuación 11), para lo cual se utilizó dos

periodos de tiempo (t_1 y t_2) y las áreas correspondientes (A_1 y A_2) para los mismos periodos.

$$r = \left(\frac{1}{t_2 - t_1} \ln \frac{A_2}{A_1} \right) \times 100 \dots \dots (11)$$

Si “r” es negativo quiere decir que presenta deforestación del área boscosa, pero si “r” es positivo indica que el área se está reforestando. Para el cálculo de la tasa de deforestación se utilizó el total del área de los bosques para ambas fechas. Se consideró cobertura boscosa al bosque denso alto, bosque denso bajo y vegetación secundaria. Por otro lado, las áreas no boscosas corresponden a las áreas agropecuarias (cultivos transitorios y permanentes), suelos desnudos, pastos y áreas húmedas y pantanosas.

3.3.2.2. Selección de las zonas pilotos de evaluación

La selección de las zonas piloto se realizó teniendo en cuenta la diversidad de las coberturas de la tierra y la toma representativa de diferentes partes del distrito de Codo del Pozuzo, además también, el área de evaluación como zona piloto se determinó de acuerdo al plano catastral de titulación de tierras del distrito de Codo del Pozuzo y que en su totalidad deberá de contar con un área mínima de evaluación de 1200 hectáreas. Para la presente investigación se determinaron 3 zonas piloto de 400 hectáreas cada una.

Las zonas pilotos de evaluación, fueron monitoreadas constantemente con la finalidad de determinar, la probabilidad de cambio de cobertura que estas pueda sufrir en un determinado periodo de tiempo.

Las zonas pilotos a determinar tuvieron las siguientes características:

- Fueron representativos de la región biogeográfica en la que se encuentra, y de ser posible que en él se encuentren todas las unidades de paisaje de la región biogeográfica.
- Contaron con buenas posibilidades de acceso y con pobladores que apoyen el desarrollo de la presente investigación.

Una vez realizada la identificación de coberturas de las zonas piloto se procedió a realizar el mapeo de coberturas boscosas y usos del suelo para el año 1990 y 2016 respectivamente. Para lo cual se establecieron el siguiente procedimiento, de acuerdo a un trabajo de campo establecido.

3.4. Trabajo de campo

En el trabajo de campo se analizó los resultados del procesamiento de las imágenes satelitales, en donde se obtuvo los valores de cobertura para cada año de evaluación, las mismas que generaron datos numéricos de cambios, estas fueron identificadas y analizadas de acuerdo a cada zona piloto con un área establecida para su evaluación.

3.4.1. Delimitación de las zonas de evaluación

Una vez obtenida el mapa con las parcelas identificadas de acuerdo al plano catastral del distrito de Codo del Pozuzo, con la ayuda de un

GPS se realizó una nueva delimitación de las zonas piloto o zonas de evaluación, para constatar que el área a evaluar cuente con las dimensiones establecidas en el plano catastral; y de existir cambios en el área de las parcelas, estas fueron rectificadas y determinadas de acuerdo a su valor real en campo, las mismas que se tomaron y delimitaron. Se utilizó para la presente investigación zonas piloto o zonas de evaluación tomadas al azar en diferentes puntos del distrito, las cuales contó con un área total de 1200 hectáreas divididas en tres zonas de 400 hectáreas cada una.

3.4.2. Análisis cartográfico básico

Una vez determinado las zonas de evaluación o zonas piloto, se realizó el análisis cartográfico con los mapas de cambio de cobertura y uso del suelo para los diferentes años plantados en la fase de pre campo, en donde se cartografió en campo las poblaciones, hidrografía, vegetación, y las unidades de coberturas que puedan existir en cada zona de evaluación de campo (zonas Piloto), para lo cual se realizaron lo siguiente:

- Toma de puntos GPS en cada unidad existente dentro de una zona de evaluación de acuerdo a la clasificación CORINE Land Cover planteada para esta zona de evaluación.
- Registros fotográficos de cada zona de evaluación.
- Verificación de la interpretación.

3.4.3. Adquisición e interpretación de imágenes de campo

Se realizó la interpretación de las imágenes recopiladas en campo a fin de garantizar la existencia de cualquier tipo de coberturas tomadas en consideración para la presente investigación. Las imágenes fueron tomadas en cada evaluación de campo que se realizó.

Las interpretaciones de las imágenes garantizaron la eficiencia del trabajo, con la cual se constató la existencia real de las coberturas y usos del suelo en un determinado lugar.

3.5. Identificación y delimitación de las zonas de tratamiento especial

3.5.1. Identificación de las zonas de tratamiento especial

Para la identificación de las zonas de tratamiento especial en el distrito de Codo del Pozuzo, se utilizó información proporcionada por el SERFOR, Gobierno Regional y la municipalidad distrital. Dicha información proporcionada fue corroborada a partir de encuestas a la población asentada en la zona.

3.5.2. Delimitación y mapeo de las zonas de tratamiento especial

Para el mapeo y delimitación de las áreas de tratamiento especial se recurrió a la utilización del programa ArcGis 10.4.2., en la cual se delimitaron las áreas de tratamiento especial establecidas en la ley N°29763, ley Forestal y Fauna Silvestre establecidas por el SERFOR y el Ministerio del Ambiente. La

delimitación se hizo mediante un Shapefile único, con valores numerados de áreas, perímetros y niveles de riesgo ambiental y/o socio ambiental las mismas que se establecerán en un plano perimétrico. Las áreas de tratamiento especial fueron identificadas y clasificadas de acuerdo a la necesidad de las medidas de gestión aplicables en base a la evaluación categórica.

IV. RESULTADOS

4.1. Evaluación de los cambios cobertura boscosa y uso del suelo

4.1.1. Determinación el cambio de cobertura boscosa y uso del suelo en el periodo 1990 – 2016.

El Cuadro 16, se muestra los incrementos y pérdidas de superficie de cada cobertura y uso de la tierra para los años 1990 y 2016. De acuerdo a la clasificación jerárquica CORINE Land Cover, muestra un mosaico compuesto de cinco grandes grupos de cobertura en el nivel I, nueve grupos de cobertura en el nivel II y diez subgrupos en el nivel III a los que están ligados usos diferentes del suelo; adicionalmente.

De acuerdo al estudio realizado, se muestra los resultados de las coberturas y uso del suelo para los diferentes periodos analizados, determinándose para el año de 1990 una mayor dominancia, por bosque denso alto (67.90%), seguida por los bosques densos bajos (14.15%) y finalmente los pastos (11.71%) y por debajo de estos porcentajes los otros usos. De acuerdo al análisis de la cobertura boscosa y uso de los suelos para el año 2016, se presenta mayor dominancia de cobertura y uso de suelo en bosque denso Alto (42.76%), seguida de pastos (36.27%), luego bosque denso bajo (10.27%), y

finalmente vegetación secundaria (4.05%); los otros usos también representan menos del 10% de la cobertura analizada.

Cuadro 16. Cobertura boscosa y uso del suelo periodos 1990 y 2016.

NIVELE DE COBERTURA			AÑOS			
NIVEL I			1990		2016	
(Grandes Coberturas)	NIVEL II	NIVEL III	AREA Has	ÁREA %	AREA Has	ÁREA %
Territorios artificializados	Zonas urbanizadas	Tejido urbano discontinuo	35.6	0.011	99.57	0.03
	Cultivos transitorios		1,740.49	0.54	2,485.53	0.77
Territorios agrícolas	Cultivos permanentes		3,639.48	1.13	4,508.18	1.40
	Pastos		37,771.71	11.71	117,008.91	36.27
Bosques y áreas seminaturales	Bosques	Bosque denso alto	219,032.24	67.90	137,945.85	42.79
		Bosque denso bajo	45,635.95	14.15	33,119.99	10.27
	Áreas con vegetación herbácea y/o arbustivo	Vegetación secundaria o transición	7,693.19	2.38	13,069.41	4.05
	Áreas abiertas, sin o con poca vegetación	Tierras desnudas	3,950.12	1.22	9,927.04	3.08
Áreas húmedas	Áreas húmedas pantanosas		1,687.68	0.52	3,021.97	0.94
Superficies de agua	Aguas continentales	Ríos (50m)	1,415.57	0.44	1,415.57	0.44
TOTAL			322602.02	100%	322602.02	100%

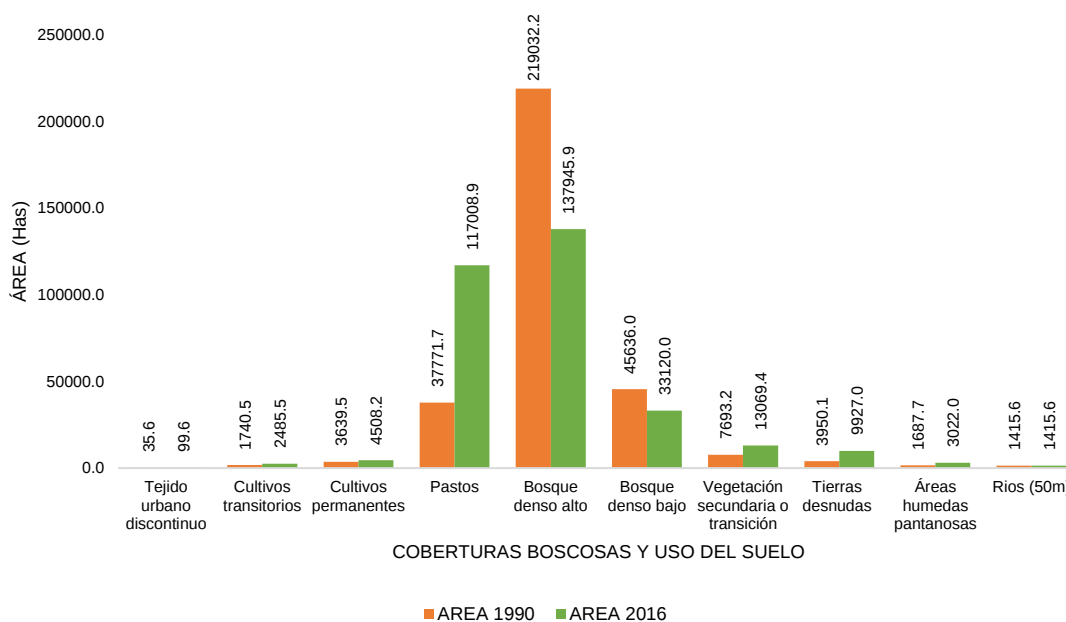


Figura 2. Cobertura boscosa y uso del suelo periodos 1990 y 2016

4.1.1.1. Incrementos y pérdidas de la cobertura boscosa y uso del suelo en el periodo 1900-2016

El incremento del área de los bosques entre los años 1990 y 2016 equivalen a un total de 30,436.81 ha, las misma que están representadas por bosques densos altos, bosques densos bajos y vegetación secundaria respectivamente, la cual representa solo un 23.73% del área total de la superficie de incrementos en el distrito de Codo del Pozuzo. Las pérdidas de los bosques en el distrito equivalen a un total de 118,662.93 ha, la cual representa el 92.51% del área total de la superficie de pérdidas de cobertura del suelo. Estos valores de incremento y pérdida siempre estarán representados en su totalidad por una misma área (128,269.42 ha), ya que lo que se pueda incrementar en una cobertura o uso del suelo, se perderá en otra y viceversa.

En el Cuadro 17 y de acuerdo a los resultados obtenidos, los bosques densos alto incrementaron su superficie a 12,605.88 ha; lo que representa el 9.83% del área evaluada para este tipo de cobertura; de la misma manera, para los bosques densos bajos se tiene un incremento de 6,458.65 ha; es decir el 5.04% del área de incrementos y pérdidas en el distrito. En pastos se tiene un incremento de 81,124.75 ha, es decir 63.25%; la vegetación secundaria de la zona de estudio ha incrementado 11,372.28 ha, con un valor porcentual de 8.87%. por otro lado, las tierras desnudas presentan un incremento alarmante en cuanto a la extensión de su territorio de 8,679.67 has, es decir el 6.77% del territorio evaluado. Las demás coberturas presentaron incrementos menores al 10% del total de la superficie.

También se ha determinado las pérdidas de la cobertura boscosa y uso del suelo, teniendo como resultado que para los bosques densos altos un área perdida equivalente a 93,692.27 ha, es decir el 28.3173.04% del total de pérdidas de superficie, en tanto que los bosques densos bajos en estos últimos 26 años han perdido un área de 18,974.61ha, es decir un total de 14.79%; además también, se perdieron 5,996.05ha de vegetación secundaria, la cual representa el 4.67% del área de pérdidas de cobertura. Los pastos perdieron solo el 1.47%, con un área de 1,887.55 ha. Las demás coberturas presentaron valores en pérdidas por debajo del 10% del área de pérdidas e incrementos.

Cuadro 17. Incrementos y pérdidas de la cobertura boscosa y uso del suelo.

Cobertura Boscosa y uso del suelo	Increment		Pérdida	
	o	%		%

Bosque denso bajo	6,458.65	5.04	18,974.61	14.79
Bosque denso alto	12,605.88	9.83	93,692.27	73.04
Pastos	81,124.75	63.25	1,887.55	1.47
Cultivos permanentes	4,002.10	3.12	3,133.39	2.44
Cultivos transitorios	1,968.94	1.54	1,223.90	0.95
Vegetación secundaria	11,372.28	8.87	5,996.05	4.67
Tierras desnudas	8,679.67	6.77	2,702.75	2.11
Áreas húmedas y pantanosas	1,993.18	1.55	658.91	0.51
Zonas urbanas discontinuas	63.97	0.05	0.00	0.00
Ríos	0.00	0.00	0.00	0.00
Total	128,269.4	100.00	128,269.4	100.00
	2		2	

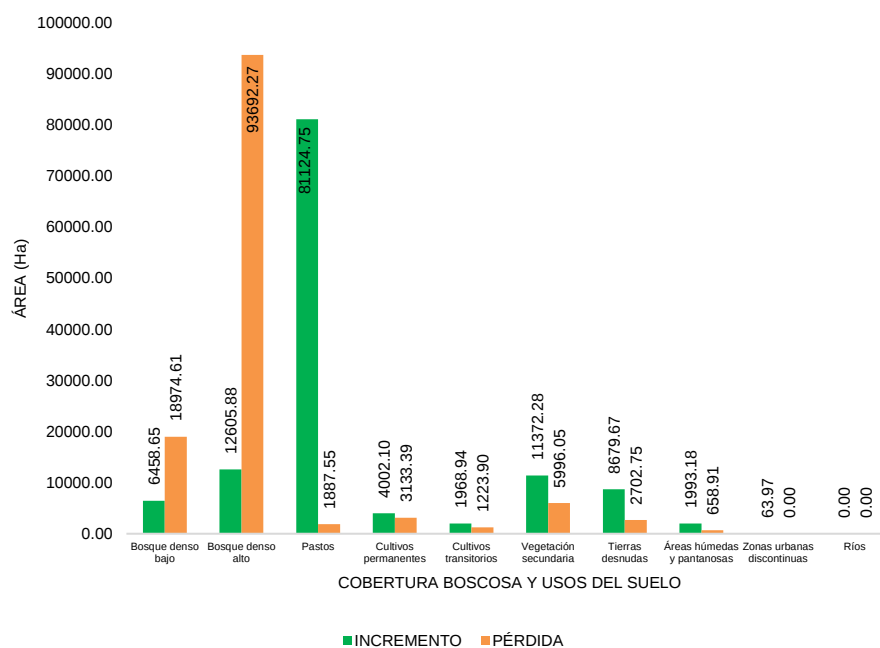


Figura 3. Incremento y pérdida de la cobertura boscosa y uso del suelo periodos 1990 y 2016.

4.1.1.1. Cambios, intercambio y persistencia de la cobertura boscosa y uso del suelo en el periodo 1900-2016

De acuerdo al estudio realizado, se explica la fuerte dinámica de los cambios de coberturas para las categorías analizadas; el cuadro 18, muestra que el mayor cambio total se dió en el bosque denso alto (106,298.15 ha) con un 41.44%, los pastos (83,012.30 ha) con un 32.36%, bosque denso bajo (25,433.26 ha) con 9.91%, vegetación secundaria (17,368.33 ha) con el 6.77%, tierras desnudas (11,382.42 ha) en 4.44% y cultivos permanentes (7,135.49 ha) con 2.78% de la suma del cambio total. Las demás coberturas boscosas y usos del suelo solo representan menos del 10% del cambio total.

Cuadro 18. Cambios e intercambio de la cobertura boscosa y usos del suelo periodo 1990 - 2016.

Cobertura Boscosa y uso del suelo	Cambio total	%	Cambio neto	%	Intercambio	%
Bosque denso bajo	25,433.26	9.91	12,515.96	6.69	12,917.30	18.18
Bosque denso alto	106,298.15	41.44	81,086.39	43.31	25,211.75	35.47
Pastos	83,012.30	32.36	79,237.21	42.33	3,775.09	5.31
Cultivos permanentes	7,135.49	2.78	868.71	0.46	8,004.19	11.26
Cultivos transitorios	3,192.84	1.24	745.05	0.40	2,447.79	3.44
Vegetación secundaria	17,368.33	6.77	5,376.23	2.87	11,992.11	16.87
Tierras desnudas	11,382.42	4.44	5,976.92	3.19	5,405.50	7.61
Áreas húmedas y pantanosas	2,652.09	1.03	1,334.27	0.71	1,317.81	1.85
Zonas urbanas	63.97	0.02	63.97	0.03	0.00	0.00

discontinuas						
Ríos	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
TOTAL	256,538.84	100.00	187,204.69	100.00	71,071.56	100.00

En el cuadro 18, también se ha determinado que el cambio neto de la cobertura y el intercambio. Para lo cual, de acuerdo a lo evaluado se tiene que, para el cambio neto, las coberturas que presenta mayor valor son los bosques densos altos (81,086.39 ha) con 43.31%, pastos (79,237.21 ha) con 42.33% y bosque denso bajo (12,515.96 ha) con el 6.69% del área total de cambio neto; estas coberturas representan más del 90% del total.

De acuerdo a los resultados, también se tiene, que las áreas con mayor intercambio son los bosques densos altos (25,211.75 ha) con 35.47%, los bosques densos bajos (12,917.30 ha) con 18.18 %, vegetación secundaria (11,992.11ha) con 19.87% y cultivo permanente (8,004.19ha) con 11.26% respectivamente. Las demás coberturas no representan valores que sobrepasen el 10% del total de área evaluada, lo que le hace no representativa.

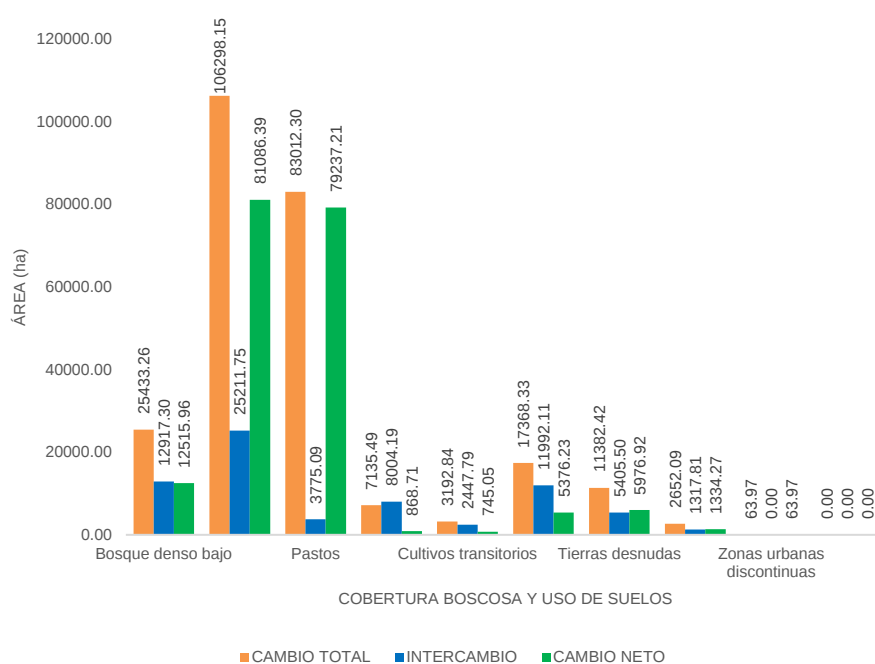


Figura 4. Cambio total, cambio neto e intercambios de la cobertura boscosa y uso del suelo en el periodo 1900-2016.

También podemos observar en el cuadro 19, la persistencia en incrementos y pérdidas de cobertura, para la cual tenemos que la cobertura de bosque denso bajo presenta un índice de pérdida por persistencia de 6.76, incremento por persistencia 0.34. La cobertura de bosque denso bajo también se observa que el índice de pérdida por persistencia es de 1.37 y de incremento por persistencia de 0.13. Los valores más representativos de pérdida por persistencia se encuentran en las zonas húmedas y pantanosas, cultivos transitorios, pastos, tierras desnudas, cultivos permanentes y vegetación secundaria con 194.67, 104.80, 67.96, 47.46, 40.64 y 21.39 respectivamente, lo cual indica las coberturas antes mencionadas tienden a perder más que a persistir. Por otro lado, los incrementos por persistencia con mayor valor están representadas por las zonas urbanas discontinuas con un

índice de 63.97, lo que indica que para esta cobertura a incrementar sus áreas más que persistir en el tiempo.

Cuadro 19. Índice de persistencia de la cobertura boscosa y usos del suelo periodo 1990 - 2016.

Cobertura boscosa y usos del suelo	Índice de persistencia	
	I/p	P/p
Bosque denso bajo	0.34	6.76
Bosque denso alto	0.13	1.37
Pastos	42.98	67.96
Cultivos permanentes	1.28	40.94
Cultivos transitorios	1.61	104.80
Vegetación secundaria	1.90	21.39
Tierras desnudas	3.21	47.46
Áreas húmedas y pantanosas	3.02	194.67
Zonas urbanas discontinuas	63.97	0.00
Ríos	0.00	0.00

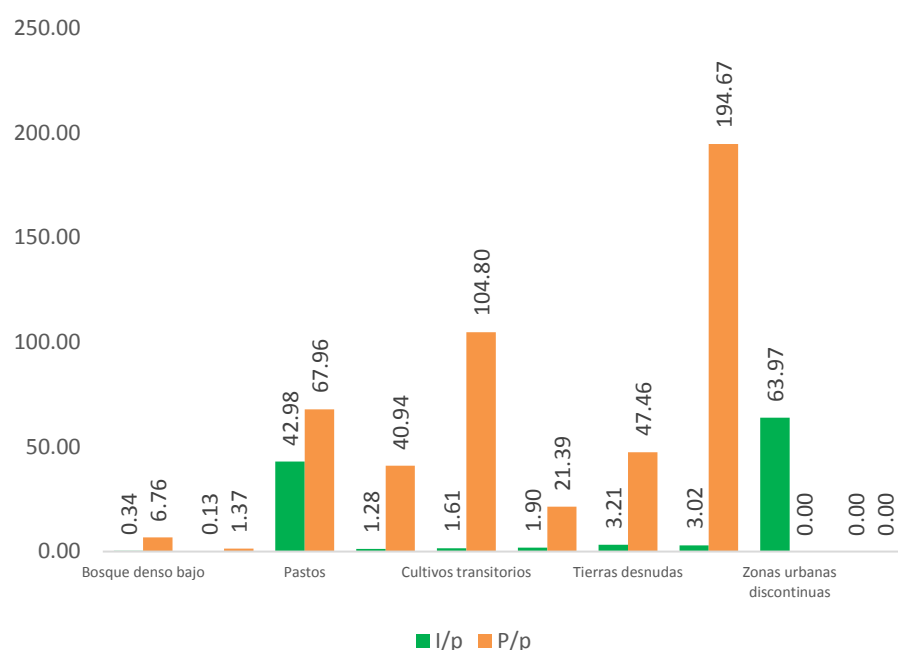


Figura 5. Índices de persistencia en la cobertura boscosa y usos del suelo periodo 1990-2016.

4.1.1.2. Determinación de la tasa de deforestación

De acuerdo a los resultados mostrados en el Cuadro 20, se tiene que para las coberturas de bosque denso bajo y bosque denso alto la tasa de deforestación “q” es negativo, lo que quiere decir que presenta deforestación del área boscosa, en -0.012% anual y -0.018% respectivamente con una deforestación promedio anual de 481.38 ha y 3118.71 ha. También podemos observar de acuerdo a los resultados que la vegetación secundaria aumenta en promedio 206 ha/año, es decir con 0.21% de incremento, al igual que las áreas húmedas y pantanosas el incremento promedio es de 51.32 ha, es decir 0.023% de la superficie de dicha cobertura se incrementa. Para el cálculo de la tasa de deforestación total para ambas fechas se consideró las coberturas de bosque denso alto, bosque denso bajo, vegetación secundaria y áreas

húmedas y pantanosas; este último se ha considerado ya que en su totalidad está representada por aguajales y áreas inundables con abundante vegetación.

Cuadro 20. Tasa de deforestación periodo 1990-2016.

Cobertura boscosa y usos del suelo	Total 1990	Total 2016	Deforestación total	Tasa de
			anual promedio	deforestación %
			$R = \frac{A_1 - A_2}{t_2 - t_1}$	$q = \left(\frac{A_2}{A_1}\right)^{\frac{1}{t_2 - t_1}} - 1$
Bosque denso bajo	45,635.946	33,119.99	481.38	-0.012
Bosque denso alto	219,032.24	137,945.85	3,118.71	-0.018
Vegetación secundaria	7,693.1868	13,069.415	-206.78	0.021
Áreas húmedas y pantanosas	1,687.6829	3,021.9564	-51.32	0.023

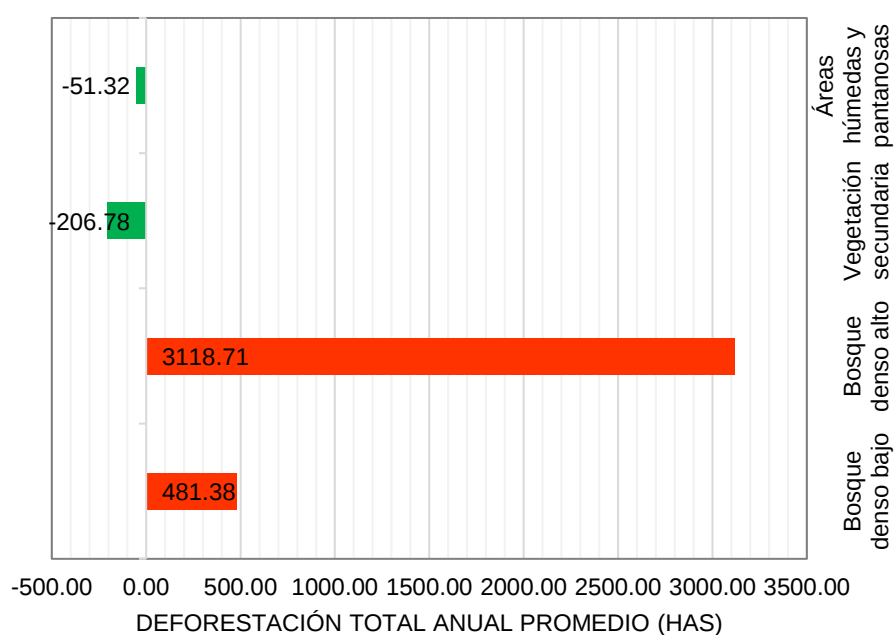


Figura 6. Valores de deforestación anual promedio en el distrito de Codo del Pozuzo.

En relación a estos resultados se tiene que en el distrito de codo del Pozuzo se pierde en coberturas de bosques densos un área total de

3600.09 ha por año, es decir 1.116% del área total del distrito de Codo del Pozuzo.

4.1.1.3. Evaluación de zonas piloto

De acuerdo a la accesibilidad de la zona se ha determinado evaluar tres (03) zonas piloto distribuidos de manera aleatoria, las mismas que están ubicadas en el caserío de Alto Mashoca (Zona piloto 01), San Juan del Codo (zona piloto 02) y Huampomayo (zona piloto 03). Estas zonas de evaluación cuentan con un área de 400 hectáreas cada una, haciendo un total de 1,200 hectáreas, las mismas que presentan una distribución aleatoria de 28 puntos de control por cada zona piloto, para la verificación in situ de las coberturas boscosas y usos del suelo (Figura 7).

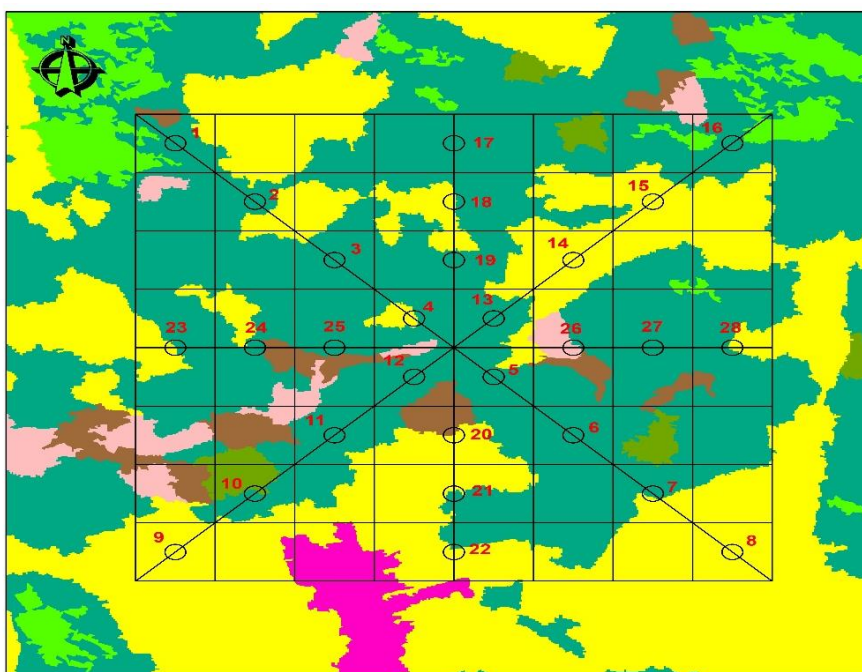


Figura 7. Distribución de los puntos de verificación en campo.

De acuerdo con la evaluación en el campo se pudo constatar, en base a los 84 puntos de verificación establecidos en gabinete, la existencia o no de las coberturas analizada y determinadas, obteniendo como resultado 75 puntos de control que muestran el mismo tipo de cobertura tanto en campo como en los mapas determinados en gabinete, con un 89.286 % veracidad en la información procesada y trabajada tal como se muestra en el Cuadro 37 (ver anexo).

4.2. Identificación, delimitación y caracterizar las zonas de tratamiento especial.

4.2.1. Identificación de zonas de tratamiento especial

Las zonas de tratamiento especial identificadas en el distrito de Codo del Pozuzo, se localizan ocupando algunas planicies con grandes extensiones, laderas medias y altas de las cuencas; algunas con fuertes pendientes, suelos superficiales, zonas inundables, área húmedas y pantanosas y en algunos casos sin cobertura vegetal consecuencia de cambios inadecuados de la cobertura boscosa y uso de la tierra (sobre todo con prácticas agrícolas inadecuadas en gran parte de estos territorios). Las principales zonas de tratamiento especial consideradas son aquellas áreas que por su valor de flora, fauna, riquezas maderables y valores étnico-cultural, están siendo protegidas como áreas intangibles por las instituciones del estado peruano, tal es así que para el distrito de Codo del Pozuzo se tiene las

siguientes áreas que merecen un tratamiento especial a fin de conservarlos, tal como se muestra en el Cuadro 21 y 22.

Cuadro 21. Zonas de tratamiento especial reconocidos por el SERFOR, municipalidad distrital y gobierno regional.

CUADRO DE DATOS				
VAR.	NÚM.	DOCUMENTO LEGAL	ÁREA (Ha)	PERÍMETRO (ml)
BOSQUE DE PROTECCIÓN PERMANENTE				
BPP	1	R J N° 096 - 2008 INRENA	56468.45	136110.949
	2	R J N° 096 - 2008 INRENA	1613.755	21337.068
	3	R J N° 096 - 2008 INRENA	3772.128	39336.144
CONCESIONES MADERABLES				
CM	1	RD N° 161-2011-OSINFOR-DSCFFS	5621.388	32651.729
	2	DR N°197-2016-OSINFOR-DSCFFS	7665.751	47954.315
	3	RD N°211-2013-OSINFOR-DSCFFS	2767.403	47547.385
	4	RD N°473-2013-OSINFOR-DSCFFS	4682.246	32559.169
	5	RD N°259-2013-OSINFOR-DSCFFS	1175.088	16208.017
	6	RD N°173-2013-OSINFOR-DSCFFS	2228.882	32753.725
ÁREA DE CONSERVACIÓN REGIONAL				
ACR	1	RD EN PROCESO	9623.280	88730.005

Fuente: Mapas temáticos del servicio forestal nacional y fauna silvestre (SERFOR).

Cuadro 22. Zonas de tratamiento reconocidos por la municipalidad distrital y gobierno regional.

COMUNIDADES NATIVAS				
VARIABLE	NUMERO	NOMBRE	ÁREA (Ha)	PERÍMETRO
CCNN	1	CCNN PUERTO AZUL	5621.388	32651.729
	2	CCNN PUERTO NUEVO	7665.751	47954.315
	3	CCNN SANTA MARTHA	2767.403	47547.385

Fuente: Municipalidad distrital Codo del Pozuzo.

Los Bosques de Protección Permanente (BPP), se caracterizan principalmente por ser áreas que presentan un alto valor en flora y fauna silvestre, además de contar con un valor paisajístico considerables. Estas áreas tienen una extensión total de 61,864.33 ha., las mismas que cuentan con riqueza maderable y forman parte de una densa área Natural intangible que sirve como medio de sustentó para las comunidades nativas asentadas en la zona. Las Concesiones Maderables (CM) por el contrario son áreas que han sido destinadas por el Servicio Nacional Forestal y Fauna Silvestre (SERFOR), para la explotación de la madera, para lo cual se cuenta con 24,140.76 ha., de las cuales en algunos casos se evidencia una sobreposición con los Bosques de Protección Permanente (BPP), considerando que las concesiones maderables en algún momento generaran una alteración a la flora y fauna del lugar y el resultado será la pérdida de riquezas en la zona. El Área de Conservación Regional (ACR) cuenta con un área de 9,623.28 ha., la cual busca mantener intacta un área boscosa con un alto valor florístico y de fauna silvestres, con la finalidad de conservar los recursos existentes en dicho lugar. Cabe mencionar que estas áreas no fueron consideradas por el OSINFOR como Bosques de Protección Permanente.

Las causas de la degradación de estas áreas son amplias y complejas; se relacionan con el incremento poblacional que en Codo del Pozuzo aumentó, productores agropecuarios. Otras causas se relacionan con los altos índices de pobreza en el área rural, bajos niveles culturales que hacen perder la identidad con los recursos naturales, entre otros; son aspectos que obligaron a conquistar nuevas áreas para transformarlos en tierras agrícolas,

así como a la atomización de la tierra, sin aplicar criterios técnicos, provocando los referidos conflictos de uso del suelo y haciendo que las unidades agropecuarias sean cada vez más reducidas.

4.2.2. Identificación de medidas de gestión para promover dinámicas del manejo sostenible en áreas de tratamiento especial, cobertura boscosa y uso del suelo.

Según resultados del análisis de los cambios de la cobertura y uso de la tierra, la superficie del distrito de Codo del Pozuzo, presenta áreas de cambios no compatibles con la vocación del suelo para producir de manera natural atentando contra el uso adecuado de los recursos naturales, generando zonas que requieren un tratamiento espacial para frenar su degradación, que en esencia limitan el fortalecimiento del desarrollo territorial del distrito; por lo que se requieren: políticas de uso de la tierra que involucren la participación de la población, reglamentos e instrumentos financieros para sustentar el progreso sostenible de las actividades socioeconómicas, reducir los riesgos de desastres, fomentar una situación de tenencia de tierra más equitativa y favorecer los derechos de propiedad de la tierra de los grupos minoritarios. En ese sentido, se propone algunas medidas orientadas a promover dinámicas de cobertura y uso de la tierra sostenible.

4.2.2.1. En función de zonas de tratamiento especial

Cuadro 23. Medidas orientadas a promover dinámicas de cobertura y uso de la tierra sostenible.

Medida de Intervención	Actividades referidas a medidas
Constituir y fortalecer las organizaciones naturales en el ámbito rural.	Talleres rurales descentralizados en coordinación con los gobiernos locales de la región Huánuco.
Desarrollar un programa de sensibilización y educación ambiental con líderes rurales agrarios.	Coordinación con tomadores de decisión del Ministerio de Educación y demás sectores involucrados.
Promover la participación de las comunidades rurales en la planificación del uso del suelo.	Reuniones técnicas in situ, talleres descentralizados, previa coordinación con autoridades locales cuya función se relacione con el manejo de RRNN
Presentar una propuesta de incentivos que motive en los agricultores el cambio adecuado de uso del suelo.	Incluir en agenda política de tomadores de decisión el tema del incentivo agropecuario.
Materializar el acompañamiento institucional para efectos del acondicionamiento la parcelas agro-ganaderas en el distrito.	Seleccionar técnicos identificados con el problema ambiental y con vocación de servicio agropecuario en el distrito de Codo del Pozuzo.
Socializar con los agricultores las normas legales que regulan el uso productivo del suelo.	Talleres y reuniones técnicas descentralizadas con participación de especialistas en los temas referidos.

Cuadro 24. Medidas orientadas a promover dinámicas de cobertura y uso de la tierra sostenible. (continuación).

Medida de Intervención	Actividades referidas a medidas
-------------------------------	--

Comunicación permanente con los agricultores sobre la importancia de los recursos naturales, de la biodiversidad y de los Servicios Ecosistémicos.	Utilizar medios de comunicación masiva: Radio, televisión, afiches, folletos, etc. Programas radiales y televisivos.
Difusión permanente sobre las consecuencias negativas de los cambios inadecuados de la cobertura boscosa y uso del suelo.	Utilizar medios de comunicación masiva: Radio, televisión, afiches, folletos, etc. Programas radiales y televisivos
Elaboración in situ de los diagnósticos participativos a nivel de predios agrícolas y ganaderas.	Capacitación a través de talleres descentralizados a los líderes agropecuarios en el referido tema.
Realizar visitas guiadas con agricultores a zonas demostrativas respecto al manejo y/o recuperación de recursos naturales.	Viajes con líderes agrarios rurales a zonas estratégicas bajo el lema: el conocimiento y el aprendizaje, entra por los ojos.
Participación de líderes agropecuarios en la constitución legal de comités de conservación de recursos naturales	Elaboración de estatutos, inscripción en Registros Públicos.
Participación de líderes agropecuarios en eventos nacionales (Temas de manejo de RRNN).	Programar la participación de acuerdo a la realización de los referidos eventos

4.2.2.2. En función al ámbito Distrital, Provincial y Regional

Cuadro 25. Medidas a ser aplicadas en función del ámbito departamental.

Medidas de Intervención	Actividades referidas a medidas
Diseñar un programa distrital de sensibilización ambiental dirigido a autoridades políticas y tomadores de de RRNN.	Coordinar con entes rectores nacionales relacionados con temas inherentes al manejo de RRNN.

decisión

Establecer un programa departamental de Coordinar con direcciones sectoriales de la fortalecimiento de capacidades a líderes región.

agrarios rurales en temas relacionados con Priorizar inversión en la construcción de casas el manejo de RRNN. comunales

Diseñar un programa departamental de Coordinación con la Dirección Regional de manejo de cuencas con énfasis en la Agricultura y con Agro Rural, a efecto de conservación de suelos. revisar los resultados de la ZEE Regional.

Intercambiar conocimientos y experiencias con
Diseñar un programa departamental de autoridades de la Dirección Regional de educación ambiental Educación a través de mesas de trabajo/dialogo.

Establecer un programa de monitoreo y establecimiento de cobertura vegetal que Permanente actualización del mapa regional de asegure la regeneración o generación de la cobertura y uso de la tierra. esponja hídrica.

Establecer un programa departamental orientado a la recuperación y/o Elaborar proyectos de inversión pública. rehabilitación de zonas en conflictos de uso.

Cuadro 26. Medidas a ser aplicadas en función del ámbito departamental.
(continuación).

Medidas de Intervención	Actividades referidas a medidas
Gestionar ante el SERNANP la creación de nuevas áreas de conservación (ACR)	Elaborar estudios detallados en los sitios prioritarios para la conservación de BPP y de los RRNN.

Diseñar un esquema de Coordinación con la ANA y el ALA.	
Compensación por Servicios Ecosistémicos – CSE.	Concientizar a usuarios y/o demandantes del servicio ecosistémico.
Establecer un programa de prevención y manejo de riesgos sobre la producción agropecuaria.	Priorizar inversiones para la identificación de zonas con niveles altos de peligro (cabeceras de cuencas y microcuencas).
Repercutirá en la Seguridad Alimentaria	Coordinar con representantes de instituciones como del INDECI.
Generar incentivos para el establecimiento de mercados especializados	Priorizar inversiones e identificar lugares estratégicos para tal medida
Establecer un programa orientado a generar el Incentivo a la Capitalización Rural, repercutirá en modernizar y mejorar la competitividad y sostenibilidad de la producción agropecuaria.	Priorizar inversiones para la: Adecuación de tierras y manejo del recurso hídrico, Obras de infraestructura para la producción, Desarrollo de Biotecnología y su incorporación en procesos productivos, Equipos pecuarios y acuícolas, Sistema de producción silvopastoriles e Infraestructura de servicios de apoyo a la producción agrícola y ganadera.
Promover y fortalecer la actividad turística, en los sitios prioritarios por la belleza paisajística que presentan.	Coordinar con representantes del Ministerio de Cultura. Talleres de sensibilización a los ofertantes para mejorar el servicio ambiental responsable en el distrito de Codo del Pozuzo.

Cuadro 27. Medidas a ser aplicadas en función del ámbito departamental.
(continuación)

Medidas de Intervención	Actividades referidas a medidas
-------------------------	---------------------------------

Promover y fortalecer en las 13 provincias de la región la política regional de ordenamiento territorial. Talleres provinciales de sensibilización previa de coordinación y concertación con autoridades locales y del MINAM.

Formular una política departamental de planificación del uso de la tierra. Reuniones de trabajo con tomadores de decisión y planificadores regionales, considerando como insumo los resultados de la ZEE regional.

Formular una política departamental de regulación de los cambios de uso de la tierra. Reuniones de trabajo descentralizado con participación de asesores legales, previa revisión de la respectiva ley.

Crear una Comisión Regional Forestal, que haga realidad el desarrollo forestal sustentable. Coordinar con MINAGRI, MINAM y demás sectores cuya competencia sea el desarrollo forestal.

Diseñar un nuevo modelo de desarrollo departamental, con enfoque de no explotar el entorno natural sino de manejarlo. Utilizar las herramientas de gestión disponibles: ZEE, Plan de desarrollo regional concertado.

Considerar en los presupuestos participativos un fondo destinado a los incentivos agropecuarios Promover la participación de los líderes agropecuarios en los presupuestos participativos

V. DISCUSIÓN

Los cambios ocurridos en las coberturas del suelo, pueden ser interpretados como la dinámica general de la cobertura del suelo en el distrito (LAMBIN *et al.*, 2003). En el Cuadro 16 se puede observar que en el periodo de análisis los bosques y áreas mayormente naturales, principalmente en los bosques densos altos, redujo su porcentaje de superficie en 9.359%, pasando de 70.096% a 60.739%, respecto al total del distrito, esto representa una pérdida de 30,186.3 has; sin embargo, los bosques densos bajos ganaron superficie en 4.304%, pasando de 19.385% a 23.689% en el último periodo de evaluación. los pastos en el referido período de análisis ganaron 15,975.4 has, pasando de 5.187% a 10.139%, respecto del área distrital, sin embargo, las tierras desnudas también incrementaron su superficie en 1.698%, lo que hace suponer que la tala y la degradación de los suelos son el resultado de estos índices alarmantes. Un resultado peculiar de este análisis, lo representan los pastos que conjuntamente con la agricultura son consideradas una de las principales causas de los cambios de cobertura boscosa y uso del suelo en el distrito de Codo del Pozuzo, así como en otras partes del planeta, lo cual demuestra que su dinámica de cambio es negativa; es decir, presenta constante incremento en su superficie, que no favorece en nada al desarrollo sostenible del distrito.

El mayor cambio total se dio en la cobertura de bosque denso alto (115,198.15 ha), bosque denso bajo (93,833.26 ha) y pastos (32,274.07 ha). La explicación del cambio de bosque denso alto y bosque denso bajo a agricultura y/o pastos es a consecuencia la invasión de nuevas comunidades y áreas agrícolas y ganaderas, mientras que las ganancias de bosques densos altos y bosques densos bajos podrían estar vinculado al desalojamiento de las actividades agrícola por su baja productividad (ULLOA, 2012).

Se puede observar que el área boscosa para el año 1990 tenía mayor extensión de bosque comparado con el año 2016. Esto es debido a la alta tasa de deforestación que existe en el distrito de Codo del Pozuzo, donde el principal fenómeno de cambio se debe a las actividades agropecuarias. La tasa de deforestación según la ecuación de PUYRAVAUD (2003), estima un valor de -3.42431% para el período 1990 y 2016. Es decir que la tasa de cambio anual en el período de estudio se reduce un 3.42431% del área de bosques, lo que representa 11046.8632ha/año en los últimos 26 años.

En el análisis de los factores que inciden en los cambios de la cobertura boscosa y uso de la tierra y los recursos naturales se encontraron actores sociales, factores sociales, factores culturales, factores históricos, y factores productivos tal como lo indica FAO, 2001. La tasa, magnitud y extensión de las alteraciones humanas al sistema terrestre no tienen precedente (Lambin *et al.*, 2003). Los cambios de cobertura y uso del suelo (CCUS) amenazan la diversidad biológica, contribuyen al cambio climático local, regional y global, degradan el suelo y alteran el funcionamiento y los

servicios de los ecosistemas, así como la vulnerabilidad de éstos y de la población humana frente a los cambios climáticos y las perturbaciones naturales y humanas (MILAM, 2002).

Los espacios del territorio que, a consecuencia de cambios inadecuados de la cobertura y uso de la tierra, presentan impactos de magnitud severa por cuanto se encuentran afectadas por procesos de erosión superficial del suelo originado mayormente por las lluvias por la cual representan las zonas de tratamiento especial considerándolos principalmente las cabeceras de las cuencas hidrográficas.

La identificación de medidas de gestión para promover las dinámicas de cobertura y uso de la tierra se presentaron de acuerdo al tratamiento espacial.

VI. CONCLUSIONES

1. La predominancia de cobertura para el año 1990 corresponde al bosque densos altos, mientras que para el año 2016, se nota una disminución considerable de los bosques densos altos, esto a razón del incremento de áreas boscosas a pastizales y suelos desnudos, pero que, aun así, presentó una predominancia en la cobertura del área total del distrito.
2. El área de bosque densos alto del distrito de Codo del Pozuzo tuvo una pérdida de 93,692.27 ha, mientras que los bosques densos bajos también perdieron superficie 18,974 ha, con una tasa de deforestación de anual de -0.018% y -0.012% respectivamente, entre los años 1990 y 2016. Esto se puede explicar principalmente por el incremento de pastizales que aumentó drásticamente en 81,124.75 ha en los últimos 26 años.
3. Usar este tipo de metodología permite dar un panorama más amplio, acerca de la transición de los procesos de cambio de coberturas del suelo y uso de suelo, la misma que nos permite identificar y trabajar en las zonas que merecen atención especial como son las zonas de tratamiento especial, donde a partir de la información generada se puede proponer medidas de intervención en función medidas conservacionistas y al ámbito distrital, provincial y regional.

VII. RECOMENDACIONES

1. La información generada con la presente investigación deberá de ser usada dentro de un tiempo prudente, recomendándose hasta cinco años, a partir de los cuales se deberán de actualizar los resultados del temático.
2. Organizar Proyectos orientados al manejo y recuperación de suelos degradados a fin de obtener coberturas a las áreas desnudas existentes en el distrito.
3. Realizar un análisis multitemporal periódico en el área de investigación a nivel general y también a nivel de microcuencas; para monitorear las áreas de manejo de bosques, áreas de tratamiento especial y el cambio de cobertura boscosa y uso del suelo; esto con la finalidad de tomar decisiones adecuadas que ayuden a frenar la erosión y la pérdida de suelos a nivel general y de microcuencas del distrito de Codo del Pozuzo.
4. Mantener la relación entre las poblaciones asentadas en el distrito de Codo del Pozuzo y las entidades públicas y privadas involucradas en la conservación de los recursos naturales de flora y fauna silvestre con fines académicos y promover futuros estudios que aprovechen los recursos disponibles de cada parte, de esta manera colaborar con el manejo de estas áreas de tratamiento especial.

VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANGELSEN; A. 2007. Manual metodológico para el levantamiento de línea base para proyectos. Quito-Ecuador. 210 p.

BROCKERHOFF, M.P. 2000. An urbanizing world. Pop. Bull. 55, 3-44 p.

CARMONA, A. 2008. Sistemas de información geográfica [en línea]: SIG, (<http://www.monografías.com/trabajos/gis/gis.shtml>. Documentos, 10 de marzo del 2014).

CHUVIECO, E. (2010). Teledetección Ambiental. La observación de la tierra desde el espacio (3 ed.). (Planeta, Ed.) Barcelona, España.

DI GIORGIO Y JANSEN; 1998. Indicadores ambientales. [En línea]. (<http://www.terrari.bolgsport.com/2007/08/indicadores-ambientales>, Documentos, 13 de mayo del 2014).

EASTMAN, JR. 2012. Guía para SIG y procesamiento de imágenes. Clark University 17: 321 p.

FAO 2001. Info. Sig. [En línea]. (<http://www.fao.cea.es.atilidad>, documentos, 27 abril del 2014).

- GEOBOSQUES. 2017. Mapas de cobertura boscosa. [en línea]. (<http://geobosques.minam.gob.pe/geobosque/view/index.php>) , documentos, marzo del 2017)
- GUO, H. 2008. Cambio de uso del suelo y escorrentía superficial: aplicación de un modelo de simulación espacial en Los Ángeles, VIII Región del Biobío, Chile. Revista de Geografía Norte Grande N° 36, 74 p.
- HOCQUENGHEN, D. 1999. Forecasting rural land-use change: a comparison of regression and spatial transitionbased models. Geographical and Environmental Modelling N° 2, Vol. 1, 62-82 p.
- IIAP, 2010. Evaluación situacional de la deforestación en la región Huánuco. 136 pág.
- ITESCAM; N.D. Recopilación de Información. [En línea]. (<http://www.itescam.edu.mx>., documento, 11 de May. 2014).
- JUCKEM, P. 2008. Effects of climate and land management change on streamflow in the driftless area of Wisconsin. Journal of Hydrology 130 p.
- LAMBIN, E. 2003. Modelling and Monitoring land-cover change processes in tropical regions, Progress in Physical Geography.

- LI, Z. 2009. Impacts of land use change and climate variability on hydrology in an agricultural catchment on the Loess Plateau of China. *Journal of Hydrology*.
- LINARES, P; 1999. La valoración en el Ordenamiento Territorial. Universidad del Azuay. [En línea]. (<http://www.uazuayl.edu.ec/promsa/resumen/valoración.pdf> , documento, 13 de May. 2014).
- MANGO, L. 2011. Land use and climate change impacts on the hydrology of the upper Mara River Basin, Kenya: results of a modeling study to support better resource management. *Hydrol. Earth Syst.* 302 p.
- MILÁN, P; 2002. Uso de suelo. [En línea]. (<http://www.ambiental.uaslp.mx>, documento, 15 de Mayo del 2014).
- MILIARIUM, E. 2004. Suelos [en línea]: Memoria, (<http://www.miliarium.com>. Documentos, 10 de marzo del 2014).
- MURILLO. A, 2011. Estimaciones de la deforestación en Honduras. Setiembre 2016. 1ra edición. CATIE-Costa Rica. 198 p.
- NOTTER, B.2007. Impacts of environmental change on water resources in the Mt. Kenya region. *Journal of Hydrology*. 186 p.
- OZAH, A. 2012. A Deterministic Cellular Automata Model for Simulating Rural Land Use Dynamics: A Case Study of Lake Chad Basin. *Journal of Earth Science and Engineering*.

- PAEGELOW, M., CAMACHO, M., MENOR, J. 2003. Cadenas de Markov, evaluación multi criterio y evaluación multi objetivo para la modelización prospectiva del paisaje. *Geofocus* 3: 22-44 p.
- PÉREZ, G. 2006. Análisis de Cambio de Uso del Suelo en el Estado de México mediante Sistemas de Información Geográfica y técnicas de regresión multivariantes. Una aproximación a los procesos de deforestación. México, Limusa, 258 p.
- PONTIUS Jr, R. G., E. SHUSAS, M. McEACHERN. 2004. Detecting important categorical land changes while accounting for persistence. *Agriculture, Ecosystems & Environment* 251-268 Pág.
- PORTILLO, J. 2005. Determinación de Usos del Suelo mediante análisis multiespectral de imágenes Landsat en los Oasis de la Provincia de Mendoza. [en línea] Ecoatlas, (<http://www.ecoatlas.org.ar/unidades/suelo/valle.pdf>. Documento, 20 de marzo del 2016)
- PUYRAVAUD, J.P. 2003. Standardizing the calculation of the annual rate of deforestation. *Forest Ecology and Management* 593-596.
- RAMIREZ, R. 2001. Cambio en las coberturas del suelo en la sierra de Angangueo, Michoacan y estado de Mexico. Edit. UNAM. 1ra Edición. 105 pág.

- ROVIRA, A. 2008. Generación de escenarios futuros para la región de Aisen (Chile) aplicando autómata celular. 1ra edición. Edit. Revista Geográfica de Valparaiso. 2041 p.
- SANDOVAL, V., REAL, P. 2005. Modelamiento y prognosis estadística y cartográfica del cambio en el uso de la tierra. Bosque 26(1): 55-63 p.
- SANTILLAN, D. 2016. Análisis multitemporal de usos y coberturas de la tierra en el período 2005-2016 en el valle de Sico-Paulaya. Edt. Real Sc. Honduras. 127 pág.
- SCHOWENGERDT; R. A. 2006. Sensores Remotos: Modelos y métodos para procesamiento de imágenes satelitales. 3ra Edición. Editorial A. Predd. San Diego, California - USA. 245 p.
- ULLOA, B. H. (2012). Análisis del cambio de uso de tierra y desarrollo de lineamientos para una estrategia de reducción de emisiones de CO₂ en el valle de Sico Paulaya y zona de amortiguamiento de la reserva de biosfera del río plátano (Tesis de maestría). Manejo y Conservación de Bosques Tropicales y Biodiversidad (CATIE), Turrialba, Costa Rica.
- VELÁZQUEZ, A. (2010). La cobertura vegetal y los cambios de uso del suelo. 2da edición. Edit. Limusa - México DC. 532pág.

- VÉLEZ.C, 2013. Cartografía de las coberturas y los usos de la tierra para una evaluación de la fragmentación en el municipio de San Antonio de Oriente. 1ra edición. Honduras. 210 p.
- VEREDA, S.d. Análisis socio-económico-ambiental. Venezuela Red de Arte. [En línea].
(http://www.vereda.ula.ve/jardin_botánico/programas/programa-educativo-selva/en-la-escuela/analisis-socio-económico-ambiental/), documento, 15 de Mayo 2014.
- YUAN, F. 2005. Land cover classification and change analysis of the Twin cities (Minnesota) Metropolitan Area by multitemporal Landsat Remote Sens. Environ. Remote Sens. Environ 98, 317-328 p.

ANEXO 1: CUADROS

Cuadro 28. Matriz de confusión para la clasificación 1990.

AÑO 1990														
ABREV.	Cobertura boscosa y usos de suelos	PIXELES										TOTAL 1990	EXACTITUD USUARIO	ERROR COMISIÓN
		BDB	BDA	P	CP	CT	VS	TD	AHP	ZUD	R			
BDB	Bosque denso bajo	3208	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	3209.00	99.97%	0.03%
BDA	Bosque denso alto	0.00	3124	0.00	0.00	0.00	15.00	0.00	0.00	0.00	0.00	3139.00	99.52%	0.48%
P	Pastos	0.00	0.00	1087	0.00	0.00	0.00	0.00	5.00	0.00	1.00	1093.00	99.45%	0.55%
CP	Cultivos permanentes	0.00	0.00	0.00	1402	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	1403.00	99.93%	0.07%
CT	Cultivos transitorios	0.00	0.00	1.00	0.00	1324	0.00	15.00	0.00	0.00	0.00	1340.00	98.81%	1.19%
VS	Vegetación secundaria	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1649	0.00	0.00	0.00	1.00	1650.00	99.94%	0.06%
TD	Tierras desnudas	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00	903	0.00	0.00	0.00	905.00	99.78%	0.22%
AHP	Áreas húmedas y pantanosas	0.00	0.00	0.00	1.00	1.00	0.00	0.00	556	0.00	0.00	558.00	99.64%	0.36%
ZUD	Zonas urbanas discontinuas	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	1.00	0.00	119	0.00	121.00	98.35%	1.65%
R	Ríos	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	218	219.00	99.54%	0.46%
TOTAL 2016		3208	3125	1088	1405	1325	1666	919	561	120	220	13637		
EXACTITUD DEL PRODUCTOR		100.00 %	99.97 %	99.91 %	99.79 %	99.92 %	98.98 %	98.26 %	99.11 %	99.17 %	99.09%			
ERROR DE OMISIÓN		0.00%	0.03%	0.09%	0.21%	0.08%	1.02%	1.74%	0.89%	0.83%	0.91%			

Las siguientes variables hacen referencia a: Bosque denso bajo(BDB), Bosque denso alto (BDA), Pastos (P), Cultivos permanente (CP), Cultivos transitorios(CT), Vegetación secundaria (VS), Tierras desnudas (TD), Áreas húmedas y pantanosas(AHP), Zonas urbanas discontinuas (ZUD) y Ríos (R).

Cuadro 29. Matriz de confusión para la clasificación 2016.

AÑO 2016														
ABREV.	Cobertura boscosa y usos de suelos	PIXELES										TOTAL 2016	EXACTITUD USUARIO	ERROR COMISIÓN
		BDB	BDA	P	CP	CT	VS	TD	AHP	ZUD	R			
BDB	Bosque denso bajo	3928	0.00	0.00	1.00	1.00	0.00	15.00	0.00	0.00	0.00	3945.00	99.57%	0.43%
BDA	Bosque denso alto	0.00	3823	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	10.00	1.00	0.00	3834.00	99.71%	0.29%
P	Pastos	0.00	0.00	1122	0.00	0.00	0.00	0.00	5.00	0.00	0.00	1127.00	99.56%	0.44%
CP	Cultivos permanentes	0.00	0.00	0.00	1534	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	1535.00	99.93%	0.07%
CT	Cultivos transitorios	0.00	0.00	0.00	0.00	1512	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	1513.00	99.93%	0.07%
VS	vegetación secundaria	0.00	1.00	0.00	0.00	1.00	2036	0.00	0.00	1.00	0.00	2039.00	99.85%	0.15%
TD	Tierras desnudas	5.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	1143	0.00	0.00	0.00	1149.00	99.48%	0.52%
AHP	Áreas húmedas y pantanosas	0.00	0.00	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00	1821	0.00	0.00	1823.00	99.89%	0.11%
ZUD	Zonas urbanas discontinuas	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	419	0.00	419.00	100.00%	0.00%
R	Ríos	0.00	0.00	1.00	1.00	1.00	0.00	1.00	0.00	0.00	443	447.00	99.11%	0.89%
TOTAL 2016		3933	3824	1125	1537	1515	2036	1159	1836	421	445	17831.00		
EXACTITUD DEL PRODUCTOR		99.87 %	99.97 %	99.73 %	99.80 %	99.80 %	100 %	98.62 %	99.18 %	99.52 %	99.55 %			
ERROR DE OMISIÓN		0.13%	0.03%	0.27%	0.20%	0.20%	0.00%	1.38%	0.82%	0.48%	0.45%			

Las siguientes variables hacen referencia a: Bosque denso bajo(BDB), Bosque denso alto (BDA), Pastos (P), Cultivos permanente (CP), Cultivos transitorios(CT), Vegetación secundaria (VS), Tierras desnudas (TD), Áreas húmedas y pantanosas(AHP), Zonas urbanas discontinuas (ZUD) y Ríos (R).

Cuadro 30. Tabulación Cruzada con perdida y ganancia para la clasificación de la cobertura boscosa y uso del suelo periodo 1990-2016.

			AÑO 2 (2016)									
AÑOS	Abreviatura de la cobertura		BDB	BDA	P	CP	CT	VS	TD	AHP	ZUD	R
			10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
AÑO 1 (1990)	BDB	1	11	21	31	41	51	61	71	81	91	101
	BDA	2	12	22	32	42	52	62	72	82	92	102
	P	3	13	23	33	43	53	63	73	83	93	103
	CP	4	14	24	34	44	54	64	74	84	94	104
	CT	5	15	25	35	45	55	65	75	85	95	105
	VS	6	16	26	36	46	56	66	76	86	96	106
	TD	7	17	27	37	47	57	67	77	87	97	107
	AHP	8	18	28	38	48	58	68	78	88	98	108
	ZUD	9	19	29	39	49	59	69	79	89	99	109
	R	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110

Las siguientes variables hacen referencia a: Bosque denso bajo(BDB), Bosque denso alto (BDA), Pastos (P), Cultivos permanente (CP), Cultivos transitorios(CT), Vegetación secundaria (VS), Tierras desnudas (TD), Áreas húmedas y pantanosas(AHP), Zonas urbanas discontinuas (ZUD) y Ríos (R).

Cuadro 31. Tabulación cruzada con pérdida y ganancia para la clasificación de la cobertura boscosa y uso del suelo periodo
1990 - 2016.

ABREV.	Cobertura boscosa y usos de suelos	2016										TOTAL	PERDIDAS
		BDB	BDA	P	CP	CT	VS	TD	AHP	ZUD	R	1990	
1990	BDB Bosque denso bajo	26661.34	10349.09	4570.71	87.45	3.63	2305.05	1169.21	488.10	1.35	0.00	45635.95	18974.61
	BDA Bosque denso alto	3843.98	125339.97	74030.37	2047.36	1050.83	7986.91	3878.40	852.20	2.22	0.00	219032.24	93692.27
	P Pastos	82.21	205.70	35884.16	203.79	502.37	570.02	199.63	69.51	54.33	0.00	37771.71	1887.55
	CP Cultivos permanentes	110.46	372.54	803.77	506.09	406.85	389.62	642.14	403.72	4.30	0.00	3639.48	3133.39
	CT Cultivos transitorios	66.18	437.53	106.63	110.16	516.59	25.24	476.28	0.10	1.77	0.00	1740.49	1223.90
	VS Vegetación secundaria	1280.37	661.39	504.62	1051.81	4.30	1697.13	2314.01	179.55	0.00	0.00	7693.19	5996.05
	TD Tierras desnudas	628.77	447.19	1032.12	501.53	0.96	92.19	1247.37	0.00	0.00	0.00	3950.12	2702.75
	AHP Áreas húmedas y pantanosas	446.68	132.44	76.53	0.00	0.00	3.26	0.00	1028.78	0.00	0.00	1687.68	658.91
	ZUD Zonas urbanas discontinuas	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	35.60	0.00	35.60	0.00
	R Ríos	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1415.57	1415.57	0.00
TOTAL 2016		33119.99	137945.85	117008.91	4508.18	2485.53	13069.41	9927.04	3021.96	99.57	1415.57	322602.02	
INCREMENTOS		6458.65	12605.88	81124.75	4002.10	1968.94	11372.28	8679.67	1993.18	63.97	0.00	128269.42	128269.42

Las siguientes variables hacen referencia a: Bosque denso bajo(BDB), Bosque denso alto (BDA), Pastos (P), Cultivos permanente (CP), Cultivos transitorios(CT), Vegetación secundaria (VS), Tierras desnudas (TD), Áreas húmedas y pantanosas(AHP), Zonas urbanas discontinuas (ZUD) y Ríos (R).

Cuadro 32. Porcentaje de la cobertura total, incrementos, pérdidas, cambio total, intercambio y cambio neto de la cobertura boscosa y uso del suelo para el periodo 1990 - 2016.

Cobertura boscosa y usos de suelos	Total 1990	%	Total 2016	%	Incremento	%	Pérdida	%	Cambio total	%	Inter-cambio	%	Cambio neto	%
Bosque denso bajo	45635.95	14.15	33119.99	10.27	6458.65	5.04	18974.61	14.79	25433.26	9.91	12917.30	18.18	12515.96	6.69
Bosque denso alto	219032.24	67.90	137945.85	42.76	12605.88	9.83	93692.27	73.04	106298.15	41.44	25211.75	35.47	81086.39	43.31
Pastos	37771.71	11.71	117008.91	36.27	81124.75	63.25	1887.55	1.47	83012.30	32.36	3775.09	5.31	79237.21	42.33
Cultivos permanentes	3639.48	1.13	4508.18	1.40	4002.10	3.12	3133.39	2.44	7135.49	2.78	8004.19	11.26	868.71	0.46
Cultivos transitorios	1740.49	0.54	2485.53	0.77	1968.94	1.54	1223.90	0.95	3192.84	1.24	2447.79	3.44	745.05	0.40
Vegetación secundaria	7693.19	2.38	13069.41	4.05	11372.28	8.87	5996.05	4.67	17368.33	6.77	11992.11	16.87	5376.23	2.87
Tierras desnudas	3950.12	1.22	9927.04	3.08	8679.67	6.77	2702.75	2.11	11382.42	4.44	5405.50	7.61	5976.92	3.19
Áreas húmedas y pantanosas	1687.68	0.52	3021.96	0.94	1993.18	1.55	658.91	0.51	2652.09	1.03	1317.81	1.85	1334.27	0.71
Zonas urbanas discontinuas	35.60	0.01	99.57	0.03	63.97	0.05	0.00	0.00	63.97	0.02	0.00	0.00	63.97	0.03
Ríos	1415.57	0.44	1415.57	0.44	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
TOTAL	322602.02	100.00	322602.02	100.00	128269.42	100.00	128269.42	100.00	256538.84	100.00	71071.56	100.00	187204.69	100.00

Cuadro 33. Pérdida de cobertura boscosa por año según MINAM-GEOBOSQUE.

Pérdida de cobertura por ha																
Periodo en años																
Rango	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
> 500	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
50 - 500	0	0	0	0	0	0	0	0	77	0	0	172	0	0	200	0
May-50	124	349	1140	271	1056	336	484	1027	1249	1183	893	1043	2096	2747	2003	1495
1-May	392	814	1615	437	1231	572	888	1233	1217	1292	1063	1255	1255	1413	1393	1044
<1	613	758	1294	484	1083	474	830	896	1005	1230	878	946	818	1247	629	462
Total	1129	1921	4049	1191	3370	1382	2203	3155	3548	3705	2834	3416	4170	5406	4226	3001
Pérdida de cobertura %																
Periodo en años																
Rango	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
> 500	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
50 - 500	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	5	0	0	5	0
May-50	11	18	28	23	31	24	22	33	35	32	32	31	50	51	47	50
1-May	35	42	40	37	37	41	40	39	34	35	38	37	30	26	33	35
<1	54	39	32	41	32	34	38	28	28	33	31	28	20	23	15	15
Total	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100

Fuente: Ministerio del ambiente.

ANEXO 2: DATOS DE CAMPO

Cuadro 34. Parcela de evaluación de campo N°01.

Zona piloto N° 01 : Parcela de evaluación Caserío Mashoca (400 has)						
Punto	Coordenadas de campo		Tipo de cobertura	Verificación en campo		Medio de validación
	X	Y		Existe	No Existe	
1	448716.585	8932850.475	Bosque denso alto	x		Fotografía de Campo
2	448966.585	8932600.475	Bosque denso alto	x		Fotografía de Campo
3	449216.585	8932350.475	Bosque denso alto	x		Fotografía de Campo
4	449466.585	8932100.475	Pastos	x		Fotografía de Campo
5	449716.585	8931850.475	Bosque denso alto	x		Fotografía de Campo
6	449966.585	8931600.475	Bosque denso bajo		x	Fotografía de Campo
7	450216.585	8931350.475	Bosque denso alto	x		Fotografía de Campo
8	450466.585	8931100.475	Pastos	x		Fotografía de Campo
9	448716.585	8931100.475	Pastos	x		Fotografía de Campo
10	448966.585	8931350.475	Bosque denso alto		x	Fotografía de Campo
11	449216.585	8931600.475	Bosque denso alto	x		Fotografía de Campo
12	449466.585	8931850.475	Bosque denso alto	x		Fotografía de Campo
13	449716.585	8932100.475	Bosque denso alto	x		Fotografía de Campo
14	449966.585	8932350.475	Pastos	x		Fotografía de Campo
15	450216.585	8932600.475	Pastos	x		Fotografía de Campo
16	450466.585	8932850.475	Bosque denso alto	x		Fotografía de Campo
17	449591.585	8932850.475	Bosque denso alto	x		Fotografía de Campo
18	449591.585	8932600.475	Pastos		x	Fotografía de Campo
19	449591.585	8932350.475	Bosque denso alto	x		Fotografía de Campo
20	449591.585	8931600.475	Tierras desnudas		x	Fotografía de Campo
21	449591.585	8931350.475	Bosque denso alto	x		Fotografía de Campo
22	449591.585	8931100.475	Pastos	x		Fotografía de Campo
23	448716.585	8931975.475	Pastos	x		Fotografía de Campo
24	448966.585	8931975.475	Bosque denso alto	x		Fotografía de Campo
25	449216.585	8931975.475	Bosque denso alto	x		Fotografía de Campo
26	449966.585	8931975.475	Áreas húmedas y pantanosas	x		Fotografía de Campo
27	450216.585	8931975.475	Bosque denso alto	x		Fotografía de Campo
28	450466.585	8931975.475	Pastos	x		Fotografía de Campo
TOTAL				24	04	
% de acierto y desacierto				85.71	14.29	

Cuadro 35. Parcela de evaluación de campo N°02.

Zona piloto N° 02 : Parcela de evaluación caserío San Juan de Codo (400 has)						
Punto	Coordenadas de campo		Tipo de cobertura	Verificación en campo		Medio de validación
	X	Y		Existe	No existe	
1	470108.95	8937895.608	Pastos	x		Fotografía de Campo
2	470358.95	8937645.608	Pastos	x		Fotografía de Campo
3	470608.95	8937395.608	Bosque denso alto	x		Fotografía de Campo
4	470858.95	8937145.608	Pastos	x		Fotografía de Campo
5	471108.95	8936895.608	Pastos		x	Fotografía de Campo
6	471358.95	8936645.608	Pastos	x		Fotografía de Campo
7	471608.95	8936395.608	Bosque denso bajo	x		Fotografía de Campo
8	471858.95	8936145.608	Pastos	x		Fotografía de Campo
9	470108.95	8936145.608	Bosque denso bajo	x		Fotografía de Campo
10	470358.95	8936395.608	Bosque denso alto		x	Fotografía de Campo
11	470608.95	8936645.608	Pastos	x		Fotografía de Campo
12	470858.95	8936895.608	Pastos	x		Fotografía de Campo
13	471108.95	8937145.608	Pastos	x		Fotografía de Campo
14	471358.95	8937395.608	Pastos	x		Fotografía de Campo
15	471608.95	8937645.608	Bosque denso bajo	x		Fotografía de Campo
16	471858.95	8937895.608	Bosque denso bajo	x		Fotografía de Campo
17	470983.95	8937895.608	Pastos	x		Fotografía de Campo
18	470983.95	8937645.608	Pastos	x		Fotografía de Campo
19	470983.95	8937395.608	Pastos	x		Fotografía de Campo
20	470983.95	8936645.608	Pastos	x		Fotografía de Campo
21	470983.95	8936395.608	Bosque denso bajo	x		Fotografía de Campo
22	470983.95	8936145.608	Bosque denso bajo		x	Fotografía de Campo
23	470108.95	8937020.608	Bosque denso bajo	x		Fotografía de Campo
24	470358.95	8937020.608	Bosque denso bajo	x		Fotografía de Campo
25	470608.95	8937020.608	Pastos	x		Fotografía de Campo
26	471358.95	8937020.608	Tierras desnudas	x		Fotografía de Campo
27	471608.95	8937020.608	Bosque denso bajo	x		Fotografía de Campo
28	471858.95	8937020.608	Bosque denso bajo	x		Fotografía de Campo
TOTAL				26	02	
% de acierto y desacierto				92.86	7.14	

Cuadro 36. Parcela de evaluación de campo N°03.

Zona piloto N° 03 : Parcela de evaluación Caserío Huampomayo						
Punto	Coordenadas de campo		Tipo de cobertura	Verificación en campo		Medio de validación
	X	Y		Existe	No existe	
1	451915.739	8911627.415	Bosque denso bajo	x		Fotografía de Campo
2	452165.739	8911377.415	Bosque denso bajo	x		Fotografía de Campo
3	452415.739	8911127.415	Pastos	x		Fotografía de Campo
4	452665.739	8910877.415	Bosque denso bajo		x	Fotografía de Campo
5	452915.739	8910627.415	Bosque denso bajo	x		Fotografía de Campo
6	453165.739	8910377.415	Bosque denso bajo	x		Fotografía de Campo
7	453415.739	8910127.415	Vegetación secundaria	x		Fotografía de Campo
8	453665.739	8909877.415	Tierras desnudas	x		Fotografía de Campo
9	451915.739	8909877.415	Bosque denso bajo	x		Fotografía de Campo
10	452165.739	8910127.415	Pastos	x		Fotografía de Campo
11	452415.739	8910377.415	Pastos	x		Fotografía de Campo
12	452665.739	8910627.415	Bosque denso bajo	x		Fotografía de Campo
13	452915.739	8910877.415	Bosque denso bajo	x		Fotografía de Campo
14	453165.739	8911127.415	Vegetación secundaria	x		Fotografía de Campo
15	453415.739	8911377.415	Bosque denso bajo	x		Fotografía de Campo
16	453665.739	8911627.415	Bosque denso bajo	x		Fotografía de Campo
17	452790.739	8911627.415	Tierras desnudas		x	Fotografía de Campo
18	452790.739	8911377.415	Bosque denso bajo	x		Fotografía de Campo
19	452790.739	8911127.415	Pastos	x		Fotografía de Campo
20	452790.739	8910377.415	Pastos	x		Fotografía de Campo
21	452790.739	8910127.415	Bosque denso bajo		x	Fotografía de Campo
22	452790.739	8909877.415	Bosque denso bajo	x		Fotografía de Campo
23	451915.739	8910752.415	Pastos	x		Fotografía de Campo
24	452165.739	8910752.415	Pastos	x		Fotografía de Campo
25	452415.739	8910752.415	Pastos		x	Fotografía de Campo
26	453165.739	8910752.415	Pastos	x		Fotografía de Campo
27	453415.739	8910752.415	Pastos	x		Fotografía de Campo
28	453665.739	8910752.415	Pastos	x		Fotografía de Campo
TOTAL				25	03	
% de acierto y desacierto				89.29	10.71	

Cuadro 37. Resumen total del porcentaje de exactitud de la evaluación de campo.

Zona	% exactitud de los datos	% inexactitud de los datos
01	85.71	14.29
02	92.86	7.14
03	89.29	10.71
Promedio total	89.286	10.714

ANEXO 3: PANEL FOTOGRÁFICO



Figura 8. Cobertura de Bosques densos Bajos en el Distrito de codo del Pozuzo.



Figura 9. Validación de datos de campo en suelos sin cobertura boscosa.



Figura 10. Cobertura de Bosque denso alto en el Distrito de codo del Pozuzo.



Figura 11. Verificación de datos en campo de cultivos transitorios y permanentes.



Figura 12. Verificación de datos de campo en suelos utilizados en pastos.



Figura 13. Uso de suelos para pastos en el distrito de Codo del Pozuzo.



Figura 14. Ríos y fuentes de agua en el Distrito de Codo del Pozuzo.



Figura 15. Cobertura boscosa y uso de suelos con cultivos permanentes.



Figura 16. Tala y quema de bosques en el Distrito de Codo del Pozuzo.

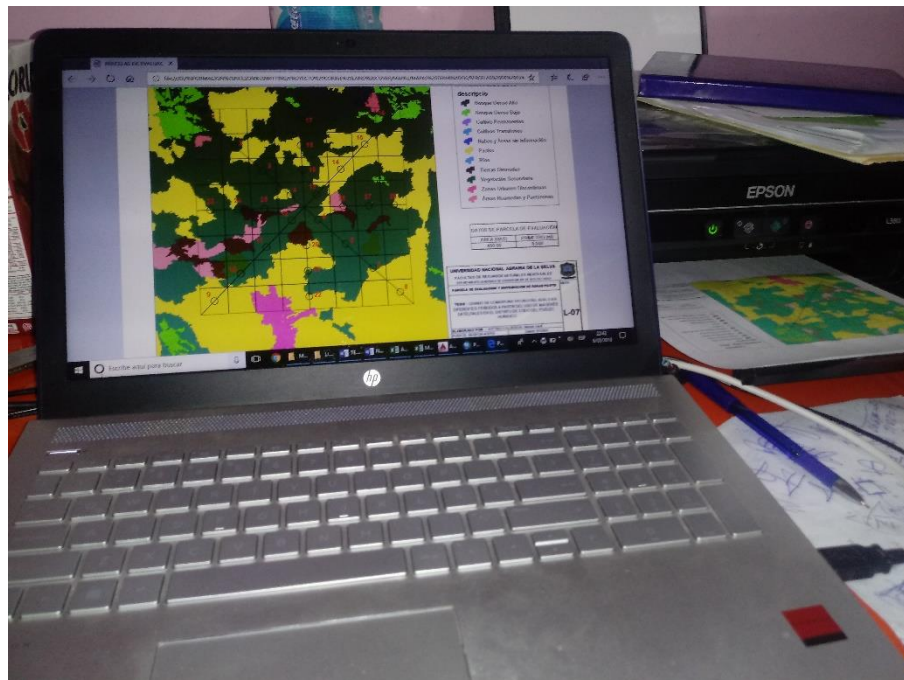
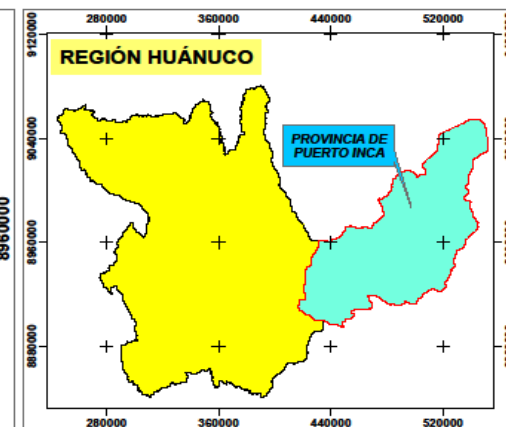
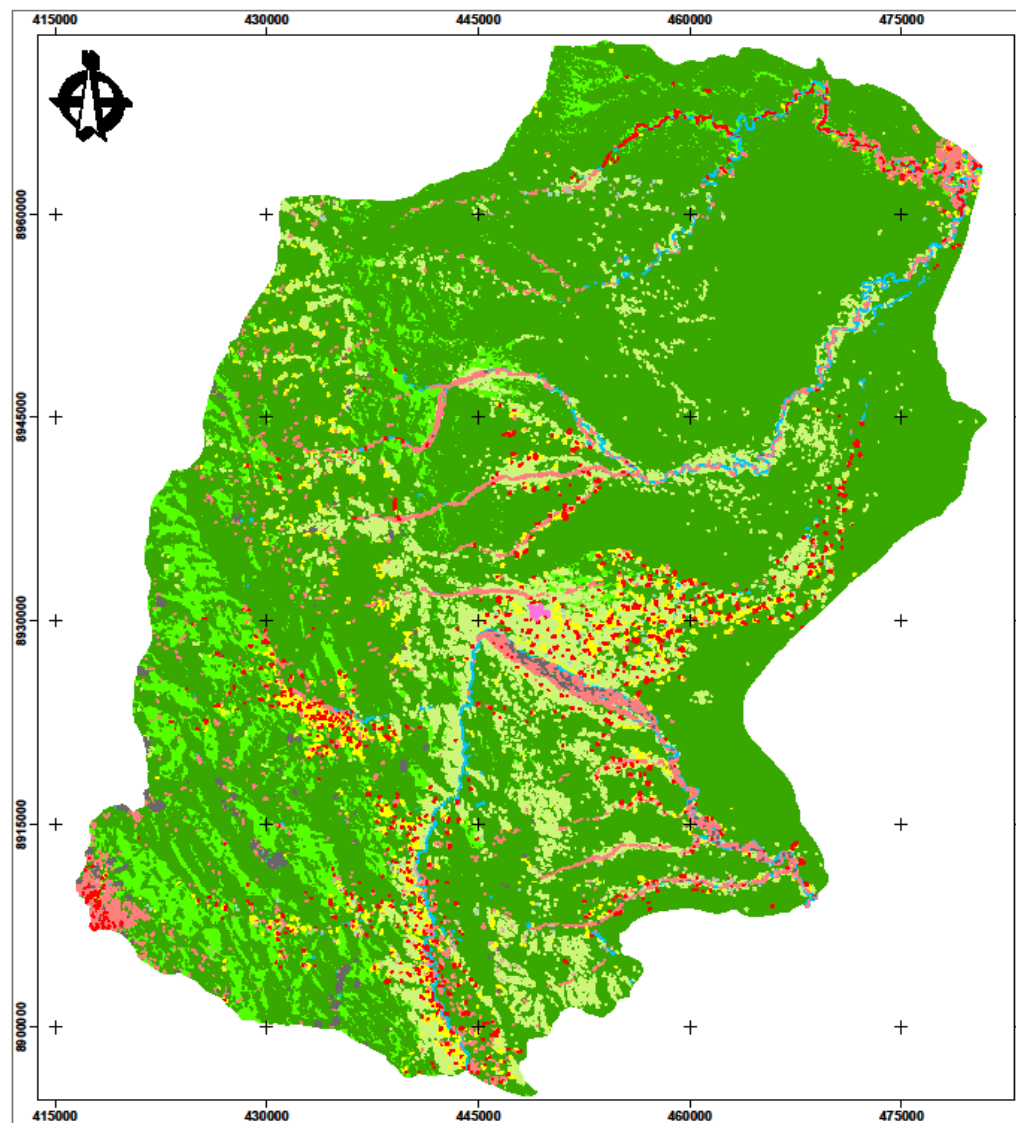


Figura 17. Trabajo de gabinete, elaboración de planos e interpretación de resultados.

ANEXO 4: MAPAS



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA FACULTAD DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES DEPARTAMENTO ACADÉMICO DE CONSERVACIÓN DE SUELOS Y AGUA		 MAPA:
MAPA DE UBICACIÓN Y LOCALIZACIÓN TESIS : CAMBIO DE COBERTURA Y USO DEL SUELO EN DETERMINADOS PERÍODOS A PARTIR DE LOS DATOS IMÁGENES SATELITALES EN EL DISTRITO DE CODO DEL POZUZO, HUÁNUCO		
ELABORADO POR : WITTING CALDERÓN Nelson José Zona Sur - 18L Datum WGS84		L-01 Escala : 1 : 250,000



COBERTURA Y USOS DE SUELO EN EL DISTRITO CODO DEL POZUZO PERIODO 1990					
SIMB.	NIVEL I (Grandes Coberturas)	NIVEL II	NIVEL III	ÁREA Has	ÁREA %
	Territorios artificializados	Zonas urbanizadas	tejido urbano discontinuo	35.80	0.011
		Cultivos transitorios		1740.49	0.54
	Territorios agrícolas	Cultivos permanentes	Pastos	3639.48	1.13
		Pastos		37771.71	11.71
	Bosques y áreas seminaturales	Bosques	Bosque denso alto	219032.23	67.90
		Áreas con vegetación herbácea y/o arbustivo	Bosque denso bajo	45635.95	14.15
	Áreas abiertas, sin o con poca vegetación	Áreas abiertas, sin o con poca vegetación	Vegetación secundaria o transición	7693.19	2.38
		Áreas húmedas pantanosas		3950.12	1.22
	Áreas húmedas	Áreas húmedas pantanosas	Tierras desnudas	1887.68	0.52
	Superficies de agua	Aguas continentales	Ríos (50m)	1415.57	0.44
TOTAL				322602.02	100.00

DATOS DEL DISTRITO	
ÁREA (Has.)	Perímetro (Kms)
322,602.02	263.731953

0 3,750 7,500 15,000 22,500 30,000 Metros

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA

FACULTAD DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES
DEPARTAMENTO ACADÉMICO DE CONSERVACIÓN DE SUELOS Y AGUA

MAPA DE COBERTURA BOSCOSEA Y USO DE SUELO AÑO 1990

TESIS : CAMBIO DE COBERTURA Y/O USO DEL SUELO EN DIFERENTES PERÍODOS A PARTIR DEL USO DE IMÁGENES SATELITALES EN EL DISTRITO DE CODO DEL POZUZO, HUÁNUCO

ELABORADO POR : WITTING CALDERON, Nelson José

IMAGEN IAN.SAT TM-7, 1990

Zona Sur - 18L

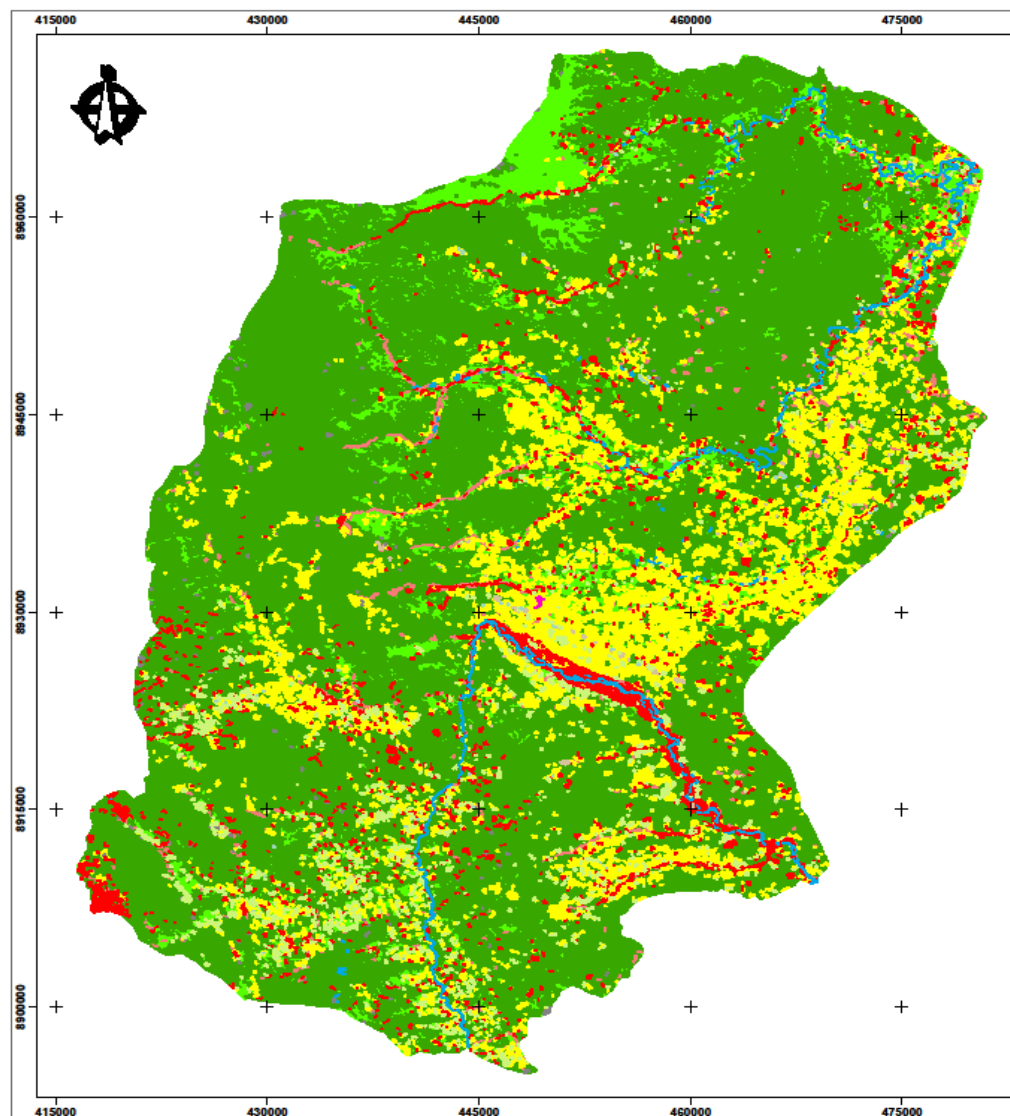
Datum WGS84

Escala : 1 / 250,000



MAPA:

L-02

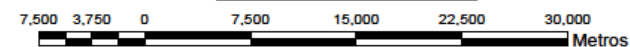


COBERTURA Y USOS DEL SUELO EN EL DISTRITO CODO DEL POZUZO PERIODO 2016

SIMB.	NIVEL I (Grandes Coberturas)	NIVEL II	NIVEL III	ÁREA Has	ÁREA %
	Territorios artificializados	Zonas urbanizadas	Tejido urbano discontinuo	99.57	0.031
	Territorios agrícolas	Cultivos transitorios		2485.53	0.770
		Cultivos permanentes		4508.18	1.397
		Pastos		117008.91	36.270
	Bosques y áreas seminaturales	Bosques	Bosque denso alto	137945.85	42.760
			Bosque denso bajo	33119.99	10.267
		Áreas con vegetación herbácea y/o arbustivo	Vegetación secundaria o transición	13069.41	4.051
	Áreas Húmedas	Áreas abiertas, sin o con poca vegetación	Tierras desnudas	9927.05	3.077
		Áreas húmedas pantanosas		3021.96	0.937
		Superficies de agua	Rios (50m)	1415.57	0.439
		TOTAL		322602.02	100.00

DATOS DEL DISTRITO

ÁREA (Has.)	Perímetro (Kms)
322,602.02	263.731953



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA

FACULTAD DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES
DEPARTAMENTO ACADÉMICO DE CONSERVACIÓN DE SUELOS Y AGUA



MAPA DE COBERTURA BOSCOSE Y USO DEL SUELO AÑO 2016

MAPA:

TESIS : CAMBIO DE COBERTURA Y/O USO DEL SUELO EN DIFERENTES PERIODOS A PARTIR DEL USO DE IMÁGENES SATELITALES EN EL DISTRITO DE CODO DEL POZUZO, HUÁNUCO

L-03

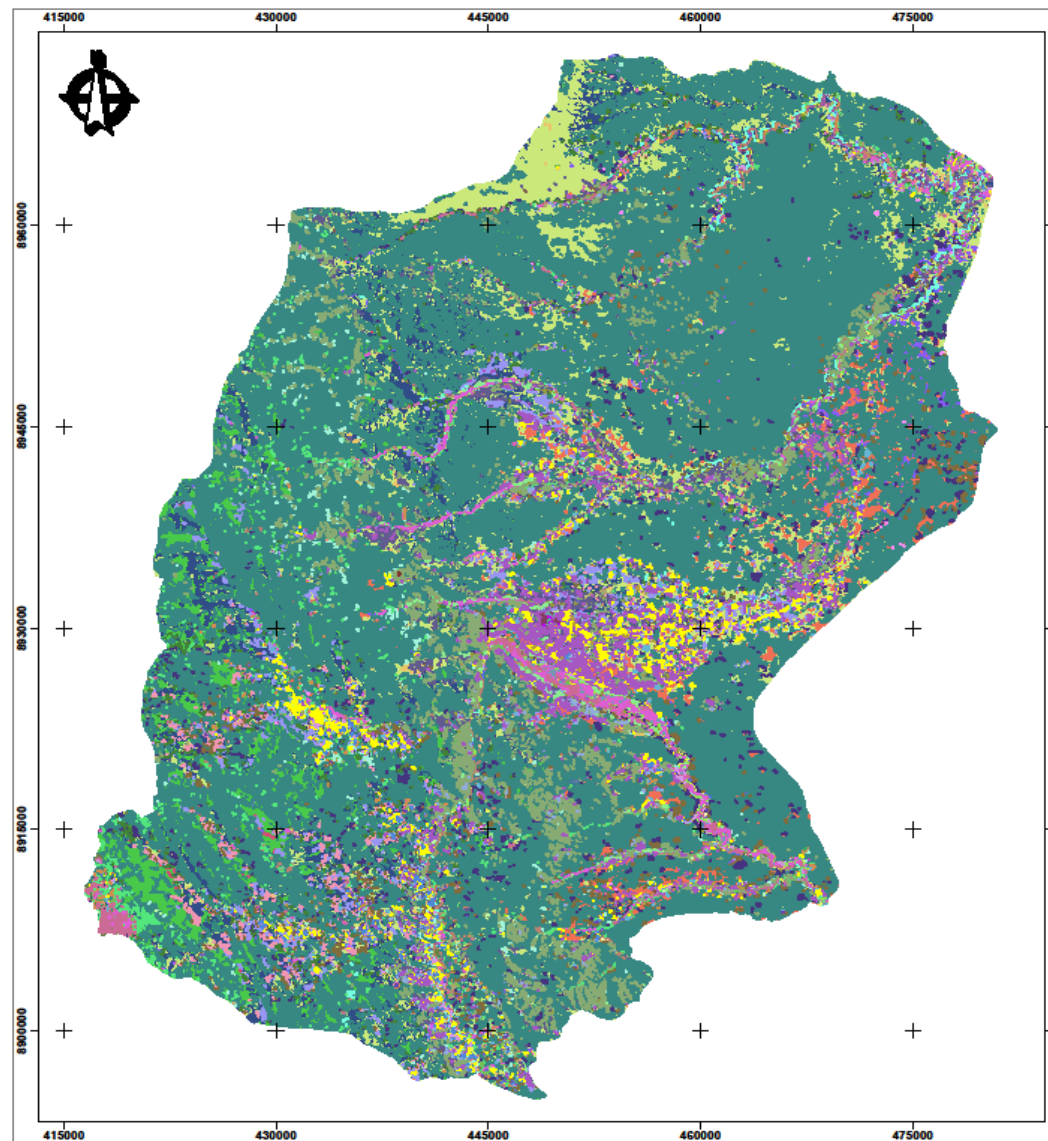
ELABORADO POR : WITTING CALDERON, Nelson Jcsé

IMAGEN I ANSAT TM-8, 2016

Datum WGS84

Zona Sur - 18L

Escala : 1 / 250,000



CAMBIO DE COBERTURA Y USO DE SUELOS PERIODO 1990 - 2016				
SIMB.	VALOR DE MATRIZ DE TRANSICIÓN	DESCRIPCIÓN	AREA (Has)	%
	11	SE MANTUVO BOSQUE DENSO BAJO	20961.34	8.264468
	12	DE BOSQUE DENSO ALTO A BOSQUE DENSO BAJO	3843.98	1.191155
	13	DE PASTOS A BOSQUE DENSO BAJO	82.21	0.025483
	14	DE CULTIVO PERMANENTE A BOSQUE DENSO BAJO	110.46	0.034240
	15	DE CULTIVO TRANSITORIO A BOSQUE DENSO BAJO	88.18	0.020514
	16	DE VEGETACIÓN SECUNDARIA A BOSQUE DENSO BAJO	1280.37	0.398888
	17	DE TIERRAS DESNUDAS A BOSQUE DENSO BAJO	628.77	0.194699
	18	DE ÁREAS HÚMEDAS Y PANTANOSAS A BOSQUE DENSO BAJO	446.68	0.138462
	21	DE BOSQUE DENSO BAJO A BOSQUE DENSO ALTO	10349.09	3.208025
	22	SE MANTUVO BOSQUE DENSO ALTO	125338.97	38.852619
	23	DE PASTOS A BOSQUE DENSO ALTO	235.70	0.067953
	24	DE CULTIVO PERMANENTE A BOSQUE DENSO ALTO	372.54	0.115480
	25	DE CULTIVO TRANSITORIO A BOSQUE DENSO ALTO	437.53	0.135625
	26	DE VEGETACIÓN SECUNDARIA A BOSQUE DENSO ALTO	661.39	0.205017
	27	DE TIERRAS DESNUDAS A BOSQUE DENSO ALTO	447.19	0.138620
	28	DE ÁREAS HÚMEDAS Y PANTANOSAS A BOSQUE DENSO ALTO	132.44	0.041054
	31	DE BOSQUE DENSO BAJO A PASTOS	4570.71	1.419829
	32	DE BOSQUE DENSO ALTO A PASTOS	74030.37	22.947894
	33	SE MANTUVO PASTOS	35884.16	11.123353
	34	DE CULTIVO PERMANENTE A PASTOS	803.77	0.249152
	35	DE CULTIVO TRANSITORIO A PASTOS	108.63	0.033533
	36	DE VEGETACIÓN SECUNDARIA A PASTOS	504.62	0.156422
	37	DE TIERRAS DESNUDAS A PASTOS	1032.12	0.319698
	38	DE ÁREAS HÚMEDAS Y PANTANOSAS A PASTOS	76.53	0.023723
	41	DE BOSQUE DENSO BAJO A CULTIVO PERMANENTE	67.45	0.021108
	42	DE BOSQUE DENSO ALTO A CULTIVO PERMANENTE	2047.36	0.634640
	43	DE PASTOS A CULTIVO PERMANENTE	203.79	0.063171
	44	SE MANTUVO CULTIVO PERMANENTE	506.00	0.158679
	45	DE CULTIVO TRANSITORIO A CULTIVO PERMANENTE	110.18	0.034147
	46	DE VEGETACIÓN SECUNDARIA A CULTIVO PERMANENTE	1051.81	0.328039
	47	DE TIERRAS DESNUDAS A CULTIVO PERMANENTE	501.53	0.155484
	48	DE BOSQUE DENSO BAJO A CULTIVO TRANSITORIO	5.63	0.001128
	52	DE BOSQUE DENSO ALTO A CULTIVO TRANSITORIO	1050.83	0.325738
	53	DE PASTOS A CULTIVO TRANSITORIO	502.37	0.155724
	54	DE CULTIVO PERMANENTE A CULTIVO TRANSITORIO	408.85	0.126115
	55	SE MANTUVO CULTIVO TRANSITORIO	516.58	0.160132
	56	DE VEGETACIÓN SECUNDARIA A CULTIVO TRANSITORIO	4.30	0.001333
	57	DE TIERRAS DESNUDAS A CULTIVO TRANSITORIO	0.98	0.000298
	61	DE BOSQUE DENSO BAJO A VEGETACIÓN SECUNDARIA	2305.05	0.714519
	62	DE BOSQUE DENSO ALTO A VEGETACIÓN SECUNDARIA	7988.91	2.475778
	63	DE PASTOS A VEGETACIÓN SECUNDARIA	570.02	0.176964
	64	DE CULTIVO PERMANENTE A VEGETACIÓN SECUNDARIA	389.62	0.120774
	65	DE CULTIVO TRANSITORIO A VEGETACIÓN SECUNDARIA	25.24	0.007824
	66	SE MANTUVO VEGETACIÓN SECUNDARIA	1697.13	0.526075
	67	DE TIERRAS DESNUDAS A VEGETACIÓN SECUNDARIA	92.19	0.028577
	68	DE ÁREAS HÚMEDAS Y PANTANOSAS A VEGETACIÓN SECUNDARIA	5.26	0.001011
	71	DE BOSQUE DENSO BAJO A TIERRAS DESNUDAS	1169.21	0.362451
	72	DE BOSQUE DENSO ALTO A TIERRAS DESNUDAS	3878.40	1.202224
	73	DE PASTOS A TIERRAS DESNUDAS	199.63	0.061881
	74	DE CULTIVO PERMANENTE A TIERRAS DESNUDAS	842.14	0.188050
	75	DE CULTIVO TRANSITORIO A TIERRAS DESNUDAS	476.28	0.147657
	76	DE VEGETACIÓN SECUNDARIA A TIERRAS DESNUDAS	2314.01	0.717266
	77	SE MANTUVO TIERRAS DESNUDAS	1247.37	0.389659
	81	DE BOSQUE DENSO BAJO A ÁREAS HÚMEDAS Y PANTANOSAS	488.10	0.151351
	82	DE BOSQUE DENSO ALTO A ÁREAS HÚMEDAS Y PANTANOSAS	852.20	0.264164
	83	DE PASTOS A ÁREAS HÚMEDAS Y PANTANOSAS	69.51	0.021547
	84	DE CULTIVO PERMANENTE A ÁREAS HÚMEDAS Y PANTANOSAS	403.72	0.125145
	85	DE CULTIVO TRANSITORIO A ÁREAS HÚMEDAS Y PANTANOSAS	0.10	0.000031
	86	DE VEGETACIÓN SECUNDARIA A ÁREAS HÚMEDAS Y PANTANOSAS	179.55	0.055657
	88	SE MANTUVO ÁREAS HÚMEDAS Y PANTANOSAS	1028.78	0.318901
	91	DE BOSQUE DENSO BAJO A ZONAS URBANAS DISCONTINUAS	1.35	0.000419
	92	DE BOSQUE DENSO ALTO A ZONAS URBANAS DISCONTINUAS	2.22	0.000688
	93	DE PASTOS A ZONAS URBANAS DISCONTINUAS	54.33	0.016841
	94	DE CULTIVO PERMANENTE A ZONAS URBANAS DISCONTINUAS	4.30	0.001333
	95	DE TIERRAS DESNUDAS A ÁREAS HÚMEDAS Y PANTANOSAS	1.77	0.000549
	113	ROS	1415.57	0.438798
			322902.02	100.0



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
FACULTAD DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES
DEPARTAMENTO ACADÉMICO DE CONSERVACIÓN DE SUELOS Y AGUA

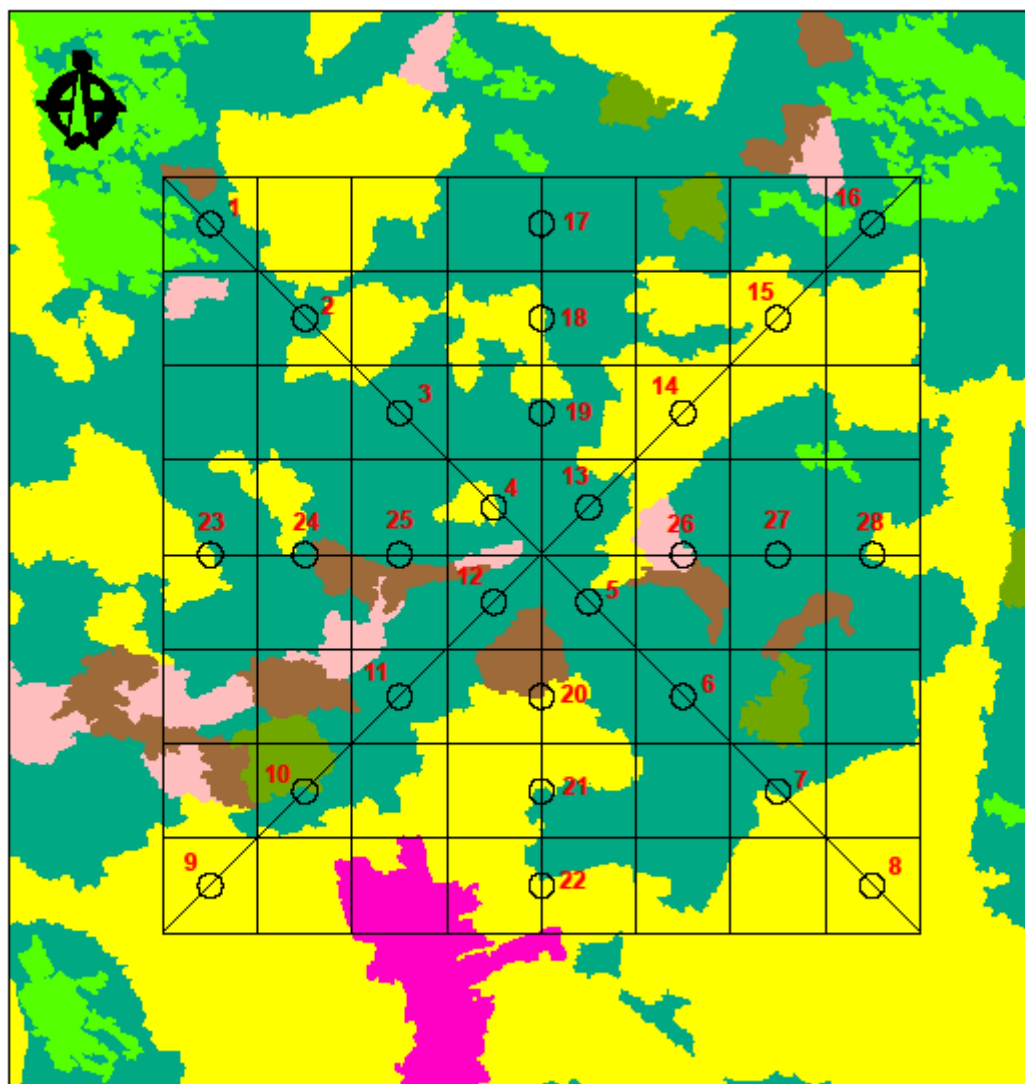


MAPA DE CAMBIO DE COBERTURA Y USOS DEL SUELO 1990 - 2016
TESIS : CAMBIO DE COBERTURA Y/O USO DEL SUELO EN
DIFERENTES PERÍODOS A PARTIR DEL USO DE IMÁGENES
SATELITALES EN EL DISTRITO DE CODO DEL POZUO,
HUÁNLICO

MAPA:

L-04

ELABORADO POR : WILLING CALDERON, Nelson José
IMAGEN LANSAT TM-8, 2015 Datum WGS84
Zona Sur - 18L Escala : 1 / 250,000



Leyenda

COBERTURA 2016

descripcio

- Bosque Denso Alto
- Bosque Denso Bajo
- Cultivos Permanentes
- Cultivos Transitorios
- Nubes y Áreas sin Información
- Pastos
- Ríos
- Tierras Desnudas
- Vegetación Secundaria
- Zonas Urbanos Discontinuas
- Áreas Huamedas y Pantanosas

DATOS DE PARCELA DE EVALUACIÓN	
AREA (HAS)	PRIMETRO (m)
400.00	8,000

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA FACULTAD DE INGENIERIA NATURAL Y AGROPECUARIA DEPARTAMENTO DE INGENIERIA DE CONSERVACION DE RECURSOS AGROPECUARIOS		 L-06
PARCELA DE EVALUACIÓN Y DISTRIBUCIÓN DE ZONAS PILOTO		
TESIS: CAMBIO DE COBERTURA Y USO DEL SUELO EN DIFERENTES PERÍODOS A PARTIR DEL USO DE IMÁGENES SATELITALES EN EL DISTRITO DE CODO DEL POZUO, HUÁNUCO.		
ELABORADO POR : WILLING CALLOCHON NERONJOS FUENTE: PLAN DE COBERTURA 2016 Zona Urb: 18L		

